



KARADENİZ EKONOMİK İŞ BİRLİĞİ ÖRGÜTÜ (KEİ) ÜYE ÜLKELERİNDE EKONOMİK BÜYÜME, KÜRESELLEŞME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ EKOLOJİK AYAK İZİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet Ali DEMİR*

ÖZ

Bilim insanları tarafından çevresel bozulmanın önemli bir ölçüsü olarak kabul edilen ekolojik ayak izi, son yıllarda akademik söyleme giderek daha fazla nüfuz etmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın artan önemi, ulusların ve bölgelerin uzun vadeli ekolojik sürdürülebilirliğini garanti altına almak için gerekli olan ekonomik faaliyetler, küresel entegrasyon ve bunların çevresel etkileri arasındaki etkileşimin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Bu hedefe ulaşmak için, ekonomik büyümenin, küreselleşmenin ve yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi, Karadeniz Ekonomik İş Birliği (KEİ) üye ülkelerinde 2000-2020 yılları arasında incelenmiştir. Bu analiz, Driscoll-Kraay Standart Hatalarını içeren panel veri tahmin tekniklerini kullanmıştır. Bulgular, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izinin genişlemesi yoluyla çevresel bozulma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Öte yandan, yenilenebilir enerjinin kullanımı ekolojik ayak izini azaltmaya ve çevresel bozulmanın etkilerini hafifletmeye hizmet etmektedir. Bulgular, KEİ üye ülkelerinin ekonomik büyümesinde %1'lik bir artışın ekolojik ayak izinde %0,391'lik bir artışla ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, bu ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımında %1'lik bir artış ekolojik ayak izinde %0,011'lik bir azalmaya karşılık gelmektedir. Ek bulgular, küreselleşme ile KEİ üye ülkeleri arasında ekolojik ayak izi arasında önemli bir korelasyon olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz Ekonomik İş Birliği (KEİ) Örgütü, Ekolojik Ayak İzi, Ekonomik Büyüme, Küreselleşme, Yenilenebilir Enerji Kullanımı, Panel Veri Analizi

EFFECTS OF ECONOMIC GROWTH, GLOBALIZATION AND RENEWABLE ENERGY USE ON ECOLOGICAL FOOTPRINT IN THE MEMBER COUNTRIES OF THE ORGANIZATION OF THE BLACK SEA ECONOMIC COOPERATION (BSEC)

ABSTRACT

Ecological footprint, which is considered by scientists as an important measure of environmental degradation, has increasingly penetrated academic discourse in recent years. The increasing importance of sustainable development requires a comprehensive understanding of the interactions between economic activities, global integration and their environmental impacts, which are necessary to ensure the long-term ecological sustainability of nations and regions. To achieve this goal, the impact of economic growth, globalization and renewable energy use on the ecological footprint was examined in the Black Sea Economic Cooperation (BSEC) member countries between 2000 and 2020. This analysis used panel data estimation techniques including Driscoll-Kraay Standard Errors. The findings show that economic growth is associated with environmental degradation through an expansion of the ecological footprint. Conversely, the use of renewable energy serves to reduce the ecological footprint and mitigate the effects of environmental degradation. The findings show that a 1% increase in the economic growth of the BSEC member countries is associated with a 0.391% increase in the ecological footprint. Conversely, a 1% increase in renewable energy use in these countries corresponds to a 0.011% decrease in the ecological footprint. Additional findings show

Gönderilme Tarihi: 05.11.2024

Kabul Tarihi: 25.03.2025

* Dr. Öğretim Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ÇANKIRI; ORCID: 0000-0003-0992-347X, E-posta: malidemir@karatekin.edu.tr

that there is no significant correlation between globalization and the ecological footprint among the BSEC member countries.

Keywords: Black Sea Economic Cooperation (BSEC), Ecological Footprint, Economic Growth, Globalization, Renewable Energy Use, Panel Data Analysis

Giriş

Çevre kirliliği, insanlığın gelecekte karşı karşıya kalacağı en büyük ekonomik ve sosyal zorluklardan biridir (Wang vd., 2021, s.1). Büyük ölçüde insanların gerçekleştirmiş olduğu faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan çevre kirliliği gün geçtikçe de artmaya devam etmektedir. Artan çevre kirliliği insan hastalıklarının ortaya çıkmasına, hayvanların neslinin tükenmesine, ozon tabakasının incelmeye, toprağın çölleşmesi gibi birçok sorunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda sanayileşmenin hızlanmasıyla birlikte fosil yakıt tüketimi de artış göstermiştir (Koçak, 2024, s.257). Dünya’da artan fosil yakıt tüketimi de çevresel kirliliği arttıran ana faktörlerden biridir. Bütün bunlara ek olarak son 30 yılda dünyanın daha da küreselleşme eğiliminde olması çevresel performansta kritik bir faktör olarak yerini almaktadır. Çünkü küreselleşmenin getirdiği ölçek, bileşim ve teknoloji etkileri ekonomik faaliyetleri, enerji verimliliğini ve teknolojileri değiştirecek ve böylece çevre üzerinde olumlu veya olumsuz etkilere sebep olacaktır (Wang vd., 2021, s.1). Bu nedenle ekolojik sürdürülebilirliği etkileyen faktörleri değerlendirme ihtiyacı günümüzde zorunlu hale gelmiştir. Bir başka ifadeyle çevresel performansın nasıl iyileştirileceği sürdürülebilir kalkınma için kritik öneme sahiptir. Örneğin fosil yakıtlara sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkan yenilenebilir enerji kullanımı iklim değişikliğiyle mücadele etmede ve çevresel bozulmanın azaltılmasında bir çözüm olarak görülmektedir.

Son yıllarda giderek artan sayıda bilim insanı (Figge vd., 2017, s.863; Ahmed vd. 2020, s.1; Ahmed vd., 2021, s.1; Aluko vd., 2021, s.1; Wang vd., 2021, s.1) çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak ekolojik ayak izini kullanmaya başlamıştır. Çünkü bu kapsamlı gösterge çevresel bozulmayı etkili bir şekilde yansıtmaktadır (Ahmed vd., 2021, s.1). Bu doğrultuda Karadeniz Ekonomik İş Birliği Örgütü’ne (KEİ) üye ülkelerde 2000-2020 dönemi için yıllık veriler kullanılarak ekonomik büyümenin, küreselleşmenin ve yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini panel veri modelleri ile incelemek bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma çeşitli araştırma sorularını ele almayı amaçlamaktadır. Bu araştırma için sorular aşağıdaki gibi tanımlanmıştır: 1) KEİ ülkelerinde ekonomik büyümenin ekolojik ayak izine etkisi nedir? 2) Bu analizde incelenen ülkelerde 2000-2020 yılları arasında KOF küreselleşme endeksi ile ekolojik ayak izi arasında bir korelasyon var mıdır? 3) Fosil enerji kaynaklarının çevre kirliliğine önemli ölçüde katkıda bulunduğu kanıtlanmış olsa da yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesinin bu ülkelerdeki ekolojik ayak izini etkileyip etkilemediği ve eğer öyleyse bu etkinin düzeyi nedir?

Türkiye’nin öncülük ettiği ve 1992 yılında İstanbul’da kurulan, bölgesel bir ekonomik iş birliği örgütü olan KEİ bünyesinde ticaret, ulaştırma, enerji, çevresel koruma da dahil olmak üzere 19 çalışma grubu faaliyet göstermektedir. Üyeleri arasında Türkiye’nin de yer aldığı KEİ grubunda yer alan diğer ülkeler ise şunlardır: Arnavutluk, Azerbaycan, Bulgaristan, Ermenistan, Gürcistan, Moldova, Kuzey Makedonya, Romanya, Rusya, Sırbistan, Ukrayna ve Yunanistan (Dış İşleri Bakanlığı, 2024). KEİ ülkeleri özelinde daha önce böyle bir çalışmanın gerçekleştirilmiş olması bu çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu örgütün ortak çalışma alanları arasında çevresel koruma ve enerji konularının yer alması böyle bir çalışmanın

gerçekleştirilmesinin önemini göstermektedir. Böylece bu çalışmadan elde edilecek olan ampirik sonuçların bundan sonra KEİ özelinde yapılacak çalışmalara öncülük etmesi, ulusal ve uluslararası literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır: İlk bölümde ekonomik büyüme, küreselleşme ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile ekolojik ayak izi ilişkisini ortaya koyan önceki ampirik çalışmaların bir özeti verilecektir. 'Veri ve ekonometrik metodolojisi' bölümü veri setini ve ekonometrik yöntemleri sunmaktadır. Ampirik sonuçlar bölümünde ise çalışmada elde edilen ampirik sonuçlara yer verilecek, sonrasında ise sonuçlar değerlendirilip politika önerileri ile çalışma nihayete erdirilecektir.

1. Literatür İncelemesi

Giderek artan sayıda bilim insanı ekolojik ayak izini çevresel bozulmanın bir temsilcisi olarak kullanmıştır. Çünkü bu kapsamlı göstergenin çevresel bozulmayı etkili bir şekilde açıkladığına inanılmaktadır (Javeed vd., 2023, s. 77006). Son yıllarda çevresel bozulmayı açıklamaya çalışan ekolojik ayak izi göstergesi üzerinde bilim insanları tarafından çok sayıda çalışmaya yer verilmiş ve literatürde büyük ilgi görmüştür. Bu bölümde büyümenin, küreselleşmenin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini açıklayan önceki çalışmalar ele alınacaktır.

