

YEŞİL BİR DÜNYA HEDEFİNDE: KIRILGAN BEŞLİ ÜLKELERİNİN ÇEVRESEL KALİTESİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR İNCELEME

Şeyma BOZKAYA¹

Öz

Çalışmada Kırılğan Beşli (Hindistan, Türkiye, Brezilya, Endonezya ve Güney Afrika) ülkelerinin yeşil ekonomi çerçevesinde çevresel kaliteleri üzerine bir inceleme yapılmıştır. Çevresel kalite göstergesi olarak ekolojik ayak izi değişkeni kullanılmıştır. 1992-2019 dönemlerini kapsayan çalışmada FGLS (Feasible Generalized Least Squares) tahmincisinden faydalanılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, bu ülkelerde yenilenebilir enerji arzı ve enerji verimliliğinin ekolojik ayak izini azaltıcı yönde bir etkide bulunduğunu göstermiştir. Ancak ekonomik büyüme değişkeninin ekolojik ayak izi üzerinde artırıcı bir etkide bulunduğu sonucu elde edilmiştir. Buna karşın çevresel politika katılığı indeksi ve yeşil teknoloji değişkenlerinin ekolojik ayak izi değişkeni ile aralarında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, Kırılğan Beşli ülkelerinin yeşil ekonomiye geçiş sürecinde, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, yeşil teknoloji ve etkin çevresel politikaların önemi vurgulanmaktadır. Söz konusu bu politika önerilerinin dikkate alınması, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli adımlar atılmasını sağlayabilecektir. Dolayısıyla Kırılğan Beşli ülkelerini sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde daha ileri bir seviyeye ulaştırabilecektir ve yeşil ekonomi kapsamında daha sürdürülebilir bir ekonomi-çevre ilişkisine katkı yapabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Yeşil Büyüme, Ekolojik Ayak İzi, Yeşil İnovasyon, Panel Veri Analizi

JEL Kodları: Q01, Q50, Q55, C50, C80

IN PURSUIT OF A GREEN WORLD: AN EMPIRICAL STUDY ON THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE FRAGILE FIVE COUNTRIES

Abstract

This study analyses the environmental quality of the countries known as the Fragile Five within the framework of green economy. Ecological footprint variable is used as an indicator of environmental quality. FGLS estimator was utilised in the study covering the period 1992-2019. The empirical findings show that renewable energy supply and energy efficiency have a reducing effect on ecological footprint in these countries. However, economic growth variable has an increasing effect on ecological footprint. On the other hand, no statistically significant relationship was observed between the environmental policy stringency index and green technology variables and the ecological footprint variable. In line with these results, the importance of renewable energy, energy efficiency, green technology and effective environmental policies in the transition process of the Fragile Five countries to a green economy is emphasised. Taking these policy recommendations into consideration will be able to take important steps in terms of environmental sustainability. Therefore, it will be able to bring the Fragile Five countries to a more advanced level within the framework of sustainable development goals and contribute to a more sustainable economy-environment relationship within the scope of green economy.

Keywords: Sustainable Development, Green Growth, Ecological Footprint, Green Innovation, Panel Data Analysis

JEL Codes: Q01, Q50, Q55, C50, C80

¹ Dr., Bağımsız araştırmacı, symbozkaya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8589-6608>

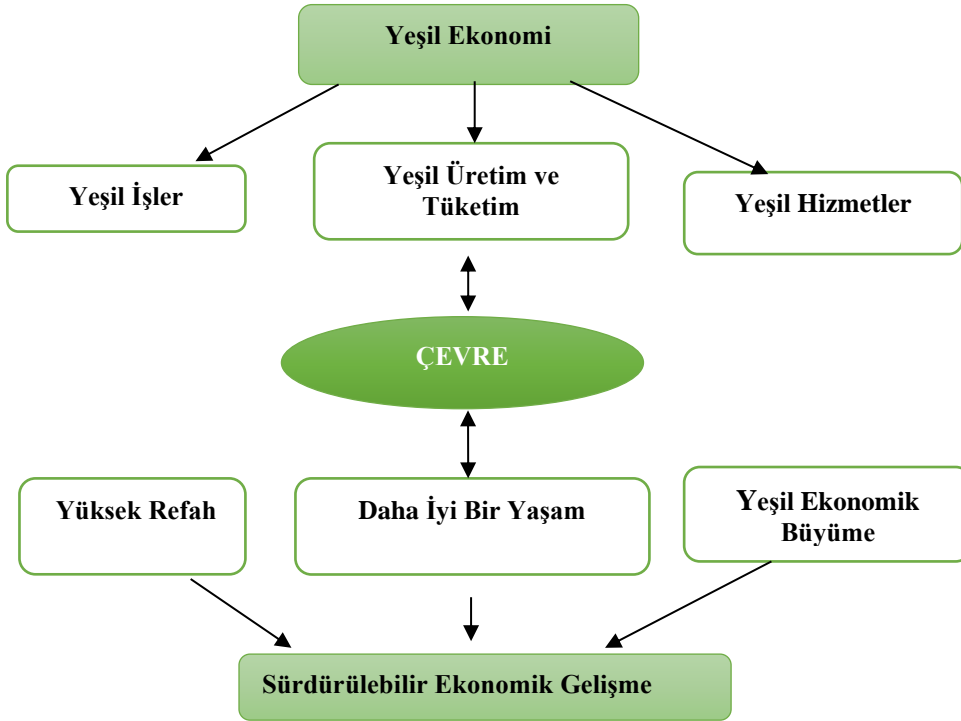
GİRİŞ

Yeşil ekonomi, tüm ekonomik faaliyetlerde çevre ve doğayı koruma amacı güden bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, üretim sisteminin baştan aşağı yeniden düzenlenmesi ve yoğun karbon emisyonuna sebep olan üretim-tüketim alışkanlıklarına alternatif olarak sıfır emisyonu hedefleyen bir üretim-tüketim biçiminin benimsenmesi gerekliliğini savunmaktadır (Yalçın, 2016, s. 769). Yeşil ekonominin temel düşünce biçimi, gelecek nesillere daha temiz ve sürdürülebilir bir dünya bırakma hedefini taşımaktadır. Bu nedenle, ekonomik büyüme ve kalkınmanın bu çerçevede gerçekleştirilmesini desteklemektedir.

Yeşil ekonomi kriterlerine göre, sürdürülebilir ekonomik büyümenin gerçekleştirilebilmesi için ekonomik faaliyetlerde çevre kalitesine önem verilmesi son derece kritiktir. 21. yüzyılda, doğanın yaşanabilir bir dünya için taşıma kapasitesini aşma noktasına yaklaştığımız varsayımıyla hareket etmenin gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Bu bağlamda, ihtiyatlılık ilkesinin vurgulanmasıyla birlikte endüstriyel ekonomiler, temel çevresel göstergeler açısından toplam kaynak akışını azaltma konusunda çaba göstermelidirler. İhtiyatlılık ilkesi çerçevesinde, kaynak verimliliği hesaplamaları gerçekleştirilebilir. Bu ilke, belirsizlik veya risk durumlarında daha güvenli bir yaklaşım benimsemeyi savunan bir prensiptir. İhtiyatlılık ilkesi, potansiyel olarak zararlı etkileri önlemek veya en aza indirmek amacıyla, bilimsel belirsizlik veya tam bir kanıt eksikliği durumlarında karar vericilerin daha dikkatli ve güvenli bir tutum benimsemelerini teşvik eder. Sıkça çevre politikalarında kullanılan ihtiyatlılık ilkesi, özellikle çevresel etkileri belirsiz veya henüz tam olarak anlaşılamayan durumlarda doğanın korunması amacıyla uygulanır (Kriebel vd., 2001, s. 871). Bu prensip bağlamında, Y ekonomik çıktıyı temsil ederken, R üretimde kullanılan faktörlerin toplam hacmini ifade etmektedir. Bu durumda, Y/R oranı kaynakların verimliliğini yansıtmaktadır. Bu özel durum genellikle eko-verimlilik olarak adlandırılmaktadır (Spangenberg ve Kuhndt, 1996). Ekonomik verimlilik bağlamında, $dY < d(Y/R)$ değişimi, çevre ile ilgili sürdürülebilir stratejilerin zorunlu koşulunu ifade etmektedir. Ancak, bu koşulun tek başına yeterli olmadığına dikkat çekmek önemlidir. Bu kriter, çevresel sorunları çözme sürecinde yeterince etkili olmayabilir. Çevresel sorunlara bütünlük kazandırmak için, kaynak verimliliğinin ekonomik büyüme oranından daha önemli olduğu durumların ortaya çıkması gerektiği kabul edilmelidir (Spangenberg, 2002).

Günümüzde, doğal çevrenin bozulmasını durdurmak ve sürdürülebilir bir çevre ile yaşam elde etmek amacıyla en yaygın kabul gören çözüm önerisi yeşil büyümedir. Yeşil ekonominin temel prensibi, üretim verimliliğindeki artışı hedeflemektir. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi, yeşil büyümenin teknolojik ve piyasa yeniliklerine uyumlu hale gelmesiyle mümkün olacaktır (UNEP, 2011). Bu bağlamda, Şekil 1 yeşil ekonominin sürdürülebilir kalkınma stratejisindeki süreci göstermektedir.

Şekil 1: Sürdürülebilir ekonomik kalkınmada yeşil ekonominin yeri



Kaynak: Pociovălişteanu vd., 2015, s. 9236

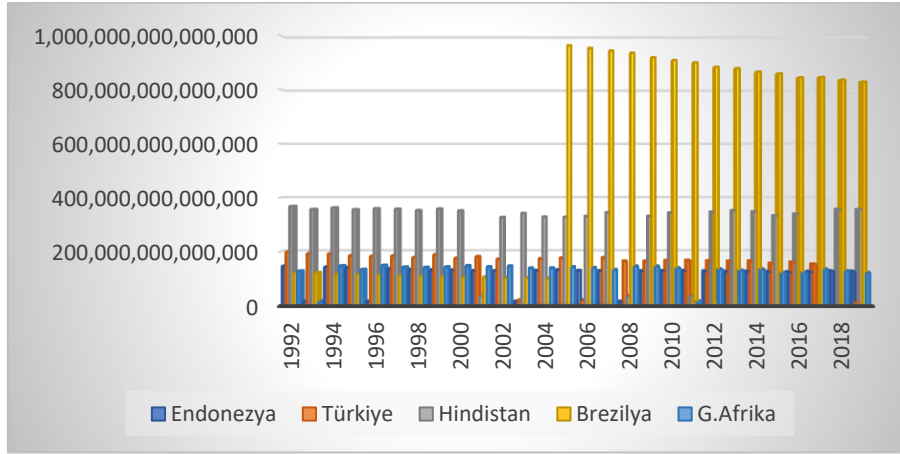
Şekil, yeşil büyümenin, ekonomik süreçlerin çevreyle uyumlu politikalar aracılığıyla gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Bu süreç, çevre ve ekonominin birbirleriyle paralel bir şekilde etkileşimde bulunarak yeşil ekonominin ortaya çıkacağını ifade etmektedir. Yeşil ekonomi, daha yüksek bir refah seviyesi ve daha iyi bir yaşam kalitesi sunma potansiyeline sahiptir. Bu süreç bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın gerçekleştiği görülmektedir.