1.1. Ekonomik Büyüme ile Ekolojik Ayak İzi İlişkisi

Daha önce gerçekleştirilen birçok çalışma (Danish, vd., 2019, s.1; Ahmed vd., 2020, s.1; Öcal vd., 2020, s.667; Gülmez vd.,2021, s.330; Bucak ve Saygılı, 2022, s.346; Yıldız ve Yıldız, 2022, s.474; Acar vd., 2023, s.41) ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi ilişkisini incelemiştir. Elde edilen çalışmaların birçoğunda ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Örneğin, Danish vd. (2019, s.1), Pakistan için 1971'den 2014 yılına kadar yıllık verileri kullanarak ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemi ile analiz etmiştir. Bulgular, Pakistan'da ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin pozitif yönde olduğunu ve ekonomik büyümenin artmasıyla birlikte çevresel kirliliğin de arttığını kanıtlayan sonuçlar ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada Ahmed vd. (2020, s.1), 1970-2016 dönemine ait yıllık verileri kullanarak Çin'deki ekolojik ayak izi üzerindeki doğal kaynak bolluğunun, insan sermayesinin ve kentleşmenin etkisini araştırarak ekonomik büyümeyi kontrol etmeyi amaçlayan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, değişkenler arasındaki eş bütünleşmeyi ve nedensel ilişkiyi incelemek için Bayer ve Hack eş bütünleşme testi tekniğini kullanmıştır. Çalışmanın bulguları, değişkenler arasındaki uzun vadeli denge ilişkisinin doğruluğunu ispatlamıştır. Uzun vadeli sonuçlar, ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya katkıda bulunduğunu göstermiştir. Aynı yıl gerçekleştirilen başka bir çalışmada Gülmez vd. (2021, s.330), Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, İtalya, Japonya'nın dahil olduğu G7 ülkelerinde 1971-2015 dönemi için ekonomik büyüme, ticaret açıklığı, enerji tüketimi ve ekolojik ayak izi bağlantılarını incelemek için ampirik bir analiz yürütmüştür. Bulgular, ekonomik büyümede %1'lik bir artışın ekolojik ayak izinde %0,24'lük bir artışla ilişkili olduğunu göstermiştir. Zhou vd. (2022, s.1), Pakistan'da 1980'den 2018'e kadar olan dönemde toplam doğal kaynaklar, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), insan sermayesi endeksi ve kentleşme ile ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıyı ARDL modeliyle ortaya koymuştur. Sonuçlar GSYİH'deki artışın uzun vadede ekolojik ayak izini arttırdığını göstermiştir. Başka bir çalışmada Çakmak ve Acar (2022, s.1), 1999-2017 yılları arasında petrol üreten ABD, Rusya, Suudi Arabistan, Kanada, Çin, Brezilya, Kuveyt ve Nijerya'da ekonomik büyüme, yenilenebilir

enerji tüketimi ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi dinamik panel veri ve panel nedensellik analizini kullanarak araştırmıştır. Bulgular, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ampirik bulgular, ekonomik büyümede %1'lik bir artışın ekolojik ayak izinde yaklaşık %0,02828'lik bir artışla ilişkili olduğunu göstermiştir. Eregha vd. (2023, s.1327), en hızlı on bir gelişmekte olan ekonomide kesitsel olarak artırılmış otoregresif dağıtılmış gecikme (CS-ARDL) modeli, artırılmış ortalama grup (AMG) ve ortak ilişkili etkiler ortalama grup tahmin edicilerini (CCEMG) kullanarak çevresel düzenlemelerin ekolojik ayak izini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Bulgular, çevresel düzenlemelerin çevresel bozulmayı azaltmada etkili olmadığını ortaya koymuştur. Bulgular, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini canlandırmaya hizmet ettiğini ortaya koymuştur. Ülkeye özgü bulgular, ekonomik büyümenin tüm en hızlı on bir gelişmekte olan ekonomiye sahip ülkelerinde çevresel bozulmayı teşvik ettiğini ve sonucun tüm tahmin edicilerde tutarlı olduğunu doğrulamıştır. Javeed vd. (2023, s. 77006), 1990-2017 dönemi için Asya ülkelerinde ekonomik büyüme, küreselleşme, biyolojik kapasite, enerji yoğunluğu ve yenilenebilir enerji ile ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Sonuçlar, ekonomik büyümede %1'lik bir artışın ekolojik ayak izinde %0,55'lik bir artışla ilişkili olduğunu göstermiştir. Aynı yıl gerçekleştirilen başka bir çalışmada Ullah vd. (2023, s.1), 1970-2018 yılları arasında Türkiye'de doğal kaynakların, kentleşmenin, biyolojik kapasitenin ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerinin analizini ARDL yöntemini kullanarak gerçekleştirmiştir. Elde edilen bulgular, ekonomik büyümenin kısa ve uzun vadede ekolojik ayak izinin genişlemesine katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca uzun dönemli bulgular Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğini ortaya koymuştur. Son olarak Acar vd. (2023, s.41), 1996-2017 yılları için Azerbaycan'da finansal gelişmeyle birlikte ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini ARDL sınır testini kullanarak analiz etmiştir. Sonuçlar, ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya katkı sağladığını, aynı zamanda Azerbaycan ekonomisinde çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

1.2. Küreselleşme ile Ekolojik Ayak İzi İlişkisi

Küreselleşme ve ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıları inceleyen önceki araştırmalar gözden geçirildiğinde bir fikir birliğinin elde edilmesinin zor olduğu ortaya çıkmaktadır. İkili arasında fikir birliğinin var olmamasının nedenleri kullanılan değişkenlerin farklı olmasına, kullanılan modellere, analiz edilen ülkelere ve hatta yürütülen çalışmaların zamansal kapsamına atfedilebilir. Bazı çalışmalar (Figge vd., 2017, s.863; Sabir ve Gorus, 2019, s.33387; Usman vd., 2020, s.30681) küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin pozitif yönde olduğunu gösterirken, bazı çalışmalar (Yang vd., 2021, s.1; Ahmed vd., 2019, s.18565; Apaydın vd., 2021, s. 53379-53393; Çeliköz vd., 2022, s.109; Erkut vd., 2024, s.14-26) ise ikili arasındaki ilişkinin negatif hatta hiç olmadığını ileri sürmektedir.

Ekolojik ayak izinin küreselleşme tarafından olumlu etkilendiğini kanıtlayan bir çalışmada, Figge vd. (2017, s.863), ekolojik ayak izi ile Maastricht küreselleşme endeksi arasındaki ilişkiyi 171 ülkeden oluşan bir örneklemde araştırmıştır. Bulgular, küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde hem genel anlamda hem de politik, ekonomik, sosyo-kültürel, teknolojik ve ekolojik faktörler olmak üzere çeşitli alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etki uyguladığını göstermiştir. Başka bir ifadeyle, küreselleşmenin artması analize dahil edilen ülkelerde ekolojik ayak izini arttırmakta ve çevresel bozulmanın artmasına sebep olmaktadır. Aynı bir araştırmada, Sabir ve Gorus (2019, s.33387), Westerlund eşbütünleşme testini kulla-

narak 1975'ten 2017'ye kadar uzanan verilerle, ekonomik küreselleşmenin ve teknolojik ilerlemelerin Güney Asya ülkelerindeki çevresel bozulma üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmanın ampirik bulguları, doğrudan yabancı yatırım, ticaret açıklığı ve KOF endeksi de dahil olmak üzere küreselleşme boyutlarının ekolojik ayak izini pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Sonuçlar, küreselleşmenin sürdürülemez ekonomik kalkınma uygulamalarının bir sonucu olarak Güney Asya ülkelerinde çevresel bozulmaya katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Godil vd. (2020, s.40109), 1986-2018 dönemi için QARDL modelini kullanarak Türkiye'deki ekolojik ayak izi üzerinde turizmin, finansal gelişmenin ve küreselleşmenin uzun vadeli ve kısa vadeli asimetrik etkisini analiz etmiştir. Bulgular, küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ek olarak sonuçlar, Türkiye'deki ekolojik ayak izinin küreselleşmenin ilerlemesiyle birlikte genişlemeye hazır olduğunu göstermiştir. Aynı yıl yürütülen ayrı bir çalışmada Usman vd. (2020, s.30681), 1985'ten 2014'e kadar olan üç aylık verileri kullanarak yenilenebilir enerji ve küreselleşmenin ABD'deki ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini incelemiştir. Ampirik kanıtlar kısa ve uzun vadede küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif baskı uyguladığını ortaya koymuştur. Ahmet vd. (2021, s.1), küresel olarak üçüncü büyük ekonomiye sahip olan Japonya'da nüfus yoğunluğu ve enerji tüketimi gibi değişkenleri hesaba katarak ekolojik ayak izi, ekonomik küreselleşme, ekonomik büyüme ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi hem simetrik hem de asimetrik metodolojiler kullanarak analiz etmiştir. Sonuçlar, değişkenler ve ekolojik ayak izi arasında hem uzun vadeli asimetrik hem de simetrik ilişkiler olduğunu göstermiştir. Simetrik ARDL'den elde edilen uzun vadeli ampirik bulgular, ekonomik küreselleşmenin ve finansal gelişmenin Japonya'daki etkilerini genişlettiğini ortaya koymuştur. Tersine, asimetrik ARDL'den elde edilen sonuçlar, ekonomik küreselleşmedeki hem olumlu hem de olumsuz değişimlerin bu etkide bir azalmaya yol açtığını göstermiştir. Çeliköz vd. (2022, s.109), farklı gelişmişlik seviyelerine sahip 65 ülke için 1970 ile 2017 dönemi için küreselleşmenin ekonomik boyutu ile ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıyı uygulanabilir genelleştirilmiş en küçük Kareler (FGLS) ve Westerlund eş bütünleme analizleri kullanarak analiz etmiştir. FGLS ve Westerlund eşbütünleşme analizinin sonuçlarına göre, ekonomik küreselleşme ve ekolojik ayak izi arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Ekonomik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde uzun vadeli olumsuz bir etkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Küreselleşme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin negatif yönde olduğunu veya bu ikili arasında bir ilişkinin olmadığını gösteren çalışmalara da literatürde rastlanılmıştır. Hatta küreselleşmenin farklı boyutlarına indirgenen çalışmaların da varlığı tespit edilmiş ve alt boyutların ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi de daha önceki çalışmalarda incelenmiştir. Örneğin, Rudolph ve Figge (2017, s.348), 1981-2009 dönemi boyunca 146 ülkeyi kapsayan dengesiz bir veri seti geliştirerek KOF küreselleşme endeksi ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi test etmiştir. Sonuçlar, ekonomik küreselleşmenin tüketim, üretim, ithalat ve ihracat faaliyetleriyle ilişkili ekolojik ayak izini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Sosyal küreselleşme, ithalat ve ihracat faaliyetleriyle ilişkili ekolojik ayak izinin artmasına katkıda bulunurken, tüketim ve üretim arasında ekolojik ayak iziyle ilişkili negatif bir korelasyon ortaya koymuştur. Tersine, genel küreselleşme ile hem ithalat hem de ihracatla ilişkili ekolojik ayak izi arasında pozitif bir korelasyon vardır, oysa politik küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasında fark edilebilir bir etki gözlenmemiştir. Bulgular, küreselleşmenin, atıfta bulunulan boyuta (tüketim, üretim, ihracat ve ithalat) bağlı olarak ekolojik ayak izleri üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğini göstermiştir. Benzer

bir çalışmada Ahmed vd. (2019, s.18565), Malezya için küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini 1971-2014 verileriyle Bayer ve Hanck eş bütünleşme ve ARDL sınır testleri ile analiz etmiştir. Bulgular, küreselleşmenin ekolojik ayak izinin önemli bir belirleyicisi olmadığını; ancak ekolojik karbon ayak izini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur. Aluko vd. (2021, s.1), STIRPAT modelini kullanarak küreselleşmenin (ekonomik, sosyal, politik ve genel) çevresel bozulma üzerindeki etkisini 1991-2016 döneminde 27 seçilmiş sanayileşmiş ülke için araştırmıştır. Bulgular hem genel hem de ekonomik küreselleşmenin çevresel bozulmanın azaltılmasına katkıda bulunduğunu, buna karşın sosyal ve politik küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir etki yaratmadığını göstermiştir. Aynı yıl gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Wang vd. (2021, s. 1), 2001'den 2018'e kadar 148 ülkeye ait panel verileri kullanarak küreselleşmenin çevresel performans üzerindeki etkisini incelemiştir. Ampirik sonuçlar, küreselleşmenin çevresel performans için kritik olduğunu göstermiştir. Dahası bulgular küreselleşmenin artmasının çevresel performans için faydalı olacağını göstermiştir. Ayrıca sonuçlar, genel olarak küreselleşmenin, sosyal küreselleşmenin ve politik küreselleşmenin iyileştirilmesinin daha iyi çevresel performansa neden olacağını buna rağmen ekonomik küreselleşmenin iyileştirilmesinin ise çevresel performansı değiştirmeyeceğini göstermiştir. Yang vd. (2021, s.1), 1970'ten 2017'ye kadar 27 seçilmiş OECD ülkesinde küreselleşmenin, ekonomik büyümenin, enerji tüketiminin, doğal kaynak rantı, insan sermayesinin ve nüfus yaşlanmasının ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerine ilişkin yeni ampirik bulgular sunmak için birleştirilmiş ortalama grup (PMG) tahmin edicisini kullanmıştır. Uzun vadeli sonuçlar, küreselleşmenin (genel olarak) ekolojik ayak izini azalttığını ortaya koymuştur. Öte yandan, küreselleşmenin finansal ve siyasi boyutunun çevre kalitesi üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu, ancak küreselleşmenin ekonomik ve sosyal boyutunun ise çevresel bozulmayı artırdığı sonucuna varılmıştır. Son olarak Uyen vd. (2024, s.1), 1996-2022 döneminde küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Hindistan ve Vietnam için analiz etmeyi ve karşılaştırmasını yapmak için STIRPAT modelini kullanmıştır. Aynı zamanda araştırmacılar, küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde hem kısa hem de uzun vadeli etkilerini analiz etmek için ARDL sınır testi metodolojisini kullanmıştır. Sonuçlar, küreselleşme seviyesinin artması nedeniyle çevresel baskının uzun vadede azaldığına dair kanıtlar ortaya koymuştur.

1.3. Yenilenebilir Enerji Kullanımı ile Ekolojik Ayak İzi İlişkisi

Ekolojik ayak izi, artan nüfus ve ekonomik faaliyetler nedeniyle artmaktadır. Bu faaliyetler, çevresel bozulmaya ve küresel ısınmaya yol açan geleneksel enerji tüketimiyle yoğun bir şekilde ilişkilidir. Bunu kontrol etmek için daha fazla yenilenebilir enerji kaynağına ihtiyaç vardır veya daha fazla yenilenebilir enerji üretim kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu da ekolojik ayak izini önemli ölçüde azaltacak ve çevre kalitesini hızlandıracaktır.

Son yıllarda yenilenebilir enerjinin kullanımı ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalara önemli ölçüde ilgi duyulmaktadır. Örneğin, Danish vd. (2020, s.1) çalışmalarında BRICS ekonomileri içinde gelir, yenilenebilir enerji, kentleşme, doğal kaynak rantı ve ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıları araştırmıştır. Çalışmada özellikle değiştirilmiş sıradan en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik sıradan en küçük kareler (DOLS) kullanılarak 1992'den 2016'ya kadar uzanan veriler analiz edilmiştir. Ampirik bulgular, yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini azalttığını ve çevresel kaliteye olumlu bir katkıda bulunduğunu göstermiştir. Başka bir çalışmada Sharif vd. (2020, s.1), 1965-2017 yılları arasında yenilenebilir ve fosil enerji tüketiminin Türkiye'nin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Kuantil Otoregresif Gecikmeli (QARDL) yaklaşımını uygulayarak analiz etmiştir. Sonuçlar yenilenebilir enerjinin uzun

vadede ekolojik ayak izini azalttığını kanıtlamıştır. Buna rağmen, fosil enerjinin sonuçları, uzun ve kısa vadeli dönemde ekolojik ayak izini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Ansari vd. (2021, s.6719), yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, küreselleşme, kentleşme ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki dinamik etkilerinin bir tahminini gerçekleştirmiştir. Bu analizde, 1991'den 2016'ya kadar olan dönemi kapsayan, yenilenebilir enerjinin önde gelen kullanıcıları olan 22 ülkeden oluşan bir örneklem kullanılmıştır. Bulgular yenilenemeyen enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif etkisini gösterirken, yenilenebilir enerji tüketiminin ise ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin ise negatif olduğunu kanıtlamıştır. Aynı yıl gerçekleştirilen birçok çalışmadan biri olan Kongbuamai vd. (2021, s.27885), 1995-2016 yılları arasında BRICS ülkelerinde ekonomik büyümenin, yenilenebilir enerji tüketiminin, yenilenemeyen enerji tüketiminin, sanayileşmenin ve çevre politikalarının sıklığının ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini dinamik görünüşte ilgisiz regresyon (DSUR) metodolojisini kullanarak analiz etmiştir. Sonuçlar, yenilenebilir ve fosil enerji kullanımının ekolojik ayak izi ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Sahoo ve Sethi (2021, s.56401) tarafından yapılan başka bir çalışmada, 1990-2016 dönemi için gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi incelemek için panel ekonometri yaklaşımları kullanılmıştır. Sonuçlar, yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini azaltarak çevre kalitesini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Başka bir çalışmada Salari vd. (2021, s.49627), 2002-2016 yılları arasında 21 gelişmekte olan ülkede küreselleşmenin, yenilenebilir enerjinin ve tarımsal üretimin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etki yarattığını ispatlamıştır. Bu nedenle yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın artan çevresel bozulmaya yol açabileceği sonucuna varılabilmektedir. Sharma vd. (2021, s.1) ise, 1990'dan 2015'e kadar olan yılları kapsayan Güney ve Güneydoğu Asya'daki sekiz gelişmekte olan ülkede gelirin, yenilenebilir enerjinin, yaşam beklentisinin ve nüfus yoğunluğunun ekolojik ayak izi üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerinin bir analizini CS-ARDL metodolojisini kullanarak gerçekleştirmiştir. Analiz, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla benimsenmesinin bölgedeki ekolojik ayak izini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Xue vd. (2021, s.1), 1990-2016 yıllarını kapsayan Bangladeş, Hindistan, Pakistan ve Sri Lanka ülkelerinde yenilenebilir ve fosil enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izlerinde azalmaya katkıda bulunduğunu, yenilenemeyen enerji kullanımının ise ekolojik ayak izlerinde artışla ilişkili olduğunu göstermiştir.

Abid vd. (2022, s.813), 1980-2017 dönemi yıllık verileri kullanarak Suudi Arabistan'da yenilenebilir enerji ile ekolojik ayak izi arasındaki bağlantıyı ARDL yaklaşımı ile araştırmıştır. ARDL modelinin sonuçları, yenilenebilir enerji tüketiminde bir artışın çevresel kaliteyi iyileştirdiğini (ekolojik ayak izini azalttığını) ortaya koymuştur. Li vd. (2022, s.1), 1995-2014 yılları için 120 ülkenin verilerini kullanarak yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerjinin çevreyi iyileştirirken ekonomik büyümeyi teşvik edebileceğini göstermiştir. Bulgular ayrıca kentleşme oranının arttıkça, yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki olumsuz etkisinin önce zayıflayacağını, sonra artacağını ifade etmiştir. Buna rağmen yenilenemeyen enerjinin ise ekolojik ayak izini arttıracaklarını ortaya koymuştur. Raghutla vd. (2022, s. 125), 1990-2018 döneminde N-11 grubunda yer alan dokuz ülke için yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak

izleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Hem kantil regresyonunun hem de uzun vadeli esnekliklerin bulguları, yenilenebilir enerji tüketiminin seçilmiş ülkelerde ekolojik ayak izlerini artırmada önemli bir rol oynadığını kanıtlamıştır.

Nan vd. (2023, s.1), 2000-2019 yılları arasında Çin'de yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini analiz etmek için Vektör Otoregresif modelini (VAR) kullanmıştır. Bulgular, yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izinde uzun vadeli olumsuz bir etki yarattığını, yenilenebilir enerji tüketimindeki her %1'lik artış için ekolojik ayak izinde %2,91'lik bir azalmanın öngörüldüğünü göstermiştir.

Son olarak Roy (s.141) 2024 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında, ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerjinin tüketimi bağlamında, doğrudan yabancı yatırım, ticaret ve doğal kaynakların ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin bir analizini Hindistan özelinde Zivot- Andrews birim kök yöntemini kullanarak 1990-2016 yılları için analiz etmiştir. Ampirik bulgular, uzun vadede yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izini olumsuz ve önemli bir şekilde etkilediğini, fosil enerji kullanımının ise önemli ve olumlu bir etki gösterdiğini göstermiştir.

Genel olarak enerji tüketimi ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkileri açıklayan ampirik literatür incelendiğinde, çalışmalar hem yenilenemeyen hem de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin önemini ortaya koymaktadır. Ekonomik ve insan faaliyetlerinin çevreye ve ekosisteme önemli ölçüde zarar verdiği göz önünde bulundurulduğunda çevresel kaliteyi sorunsuz bir şekilde incelemek ve sürdürülebilirliğini korumak, geleneksel olmayan yani yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmanın tek olası yolu olarak görülmektedir. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kıtlığı nedeniyle, ülkeler geleneksel enerjinin kullanımına önemli ölçüde bağımlı haldedir ve bunun sonucunda ekolojik ayak izi seviyesi artmakta bu da atmosfere daha fazla karbon emisyonunun salınmasıyla sonuçlanmaktadır. Ancak ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yapacakları yatırımlar sayesinde çevresel bozulmanın önüne geçilebilecek ve gelecek kuşaklara yaşanabilir bir çevrenin bırakılması sağlanabilecektir.

2. Veri ve Ekonometrik Metodoloji

Bu bölümde sunulan ekonometrik model, Karadeniz Ekonomik İş birliği Örgütü'ne (KEİ) üye ülkelerin ekolojik ayak izinde ekonomik büyümenin, küreselleşmenin ve yenilenebilir enerjinin kullanımının etkisini araştırmaktadır. Bu analiz, 2000 ila 2020 yıllarını kapsayan yıllık verileri kullanmakta ve aşağıdaki (1) numaralı denklemde matematiksel olarak ifade edilmektedir. Oluşturulan bu model için benzer araştırmadan yararlanılmıştır (Özbek, 2023, s.130; Kapçak, 2023, s.140; Koçak, 2024, s.260; Erkut vd., 2024, s.18).

$$EA_{it} = \beta_0 + \beta_1 KBG_{it} + \beta_2 KE_{it} + \beta_3 YEK_{it} + \beta_4 NUF_{it} + u_{it} \quad (1)$$

1 numaralı denklemde yer alan;

EA_{it} : Birey başına düşen ekolojik ayak izini,

KBG_{it} : Birey başına düşen geliri,

KE_{it} : Küreselleşme endeksini,

YEK_{it} : Yenilenebilir enerji kullanımını,

NUF_{it} : Yıllık nüfus artış oranını,

u_{it} : hata terimini,

i : yatay kesiti,

t : zamanı,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ ve β_4 ise açıklayıcı bir diğer ifadeyle bağımsız değişkenlerin katsayılarını göstermektedir.