Yeşil ekonominin önemi, özellikle son yıllarda küresel sıcaklığın yükselmesi ve iklim krizlerindeki artış gibi çevresel sorunlardan kaynaklanan belirgin bir zorunlulukla gündeme gelmiştir. Çevresel bozulma, sera gazı emisyonlarındaki (örneğin karbon dioksit (CO₂), nitrojen dioksit (NO_x) ve metan (CH₄)) artışla birlikte küresel ısınmanın boyutlarını ortaya koymaktadır (Bai vd., 2022). Gelişmekte olan ekonomiler, ekonomik üretkenliklerini artırmaya yönelik çabalarını sürdürürken, genellikle büyüme odaklı üretim yapısına odaklanmış ve çevre dostu üretim yaklaşımını göz ardı etmişlerdir. Araştırmacılar, karbon emisyonları yanında sürdürülemez üretim ve tüketim kalıplarının, insan faaliyetlerinin sonucu olarak su kıtlığı, toprak erozyonu, ormansızlaşma gibi sorunlara neden olduğunu belirtmişlerdir (Ulucak ve Khan, 2020). Yeşil büyüme, sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında özellikle son dönemde belirgin bir şekilde literatürde yer alan çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla geliştirilen bir kavram ve uygulamadır. Teorik anlamda sürdürülebilir kalkınma, çevre, ekonomi ve toplumu bir bütün olarak ele

olarak, bugünkü nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin kaynaklarına zarar vermeden kalkınmayı amaçlar (Brundtland Raporu, 1987). Bu yönü ile esasında sürdürülebilir kalkınma çok daha geniş kapsamlı bir olgudur (Barbier, 1987). Yeşil büyüme olgusu hedefleri doğrultusunda, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında uyum sağlamayı hedeflemektedir. Yeşil büyüme, ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için yenilikçiliği ve teknolojik gelişmeleri teşvik eder. Örneğin, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar ve enerji verimliliği teknolojileri, yeşil büyümenin önemli bileşenleridir (UNEP, 2011). Teorik çerçevede, sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme arasındaki ilişki, sürdürülebilir kalkınmanın genel hedeflerini daha somut ekonomik politikalar ve stratejilerle desteklemek olarak değerlendirilebilir. Yeşil büyüme, sürdürülebilir kalkınmanın çevre odaklı ekonomik büyüme boyutunu ifade eder. Dolayısıyla, yeşil büyüme stratejileri, sürdürülebilir kalkınmanın çevre hedeflerine ulaşmak için bir araç olarak işlev görür. Bu stratejiler, doğal sermayenin korunmasını ve ekonomik büyümenin devamlılığını sağlarken çevresel bozulmayı en aza indirir (Bowen & Fankhauser, 2011).

Son dönemde çevresel bozulmanın etkilerini inceleyen ve çevre kalitesini değerlendiren araştırmalarda belirgin bir artış gözlemlenmektedir; bu çalışmalar, yeşil ekonominin önemine vurgu yapmaktadır. Ekolojik ayak izi, çevresel kaliteyi ölçmek amacıyla kullanılan göreceli yeni bir göstergedir ve daha kapsamlı bir ölçüm aracını temsil etmektedir. Bu bağlamda, çevresel kalite göstergesine ek olarak, ülkelerin biyokapasite durumları incelenerek hem ulusal hem de küresel düzeyde doğanın taşıma kapasiteleri hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izi, insan tüketiminin biyosfer üzerinde yarattığı talebi ölçen bileşik bir göstergedir ve küresel hektar olarak adlandırılan standart birimlerle ölçülmektedir. Biyokapasite ise biyolojik olarak üretken kara ve okyanus alanını temsil eder ve gıda, lif, kereste sağlamak, kentsel altyapıyı barındırmak ve karbon emisyonunu absorbe etmek amacıyla kullanılır. Ekolojik açık, bir nüfusun ekolojik ayak izinin kullanabileceği alanın biyokapasitesini aştığı durumu ifade eder. Ulusal bir ekolojik açık, bir ülkenin ticaret yoluyla net biyokapasite ithal ettiği, ulusal ekolojik varlıkları tükettiği veya atmosfere kendi ekosistemlerinden daha fazla karbondioksit saldırdığı anlamına gelir (Wackernagel ve Beyers, 2019). Ekolojik ayak izinin biyokapasiteyi aştığı ve ekolojik açığın fazla olduğu ülkeler arasında Çin, Hindistan ve Güney Afrika ön plana çıkmaktadır. Biyokapasitenin ekolojik ayak izini aştığı yani biyokapasite fazlası sağlayan ülkelerin başında ise Brezilya, Bolivya, Kongo ve Finlandiya bulunmaktadır (footprintnetwork.org). Bu bağlamda, Şekil 2, incelenen Kırılğan Beşli ülkelerinin biyokapasitelerini göstermektedir.

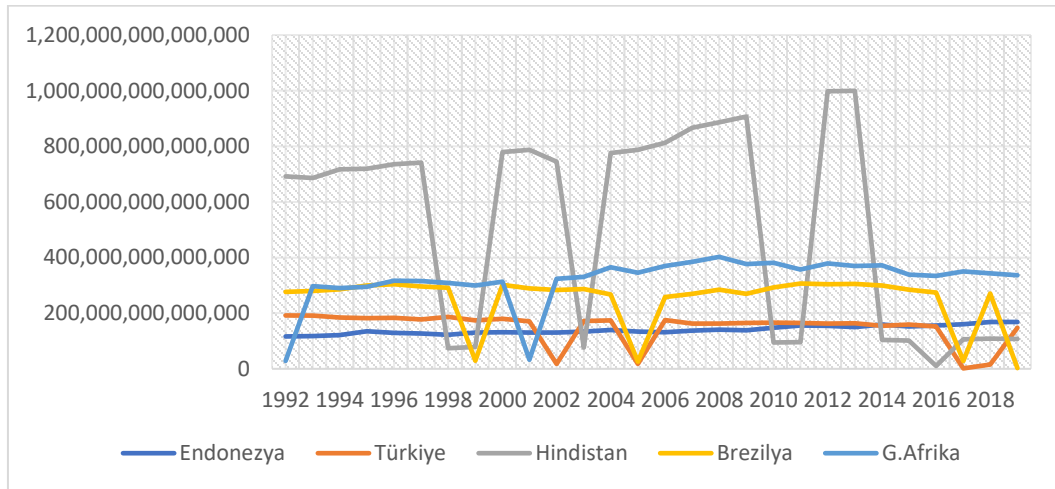
Şekil 2: Kırılgan beşli ülkelerinin biyokapasite durumları



Kaynak: <https://www.footprintnetwork.org/>

Şekil 3 Kırılgan Beşli ülkelerinin ekolojik ayak izi değerlerinin değişimini göstermektedir.

Şekil 3: Kırılgan beşli ülkelerinin ekolojik ayak izi göstergeleri



Kaynak: <https://www.footprintnetwork.org/>

Şekil 3'te özellikle Hindistan, Brezilya ve Türkiye'de ekolojik ayak izi göstergesinde belirgin değişimler gözlemlenmektedir. Bu ülkelerdeki ekolojik ayak izi değerlerinde önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Diğer yandan, Güney Afrika'nın ekolojik ayak izi değerinin belirli bir düzey etrafında istikrarlı bir seyir izlediği görülmektedir.

21. yüzyılın en kritik konularından biri olan çevresel bozulma, son dönemde geniş bir akademik ilgi görmekte ve tüm insanlık üzerinde sert etkiler bırakmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma, Kırılgan Beşli



ülkelerinin yeşil ekonomi kapsamında çevresel sürdürülebilirliği üzerine bir inceleme sunmaktadır. Çalışma, çevresel kaliteyi ölçmek için ekolojik ayak izi değişkenini kullanmaktadır. Çalışmanın üç ana katkısı öngörülmektedir. Öngörülen ilk katkı kullanılan yöntemdir. Kullanılan yöntem, yatay kesit bağımlılığı ve değişen varyans sorunlarına karşı tutarlı katsayı tahminleri yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, araştırma sorusunun bu tahminci kullanılarak ele alınmasının literatüre yeni bir yaklaşım getireceği öngörülmektedir. Ayrıca kullanılan yöntem literatürde çok sık kullanılmayan bir yöntemdir. Bu bağlamda tahmin edilen modelin içerdiği sorunlarda etkin bir tahminci olan yöntem literatüre yeni bir bakış açısı getirmektedir. İkinci olarak, özellikle yeşil ekonomi bağlamında ele alınan değişkenler açısından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Bu değişkenler, geleneksel üretim yöntemlerinin çevresel etkilerini değil, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda benimsenen yeşil ekonominin çevresel etkilerini gözlemleyebilmek amacıyla seçilmiştir. Bu kapsamda, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji arzı, çevresel teknolojik gelişim ve çevresel politika katılımı endeksi değişkenlerinin çevreye etkisi incelenmiştir. Son olarak, ele alınan ülke grubu açısından literatürdeki bir boşluğu doldurması beklenmektedir. Çalışma, dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, çalışmanın genel çerçevesini çizerek yeşil ekonominin teorik açıklamalarına odaklanmaktadır. İkinci bölüm, güncel literatür özetini içermektedir. Üçüncü bölüm; kullanılan model, değişkenler ve ampirik uygulamadan elde edilen sonuçlarla ilgili ayrıntılardan oluşmaktadır. Son bölüm ise ampirik uygulama sonuçlarından elde edilen genel değerlendirmeleri ve politika çıkarımlarını kapsamaktadır.

LİTERATÜR

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri bağlamında, çevresel kalite üzerine yapılan araştırmalar, özellikle son dönemde akademik literatürde geniş bir çalışma alanına sahiptir. Bu çalışmalarda, çevresel kaliteyi değerlendirmek için birbirinden farklı ancak birbirini tamamlayan değişkenler kullanılmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma perspektifindeki ampirik literatür, çeşitli çevresel kirlilik göstergelerini içermektedir; bunlar arasında ekolojik ayak izi, sera gazları (GHG), karbon emisyonu, metan gazı emisyonu, azot oksit emisyonları gibi çeşitli değişkenler bulunmaktadır. Bu şekilde, literatür, çeşitli bakış açılarıyla zenginleştirilmiştir. Bu çalışmada panel veri kullanıldığından, literatür özetinde panel veri analizi yapan ve güncel yenilenebilir enerji, çevresel teknoloji, çevresel politika gibi değişkenleri ele alan çalışmaların kısa bir özeti sunulmuştur.