Aşağıda sunulan Tablo 1, analizde kullanılan bağımlı ve bağımsız (açıklayıcı) değişkenleri ve bunların ilgili gösterimlerini ifade etmektedir. Bağımlı değişken olarak birey başına düşen ekolojik ayak izi (EA) kullanılırken, açıklayıcı değişkenler olarak ise birey başına düşen gelir (KBG), KOF küreselleşme endeksi (KE), yenilenebilir enerji kullanımı (YEK) ve nüfus artış oranı (NUF) kullanılmıştır. Yukarıda yer alan Denklem (1)'de üç farklı veri kaynağı kullanılmıştır. EA değişkeni Küresel Ayak İzi Ağından (Global Footprint Network) alınmıştır. KBG, YEK ve NUF verileri Dünya Bankası'nın Dünya Kalkınma Göstergelerinden (World Bank WDI) elde edilmiştir. KOF küreselleşme verileri ise KOF İsviçre Ekonomi Enstitüsü'nün veri tabanından alınmıştır. Elde edilecek olan sonuçların daha tutarlı olması adına birey başına düşen ekolojik ayak izinin ve birey başına düşen gelirin doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir.

Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	Gösterimi
Birey Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi	EA
Birey Başına Düşen Gelir	KBG
Küreselleşme Endeksi	KE
Yenilenebilir Enerji Kullanımı	YEK
Nüfus Artış Oranı	NUF

Tablo 1: Modele Dahil Edilen Değişkenler ve Kısa Gösterimleri

Yukarıdaki (1) numaralı panel veri denkleminde her bir kesitin zaman boyutu birbirine eşittir. Bu nedenle analizde kullanılan modelin dengeli panel modeli olduğu ifade edilebilir (Toramanoğlu ve Görmüş, 2018, s.4). Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ise Tablo 2'de bildirilmiştir. Tablo 2'den de görüleceği üzere her bir değişkene ait gözlem sayısının 252 ve birbirine eşit olduğu anlaşılmaktadır. Bu da daha önce de belirtildiği gibi modelin dengeli bir panel modeli olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

Değişken	EA	KBG	KE	YEK	NUF
Gözlem Sayısı	252	252	252	252	252
Ortalama	1.033123	8.47823	66.96401	15.5254	-.1870586
Std. Sapma	.409551	.6948603	8.59902	12.19743	.765392
Minimum	.1397619	7.130588	42.46126	1	-2.170699
Maksimum	1.891605	10.08884	83.72262	56.8	2.099854

Tablo 2: Modelin Açıklayıcı İstatistiki Verileri

3. Ampirik Sonuçlar

Panel verilerde model seçimi, bireye özgü bileşenler ve bağımsız değişkenlerin dışsallığı hakkındaki bilgilere dayanmalıdır. Doğru modeli seçmek için üç hipotez testi kullanılır. Bunlardan biri, açıklayıcı değişkenlerde içselliğin varlığını belirleyerek sabit veya rastgele etkiler modelinin uygun olup olmadığını test etmek için kullanılan Hausman Testi'dir (Sheytanova, 2015, s.11). Hausman testi, tesadüfi etkiler (TE) modelleri ile sabit etkiler (SE) modelleri arasında uygun model seçiminin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir metodoloji olarak hizmet etmektedir. Açıklayıcı değişkenler ile birim etki arasında bir korelasyon olduğu durumlarda, SE modeli daha fazla etkinlik göstermektedir. Tersine, böyle bir korelasyonun olmadığı durumlarda, TE modeli daha etkili olduğunu kanıtlamaktadır (Özkan, vd., 2021, s.33).

Hausman testinin formülasyonu ve uygulanmasına yönelik adımlar şu şekildedir (Sheytanova, 2015, s.11-12):

1. Sıfır ve alternatif hipotezlerin tanımlanması

H_0 : Uygun model TE'dir. Panel veri modelinde hata terimi ile bağımsız değişkenler arasında korelasyon yoktur.

$$Cov(\alpha_i, x_{it}) = 0$$

H_1 : Uygun model SE'dir. Panel veri modelindeki hata terimi ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon istatistiksel olarak anlamlıdır.

$$Cov(\alpha_i, x_{it}) \neq 0$$

2. Birinci tip hatanın olasılığı seçilmektedir. Örneğin $\alpha = 0,05$.

3. Hausman istatistiği şu formülle hesaplanmaktadır:

$$H = (\hat{\beta}^{TE} - \hat{\beta}^{SE})' [Var(\hat{\beta}^{TE}) - Var(\hat{\beta}^{SE})]^{-1} (\hat{\beta}^{TE} - \hat{\beta}^{SE})$$

Burada $\hat{\beta}^{TE}$ ve $\hat{\beta}^{SE}$ sırasıyla TE ve SE modelleri için katsayı tahminlerinin vektörleridir. Bu istatistik, sıfır hipotezi altında χ^2 ($\varnothing$) olarak dağıtılmaktadır. Serbestlik derecesi $\varnothing$, faktör sayısına eşittir.

4. Hesaplanan istatistik, $\varnothing$ serbestlik derecesi için χ^2 dağılımının kritik değerleriyle karşılaştırılır. Hausman istatistiği kritik değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Bir diğer ifadeyle, H_0 hipotezinin kabul edilmesi durumunda hata terimine ait bileşenlerin bağımsız değişkenlerle ilişkisiz olduğu kararına varılacak ve TE modeli tercih edilecektir. Buna rağmen H_1 kabul edildiği takdirde TE modelinin hata terimine ait bileşenlerinin bazı bağımsız değişkenlerle bir ilişki içerisinde olduğu sonucuna varılacak ve SE modeli kabul edilecektir (Güriş, 2018, s.39). Tablo 3'te sıfır ve alternatif hipotez durumunda Hausman testine ait SE ve TE tahmin edicilerinin özellikleri gösterilmektedir.

Model	Tesadüfi Etkiler Modeli	Sabit Etkiler Modeli
Hipotez		
$H_0: Cov(\alpha_i, x_{it}) = 0$ Dışsallık	Tutarlı Verimli	Tutarlı Verimsiz
$H_1: Cov(\alpha_i, x_{it}) \neq 0$ İçsellik	Tutarsız	Tutarlı Muhtemelen Verimli

Tablo 3: Sabit ve Tesadüfi Etkiler Tahmincilerinin Özellikleri

Kaynak: Sheytanova, 2015, s.11

Tablo 4'te ise hesaplanan Hausman testine ait ki-kare test istatistiği sonucu ve buna ait olasılık değeri yer almaktadır. Hausman test istitastiği sonucuna göre, H_0 hipotezinin reddedi- lemediği bu nedenle TE modeline ait tahminciyle tahmin sürecinin devam etmesi gerektiği so- nucuna varılmaktadır. Bir diğer ifadeyle hesaplanan olasılık değeri ($0.5234 > 0.05$) olduğundan en etkin modelin TE modeli olduğu karara varılmıştır.

Test	Chi2(4) Değeri	Olasılık (p) Değeri
Hausman Testi	3.21	0.5234

Tablo 4: SE veya TE Modeline Karar Verilmesi

3.1. TE Modelinin Varsayım Testleri

Panel veri modelleri bağlamında SE ve TE modelleriyle birlikte, havuzlanmış en küçük kareler modeli genellikle verilerin bileşimini açıklamak için kullanılmaktadır. Her üç model ya- pısı da temel olarak kesitsel bağımlılık (birimler arası korelasyon), otokorelasyon ve heteros- kedasite sorunlarının olmadığı varsayımlarına dayanmaktadır. Panel veri modellerinde bu var- sayımlardan bir veya daha fazlasının olmaması, tahmincilerin etkinliğinin bozulmasına ve stan- dard hataların artan sapmalarla tahmin edilmesine yol açmaktadır. Sonuç olarak, modelin tah- min edilmesinin ardından, bu varsayımların geçerliliğini istatistiksel olarak değerlendirmek zo- runlu hale gelmektedir. Testlerin ardından ilk varsayımdan bir sapma gözlemlenmesi duru- munda, düzeltici önlemlerin uygulanması zorunludur. Bu durum, bu tür sapmaların tahminciler üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkileri ele almayı ve azaltmayı gerektirmektedir (Ün, 2018, s.75). İlerleyen bölümlerde TE modelinin varsayım testleri olan çoklu doğrusal bağlantı, hete- roskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyonun varsayım testleri hakkında teorik bilgiler verildikten sonra TE modelinde kullanılan varsayım testlerine ait sonuçlara yer verile- cektir.

3.1.1. Çoklu Doğrusal Bağlantı Varsayımının Test Edilmesi

Çoklu regresyon modelleri bağlamında iki, birkaç veya tüm bağımsız değişkenler arasın- daki ilişkiye çoklu doğrusal bağlantı ismi verilmektedir. Çoklu doğrusal bağlantı, yalnızca çoklu regresyon modellerinde ortaya çıkan bir olgudur. Yalnızca tek bir bağımsız değişkenin bulun- duğu basit regresyon modelleri bağlamında inceleme gerektiren bir varsayım oluşturmamak- tır. Model içindeki çoklu doğrusallık durumlarında, parametreler, bağlı oldukları değişkenle- rin etkilerini doğru bir şekilde temsil edemeyerek önyargılı parametre tahminlerine yol açmak- tır. Bu durum kalıntı varyanslarının büyümesine neden olmakla birlikte tahmincilerin var-

yanslarının gerçek değerlerinden daha büyük olarak tahmin edilmesiyle sonuçlanmaktadır. Sonuç olarak, aralık tahminleri önemli bir genişlik sergilemekte ve t testi istatistikleri gerçek değerlerinden daha düşük olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca R-kare ve F istatistikleri de bir artış sergilemektedir. Bu hususlar göz önüne alındığında, çoklu doğrusallığın tespiti son derece önemli hale gelmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2023, s.111-112).

Çoklu doğrusallığı belirlemek için çok sayıda ölçüt ve değerlendirme kullanılabilir. Varyans büyütme faktörü (VİF), en sık kullanılan kriter olarak literatürde yer almaktadır. VİF, her bağımsız değişkenin bağımlı değişken olarak ele alındığı ve diğer bağımsız değişkenlerin değişmeden kaldığı yardımcı regresyon modellerinden elde edilen R-kare değerlerinden türetilen bir kriterdir (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.274).

VİF kriteri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

Denklemden yer alan i yardımcı regresyonları göstermekte ve modelde yer alan bağımsız değişkenlerin sayısına eşittir. VIF_i ve R_i^2 ise sırasıyla her bir yardımcı regresyon tarafından hesaplanan VIF_i ve R_i^2 değerlerini ifade etmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s. 275). Elde edilen VİF değeri eğer 5'ten küçükse çoklu doğrusal bağlantı probleminin var olmadığı, VİF değeri 5 ile 10 arasında ise çoklu doğrusal bağlantı probleminin orta şiddette olduğu ve son olarak VİF değeri eğer 10'dan büyükse çoklu doğrusal bağlantı probleminin kuvvetli olduğu sonucuna varılmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2023, s.115).

Tablo 5, VİF kriterine ait sonucu göstermektedir. Bulgular, VIF değerinin 5 eşiğinin altında ($2,18 < 5$) olduğunu, bu da modelin çoklu doğrusallığa ilişkin herhangi bir sorun sergilemediğini göstermektedir.

Test	MEAN VİF
VİF Kriteri	2.18

Tablo 5: Çoklu Doğrusal Bağlantı Sonucu

3.1.2. TE Modelinde Heteroskedasite Probleminin Test Edilmesi

TE modelinde heteroskedasite bir diğer adıyla değişen varyans problemi, panel birimleri arasında bir veya her iki hata bileşeninin değişkenliğinden kaynaklanmaktadır (Ün, 2018, s.77). Heteroskedasite sorunu, hata terimlerinin varyansının tüm örneklem boyunca tekdüze olmaması durumunda ortaya çıkmaktadır (Çeştepe ve Ergün Tatar, 2019, s.140). Yerdelen'e (2023, s.119) göre heteroskedasite, varyansların sabit bir şekilde yer almadığı, bağımsız değişkenin alacağı değere göre yapılacak olan alt ana kütleler itibarıyla değişmesidir. Aynı zamanda heteroskedasitenin var olması halinde Y ana kütlelerinin koşullu varyansının X 'e bağlı olarak değişeceğini ifade etmektedir.

Daha çok yatay kesit verilerde ortaya çıkan heteroskedasite sorunu, ana kütle ile ilgili bir problemdir. Heteroskedasite sorunu daha çok kurulan modelin yapısından ve modelin analizinde kullanılan verilerinden kaynaklanmaktadır. Bunlara ilave olarak heteroskedasitenin ortaya çıkmasındaki temel nedenler ihmal edilen değişkenler, veri toplama hataları ve bağımlı

değişkende ölçme hatasının ortaya çıkması olarak gösterilebilir. Heteroskedasitenin varlığı halinde elde edilen parametere tahminleri sapmasız, doğrusal ve asimptotik sapmasızdır ancak etkin bir özellik göstermemektedir. Bu nedenle uygulanan analizde aralık tahminlerinin, t ve F testlerinin ve R-kare değerlerinin de etkilenmesi kaçınılmazdır (Yerdelen Tatoğlu, 2023, s.119-120).

TE modelinde heteroskedasite probleminin ortaya konulmasında bazı testler kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de Levene, Brown ve Forsythe'nin testleridir. Bu testler, normal olmayan dağılımlara karşı dirençli bir yapı gösteren testler olarak literatürde yerini almaktadır. Farklı mutlak sapmaların kullanıldığı bu testte, gözlem birimlerinin grup ortalamalarından, birim medyanlarından ya da kırılmış ortalamalardan farklarının mutlak değerlerine F testi uygulanmasıyla test sonucu elde edilmektedir (Ün, 2018, s.77).

Levene'nin test istatistiği şu şekilde formüle edilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.265)

$$W_0 = \frac{\sum_i n_i \frac{(\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{g-1}}{\frac{\sum_i \sum_{ij} (\bar{Z}_{ij} - \bar{Z})^2}{\sum_i (n_i - 1)}}$$

Örneklemden elde edilecek olan istatistik değerleri ise şu şekilde hesaplanmaktadır (Ün, 2018, s.78):

$$Z_{ij} = |X_{ij} - \tilde{X}_i|$$
$$Z_i = \frac{1}{n_i \sum_{j=1}^{n_i} Z_{ij}}$$
$$\bar{Z} = \frac{1}{N \sum_{i=0}^K \sum_{j=0}^{n_i} Z_{ij}}$$

Brown ve Forsythe (1974) tarafından tavsiye edilen iki adet test istatistiğinin birincisinde (W_{50}) $\tilde{X}_i$ yerine X_{ij} 'nin i. birim medyanı; ikinci test istatistiği olan (W_{10})'da ise $\tilde{X}_i$ yerine X_{ij} 'nin i.birim yüzde 10 kırılmış ortalaması bulunmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.265). Heteroskedasitenin varlığının sınanması için kurulan hipotezler ise şu şekildedir (Kutbay ve Aksoy, 2020, s.589):

H_0 : Heteroskedasite sorunu yoktur.

H_1 : Heteroskedasite sorunu vardır.

Tablo 6'da TE modelinden heteroskedasitenin varlığını test etmek için kullanılan Levene, Brown ve Forsythe'nin test istatistikleri (W_0, W_{10} ve W_{50}) (11,240) serbestlik derecesi Snedecor F tablosu ile karşılaştırılan olasılık sonuçları yer almaktadır. Elde edilen bulgulara göre H_0 hipotezi reddedilmektedir ve heteroskedasite sorunu bulunmaktadır.

Test	Test İst.	Olasılık (p) Değeri
Levene, Brown ve Forsythe	W0 = 9.1099340 df (11, 240)	Pr>F=0.00000000
	W50 = 5.1242426 df (11, 240)	Pr>F=0.00000033
	W10 = 8.4886035 df (11, 240)	Pr>F=0.00000000

Tablo 6: Levene, Brown ve Forsythe'nin Heteroskedasite Testi

3.1.3. TE Modelinde Otokorelasyon Probleminin Test Edilmesi

Panel veri modellerinin temel varsayımlarından bir tanesi de analize dahil edilen modelin otokorelasyon sorununun olmamasıdır (Coşkun ve Güngör, 2015, s.344). Hata terimlerinin diğer dönemlerde yer alan hata terimleri ile arasındaki ilişkinin varlığı otokorelasyon olarak ifade edilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2023, s.130). Eğer otokorelasyon problemi test edilmeden analiz gerçekleşirse elde edilen parametreler tutarlı olacaktır ancak etkin olmayacaktır. Bu nedenle parametrelere ait standart hatalar sapmalı sonuçlar verecektir (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.267). Bir modelde ihmal edilen değişkenlerin yer alması, verilerde ölçme hatalarının yapılması ve modelin fonksiyonel biçiminin hatalı kurulması belli başlı otokorelasyon nedenleri arasında yer almaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2023, s.131). TE modelinde otokorelasyon sorununun sınanması için kullanılan testler Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson testi ve Baltagi-Wu'nun Yerel En İyi Değişmez (LBI) testidir. Genel anlamıyla otokorelasyonun sınanmasında kullanılan hipotezler ise şu şekildedir (Kutbay ve Aksoy, 2020, s.589).

$$H_0: \rho = 0 \text{ (Otokorelasyon sorunu yoktur)}$$

$$H_1: |\rho| < 1 \text{ (Otokorelasyon sorunu vardır)}$$

Baltagi-Wu'nun En İyi Değişmez testi ve Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın AR(1) modeli için Durbin-Watson testi için oluşturulan matematiksel formül genel hatlarıyla sırasıyla şu şekilde ifade edilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.248):

$$d = \frac{z' A_0 z}{z' z} \quad (\text{Baltagi-Wu LBI})$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} [\tilde{z}_{i,t_{ij}} - \tilde{z}_{i,t_{ij}-1} I(t_{i,j} - t_{i,j-1})]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} \tilde{z}_{i,t_{ij}}^2} \quad (\text{Durbin-Watson})$$

Baltagi-Wu'nun yerel en iyi değişmez ile Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson testlerinde kritik değer "2" olarak kabul edilmektedir. Eğer elde edilen değerler 2'den küçük ise modelde otokorelasyon sorunun yer aldığı, buna rağmen elde edilen sonuçların 2'den büyük olması halinde ise otokorelasyon sorununun olmadığı ifade edilmektedir. Tablo 7, TE modelinde hem Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson hem de Baltagi-Wu'nun yerel en iyi değişmez testlerine ait değerleri göstermektedir. Elde edilen bulgular hem Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson test skorunun (0.68241771<2) hem de Baltagi-Wu'nun yerel en iyi değişmez test skorunun (0.90395196<2) 2'den küçük olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre modelde otokorelasyon probleminin olduğu sonucuna varılmaktadır.

Test	Test İst.	Sonuç
Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson	0.68241771	Otokorelasyon vardır
Baltagi-Wu'nun LBI Testi	0.90395196	Otokorelasyon vardır

Tablo 7: Otokorelasyon Sonuçları

3.1.4. TE Modelinde Birimler Arası Korelasyon Probleminin Test Edilmesi

Panel veri modellerinde birimler arası korelasyon sorununun sınanması da gerçekleştirilmiştir. Bunun için de analizde Pesaran'ın CD testi kullanılmıştır. Bu testin temel hipotezleri şu şekilde oluşturulmaktadır (Saridoğan, 2019, s.27):

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ij} = 0 \text{ (Birimler arası korelasyon vardır)}$$

$$H_1: \rho_{ij} \neq \rho_{ij} \neq 0 \text{ (Birimler arası korelasyon yoktur)}$$

H_0 hipotezinin kabul edilmesi halinde birimler arası otokorelasyonun olmadığı, H_1 'in yani alternatif hipotezin kabul edilmesi halinde ise birimler arası otokorelasyonun var olduğu sonucuna varılmaktadır.

Pesaran'ın CD testinin hesaplanması için kullanılan matematiksel formül ise şu şekilde oluşturulmaktadır (Ün, 2018, s.90; Yerdelen Tatoğlu, 2021, s.259):

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right)$$

Aşağıda yer alan Tablo 8, Pesaran CD testine ait birimler arası korelasyon sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlara göre, H_0 yani sıfır hipotezi reddedilmekte ve birimler arası korelasyonun varlığı söz konusu olmaktadır.

Test	Test İst.	Olasılık Değeri
Pesaran CD Testi	3.033	0.0024

Tablo 8: Birimler Arası Korelasyonun Sınanmasına Yönelik Uygulanan Test

TE modeline ait temel varsayım testleri değerlendirildiğinde çoklu doğrusal bağlantı sorununun olmadığı ancak heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon problemlerinin varlığı ortaya konulmuştur. Bu sebeple heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon problemlerinin giderilmesi için gerekli olan bir teste ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli olan bu test Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar yöntemidir. Driscoll-Kraay (1988) yapmış oldukları çalışmada her üç problemin varlığı halinde sapmalı standart hataların yerine dirençli standart hatalar yönteminin uygulanmasıyla modelin tahmin edilmesini önermiştir (Ün, 2018, s.96). Bu amaç doğrultusunda modelin tahmini Driscoll-Kraay yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Benzer yöntem birçok çalışmada (Karaca ve Işık, 2021, s.308; Şanlı ve Konukman, 2021, s.482;

Uslu ve Apaydın, 2021, s.490; Pala, 2022, s.63; Şahin, 2022, s.83; Güneri, 2023, s.57; Güngör, 2023, s.176-177; Özdemir ve Okay Toprak, 2023, s.215; Abiş ve Çapar, 2024, s.181; Sümerli Sarigül ve Avcı, 2024, s.11) uygulanmıştır.