Tablo 1: Literatür özeti

Yazar/Yazarlar	Çalışma Dönemi ve Örneklem	Yöntem	Bulgular
Farhani ve Shahbaz (2014)	1980-2009/ MENA	FMOLS-DOLS	Yenilenebilir elektrik tüketiminin emisyonları artırdığı gözlenmiştir.
Dong, Sun ve Hochman, (2017)	1985-2016/ BRICS	Eş Bütünleşme	Doğal gaz ve yenilenebilir enerji tüketimi, iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkıda bulunduğu sonucu elde edilmiştir.
Nassani, Aldakhil, Abro ve Zaman, (2017)	1990-2015/ BRICS	Sabit Etkiler Modeli	Yenilenebilir enerjinin çevre kalitesine katkıda bulunduğu gözlenmiştir.
Cheng, Ren, Wang ve Yan, (2019)	2000-2013/ BRICS	OLS	Yenilenebilir enerji Co2 emisyonlarını azaltıcı etki etmektedir.
Özçağ (2019)	1970-2016/ Kırılğan Beşli	Bootstrap Nedensellik	Sonuçlar ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte gene olarak büyüme ve Co2 arasında nedensellik gözlenmiştir.
Nathaniel, Anyanwu ve Shah, (2020)	1990-2016/ MENA	AMG	Yenilenebilir enerjinin çevre kalitesine anlamlı bir katkı sağlamadığını buna karşın Yenilenemeyen enerji tüketiminin ise çevresel bozulmaya katkıda bulunduğunu gözlemlemiştir.
Destek ve Sinha (2020)	1980-2013/ OECD	FMOLS-MG	Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekolojik Ayak İzini azalttığı Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Çevresel Bozulmayı artırdığını gözlemlemiştir.
Umar, Ji, Kirikkaleli ve Xu, (2020)	1990-2017/ G-7	CCEMG	Yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kaliteyi artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir.
Ahmed, Zafar, Ali ve Danish, (2020)	1971-2014 G-7	CUP-FM	Büyüme çevresel bozulmayı artırmaktadır.
Danish, Ulucak, Khan, Baloch ve Li, (2020)	1995-2016 BRICS	MG-CCE	Enerji tüketimi emisyonları artırmaktadır.
Nathaniel (2020)	1971-2014/ MENA	ARDL	Büyüme çevre kalitesi üzerinde olumsuz etki etmektedir.
Yang, Jahanger ve Ali, (2021)	1990-2016/ BICS	DSUR-FMOLS	Teknolojik yeniliğin ekolojik ayak izini olumlu yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Kılınç, (2021)	2002-2016/ OECD	GMM	AR&GE ve enerji harcamaları ekolojik ayak izini azaltmaktadır.
Su vd., (2021)	1990-2018/ BRICS	Panel Regresyon	Teknolojik yeniliğin çevresel kalite üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılamamıştır.
Mahalik, Mallick ve Padhan, (2021)	1990-2015/ BRICS	GMM	Ekonomik büyümenin Co2 emisyonlarını artırırken, yenilenebilir enerji tüketiminin emisyonları azalttığı belirlenmiştir.
Adebayo ve Rjoub, (2021)	1990-2017/ MINT Ülkeleri	PMG	Büyüme emisyonlar üzerinde pozitif etki ederek çevresel kaliteyi bozucu etkide bulunmaktadır.
Gülmez vd., (2021)	1971-2015/ G-7	FMOLS-DOLS	Enerji tüketimi ve büyüme ekolojik ayak izini artırıcı yönde etkilemektedir.
İbrahim ve Ajide, (2021)	1990-2019 G-7	PMG	Yenilenebilir enerji tüketimi Co2 emisyonlarını azaltıcı yönde etki etmektedir.
Sökmen (2021)	1990-2019/ Kırılgan Beşli Ülkeleri	Pedroni Nedensellik	Doğrudan yabancı yatırımlardan Co2'ye doğru nedensellik tespit edilmiştir.
Ding, Khattak ve Ahmad, (2021)	1990-2017/ G-7	AMG	Ekonomik büyümenin emisyonlar üzerinde artırıcı bir etkide bulunduğu gözlenmiştir.
Apaydin vd., (2021)	1980- 2016/ 130 Ülke	CCE-MG, AMG	Büyüme ekolojik ayak izi üzerinde pozitif ve anlamlı ilişki gözlenmiştir.
Sherif, Ibrahiem, ve El- Aasar, (2022)	1992-2015/ N-11 Ülkeleri	FMOLS-DOLS	Temiz enerji ve teknolojik inovasyonun ekolojik ayak izi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucunu elde etmişlerdir.
Radmehr vd., (2022)	1990-2018/ E-7	GMM	Yenilenebilir enerji tüketiminin ve beşerî sermayedeki iyileşmenin ekolojik ayak izini olumlu yönde etkilediğini gözlemlemişlerdir.
Bucak ve Saygılı, (2022)	1998-2017/ Türkiye ve G-7	OLS	Büyüme ekolojik ayak izini artırırken yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izini azalttığını gözlemlemişlerdir
Yağlıkara, (2022)	1986-2017/ ASEAN-5	AMG	Enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi pozitiftir.
Adebayo vd., (2022)	1990-2018/ MINT	CCEMG	Yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın, CO2 emisyon miktarını azaltarak çevresel bozulmayı önlediği sonucuna varılmıştır.
Yılmaz, (2022)	1990-2018/ Yükselen Piyasalar Örneği	CUP-FM, OLS, AMG	Yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izini azalttığı gözlenmiştir.

Khattak, Ahmad, ul Haq, Shaofu ve Hang. (2022)	1991-2018/ G-7	CS-ARDL	Teknolojik yeniliklerdeki pozitif şoklar karbondioksit emisyonlarını azalttığı sonucuna elde edilmiştir.
Appiah, Li, Naeem ve Karim, (2023)	1990-2020/ OECD	CS-ARDL	Yenilenebilir enerji, çevresel politika ve inovasyon çevresel kaliteyi iyileştirdiğini bulmuşlardır.
Usman, Alola ve Akadiri, (2023)	2000:Q1- 2017:Q4/ AB	GMM	Yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişimin sera gazı emisyonlarını azaltıcı yönde etkilediğini bulmuşlardır.
Özbek, (2023)	1980-2018/ ASEAN-5	AMG	Büyüme ve enerji tüketiminin ekolojik ayak izini artırdığı gözlenmiştir.
Ahmad, Ahmed, Khan ve Alvarado, (2023)	1990-2018/ E-7	CUP-FM/CUP- BC	Doğal kaynak kiralalarının Co2 emisyonlarını artırdığını, yeşil enerji kullanımının ise Co2 emisyonlarını azalttığını tespit etmişlerdir.

Tabloda yer alan çalışmalar panel veri analizi kullanarak çevresel kalite üzerine odaklanmıştır. Bu ampirik çalışmalar genellikle büyüme, enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi gibi faktörlerin çevresel kalite üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ancak, son dönemde, bu araştırmaların odak noktası, farklı değişkenlerin potansiyel etkilerini gözlemlemek amacıyla genişlemiştir. Bu bağlamda, teknolojik yenilik, çevresel araştırmalarda en sık incelenen faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, temiz enerji, enerji verimliliği, çevresel vergiler ve çevresel politikalar gibi unsurların etkileri de araştırılmaktadır. Son dönemde, yeşil ekonomiye olan ilgi artmıştır ve bu nedenle çevresel kalite araştırmalarında belirgin bir artış yaşanmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada, yeşil ekonomi prensipleri göz önüne alındığından, kullanılan değişkenler de bu doğrultuda seçilmiştir. İncelenen literatür özetinde, çevresel incelemelerini bu belirli değişkenler üzerinden yapan çalışmaların vurgulanmasına özen gösterilmiştir. Bu bağlamda, değerlendirilen çalışmalarda genellikle yenilenebilir enerji, teknolojik inovasyon, çevresel teknoloji ve çevresel politikanın çevresel kalite üzerinde olumlu bir etki yaptığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar, yeşil ekonominin olumlu etkilerini destekleyen niteliktedir ve bu değişkenlere odaklanmanın ve politika yapıcıların bu yönde adımlar atmalarının önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürdeki çalışmaların sürdürülebilir kalkınma doğrultusundaki uygulamaları göz ardı ettiği, geleneksel üretim yönteminde bulunan faktörlere odaklandığı gözlenmiştir. Bu değişkenler yapısı gereği kirlilik artırıcı değişkenler olduğundan elde edilen bulgular beklenen yönde çıkmıştır. Bu bağlamda çalışmaların sonuçları birbirleri ile paralellik göstermektedir. Literatürdeki çalışmaların kullanmış oldukları ikinci nesil panel veri tahmin yöntemleri mevcut literatürün güçlü yanını oluştururken ele alınan

değişkenlerin aynı çerçevede kalması zayıf tarafını oluşturmaktadır. Bu açıdan bakıldığında çevresel kirliliği araştıran çalışmaların farklı bir açıdan ele alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırma, çevresel sürdürülebilirlik hedefini yeşil ekonomi perspektifinden ele almaktadır. Bu yönü ile mevcut literatürden farklılık göstermektedir. Bu farklılık ise çevresel sürdürülebilirlik araştırmaları literatüründeki boşluğu doldurmaktadır. Yeşil ekonomi anlayışı çerçevesinde, çevre kalitesi üzerine odaklanılmış ve bu düşünceye uygun olarak modele dahil edilen değişkenler belirlenmiştir. Modele dahil edilen bazı değişkenler, literatürdeki çalışmalarda nispeten çok daha az kullanılan değişkenlerdir. Bu kapsamda, enerji verimliliği, çevresel politika katılımı indeksi gibi değişkenler modele eklenerek literatüre katkıda bulunması amaçlanmaktadır. Mevcut literatür daha çok ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık gibi değişkenler üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu çalışma ise çevre dostu uygulamalar olarak değerlendirilebilecek değişkenleri modele dahil etmektedir.