Aşağıda Tablo 9'da KEİ ülkelerinde 2000-2020 dönemi için ekonomik büyüme, küreselleşme ve yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini gösteren sonuçlar yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar (1) numaralı denklemde yerine yazıldığında nihai model şu şekilde gösterilmektedir:

$$EA_{it} = -1.79454 + 0.39135 KBG_{it} - 0.00470 KE_{it} - 0.01172 YEK_{it} - 0.03548 NUF_{it}$$

Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri	%95 Güven Aralığı	
KBG	0.3913578*** (0.0690774)	5.67	0.000	0.2472647	0.5354508
KE	-.0047036 (0.0035353)	-1.33	0.198	-0.0120781	0.0026708
YEK	-0.0117237*** (0.0013174)	-8.90	0.000	-0.0144717	0.0089756
NUF	-.0354806 (0.0309825)	-1.15	0.266	-0.1001090	0.0291479
Sabit	-1.794545*** (0.3999521)	-4.49	0.000	-2.6288310	-0.960260
Gözlem Sayısı	252				
Grup Sayısı	12				
R²	0.6710				
Wald chi2(4)	264.81				
Prob>chi2	0.0000				

Parantez içindeki rakamlar Driscoll/Kraay standart hataları göstermektedir.

*** p<0.01, **p<0.05, * p<0.1

Tablo 9: TE modeline ait ampirik sonuçlar (Bağımlı değişken: EA)

Elde edilen bulgulara göre KBG'nin bir diğer ifadeyle ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif çıkmıştır. Bir başka ifadeyle, ekonomik büyümenin KEİ ülkelerinde yükselmesi ekolojik ayak izini olumsuz yönde etkilemektedir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise KEİ ülkelerinde ekonomik büyümenin %1 artış göstermesi halinde ekolojik ayak izini %0,391 oranında kötüleştirecektir. Ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki olumsuz sonucu birçok ampirik çalışmayla (Gülmez vd., 2021, s.329-342; Bakkal, 2022, s.366-386; Kardeşler, 2022, s.385-401; Özkan ve Çoban, 2022, s.1049-1068; Kılınç, 2023, s.731-749; Özbek, 2023, s.123-138; Kamacı, 2024, s.249-267; Koç ve Aslan, 2024, s.218-244; Koçak, 2024, s.256-265) benzer özelliklere sahiptir. Örneğin, Özbek (2023, s.123-138), Malezya, Tayland, Endonezya, Singapur ve Filipinler'i içeren ASEAN-5 grubunda ekolojik ayak iziyle ilgili olarak ekonomik büyüme, küreselleşme ve enerji tüketimi arasındaki bağlantıları açıklamak için 1980'den 2018'e kadar uzanan yıllık veriler için AMG tahmincisini kullan-

mıştır. Elde edilen bulgular ASEAN-5 ülkelerinde ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde olumsuz sonuçlara yol açtığı ve ekonomik büyümede meydana gelecek olan %1'lik bir artışın ekolojik ayak izini %0.10 oranında arttıracakını ortaya koymuştur. Ayrıca ülke bazında yapmış olduğu incelemede ise Endonezya'nın ekonomik büyümesinin %1 artış göstermesi halinde, bu ülkenin ekolojik ayak izi seviyesi %0.22 seviyesinde yükseleceği ortaya konulmuştur. Bir başka çalışmada Kapçak (2023, s.136-146), Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı gelişmekte olan ülkelerden Rusya, Çin, Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika'ya ait 2007-2019 yılları arasındaki mutluluk ve ekonomik büyüme verilerini kullanarak ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Ortalama Grup (MG) tahmincisi yöntemi ile analiz etmiştir. Elde ettiği bulgular Çin ve Hindistan'da meydana gelecek olan %1'lik bir büyüme artışının ekolojik ayak izini sırasıyla %0.00017 ve %0.00011 oranında arttıracakını göstermektedir.

Diğer yandan YEK bağımsız değişkeni ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin parametre katsayısı negatif gerçekleşmiştir. YEK'in ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve olumludur. Bir başka ifadeyle YEK, analizde kullanılan KEİ ülkelerinde çevresel kirlilik ya da ekolojik bozulmayı arttırmamakta aksine azaltmaktadır. Bu ülkelerde YEK'in %1 yükselmesi halinde ekolojik ayak izi seviyesinde %0.011 seviyesinde bir azalış sağlayacağı beklenmektedir. Analiz sonucu elde edilen değer diğer birçok çalışma (Destek ve Sinha, 2020, s.1-11; Bulut, 2021, s.227-237; Pata, 2021, s.846-861; Kılınç, 2023, s.731-749; Koçak, 2024, s.256-265) ile uyumludur. Örneğin, Koçak (2024, s.256-265) yapmış olduğu çalışmada 2000-2020 dönemine ait yıllık verileri kullanarak yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Türkiye özelinde ARDL sınır testi yaklaşımı ve Todo Yamamoto nedensellik testi ile araştırmıştır. Elde edilen bulgular hem kısa hem de uzun dönemde Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ekolojik ayak izini azalttığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Kısa dönemde Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımının %1 artması durumunda ekolojik ayak izinin %0.15 oranında azaltacağı, uzun vadede ise yenilenebilir enerji kullanımının Türkiye'de ekolojik ayak izini %0.31 oranında azaltacağı saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre KEİ grubu ülkelerde temiz ve çevre dostu enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması hem çevresel bozulmanın önlenmesine katkıda bulunabilir hem de bu ülkelerde enerji verimliliğinin sağlanmasına fayda sağlayabilir (Kılınç, 2023, s.746).

Son olarak küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişki ise negatif ancak istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç vermemiştir. Elde edilen sonuçlar daha önce gerçekleştirilen birçok çalışma (Ahmed vd., 2019, s. 18565-18582; Apaydın vd., 2021, s. 53379-53393; Erkut vd., 2024, s.14-26) ile uyumludur. Örneğin Erkut vd. (2024, s.14-26), 1970-2018 dönemi için panel verileri kullanarak Avustralya, Endonezya, Güney Kore, Meksika ve Türkiye'nin yer aldığı MİKTA grubu ülkelerde küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grubu (CCEMG) tahmincisi ile incelemiştir. Elde edilen bulgular MİKTA ülkeleri için küreselleşme ve ekolojik ayak izi ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ancak negatif yönde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte daha önce gerçekleştirilen birçok çalışma (Figge vd., 2017, s.863-876; Sabir ve Gorus, 2019, s.33387-33398; Sharif vd., 2019, s.11191-11211) küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasında anlamlı bir ilişki bulurken, KEİ grubu ülkelerinde elde edilen bulgular ise küreselleşme ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, çalışmamızın bulguları önceki çalışmaların bulgularından önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu farklılığın en olası nedenleri benimsenen metodolojik yöntemlerin, değişkenlerin ve analizde kullanılan ülkelerin farklı olmasıdır.

Sonuç ve Politika Önerileri

Son yıllarda dünya nüfusunun artması, bu nüfusun artan ihtiyaçları ve küreselleşmenin sebep olduğu doğal kaynaklar üzerindeki yoğun baskı nedeniyle gezegenin ekolojik kapasitesinin de üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte iklim değişikliğinin ve küresel ısınmasının da sebepleri olan ozon tabakasının incilmesi, sera gazı etkisinin artması, su, hava ve toprak kirliliğinin artış göstermesi, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin gün geçtikçe azalması ülkelerin acil önlem almaları gerektiren konuların başında gelmektedir (Özsoy ve Dinç, 2016, s.36).

Ekolojik ayak izi, çevresel sürdürülebilirliği değerlendirmek için önemli bir ölçüt görevi görmektedir. Ekolojik ayak izi insan faaliyetlerinin gezegenin doğal kaynaklarını ne ölçüde tükettiğini ölçmekte ve özellikle CO₂ emisyonları olmak üzere atıkları özümsemek için gereken kara ve su alanını niceliksel olarak belirlemektedir. Çevresel bozulma büyük ölçüde insan kaynaklı faaliyetler tarafından gerçekleştirilmekte ve gün geçtikçe de artmaya devam etmektedir. Bu nedenle ekolojik sürdürülebilirliği etkileyen faktörleri değerlendirme ihtiyacı günümüzde zorunlu hale gelmiştir. Bu doğrultuda, ekolojik sürdürülebilirliği etkileyen ekonomik büyüme, küreselleşme ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı faktörlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini incelemek bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. 2000-2020 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı ve KEİ örgütüne üye olan ülkelerin incelendiği çalışmada panel veri analizi ile ekonomik büyüme, küreselleşme ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Panel veri modelinde en uygun modele karar verebilmek için uygulanan Hausman testi sonucuna göre en uygun modelin TE modeli olduğuna karar verilmiştir. TE modeli için panel veri modellerinde temel varsayım testleri (heteroskedasite, değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon) uygulanmış ve sonuçlara göre modelde heteroskedasite, birimler arası korelasyon ve otokorelasyon sorununun bulunduğu tespit edilmiştir. Driscoll- Kraay dirençli hatalar tahmincisi uygulanarak her üç problem de giderilmiş ve KEİ ülkelerinde ekonomik büyümenin, küreselleşmenin ve yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi tahmin edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin varlığı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde olmuştur. Bir diğer ifadeyle, KEİ örgütüne üye ülkelerde ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi olumsuz yöndedir. Ekonomik büyümenin artması ile ekolojik ayak izi seviyesi de yükselmekte ve çevresel bozulma düzeyi de artmaktadır. Buna rağmen, yenilenebilir enerji kullanımı ile ekolojik ayak izi ilişkisi negatif düzeydedir. Bu ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının artması, ekolojik ayak izi seviyesini azaltmakta ve çevresel kirliliğin veya çevresel bozulmanın azalmasına ya da yavaşlamasına katkıda bulunmaktadır. Küreselleşmenin ise ekolojik aya izi üzerinde herhangi anlamlı etkisine rastlanılmamıştır.

Ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki olumsuz durum dikkate alındığında, analize dahil edilen ülkelerde politika yapımcıların ekonomik büyümeye olan destekleri devam etmelidir. Ancak bu destek ülkelerin çevresel bozulmadan ayrıştırılması için uygulanmalıdır. Bunun için de politika yapımcılara, hükümetlere büyük sorumluluklar düşmektedir. Daha temiz teknolojilerin kullanılması için teşvikler, sübvansiyonlar, vergi indirimleri sağlamaları önem arz etmektedir. Ayrıca hizmet sektörü gibi daha az enerji yoğun endüstrilere geçiş teşvik edilerek ekonomik büyümenin çevresel bozulma ya da ekolojik ayak izi üzerindeki negatif etkisi minimum seviyelere düşürülebilir. Son olarak hükümetler, günümüzde var olan ancak gelecekte

daha da etkisi ortaya çıkacak olan çevresel kaygıları azaltacak düzenlemeleri vakit kaybetmeden hayata geçirmeli, temiz teknolojilere yatırım yapmalıdır. Bu sayede ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkisi daha da güçlü hale gelebilir. Böylece gelecek kuşaklara daha yaşanabilir bir çevre miras olarak bırakılabilir.

Yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki olumlu etkisi dikkate alındığında hükümetlerin ve politika yapıcıların yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanmaları gerektiği söylenebilir. Kılınç'ın (2023, s.746) çalışmasında belirttiği gibi fosil yakıtlar yerine yeşil ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının payının arttırılması hem enerji verimliliğinin sağlanmasına hem de çevresel bozulmanın azalmasına katkıda bulunacaktır. Bunlara ek olarak, hükümetlerden ya da politika yapıcılardan yenilenebilir enerji kaynaklarını fosil kaynakları tamamlayıcı olacak şekilde tasarlamamaları, alternatif enerji kaynaklarını fosil kaynakları ikame edecek şekilde bir çalışma içerisinde bulunmaları beklenmelidir. Atılacak bu adımlar sayesinde ekolojik ayak izinde gerçek azalmalar elde etmek mümkün olabilecektir.

Elde edilen sonuçlara göre küreselleşme faktörünün ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir doğrudan etkisi ortaya konulmamış olsa da KEİ grubuna dahil olan ülkelerde küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisinin olduğunu unutmamak da önemlidir. Bu sebeple politika yapıcıların teknoloji transferi, bilgi paylaşımı ve çevre dostu teknolojilere erişim gibi küreselleşmenin olumlu yönlerinden yararlanmaya odaklanması önemlidir. Bunun için üye ülkeler içerisinde oluşturulan çalışma grupları sayesinde çevre standartları ve uygulamaları konusunda iş birlikleri geliştirilebilir, çevresel bozulmanın ve ekolojik ayak izinin azaltılması için ortak çevre stratejileri ortaya konulabilir.

KAYNAKÇA

- ABID, M. vd. (2022). "Does Renewable Energy Consumption Affect Ecological Footprints in Saudi Arabia? A Bootstrap Causality Test". *Renewable Energy*. 189, 813-821.
- ABİŞ, T. vd. (2024). "Tıbbi Tanı ve Tedavi Cihazlarının Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkisi". *Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi*, 15(41).
- ACAR, S. vd. (2023). "The Effect of Financial Development and Economic Growth on Ecological Footprint in Azerbaijan: An ARDL Bound Test Approach with Structural Breaks". *Environmental and Ecological Statistics*. 30(1), 41-59.
- AHMED, Z. vd. (2020). "Moving Towards a Sustainable Environment: The Dynamic Linkage between Natural Resources, Human Capital, Urbanization, Economic Growth, and Ecological Footprint in China". *Resources Policy*, 67, 101677.
- AHMED, Z. vd. (2019). "Does Globalization Increase the Ecological Footprint? Empirical Evidence from Malaysia". *Environmental Science and Pollution Research*. 26, 18565-18582.
- AHMED, Z. vd. (2021). "Linking Economic Globalization, Economic Growth, Financial Development, and Ecological Footprint: Evidence from Symmetric and Asymmetric ARDL". *Ecological indicators*. 121, 107060.
- ALUKO, O. A. vd. (2021). "Investigating the Environmental Effect of Globalization: Insights from Selected Industrialized Countries". *Journal of Environmental Management*. 281, 111892.
- ANSARI, M. A. vd. (2021). "Do Renewable Energy and Globalization Enhance Ecological Footprint: An Analysis of Top Renewable Energy Countries?". *Environmental Science and Pollution Research*. 28(6), 6719-6732.
- APAYDIN, Ş. vd. (2021). "The Impact of Globalization on the Ecological Footprint: Do Convergence Clubs Matter?". *Environmental Science and Pollution Research*. 28(38), 53379-53393.
- BAKKAL, H. (2022). "Ekonomik Büyüme, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları, Finansal Gelişme ve Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: Abd ve Çin Üzerine Bir Analiz". *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23(3), 366-386.
- BROWN, M. B. – A.B FORSYTHE (1974). "The Small Sample Behavior of Some Statistics Which Test the Equality of Several Means". *Technometrics*, 16(1), 129-132.
- BUCAK, Ç. – F. SAYGILI (2022). "Türkiye’de ve G7 Ülkelerinde Dışa Açıklık ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Veri Analizi". *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23(3), 346-365.
- BULUT, U. (2021). "Environmental Sustainability in Turkey: An Environmental Kuznets Curve Estimation for Ecological Footprint". *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 28(3), 227-237.
- COŞKUN, A. – B. GÜNGÖR (2015). "Sermaye Yapısını Etkileyen Faktörler: Panel Veri Analizi ile Bist Sınai Sektörü Üzerine Bir Uygulama". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3).

- ÇAKMAK, E. E. – S. ACAR (2022). “The Nexus Between Economic Growth, Renewable Energy and Ecological Footprint: An Empirical Evidence from Most Oil-Producing Countries”. *Journal of Cleaner Production*. 352, 131548.
- ÇELİKÖZ, Y. S. vd. (2022). “The Relationship between Economic Globalization and Ecological Footprint: Empirical Evidence for Developed and Developing Countries”. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(4), 109-133.
- ÇEŞTEPE, H. – H.E. TATAR (2019). “Doğrudan Yabancı Yatırımlar, İstihdam ve Gelir Eşitsizliği İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Örneği”. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 123-152.
- DANISH, vd. (2019). “Linking Economic Growth and Ecological Footprint through Human Capital and Biocapacity”. *Sustainable Cities and Society*. 47, 101516.
- DANISH, vd. (2020). “Determinants of the Ecological Footprint: Role of Renewable Energy, Natural Resources, and Urbanization”. *Sustainable Cities and Society*. 54. 101996.
- DESTEK, M. A. - A. SİNHA (2020). “Renewable, Non-Renewable Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Ecological Footprint: Evidence from Organisation for Economic Co-Operation and Development Countries”. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537.
- DIŞ İŞLERİ BAKANLIĞI. (2024). <https://www.mfa.gov.tr/karadeniz-ekonomik-isbirligi-orgutu-kei.tr.mfa> (Erişim Tarihi: 11.08.2024)
- EREĞHA, P. B. vd. (2023). “Economic Growth, Environmental Regulations, Energy Use, and Ecological Footprint Linkage in The Next-11 Countries: Implications for Environmental Sustainability”. *Energy & Environment*. 34(5), 1327-1347.
- ERKUT, M. vd. (2024). “Küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: MİKTA Ülkeleri Örneği”. *Cumhuriyet University Journal of Economics & Administrative Sciences/Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 25(1).
- FİĞGE, L. vd. (2017). “The Effects of Globalization on Ecological Footprints: An Empirical Analysis”. *Environment, Development and Sustainability*. 19, 863-876.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. (2024). <https://data.footprintnetwork.org/#/> (Erişim Tarihi: 10.08.2024)
- GODİL, D. I. vd. (2020). “The Asymmetric Effect of Tourism, Financial Development, and Globalization on Ecological Footprint in Turkey”. *Environmental Science and Pollution Research*. 27, 40109-40120.
- GÜLMEZ, A. vd. (2021). “Ekonomik Büyüme, Ticari Açıklık ve Enerji Tüketiminin Ekolojik Ayak İzine Etkileri: G7 Ülkeleri için Panel Eşbütünleşme Analizi”. *Econder International Academic Journal*. 5(2), 329-342.
- GÜNERİ, B. (2023). “Küreselleşme ve Ekonomik Performans: Panel Veri Analizi”. *İktisat, Finans ve Bankacılık Alanında Teoriler, Politikalar ve Uygulamalar*. (ed. Abdulkadir Kökocak, Özcan Öztürk, Onur Demirci). Ankara: Gazi Kitabevi: 47-64.

- GÜNGÖR, S. (2023). "Bank-Specific Determinants of Financial Stability in Participation Banks: Fresh Evidence from the Driscoll-Kraay Estimator". *International Journal of Business and Economic Studies*, 5(3), 166-181.
- GÜRİŞ, S. (2018). "Panel Veri Modelleri". *Panel Veri Ekonometrisi*. (ed. Selahattin Güriş). İstanbul: Der Yayınları: 3-39.
- JAVEED, S. vd. (2023). Ecological footprint, globalization, and economic growth: evidence from Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 77006-77021.
- KAMACI, A. (2024). "Küreselleşme, Hidroelektrik Enerji, Ekonomik Büyüme, CO2 Emisyonları ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisinin ABD için Analizi: Kesirli Fourier ADL Eşbütünleşme Yöntemi". *Sosyoekonomi*, 32(59), 249-267.
- KAPÇAK, S. (2023). "Gelişmekte olan Ülkelerde Mutluluk Ve Ekonomik Büyümenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi". *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 136-146.
- KARACA, C. – Ö. IŞIK (2021). "The Influence of COVID-19 on Stock Market Returns: Evidence from OECD Countries. 12. *International Conference on Political Economy*. June 24-26, 2021, Manisa, Turkey.
- KARDASLAR, A. (2022). "Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Küreselleşme Sürecinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği". *Business and Economics Research Journal*, 13(3), 385-401.
- KILINÇ, E. C. (2023). "Yenilenebilir Enerji ve Fosil Yakıt Tüketiminin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği". *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 8(3), 731-749.
- KOÇ, E. – M. ASLAN (2024). "Ekonomik Büyüme ve Beşerî Sermayenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği". *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(3), 218-244.
- KOÇAK, E. (2024). "Yenilenebilir Enerjinin Ekolojik Ayak İzi Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği". *Politik Ekonomik Kuram*, 8(1), 256-265.
- KOF SWISS ECONOMIC INSTITUTE. (2024). <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html> (Erişim Tarihi: 10.08.2024).
- KONGBUAMAI, N. vd. (2021). "The Effects of Renewable and Nonrenewable Energy Consumption on the Ecological Footprint: The Role of Environmental Policy in BRICS Countries". *Environmental Science and Pollution Research*. 28, 27885-27899.
- KUTBAY, H. – E. AKSOY (2020). "Vergi Esnekliğinin Kamu Harcamaları Üzerindeki Etkisi: Seçili OECD Ülkeler İçin Panel Veri Analizi". *Fiscaoeconomia*, 4(3), 580-594.
- Lİ, R. vd. (2022). "Does Renewable Energy Reduce Ecological Footprint at the Expense of Economic Growth? An Empirical Analysis of 120 Countries". *Journal of Cleaner Production*. 346, 131207.
- NAN, Y. vd. (2023). "Does Renewable Energy Consumption Reduce Energy Ecological Footprint: Evidence from China". *Environmental Research: Ecology*. 2(1), 015003.