VERİ, MODEL TANIMLAMA, YÖNTEM VE AMPİRİK UYGULAMA

Veri, Model Tanımlama

Bu çalışma, "Kırılgan Beşli" olarak adlandırılan ülkeleri (Hindistan, Brezilya, Endonezya, Türkiye ve Güney Afrika) ele alarak, bu ülkelerin yeşil ekonomi perspektifinde çevresel kalitelerini incelemektedir. Araştırmanın temel amacı, elde edilen bulgular doğrultusunda çevresel kaliteyi etkileyen faktörleri anlamak ve bu ülkelerde çevresel sürdürülebilirlik açısından iyileştirmeler yapılması için politika önerileri geliştirmektir. İlgili ülkeler, Amerikan bankası Morgan Stanley'nin (2013) raporu doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Bu ülkeler, cari açık ve enflasyon oranlarındaki yükseklikleri ile birlikte dış yatırım ihtiyaçları sebebiyle literatürde ve sınıflandırmalarda yer bulmuştur (Eğilmez, 2016; Kuepper, 2017). Bu bağlamda, bu ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde çevresel kalitelerinin araştırılması ve buna yönelik politika geliştirilmesi ihtiyacı, bu çalışmanın önemini artırmaktadır. Bu kapsamda, çevresel kaliteyi değerlendirmek için ekolojik ayak izi göstergesi kullanılmıştır. Bu çalışma, çevresel kaliteyi yeşil ekonomi perspektifinde incelemektedir. Bu bağlamda, bağımsız değişkenler arasında çevresel kalite üzerinde olumlu etkileri muhtemel olanlar belirlenerek değerlendirilmiştir. Belirlenen ve modele dahil edilen değişkenler; ekonomik büyüme, çevresel teknoloji olarak adlandırılan yeşil teknoloji, yenilenebilir enerji arzı, enerji verimliliği ve çevresel politika katılımı indeksidir. Çevresel politika katılımı indeksi, çevre politikalarının çevreyi kirleten veya zarar veren faaliyetlere fiyatlandırma derecesini ölçen bir endeks olarak tanımlanmaktadır. Bu endeks, iklim ve hava kirliliği gibi 13 çevre politikası aracının sıklık derecesine dayanarak hesaplanmaktadır ve 0 (katı değil) ile 6 (en yüksek katılım derecesi) arasında değişmektedir (stats.oecd.org). Çalışmanın analiz dönemi, 1992-2019 olarak belirlenmiştir. Endonezya'nın çevresel

teknoloji değişkeninin kısıtından dolayı başlangıç yılı 1992 olarak belirlenmiştir. Tablo 2, bu değişkenlerin tanımlarını, ölçümlerini ve elde edilen kaynakları göstermektedir.

Tablo 2: Kullanılan değişkenlerin tanımlamaları ve kaynak veri tabanları

Değişkenler	Geniş Tanımlar ve Ölçüm	Veri Tabanı
Ekolojik Ayak İzi (lnEAI)	Bir bireyin, popülasyonun veya faaliyetin tüketmiş olduğu bütün kaynakları üretmesi ve üretmiş olduğu atığı emebilmesi için gerekli olan biyolojik açıdan verimli toprak ve su alanına ihtiyaç duyduğunun ölçüsüdür.	footprintnetwork.org (https://www.footprintnetwork.org/)
Çevresel Teknoloji (lnYT)	Çevre ile ilgili Patent Sayısı	OECD Stat (https://stats.oecd.org/)
Yeşil Enerji Üretimi (lnYEA)	Yenilenebilir Enerji Arzı (Toplam Enerji Arzının %)	OECD Stat (https://stats.oecd.org/)
Çevresel Politika Katılığ İndeksi (lnÇPK)	OECD Çevre Politikası Sıklık Endeksi (EPS), çevre politikasının katılığının ülkeye özgü ve uluslararası olarak karşılaştırılabilir bir ölçüsüdür.	OECD Stat (https://stats.oecd.org/) Ayrıca Bknz: Kruse vd., (2022), Botta, E. & T. Kozluk (2014).
Enerji Verimliliği (lnEV)	Enerji Verimliliği, (GDP per unit of TPES US Dolar, 2015)	OECD Stat (https://stats.oecd.org/)
Ekonomik Büyüme (lnEB)	Sabit 2015 \$USD	Global material flow database (resourcespanel.org/global-material-flows-database)

Bu çalışmada benimsenen model, Zhang vd. (2023) tarafından "The dynamic relationship among technological innovation, international trade, and energy production" başlıklı çalışmada sunulan modele dayanarak geliştirilmiştir. Zhang vd. (2023) çalışmasında, yeşil büyüme, yeşil inovasyon ve yeşil ticaretin yeşil ekonomi kapsamında karbonsuz bir ekonomi oluşturma potansiyelinin araştırılması üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmada da aynı bağlamda, yeşil ekonomi politikaları çerçevesinde enerji verimliliği, ekonomik büyüme, çevresel politika katılığ indeksi ve yeşil enerji üretiminin karbonsuz bir ekonomiye ulaşma sürecindeki etkileri incelenmiştir. Bu doğrultuda, çalışmada kullanılan fonksiyon ve model aşağıdaki gibidir;

$$EAI_{it} = f(CT_{it}, YEA_{it}, ÇPK_{it}, EV_{it}, EB_{it})$$

$$\ln EA_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln CT_{i,t} + \beta_2 \ln YEÜ_{i,t} + \beta_3 \ln ÇPK_{i,t} + \beta_4 \ln EV_{i,t} + \beta_5 \ln EB_{i,t} u_{i,t} \quad (1)$$

Modeldeki bağımsız değişkenler özellikle çevresel kaliteyi artırma potansiyeli taşıyan ve yeşil ekonomi perspektifinde değerlendirilebilecek faktörlerden seçilmiştir. Bu bağlamda, ekolojik ayak izini azaltma yönlü etkisi beklenen enerji verimliliği modelde yer almaktadır. Enerji verimliliği, üretim ve tüketim süreçlerini daha etkin hale getirerek, kaynak kullanımını azaltabilir ve atık üretimini düşürebilir. Bu da ekolojik ayak izini olumlu yönde etkileyebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları genellikle daha sürdürülebilir ve çevre dostu olduğundan, bu kaynakların artan kullanımının doğal kaynak tüketimini azaltmaya katkı sağlaması beklenir. Aynı şekilde, çevresel teknolojiler düşük karbon salınımına eğilimli olduğundan, bu teknolojilerin kullanımının ekolojik ayak izini azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Katı çevresel politikaların genellikle ekolojik ayak izini azaltma konusunda daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Ekonomik büyüme ise genellikle doğal kaynak talebini artırır. Daha fazla üretim ve tüketim, enerji, su, orman ürünleri gibi doğal kaynakların kullanımını artırabilir. Bu bağlamda, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğuna dair genel bir kanı bulunmaktadır.

Kullanılan değişkenlere doğal logaritmik dönüşümler uygulanmıştır. Logaritmik dönüşümler, belirli değişkenleri normal dağılıma daha yakın bir hale getirebilir. Normal dağılıma sahip veriler, istatistiksel analizlerin daha güvenilir sonuçlar üretmesine olanak tanır. Ayrıca, logaritmik dönüşümler, heteroskedastisite (varyansın değişkenliği) sorununu hafifletmeye yardımcı olabilir. Varyansın değişkenliği sorununun giderilmesi, regresyon modelinin varsayımlarını iyileştirir ve tahminlerin daha güvenilir olmasına katkı sağlar. Ayrıca, logaritmik değişkenlerle çalışmak, yüzdelik değişimleri doğrudan ölçme avantajı sunar. Bu özellik, özellikle büyüklükleri birbirinden önemli ölçüde farklı olan değişkenlerle çalışırken faydalıdır (Greene, 2012; Baltagi, 2005; Gujarati ve Porter, 2012).

Yöntem ve Ampirik Bulgular

Tablo 3: Değişkenlere ait özet istatistikler

	lnEAİ	LnEV	LnEB	lnYEA	lnYT	lnÇPI
Orta Değer	14.28593	3.966787	11.81274	1.322344	0.935870	-0.194634
Ortalama	14.26871	3.976149	11.81692	1.424093	0.959278	-0.124939
Max	14.99974	4.205269	12.43958	1.659250	1.329805	0.460731
Min	12.18520	3.707304	11.21422	0.693727	0.365488	-0.778151
Std. Sap.	0.439845	0.134405	0.315080	0.292905	0.174389	0.364766
Skewness	-1.714967	-0.167111	-0.017356	-0.624477	-0.590502	0.111587
Kurtosis	8.400859	2.110901	1.987706	2.068494	3.649025	1.865209
Jarque-Bera	238.7801	5.262839	5.984673	14.16094	10.59336	7.802418
Olasılık	0.000000	0.071976	0.050170	0.000841	0.005008	0.020217
Top.	2000.031	555.3502	1653.784	185.1282	131.0218	-27.24881
Tpl Std. Sap.	26.89146	2.510996	13.79928	11.92528	4.227213	18.49456
Gözlem	140	140	140	140	140	140

Tablodaki istatistiklere bakıldığında, gözlem sayısının 140 olduğu görülmektedir. Bu gözlem sayısının, panel veri analizi için yeterli düzeyde olduğu kabul edilmektedir. Ekolojik ayak izi değişkeninin maksimum değeri 14.99 iken, yenilenebilir enerji arzı değişkeninin minimum değeri -0.62 olarak gözlenmiştir. Değişkenlerin standart sapma açısından ortalamadan ciddi bir sapma göstermediği görülmektedir. Ancak, normal dağılım istatistiklerine göre değişkenlerin tamamının normal bir dağılıma sahip olmadığı gözlenmiştir. Bu durum, değişkenler arasındaki korelasyonu inceleyebilmek amacıyla Spearman Korelasyon testinin kullanılmasına yönlendirmiştir.

Korelasyon analizi, modelde bulunan değişkenlerin ekonometrik analize uygunluğunu test etmektedir. Bu test, değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorununun varlığını incelemektedir. Bu bağlamda, bu oranın 0.80 ve üzerinde gözlemlendiği durumda çoklu doğrusal bağlantı sorununun varlığı kabul edilmektedir (Gujarati ve Porter, 2012, s. 237). Tablo 4'te, Spearman Korelasyon sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4: Spearman korelasyon sonuçları

	lnEAI	LnEV	LnEB	lnYEA	lnYT	lnÇPI
lnEAI	1					
lnEV	-0.387	1				
lnEB	-0.145	0.321	1			
lnYEA	-0.189	0.071	0.573	1		
lnYT	0.031	-0.078	-0.023	-0.026	1	
lnÇPI	-0.033	0.177	0.314	-0.434	-0.059	1

Değişkenler arasındaki en yüksek korelasyonun, 0.57 değeri ile yenilenebilir enerji arzı (lnYEA) ve ekonomik büyüme (lnEB) arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu oran, değişkenler arasındaki ilişkinin ekonometrik analiz için uygun olma sınırını aşmadığını göstermektedir. Ayrıca, değişkenler arasındaki bu pozitif yönlü ilişkinin, beklenen bir durum olduğu ve teorik açıdan da makul kabul edildiği belirlenmiştir.

Son dönemde, panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığı, elde edilen bulguların tutarlılığını artırmak amacıyla özellikle önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığı, genellikle mekânsal sorunlardan kaynaklanan korelasyonlar, uzaklık ve yaygın olarak gözlemlenmeyen şoklar gibi bir dizi farklı etken nedeniyle ortaya çıkabilir (Anselin, 1988). Küreselleşmenin etkisinin artması, ekonomiler arası ticaretin yaygınlaşması ve finansal entegrasyonun gelişmesi gibi faktörler, ülkelerin birbirlerinin sosyo-ekonomik şoklarından etkilenme olasılığını artırmıştır. Bu nedenle, panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığının varlığını araştırmamak, ampirik uygulamalardan elde edilen sonuçların sapmalı ve tutarsız olma riskini artırabilir (Menyah, Nazlıoğlu ve Wolde-Rufael, 2014, s. 389).

Çalışmada Breusch ve Pagan (1980) LM test, Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) LM_{adj} testi ve Pesaran (2004) CD test olmak üzere üç farklı test kullanılmıştır. Breusch-Pagan tarafından geliştirilen LM testinin eşitliği şu şekildedir;

$$CSD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \sum_{ij} (M_{ij} \hat{p}_{ij}^2) \rightarrow N(0,1) \quad (2)$$

Eşitlikte P_{ij} hata terimlerinin “pair-wise” tipi korelasyon katsayılarına yönelik örneklem tahminini ve e_{it} ise bu hata terimlerini temsil etmektedir. N gözlem sayısını, T zamanı ve i yatay kesitleri göstermektedir. Tablo 5 değişkenlere ait CD sonuçlarını gösterirken Tablo 6 modelin CD test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5: Değişkenlere ait CD test sonuçları

Değişkenler	LM _{BP}		Pesaran LM		LM _{adj}		Pesaran CD	
	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.
lnEAİ	23.832	0.008	3.092	0.002	3.0003	0.002	-6.644	0.519
lnYEA	112.771	0.000	22.980	0.000	22.887	0.000	8.115	0.000
lnYT	11.713	0.304	0.383	0.701	0.290	0.771	1.040	0.298
lnEB	267.367	0.000	57.549	0.000	57.456	0.000	16.350	0.000
lnÇPI	155.534	0.000	32.542	0.000	32.449	0.000	11.872	0.000
lnEV	156.803	0.000	32.826	0.000	32.733	0.000	5.113	0.000

Tabloda yer alan istatistikler, ekolojik aya izi ve yeşil teknoloji değişkenlerinde yatay kesit bağımlılığının olmadığı sonucunun göstermektedir. Buna karşın diğer değişkenlerin tamamının yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6: CD test sonuçları

Test	İstatistik	P-değeri
LM	5.554	0.851
LM_{adj}	-3.11	0.001
CD_{LM}	0.437	0.661

Not: Çalışmadaki istatistiklerin tamamı Stata 15 paket programından elde edilmiştir.

Tabloda yer alan istatistiklerin tamamı T>N durumunda kullanılmaktadır. İstatistiklere bakıldığında sonuçların farklılık gösterdiği dikkat çekmektedir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda istatistiklerden herhangi birinde yatay kesit bağımlılığının olması durumunda yatay kesitin varlığının kabul edilmesi yerinde olacaktır. Yatay kesitin varlığının esas alan tahmincilerle olası tutarsızlıklar önlenilecektir. Bu bağlamda kurulan model için test edilen H₀ hipotezi 0.05 anlamlılık düzeyine göre reddedilerek yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiştir.

Tablo 7 kullanılacak olan modelin karar verilmesi için gerekli test sonuçlarını göstermektedir. F testi, modelin birim etkiye sahip olup olmadığını göstermektedir. Bu bağlamda istatistik sonuçları modelin birim etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Hausman testi ise modelde Sabit Etki Modeli ve Rassal Etkiler Modelinden hangisinin uygun olduğuna karar verilmesine yardımcı olmaktadır. Hausman testi birim etkiden dolayı hata terimi ile açıklayıcı değişkenler arasında bir ilişkinin olup olmadığını incelemektedir. Dolayısı ile tesadüfi (rassal) etkiler modelinin uygunluğunu test etmektedir. H₀: *Tesadüfi Etkili Model Uygundur*

şeklinde (Baltagi, 2005). Bu bağlamda Hausman test istatistiğine göre kullanılması gereken model Sabit Etkiler Modelidir.

Tablo 7: Model seçimi

Model	F-Testi		Hausman Testi		Belirlenen Model
	İstatistik	p-değeri	İstatistik	p-değeri	
<i>(Bağımlı Değişken lnEAI)</i>	4.85	0.001***	17.40	0.001***	Sabit Etkiler Modeli

Ekonometrik analizlerde otokorelasyonun varlığı, önemli bir problem teşkil etmektedir. Bu durumda, otokorelasyonun varlığında daha güvenilir sonuçlar elde eden özel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, otokorelasyonun varlığını test etmek amacıyla Wooldridge (2002) tarafından geliştirilen bir otokorelasyon testi kullanılmıştır. Bu test, bir lineer panel veri modelinin özgün hatalarında seri korelasyonun olup olmadığını belirlemek için tasarlanmıştır. Drukker (2003) ise bu testin, makul sayıda gözlem için daha güvenilir özelliklere sahip olduğuna dair kanıtlar sunmuştur. Seri korelasyonun varlığı, lineer panel veri modellerinin analizinde standart hataları çarpıtabilir ve elde edilen sonuçların güvenilirliğini azaltabilir. Bu bağlamda, panel veri analizlerinde hata terimindeki seri korelasyonun tespiti önemlidir (Drukker, 2003, s. 168). Bu test, seri korelasyonun birinci dereceden olduğunu varsayarak seriler arasındaki korelasyon olasılığına karşı koymayı amaçlar (Wooldridge, 2002). Dolayısıyla, testin boş hipotezi, "birinci dereceden seri korelasyon olmadığı" şeklinde kurulmuştur (Drukker, 2003, s. 170).

Değişen varyans (heteroskedastisite) sorunu otokorelasyon gibi katsayı tahmininde önemli bir sorunu temsil etmektedir. Heteroskedastisitenin var olduğu durumda, katsayılar sapmalı ve hatalı olabilmektedir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda OLS tahminleri yanlı olmayabilir. Dolayısıyla standart hatalarda tutarsızlıklara neden olabilmektedir (Yaqub, Mehmood, Hassan, Zohaib ve Bukhari, 2015, s. 1428). Bu çalışmada değişen varyansın varlığının tespit edilmesinde Wald istatistiği kullanılmıştır. Sabit etkiler modeli homoskedastisiteyi varsayarak katsayı tahmini yapar. Bu test $i=1, N_g$ için $\sigma^2(i)=\sigma$ hipotezini test eder. Bu hipotezde bulunan N_g kesit birimlerini temsil etmektedir. Hesap edilen test istatistiği homoskedastisite H_0 hipotezi altında K_i kare (N_g) olarak dağıtıldığı kabul edilmektedir (Greene, 2012, s. 568). Tablo 8 korelasyon ve değişen varyans test istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 8: Ardışık korelasyon ve heteroskedastisite testleri

Model	Seri Korelasyon için Wooldridge Testi	Grup Heteroskedastisite için Modifiye Wald Testi		
Bağımlı Değ. (lnEAI)	H_0 : Birinci Dereceden Seri Korelasyon Yok	H_0 : $\sigma_i^2 =$ Bütün i için σ^2		
	F(1,10)	0.845	$\chi^2(11)$	1337.49
	p-değ>F	0.410	p-değ<χ^2	0.000

Tabloda yer alan istatistikler çalışmada kullanılan modelde Wooldridge testinde p değeri 0.05'ten büyük olduğundan H_0 hipotezinin kabul edilmesine yönlendirmiştir. Bu sonuç ise modelde otokorelasyon sorununun olmadığını göstermektedir. Wald testine göre modellerde p olasılık değeri < 0.05 olduğundan boş hipotez reddedilmiştir. Dolayısı ile modelin değişen varyans sorunu içerdiği kabul edilmiştir.

Panel veri analizi ile yapılan çalışmalarda kullanılabilir çok sayıda olası tahminci mevcuttur. Panel veri analizlerinde ilk olarak yöntemin belirlenmesinde kullanılan tanısal testlerden biri yatay kesit bağımlılığının var olup olmadığıdır. Bu çalışmada model değişen varyansa sahiptir ve aynı zamanda LMadj testine göre yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır. Bu bağlamda bu sorunların varlığında etkin katsayı tahmininde bulunan tahminci olarak Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) tahmincisinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Parks (1967) FGLS tahmincisinin referansı olarak kabul edilmektedir (Moundigbaye, Rea ve Reed, 2018, s. 2). Parks'ın geliştirmiş olduğu bu yöntem, değişen varyans, eşzamanlı korelasyon ve birime özgü seri korelasyonun var olduğu modeller için önerdiği FGLS'dir (Beck & Katz, 1995, s. 637). FGLS tahmincisi için modelin değişen varyans probleminin var olduğu koşullarda kullanılabilmesi için analizler Taylor (1977) tarafından geliştirilmiştir. Değişen varyans sorununa ek olarak modelin otokorelasyon sorunu içerdiği durumlar Rao ve Gricliches (1969) tarafından tahmin edilmiştir. Söz konusu her iki çalışmada da yazarlar (Taylor (1977), Rao ve Gricliches (1969)) geniş bir parametre durumunda FGLS tahmincisinin en küçük karelerden daha tutarlı ve verimli sonuçlar verdiğini test etmişlerdir (Greene, 2012, s. 308). Tablo 9 FGLS tahmincisinin hangi hata yapısı altında hangi tahmincinin kullanılması gerektiği seçenekleri göstermektedir.

Tablo 9: FGLS panel veri tahmincisinin varsayımları

Tahminci	Varsayılan Hata Yapısı
FGLS-1A	Grupwise değişen varyans
FGLS-2	Grupwise değişen varyans+otokorelasyon
FGLS-3(Parks)	Grupwise değişen varyans+otokorelasyon+yatay kesit
FGLS 4 (PCSE)	Grupwise değişen varyans+otokorelasyon+yatay kesit
FGLS-1B	Weight= Grupwise değişen varyans Var-Cov=Robust değişen varyans+robust yatay kesit bağımlılığı
FGLS-1C	Weight= Grupwise değişen varyans Var-Cov=Robust değişen varyans+robust otokorelasyon
FGLS-1D	Weight= Grupwise değişen varyans Var-Cov=Robust değişen varyans

Kaynak: Moundigbaye vd., 2018.

Tablo FGLS tahmincisinin hata yapılarını ve o koşullarda tercih edilecek seçeneği göstermektedir. Tabloda yer alan koşullara ek olarak bazı seçenekler de mevcuttur. Bu seçeneklerden biri; zaman periyodu sayısının (T) yatay kesit sayısından (N) $T < N$ küçük olduğu koşullarda kullanılamamasıdır (Beck ve Katz, 1995, s. 637). Seçeneklerden bir diğeri; bu tahmincinin yalnızca zamanın (T), kesit sayısından (N) büyük ve eşit ($T \geq N$) olduğu zaman tahmin edilebilmesidir. Bütün bu koşullara ek olarak FGLS (Parks) tahmincisi $T/N \geq 1.50$ olduğunda daha tutarlı sonuçlar üretmektedir. Eğer T/N değeri $1 \leq T/N < 1.50$ aralığında kalırsa bu tahmincinin tutarlı bir tahminci olmadığı kabul edilmektedir (Reed ve Ye, 2011, ss. 985-986).

Bu çalışmada kullanılan modelde korelasyon sorunu bulunmamaktadır. Buna karşın modelin değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı sorununun mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca $T=28$, $N=5$ ($T/N=5.6$) olduğundan Tablo 8'de yer alan FGLS-1B tahmincisi kullanılmıştır. FGLS-1B tahmincisi Sabit Etkiler Modeli üzerinden tahminde bulunulmuştur. Tablo 10 Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) tahmincisinin sonuçlarını göstermektedir.