- ÖCAL, O. vd. (2020). "The Effects of Economic Growth and Energy Consumption on Ecological Footprint and Carbon Emissions: Evidence from Turkey". *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*. 5(3), 667-681.
- ÖZBEK, S. (2023). "Ekonomik Büyüme, Küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: ASEAN-5 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz". *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 14(37), 123-138.
- ÖZDEMİR, Z. – A.O. TOPRAK (2023). "The Relationship between Economic Growth and Public Health Service Expenditures in Upper Middle-Income Countries". *Trends in Business and Economics*, 37(3), 215-225.
- ÖZKAN, O. – M.N. ÇOBAN (2022). "Türkiye’de Kirlilik Hale Hipotezi ve Ekonomik Büyüme, Ekonomik Küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi Bağlantısı: Krls’den Kanıtlar". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*. 18(4), 1049-1068.
- ÖZKAN, T. vd. (2021). "Faaliyet Döngüsü ve Nakit Akış Döngüsünün Türkiye’deki Çimento Endüstrisinin Finansal Performansı Üzerindeki Etkileri". *İzmir İktisat Dergisi*. 36(1), 27-41.
- ÖZSOY, C. E. – A. DİNÇ (2016). "Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi". *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*. (619), 35-55.
- PALA, F. (2022). "The Relationship between Corporate Social Responsibility and Financial Performance in the Banking Sector: The Case of Turkey". *Cumhuriyet University Journal of Economics & Administrative Sciences/Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1).
- PATA, U. K. (2021). "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Economic Complexity, CO2 Emissions, and Ecological Footprint in the USA: Testing the EKC Hypothesis with a Structural Break". *Environmental science and pollution research*, 28, 846-861.
- RAGHUTLA, C. vd. (2022). "The Effect of Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in N-11 Countries: Evidence from Panel Quantile Regression Approach". *Renewable Energy*. 197, 125-137.
- ROY, A. (2024). "The Impact of Foreign Direct Investment, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, and Natural Resources on Ecological Footprint: An Indian Perspective". *International Journal of Energy Sector Management*. 18(1), 141-161.
- RUDOLPH, A. - L. FİGGE, (2017). "Determinants of Ecological Footprints: What is the Role of Globalization?". *Ecological Indicators*. 81, 348-361.
- SABIR, S. – M.S. GORUS (2019). "The Impact of Globalization on Ecological Footprint: Empirical Evidence from the South Asian Countries". *Environmental Science and Pollution Research*. 26, 33387-33398.
- SAHOO, M. – N. SETHİ (2021). "The Intermittent Effects of Renewable Energy on Ecological Footprint: Evidence from Developing Countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 28(40), 56401-56417.

- SALARI, T. E. vd. (2021). "Globalization, Renewable Energy Consumption, and Agricultural Production Impacts on Ecological Footprint in Emerging Countries: Using Quantile Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*. 28(36), 49627-49641.
- SARIDOĞAN, H. Ö. (2019). "Araştırma Geliştirme Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri Üzerine Bir İnceleme: AB28 Örneği". *Journal of Management and Economics Research*, 17(4), 17-34.
- SARIGÜL, S. S. – P. AVCI (2024). "The Relationship Between Economic Development, Banking Sector Performance and Financial Globalization: Evidence from OECD Countries". *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 1-18.
- SHARIF, A. vd. (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*. LVII:102138.
- SHARMA, R. vd. (2021). "Does Renewable Energy Consumption Reduce Ecological Footprint? Evidence from Eight Developing Countries of Asia". *Journal of Cleaner Production*. CCLXXXV: 124867.
- SHEYTANOVA, T. (2015). "The Accuracy of the Hausman Test in Panel Data: A Monte Carlo Study". <https://oru.diva-portal.org/smash/get/diva2:805823/FULLTEXT01.pdf> (Erişim Tarihi: 10.08.2024)
- ŞAHİN, S. (2022). "Rekabet Gücünün 2006-2017 Dönemleri Kapsamında Analizi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye Örneği". *Equinox, Journal of Economics, Business & Political Studies*. IX/1: 69-88.
- ŞANLI, D. – A. KONUKMAN (2021). "Yüksek Teknoloji Ürün İhracatının Gelir Üzerine Etkisi: Translog Üretim Fonksiyonuna Dair Bulgular". *İstanbul İktisat Dergisi*. LXXI/2: 457-498.
- TORAMANOĞLU, R. E. – Ş. GÖRMÜŞ (2018). "Bankacılık Sektöründe Şubeleşmenin Makroekonomik ve Demografik Belirleyicileri Üzerine Bir Araştırma: Panel Veri Analizi". *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. VI/2: 1-12.
- ULLAH, A. vd. (2023). "The Impact of Economic Growth, Natural Resources, Urbanization and Biocapacity on the Ecological Footprint: The Case of Turkey". *Sustainability*. XV/17: 12855.
- USLU, H. - F. APAYDIN (2021). "Türkiye'de Tarımsal Verimlilik ve Alan Bazlı Desteklemeler Üzerine Ampirik Bir Uygulama". *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*. XIV/2: 477-499.
- USMAN, O. vd. (2020). "Role of Renewable Energy and Globalization on Ecological Footprint in the USA: Implications for Environmental Sustainability". *Environmental Science and Pollution Research*. XXVII/24: 30681-30693.
- UYEN, P. H. vd. (2024). "The Impact of Globalization on Ecological Footprint: A Comparative Study between India and Vietnam". *Science & Technology Development Journal: Economics-Law & Management*. VIII/Online First, press-press.
- ÜN, T. (2018). "Panel Veri Modellerinin Varsayımlarının Testi". *Panel Veri Ekonometrisi*. (ed. Selahattin Güriş). İstanbul: Der Yayınları: 75-101.

- WANG, Q. J. vd. (2021). "Revisited Globalization's Impact On Total Environment: Evidence Based on Overall Environmental Performance Index". *International Journal of Environmental Research and Public Health*. XVIII/21: 11419.
- WORLD BANK DEVELOPMENT INDICATORS. (2024). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi: 10.08.2024)
- XUE, L. vd. (2021). "Renewable Energy Use and Ecological Footprints Mitigation: Evidence from Selected South Asian Economies". *Sustainability*. XIII/14: 1613.
- YANG, X. vd. (2021). "Study on the Long-Term and Short-Term Effects of Globalization and Population Aging on Ecological Footprint in OECD Countries". *Ecological Complexity*. III: 100946.
- YERDELEN TATOĞLU, F. (2021). "*Panel Veri Ekonometrisi Stata Uygulamalı*". İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.
- YERDELEN TATOĞLU, F. (2023). "*Ekonometri Stata Uygulamalı*". İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş.
- YILDIZ, G. A. – B. YILDIZ (2022). "Çevresel Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Ekolojik Ayak İzi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Analiz". *Sayıştay Dergisi*. XXXIII/126: 473-498.
- ZHOU, R. vd. (2022). "Do Natural Resources, Economic Growth, Human Capital, and Urbanization Affect the Ecological Footprint? A Modified Dynamic ARDL and KRLS Approach". *Resources Policy*. LXXVIII: 102782.

EXTENDED ABSTRACT

The ecological footprint functions as a significant metric for evaluating environmental sustainability. The ecological footprint serves as a metric for assessing the degree to which human endeavors deplete the Earth's natural resources. It quantifies the necessary land and water area for the assimilation of waste, with a particular emphasis on carbon dioxide emissions. The phenomenon of environmental degradation is predominantly attributable to anthropogenic activities, and it exhibits a troubling upward trajectory with each passing day. Consequently, it has become essential to assess the various factors that influence ecological sustainability in contemporary society. The primary objective of this research is to analyze the impact of economic growth, globalization, and the utilization of renewable energy resources on ecological sustainability, specifically in relation to the ecological footprint. The study employed annual data from 2000 to 2020, with a specific focus on the member countries of the BSEC organization. The study aimed to analyze the impacts of economic growth, globalization, and the utilization of renewable energy resources on the ecological footprint, using panel data analysis as the methodological framework. The determination of the most suitable model within the panel data framework led to the conclusion that the TE model emerged as the most fitting choice, as evidenced by the results of the Hausman test. We conducted fundamental assumption tests, specifically for heteroskedasticity, autocorrelation, and inter-unit correlation, on the panel data models in the context of the TE model. The findings indicated the presence of heteroskedasticity, inter-unit correlation, and autocorrelation issues within the model. We applied the Driscoll-

Kraay robust error estimator to resolve all three issues, which enabled us to estimate the effects of economic growth, globalization, and renewable energy utilization on the ecological footprint within the BSEC countries.

The findings indicate that the relationship between KBG, or economic growth, and the ecological footprint is both statistically significant and positive. The augmentation of economic growth within BSEC nations exerts a detrimental impact on the ecological footprint. Statistical evaluation indicates that a 1% increase in economic growth within BSEC countries correlates with a deterioration of the ecological footprint by 0.391%.

Conversely, the coefficient associated with the independent variable RES in relation to the ecological footprint exhibits a negative value. The impact of renewable energy sources on the ecological footprint is both statistically significant and positive. To put it differently, renewable energy sources do not exacerbate environmental pollution or ecological degradation in the BSEC countries examined in this analysis; rather, they contribute to its reduction. We anticipate that a 1% increase in renewable energy sources within these nations will result in a 0.011% reduction in the ecological footprint metric.

In the end, there was a negative correlation between globalization and ecological footprint, but it did not reach statistical significance.

In light of the adverse relationship between economic expansion and ecological sustainability, it is imperative for policymakers within the analyzed nations to persist in fostering economic growth. However, we must strategically design this support to separate economic growth from environmental degradation. This necessitates a significant commitment from policymakers and governmental bodies. It is crucial to establish incentives, subsidies, and tax reductions aimed at promoting the adoption of cleaner technologies. Furthermore, encouraging a shift toward less energy-intensive sectors, such as services, can mitigate the detrimental effects of economic growth on environmental degradation and ecological footprints. Ultimately, it is essential for governments to promptly enact regulations that address current environmental issues, which are poised to have even greater repercussions in the future, alongside investing in clean technologies. Enhancing the proportion of renewable and sustainable energy sources in place of fossil fuels will facilitate improvements in energy efficiency while simultaneously mitigating environmental degradation. Furthermore, governments or policymakers must not only integrate renewable energy sources alongside fossil fuels, but also aim to replace fossil resources with viable alternative energy solutions.

It is crucial to acknowledge that globalization exerts an influence on the environmental conditions within the nations that comprise the BSEC group. Consequently, it is imperative for policymakers to concentrate on leveraging the beneficial facets of globalization, including the transfer of technology, the sharing of knowledge, and the accessibility of environmentally sustainable technologies. To achieve this objective, it is essential to foster collaboration on environmental standards and practices through the formation of working groups within member nations. Furthermore, it is imperative to propose unified environmental strategies aimed at mitigating environmental degradation and minimizing the ecological footprint.