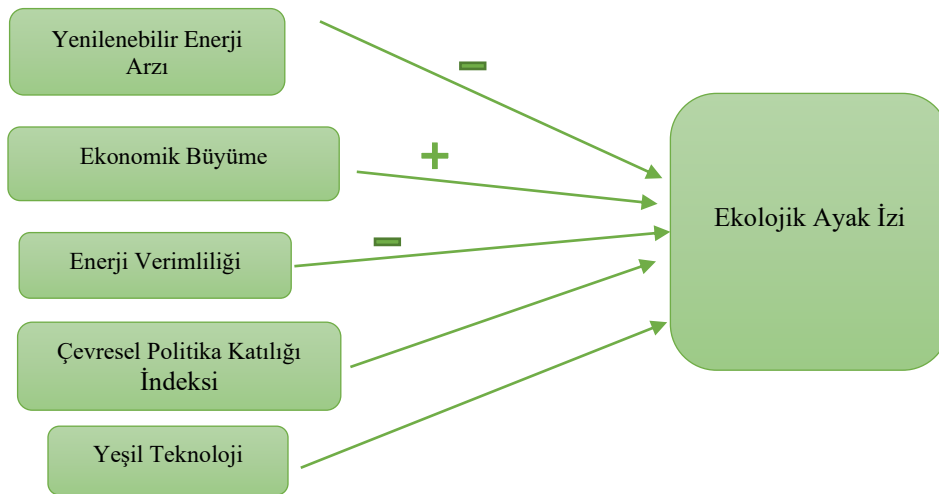
Tablo 10: Uygun genelleştirilmiş en küçük kareler test sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	p-değeri
lnYEA	-0.476	1.153	0.002***
lnYT	0.006	0.106	0.952
lnEB	0.435	0.184	0.018**
lnÇPI	-0.070	0.137	0.607
lnEV	-0.992	0.276	0.000***
Sabit	13.690	2.046	0.000***
<i>Modele Ait İstatistikler</i>		Wald chi2: 32.61	Wald Olasılık: 0.000

Not: ***, ** %1 ve %5 önem düzeyindeki anlamlılığı temsil etmektedir.

Tabloda yer alan test istatistiklerine göre; yeşil teknoloji (lnYT) ve çevresel politika indeksi (lnÇPI) değişkenlerinin bağımlı değişken olan ekolojik ayak izi ile arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanamamıştır. Yenilenebilir enerji arzında (lnYEA) meydana gelen %1 oranındaki artış ekolojik ayak izini %0.476 oranında azaltmaktadır. Elde edilen bu bulgu yenilenebilir enerji tüketimi veya yenilenebilir enerji arzının çevresel kaliteyi artırıcı Destek & Sinha, (2020), Balogh & Jám bor (2017) çalışmalarını destekler niteliktedir. Ekonomik büyüme (lnEB) değişkeninde oluşan %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.435 oranında artırmaktadır. Ulaşılan bu sonuç Bhat (2018), Çakmak ve Acar (2022), Bozkaya, Duran ve Awan (2023) çalışmalarından elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Enerji verimliliğinde (lnEV) meydana gelen %1 oranındaki bir artışın ekolojik ayak izini %0.992 oranında azalttığı gözlenmiştir.

Şekil 4: FGLS tahmincisinden elde edilen katsayı işaretleri



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeşil ekonomi, kaynakların etkin ve adil bir biçimde kullanılmasını hedefleyen, çevresel sürdürülebilirlik prensiplerine dayalı bir ekonomi modelidir. Bu model, doğal kaynakların korunması, çevresel etkilerin azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadele ve toplumsal refahın artırılması doğrultusunda faaliyet gösterilmesini amaçlamaktadır. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, atık yönetimi ve doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılması, yeşil ekonominin temelini oluşturan konulardır (UNEP, t.y.).

Bu çalışma, yeşil ekonomi çerçevesinde Hindistan, Brezilya, Endonezya, Türkiye ve Güney Afrika gibi Kırılgan Beşli ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma bağlamında çevresel kalitelerini araştırmaktadır. Bu amaçla Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) tahmincisinden yararlanılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular şu şekildedir: Yeşil teknoloji ve çevresel politika indeksi ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. Çevresel düzenlemelerin çevresel kalite üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmalar nispeten sınırlıdır ve bu sonucu destekleyen Nathaniel (2020) çalışmasıyla örtüşmektedir. Yenilenebilir enerji arzındaki %1'lik artışın, ekolojik ayak izini %0.4 oranında azalttığı belirlenmiştir. Yeşil enerji arzının ekolojik ayak izi üzerindeki bu azaltıcı etki Ganda (2019), Salahuddin vd. (2020), Ulucak ve Khan (2020), Saidi ve Omri (2020) çalışmalarının sonuçları ile paralellik göstermektedir ve genellikle yeşil enerjinin çevresel etkileri olumlu yönde etkilediğine dair bulgularla örtüşmektedir. Ekonomik büyümedeki her %1'lik artışın, ekolojik ayak izini %0.4 oranında artırdığı gözlemlenmiştir. Ekonomik büyümenin çevresel kalite üzerindeki artırıcı etkisi Ito (2017), Ahmed, Zafar ve Ali (2020), Ahmed, Ahmad, Rjoub, Kalugina ve Hussain (2022) çalışmalarının sonuçları ile paralellik göstermektedir. Enerji verimliliğindeki %1'lik artışın ise, ekolojik ayak izini %0.9 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, yeşil ekonomi değişkenlerinin karbonsuz bir ekonomiyi gerçekleştirmede karmaşık bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Ampirik bulgulara dayanarak, çevresel politika katılığı indeksi ve yeşil teknoloji değişkenlerinin ekolojik ayak izi üzerinde istatistiksel olarak anlamsız bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, mevcut çevresel politikaların ve yeşil teknolojilerin ekolojik ayak izini doğrudan etkilemediğini göstermektedir. Ayrıca bu değişkenlerin anlamsız çıkması analiz döneminden kaynaklanıyor olabilir. Söz konusu bu dönem, Kırılgan Beşli ülkelerinde yeşil teknoloji uygulamalarının henüz yaygınlaşmadığı bir zamanı içeriyor olabilir. Bu ülkelerde çevreye zarar veren geleneksel üretim yöntemleri hala etkin kullanılıyorken, yeşil teknolojinin sektörel dönüşüm sağlayacak düzeyde etkili olmaması, çevresel kalite üzerindeki etkisinin istatistiki olarak anlamlı çıkmamasına yol açmış olabilir. Çevresel politika katılığı indeksi, çevresel politikaların etkinliğini gösterse de, bu ülkelerde mevzuatın sıkı olsa bile uygulanmasında eksiklikler veya

ekonomik sebeplerle zayıf denetimler hakim olabilir. Çevresel düzenlemelerin yalnızca teorik olarak kaldığı ve bu doğrultuda uygulanmasında güçlüklerin ortaya çıktığı durumlarda, çevre politikalarının çevre kalitesi üzerindeki beklenen olumlu etkisi sınırlı olacaktır (Mioara, 2019). Kırılğan Beşli ülkelerinde ekonomik büyüme ve kalkınma öncelikli hedeflerdir ve bu hedefler çevresel politikaların uygulanabilirliğini kısıtlayabilir. Hızla gelişen endüstriyel sektörlerin çevre üzerindeki baskısı, bu ülkelerde çevresel kaliteyi olumsuz etkileyen temel faktörlerdendir. Çevresel düzenlemeler çoğu zaman ekonomik hedeflere engel olarak görülebilir ve bu durum çevre politikasının ekolojik ayak izi üzerinde istenilen etkiyi yaratamamasına neden olabilir (Gürbüz ve Güneş, 2020).

Bu bağlamda, çevresel politikaların ve yeşil teknolojilerin etkinliğini artırmak amacıyla daha etkili stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu stratejiler arasında, çevresel politika ve düzenlemelerin belirgin ve etkili bir şekilde uygulanması önemlidir. Hedeflerin net bir şekilde tanımlanması ve bu hedeflere ulaşmak için gerekli adımların belirlenmesi bu çerçevede gereklidir. Ayrıca, yeşil teknolojilerden etkin bir şekilde faydalanabilmek için araştırma, geliştirme ve inovasyona yönelik yatırımların artırılması gerekmektedir. Bu sayede çevre dostu teknolojilerin daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılması sağlanabilir. Yeşil teknolojik gelişim için ekonomik teşvikler, vergi avantajları ve hibe programları gibi araçların etkin bir şekilde kullanılması da önerilmektedir. Ayrıca, kamu-özel sektör işbirlikleri ve üniversite-sanayi işbirliklerinin teşvik edilmesi, bu alandaki gelişmeleri hızlandırabilir. Çevresel sorunlar genellikle sınırları aşan bir nitelik taşıdığından, uluslararası düzeyde işbirliği ve bilgi paylaşımını teşvik etmek, çevresel hedeflere daha etkili bir şekilde ulaşmada yardımcı olabilir. Çevre dostu altyapı yatırımları, özellikle düşük karbonlu ulaşım, enerji iletimi ve yeşil binalar gibi alanlara odaklanarak, yeşil teknolojilerin entegrasyonunu kolaylaştırabilir. Yeşil teknolojiye geçişin ekonomik olarak avantajlı olması, bu alana olan yatırımları işletmeler ve bireyler için çekici kılar. Bu nedenle, maliyet etkinliği odaklı stratejiler geliştirmek önemlidir. Ancak, her ülkenin veya bölgenin benzersiz koşullarının göz önüne alınması gerekir. Stratejiler, yerel ihtiyaçlara ve mevcut kaynaklara uygun bir şekilde adapte edilmelidir.

Ampirik uygulama sonucunda, yenilenebilir enerji tedariki ve enerji verimliliği önlemlerinin ekolojik ayak izini azalttığı tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında, çevresel sürdürülebilirlik odaklı ekonomik politika önerileri şu şekilde sıralanabilir: Öncelikle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvikler ve destek mekanizmaları artırılmalıdır. Bu desteklerin artırılması, temiz enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırarak güneş, rüzgar, hidroelektrik gibi kaynakların kullanımını teşvik edebilir. Kamu ve özel sektör işbirliği çerçevesinde enerji verimliliği programları geliştirilmelidir. Çevre dostu altyapı yatırımları (özellikle ulaşım, enerji iletimi ve su yönetimi gibi) çevresel kaliteyi artırabilir. Fosil yakıtlara uygulanan vergiler artırılırken, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sübvansiyonlar desteklenmelidir. Bu yaklaşım, enerji piyasasının

dönüşüm sürecini hızlandırabilir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesini desteklemek amacıyla Ar-Ge fonları artırılmalıdır. Bununla birlikte, toplu taşıma, bisiklet kullanımı ve elektrikli araçlara geçiş gibi sürdürülebilir ulaşım politikaları geliştirilmelidir. Bu politikaların etkili bir şekilde uygulanması, taşıma sektöründen kaynaklanan karbon ayak izini azaltabilir. Sunulan bu öneriler, ekonomik politikaların çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine daha etkili bir biçimde hizmet etmesine katkıda bulunabilir.

Ekonomik büyümenin, örneklem grubundaki ülkelerde ekolojik ayak izini artırdığı sonucu, ekonomik büyüme stratejilerinin çevre dostu ve sürdürülebilir ekonomik faaliyetlere odaklanma gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, yeşil sektörlere yönelik teşvikler ve desteklerin artırılması önerilebilir. Sanayi ve üretim sektörlerinde daha verimli ve çevre dostu üretim yöntemlerini teşvik etmek amacıyla düzenlemeler yapılabilir. Çevresel maliyetlere odaklanan politikaların geliştirilmesi de önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, üretim süreçlerinde doğal kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesi ve tüketiminin azaltılması için politika önlemleri alınabilir. Geri dönüşüm ve atık yönetimi konuları, ekonomik büyümeden kaynaklanan kirliliği azaltma potansiyeline sahiptir. Enerji verimliliği önlemlerinin artırılması, temiz enerji kaynaklarına yönelik yatırımların teşvik edilmesi ve fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin desteklenmesi de önerilen politika adımları arasındadır. Ayrıca, yeşil projelere yönelik finansman ve yatırımları artırmak için uygun finansal araçlar ve teşvik mekanizmalarının kurulması da önerilmektedir. Bu politika önerileri, ekonomik büyümeyi sürdürülebilirlik ilkesiyle uyumlu hale getirmek için atılacak adımları içermektedir.

Ampirik uygulamadan elde edilen bulgular Kırılgan Beşli ülkelerinin özelinde değerlendirildiğinde, Hindistan'da çevre sorunlarının başlıca kaynağı olarak hızlı kentleşme ve sanayileşme öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, Hindistan'da çevre kalitesi için büyük bir potansiyel hazırlayacaktır (Bhattacharya, 2021). Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklara geçişin hızlandırılması, Hindistan'ın karbon ayak izini azaltmaya yardımcı olabilir. Ayrıca Hindistan özelinde çevresel politika katılımının uygulanmadığı açıktır. Dolayısı ile bu değişkenin bu ülke için anlamsız çıkması kaçınılmazdır (Bhattacharya, (2021); Sharma, A., & Gupta, R. (2020)). Brezilya, Amazon Ormanları'nın varlığı nedeniyle biyolojik çeşitliliği koruma ve ormansızlaşmayı önleme politikalarına büyük önem vermelidir (Ferreira, 2019). Amazon ormanlarının korunması için Brezilya'nın ormansızlaşmayı engelleyici tedbirleri artırması gerektiği vurgulanmaktadır. Brezilya'da doğal ortamın korunması biyo-kapasiteyi artırırken ekolojik ayak izini azaltacaktır. Tarımda sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesi, Brezilya'nın doğal kaynaklarını koruma stratejileri arasında yer alabilir. Tarımsal üretim artışına rağmen, ekosistemlerin zarar görmesini engellemek için sürdürülebilir tarım politikaları önem taşır. Brezilya'nın üretim yapısının çevre dostu yaklaşımlara evrilmesi sürdürülebilirlik adına oldukça kıymetlidir (da Silva, 2020).

Endonezya’da ormansızlaşmanın başlıca nedenlerinden biri, palmiye yağı üretimidir. Ormancılık politikalarının ve biyolojik çeşitliliğin korunmasının önemi büyüktür (Setiawan, 2021). Ayrıca, kömürden yenilenebilir enerjiye geçiş teşvik edilmeli ve enerji arzında çeşitlilik sağlanmalıdır (Harahap et al., 2019). Endonezya'nın kömür bağımlılığını azaltarak güneş enerjisi gibi sürdürülebilir kaynaklara yönelmesi önerilmektedir. Yeşil teknoloji ile birlikte yeşil enerjiye geçiş ile çevre kalitesi artırılabilir (Harahap, R., & Purnomo, E. (2019)). Türkiye'nin enerji ithalatı bağımlılığı, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji yatırımlarını kritik hale getirmektedir (Yıldırım & Ozturk, 2021). Türkiye’de sanayi ve binalarda enerji verimliliği artırıcı düzenlemeler yapılmalı ve yenilenebilir enerjiye daha fazla teşvik sağlanmalıdır. Ayrıca, sanayinin düşük karbon teknolojilerine geçişini desteklemek için vergi teşvikleri ve finansman olanakları sunulabilir. Türkiye’de de çevresel politika katılımı uygulamaları etkin bir şekilde kullanılmadığından bu değişkenin etkisi gözlenen şekilde çıkmış olabilir (Kaya, C., & Akbaba, M. (2020)). Güney Afrika’da yüksek karbon salınımı ve kömür bağımlılığı en önemli sorunlardır (Brown & Malan, 2020). Güney Afrika'nın kömürden yenilenebilir enerjiye geçiş yapabilmesi için mali teşvikler sunulmalı ve çevre dostu enerji kaynaklarına yatırımlar artırılmalıdır. Sürdürülebilir kalkınma için yeşil ekonomiye geçiş politikaları teşvik edilmeli ve hızlandırılmalıdır (Brown, J., & Malan, R. (2020)). Ayrıca, su kaynaklarının korunması ve su tasarrufu önlemlerinin alınması, tarım ve madencilik sektörlerinde sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır (Smith, 2019). Örneklem ülkeler gelişmekte olan hala geleneksel üretim yöntemlerini kullanan ve literatürde kirlilik sığınağı olarak kabul edilen ülkeler olarak değerlendirilebilir. Dolayısı ile modelde kullanılan değişkenlerin bazıları anlamsız çıkmış bazıları ise çevre kalitesini bozucu etki oluşturur şeklinde gözlenmiştir. Bu bağlamda ülkeler kendi sosyo-ekonomik yapıları doğrultusunda sürdürülebilir kalkınma için hızlı bir şekilde çevre dostu politikalar ağırlık vermelidirler.

Bu çalışmanın bazı kısıtları mevcuttur. Öncelikle, analiz edilen dönemin karmaşık bir dönemi yansıtması, söz konusu dönemler arasında küresel düzeyde yaşanan sosyo-ekonomik sorunların, ampirik uygulamadan elde edilecek bulguları etkileyebilecek düzeyde olduğu değerlendirilebilir. Ayrıca, örneklem grubundaki ülkelerin ekonomik yapılarının kırılğan olması, sonuçları etkileyebileceğinden bir kısıt olarak değerlendirilebilir. Gelecek çalışmalarda, yeşil finans, beşerî sermaye endeksi, eğitilmiş nüfusun etkisi, yeşil uluslararası ticaret, endüstriyel emisyon gibi değişkenlerin etkisi göz önüne alınarak, yeşil ekonomi düşüncesinin yerine ilişkin daha detaylı bir inceleme yapılabilir.

YAZAR BEYANI / AUTHOR STATEMENT

Araştırmacı makaledeki tüm katkının kendine ait olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Researcher declared that all contributions to the article were his own. Researcher have not declared any conflict of interest.

KAYNAKÇA

- Adebayo, T. S., & Rjoub, H. (2021). Assessment of the role of trade and renewable energy consumption on consumption-based carbon emissions: evidence from the MINT economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 58271-58283.
- Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Rjoub, H., Agyekum, E. B., & Kirikkaleli, D. (2022). The influence of renewable energy usage on consumption-based carbon emissions in MINT economies. *Heliyon*, 8(2).
- Ahmad, M., Ahmed, Z., Khan, S. A., & Alvarado, R. (2023). Towards environmental sustainability in E-7 countries: Assessing the roles of natural resources, economic growth, country risk, and energy transition. *Resources Policy*, 82.
- Ahmed, Z., Ahmad, M., Rjoub, H., Kalugina, O. A., & Hussain, N. (2022). Economic growth, renewable energy consumption, and ecological footprint: Exploring the role of environmental regulations and democracy in sustainable development. *Sustainable Development*, 30(4), 595-605.
- Ahmed, Z., Zafar, M. W., & Ali, S. (2020). Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: An empirical analysis. *Sustainable Cities and Society*, 55.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: method and models* (1. baskı). Kluwer Academic Publishers: Oxford.
- Apaydin, Ş., Ursavaş, U., & Koç, Ü. (2021). The impact of globalization on the ecological footprint: do convergence clubs matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(38), 53379-53393.
- Appiah, M., Li, M., Naeem, M. A., & Karim, S. (2023). Greening the globe: Uncovering the impact of environmental policy, renewable energy, and innovation on ecological footprint. *Technological Forecasting and Social Change*, 192.
- Bai, D., Jain, V., Tripathi, M., Ali, S. A., Shabbir, M. S., Mohamed, M. A., & Ramos-Meza, C. S. (2022). Performance of biogas plant analysis and policy implications: Evidence from the commercial sources. *Energy Policy*, 169, 113173.
- Balogh J. M., & Jámbor, A. (2017). Determinants of CO. *International Journal of Energy Econ Policy*, 7(5), 217-226
- Baltagi, B.H. (2005) *Econometric analysis of panel data* (3. baskı). John Wiley & Sons GmbH: West Sussex.
- Barbier, E. B. (1987). The concept of sustainable economic development. *Environmental Conservation*, 14(2), 101-110.
- Beck, N., & Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. *The American Political Science Review*, 89(3), 634-647. doi: 10.2307/2082979.

- Bhat, J. A. (2018). Renewable and non-renewable energy consumption – Impact on economic growth and CO2 emissions in five emerging market economies. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(35), 35515–35530.
- Bhattacharya, S. (2021). Renewable energy in India's sustainability transition. *Journal of Environmental Policy*.
- Botta, E. & T. Kozluk (2014). *Measuring environmental policy stringency in OECD countries: a composite index approach*. (OECD Economics Department Working Papers, No. 1177). OECD Publishing: Paris.
- Bowen, A., & Fankhauser, S. (2011). The green growth narrative: Paradigm shift or just spin? *Global Environmental Change*, 21(4), 1157-1159.
- Bozkaya, Ş. Duran, M. S., & Awan, A. (2023). Technological innovations in environmental sustainability: A quantitative exploration of their impact on carbon dioxide emissions. *Naturel Resources Forum*, 48(4), 1169–1185. doi: 10.1111/1477-8947.12354.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Brown, J., & Malan, R. (2020). The path to renewable energy in South Africa. *South African Journal of Environmental Policy*, 193, 1032-1040.
- Bucak, Ç., & Saygılı, F. (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.
- Cheng, C., Ren, X., Wang, Z., & Yan, C. (2019). Heterogeneous impacts of renewable energy and environmental patents on CO2 emission-Evidence from the BRIICS. *Science of The Total Environment*, 668, 1328-1338.
- Çakmak, E. E., & Acar, S. (2022). The nexus between economic growth, renewable energy and ecological footprint: An empirical evidence from most oil-producing countries. *Journal of Cleaner Production*, 352.
- da Silva, J. (2020). Sustainable agriculture in Brazil: Balancing growth with environmental protection. *Agricultural Economics Review*.
- Danish, Ulucak, R., Khan, S. U. D., Baloch, M. A., & Li, N. (2020). Mitigation pathways toward sustainable development: Is there any trade-off between environmental regulation and carbon emissions reduction?. *Sustainable Development*, 28(4), 813-822.
- Destek, M. A., & Sinha, A. (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. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118537.
- Ding, Q., Khattak, S. I., & Ahmad, M. (2021). Towards sustainable production and consumption: assessing the impact of energy productivity and eco-innovation on consumptionbased carbon dioxide emissions (CCO2) in G-7 nations. *Sustainable Production and Consumption*, 27(2021) 254–268.

- Dong, K., Sun, R., & Hochman, G. (2017). Do natural gas and renewable energy consumption lead to less CO2 emission? Empirical evidence from a panel of BRICS countries. *Energy* 141, 1466– 1478. doi: 10.1016/j.energy.2017.11.092
- Drukker, D. M. (2003). Testing for serial correlation in linear panel-data models. *The Stata Journal* 3(2), 1-10.
- Eğilmez, M. (2016). *Kırılğan beşli*. www.mahfieğilmez.com adresinden erişildi.
- Farhani, S., & Shahbaz, M. (2014). What role of renewable and non-renewable electricity consumption and output is needed to initially mitigate CO2 emissions in MENA region?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 80-90.
- Ferreira, L. G. (2019). Deforestation and Conservation in the Brazilian Amazon. *Environmental Sustainability Journal*.
- Ganda, F. (2019). The impact of innovation and technology investments on carbon emissions in selected organisation for economic co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 217, 469–483.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric analysis* (7. baskı). Boston: Prentice Hall.
- Gujarati D. N. & Porter, D. C. (2012). *Temel ekonometri* (Çev: Ü. Şenesen ve G. Günlük Şenesen) (4. baskı). İstanbul: Ezgi Matbaacılık
- Gülmez, A., Özdilek, E., & Karakaş, D. N. (2021). Ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enerji tüketiminin ekolojik ayak izine etkileri: G7 ülkeleri için panel eşbütünleşme analizi. *Econder International Academic Journal*, 5(2), 329-342.
- Gürbüz, E., & Güneş, M. (2020). Çevresel kalite ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 29(2), 45-58.
- Harahap, R., & Purnomo, E. (2019). Transition to renewable energy in Indonesia. *Energy and Environmental Perspectives*.
- Harris, R.D.F. & E. Tzavalis (1999). Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed, *Journal of Econometrics*, 91, 201-226.
- Ibrahim, R. L., & Ajide, K. B. (2021). Nonrenewable and renewable energy consumption, trade openness, and environmental quality in G-7 countries: the conditional role of technological progress. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 45212-45229.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1–6.
- Kaya, C., & Akbaba, M. (2020). Low-Carbon Industry Transition in Turkey. *Sustainable Economic Development Journal*.

- Khattak, S. I., Ahmad, M., ul Haq, Z., Shaofu, G., & Hang, J. (2022). On the goals of sustainable production and the conditions of environmental sustainability: Does cyclical innovation in green and sustainable technologies determine carbon dioxide emissions in G-7 economies. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 406-420.
- Kılınç, E. C. (2021). Ekolojik ayak izi-enerji ar-ge harcamaları ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 527-541.
- Kriebel, D., Tickner, J., Epstein, P., Lemons, J., Levins, R., Loechler, E. L., Margaret, Q., Rudel, R., Schettler, T. & Stoto, M. (2001). The precautionary principle in environmental science. *Environmental Health Perspectives*, 109(9), 871-876.
- Kruse, T., Dechezleprêtre, A., Saffar, R., & L. Robert. (2022). *Measuring environmental policy stringency in OECD countries – An update of the OECD composite EPS indicator* (OECD Economics Department Working Papers, No. 1703). OECD Publishing: Paris.
- Kuepper, J. (2022). *What are the Fragile Five?* <https://www.thebalancemoney.com/what-are-the-fragile-five-1978880> adresinden erişildi.
- Mahalik, M. K., Mallick, H., & Padhan, H. (2021). Do educational levels influence the environmental quality? The role of renewable and non-renewable energy demand in selected BRICS countries with a new policy perspective. *Renewable Energy*, 164, 419-432.
- Menyah, K., Nazlıoğlu, Ş. & Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in African countries: New Insights from a panel causality approach, *Economic Modelling*, 37, 386-394.
- Mioara, C. (2019). Environmental regulation stringency, compliance and competitiveness in OECD countries. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 8(4), 339-353.
- Moundigbaye, M., Rea, W. S., & Reed, W. R. (2018). Which panel data estimator should I use? A corrigendum and extension. *Economics*, 12(1).
- Nassani, A. A., Aldakhil, A. M., Abro, M. M. Q., & Zaman, K. (2017). Environmental Kuznets curve among BRICS countries: spot lightning finance, transport, energy and growth factors. *Journal of Cleaner Production*, 154, 474-487.
- Nathaniel, S. (2020). Ecological footprint, energy use, trade, and urbanization linkage in Indonesia. *GeoJournal*, 86, 1–14. doi: 10.1007/s10708-020-10175-7.
- Nathaniel, S., Anyanwu, O., & Shah, M. (2020). Renewable energy, urbanization, and ecological footprint in the Middle East and North Africa region. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 14601-14613.
- Özbek, S. (2023). Ekonomik büyüme, küreselleşme ve ekolojik ayak izi ilişkisi: ASEAN-5 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 123-138.
- Özçağ, M. (2019). Kırılgan beşli ülkelerinde Co2 emisyonu ve GSYİH ilişkileri: Panel bootstrap nedensellik analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 17(3), 374-388.

- Parks, R. (1967). Efficient estimation of a system of regression equations when disturbances are both serially and contemporaneously correlated. *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 500–509.
- Pesaran, Ullah & Yamagata (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *Econometrics Journal*, 11, 105–127.
- Pociovălișteanu, D. M., Novo-Corti, I., Aceleanu, M. I., Șerban, A. C., & Grecu, E. (2015). Employment policies for a green economy at the european union level, *Sustainability* 7, 9231-9250. doi:10.3390/su7079231
- Radmehr, R., Shayanmehr, S., Ali, E. B., Ofori, E. K., Jasińska, E., & Jasiński, M. (2022). Exploring the nexus of renewable energy, ecological footprint, and economic growth through globalization and human capital in g7 economics. *Sustainability*, 14(19).
- Rao, P & Griliches, Z. (1969). Small-sample properties of several two-stage regression methods in the context of auto-correlated errors. *Journal of the American Statistical Association*, 64(325), 253-272.
- Reed, W. R., & Ye, H. (2011). Which panel data estimator should I use? *Applied Economics*, 43(8), 985-1000, doi: 10.1080/00036840802600087.
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental Research*, 186.
- Salahuddin, M., Habib, M. A., Al-Mulali, U., Ozturk, I., Marshall, M., & Ali, M. I. (2020). Renewable energy and environmental quality: A second-generation panel evidence from the Sub Saharan Africa (SSA) countries. *Environmental Research*, 191.
- Saqib, N. (2022). Green energy, non-renewable energy, financial development and economic growth with carbon footprint: heterogeneous panel evidence from cross-country. *Economic Research-Ekonomika Istraživanja*, 35(1), 6945-6964.
- Setiawan, D. (2021). Forest degradation and palm oil production in Indonesia. *Environmental and Development Studies*.
- Sharma, A., & Gupta, R. (2020). Energy efficiency policies in India's industrial sector. *International Energy Studies*.
- Sherif, M., Ibrahiem, D. M., & El-Aasar, K. M. (2022). Investigating the potential role of innovation and clean energy in mitigating the ecological footprint in N11 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 32813-32831.
- Smith, P. (2019). Water resource management in South Africa's mining industry. *Journal of Water Resources and Sustainability*.
- Sökmen, F. Ş. (2021). Kırılgan beşli ülkelerinde kirlilik sığınağı hipotezinin test edilmesi. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 16(1).
- Spangenberg, J. H., (2002). *Labour, growth and sustainable development from ideology disputes towards operational criteria*. Sustainable Europe Research Institute.

- Spangenberg, J.H., & Kuhndt, M. (1996). Ökobilanz für geschirrsysteme im cateringbereich. Wuppertal: Wuppertal Institute.
- Su, C. W., Xie, Y., Shahab, S., Faisal, C., Nadeem, M., Hafeez, M. & Qamri,, G. M. (2021). Towards achieving sustainable development: Role of technology innovation, technology adoption and CO2 emission for BRICS. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1):277. doi: 10.3390/ijerph18010277
- Taylor, W. E. (1977). Small sample properties of a class of two stage aitken estimators. *Econometrica*, 45(2), 497-508.
- Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54.
- Umar, M., Ji, X., Kirikkaleli, D., & Xu, Q. (2020). COP21 Roadmap: Do innovation, financial development, and transportation infrastructure matter for environmental sustainability in China? *Journal of Environmental Management*, 271.
- UNEP (2011). Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. UNEP: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.
- UNEP (2011). *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*. UNEP: St-Martin-Bellevue.
- UNEP (t.y.). *Green economy*. <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy> adresinden erişildi.
- Usman, O., Alola, A. A., & Akadiri, S., S. (2023). Effects of domestic material consumption, renewable energy, and financial development on environmental sustainability in the EU-28: Evidence from a GMM panel-VAR. *Renewable Energy*, 184, 239-251.
- Wackernagel, M., & Beyers, B. (Ed.). (2019). *Ecological footprint: Managing our biocapacity budget*. Gabriola Island: New Society Publishers.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data* (1. baskı) Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Yağlikara, A. (2022). Ekonomik, politik ve sosyal küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri: ASEAN-5 ülkeleri örneği. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 656-676.
- Yalçın, A.Z. (2016). Sürdürülebilir kalkınma için yeşil ekonomi düşüncesi ve mali politikalar. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 749-775.
- Yang, B., Jahanger, A., & Ali, M. (2021). Remittance inflows affect the ecological footprint in BICS countries: do technological innovation and financial development matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 23482-23500.
- Yaqub, M. S., Mehmood, B., Hassan, N., Zohaib, M., & Bukhari, M. H. S. (2015). Is EVA a better performance measure than accounting measures? Evidence from Pakistani listed companies, *Science International (Lahore)*, 27(2),1425-1432.



- Yılmaz, A. (2022). Ticari açıklığın ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel etkilerinin ekolojik ayak izi üzerinden değerlendirilmesi; yükselen piyasa ekonomileri örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 18(2), 32-57.
- Yildirim, S., & Ozturk, M. (2021). Energy efficiency policies in Turkey. *Journal of Renewable Energy Economics*.
- Zhang, M., Jain, V., Qian, X., Ramos-Meza, C. S., Ali, S. A., Sharma, P., ... & Shabbir, M. S. (2023). The dynamic relationship among technological innovation, international trade, and energy production. *Frontiers in Environmental Science*, 10.