



Abant Sosyal Bilimler Dergisi

Journal of Abant Social Sciences

2024, 24(1): 136-151, doi: 10.11616/asbi.1391917



BRICS-T Ülkelerinde Çevresel Sürdürülebilirlik: Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkileri

Environmental Sustainability in BRICS-T Countries: The Relationship Between Carbon Emissions, Renewable Energy and Economic Growth

Ayşegül HAN¹ 

Geliş Tarihi (Received): 16.11.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 22.12.2023

Yayın Tarihi (Published): 25.03.2024

Öz: Bu makale, BRICS-T ülkelerindeki karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri incelemektedir. Araştırmanın temel amacı, bu faktörler arasındaki etkileşimleri anlamak ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli olan dinamikleri açığa çıkarmaktır. Çalışmanın bulgularına göre, karbon emisyonuyla ekonomik büyüme arasında doğrudan bir nedensellik bulunmamaktadır. Karbon emisyonlarından yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Ayrıca, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik, BRICS-T ülkelerinde ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik ettiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, BRICS-T ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için özellikle yenilenebilir enerji politikalarına odaklanmaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme.

&

Abstract: This paper examines the relationships between carbon emissions, renewable energy, and economic growth in BRICS-T countries. The main objective of the study is to understand the interactions between these factors and reveal the dynamics that are important for environmental sustainability. According to the findings of the study, there is no direct causality between carbon emissions and economic growth. Unidirectional causality is found from carbon emissions to renewable energy. Moreover, the unidirectional causality from economic growth to renewable energy suggests that economic growth stimulates renewable energy investments in BRICS-T countries. In conclusion, the findings of this study emphasize that BRICS-T countries should focus particularly on renewable energy policies to achieve their environmental sustainability goals.

Keywords: Carbon Emissions, Renewable Energy, Economic Growth.

Atıf/Cite as: Han, A. (2024). BRICS-T Ülkelerinde Çevresel Sürdürülebilirlik: Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkileri. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 136-151. doi: 10.11616/asbi.1391917

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/asbi/policy>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2000 – Bolu

¹ Dr., Ayşegül Han, İnönü Üniversitesi, aysegullhann@gmail.com. (Sorumlu Yazar)

1. Giriş

Çevre ve ekonomik kalkınma arasındaki etkileşim, Meadows vd. (1972) tarafından hazırlanan “Büyümenin Sınırları” başlıklı raporundan bu yana bilim insanları için önemli bir araştırma alanı olmuştur. Bu rapor, insanların ihtiyaçlarının doğal çevrenin aşırı tüketilmesi yoluyla karşılanması nedeniyle dünyadaki demografik baskının çok yüksek bir seviyeye ulaştığını ifade etmektedir. Raporun ana sonuçları şu şekildedir: (1) Dünya nüfusundaki artış eğilimleri, sanayileşme, kirlilik ve kaynakların tükenmesi değişmeden devam ederse, 2072 yılına kadar Dünya üzerindeki büyümenin sınırları belirgin hale gelecektir. (2) Ekolojik ve ekonomik istikrarı sağlamak için büyüme eğilimlerini değiştirmek mümkündür. (3) Bu sonuçlara ulaşmak için dünyadaki insanların bir an önce harekete geçmesi gerekmektedir. Daha sonra 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan “Ortak Geleceğimiz” başlıklı raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı için temel bir tanım yapılmıştır. Buna göre sürdürülebilir kalkınma, “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak” anlamına gelmektedir (United Nations, 2014). Ayrıca bu rapor, hava ve su gibi serbest malların da kaynak olduğunu ve kıt olabileceğini, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için ekonomik faaliyetlerin hava, su ve diğer doğal unsurların kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Her iki rapora göre de sürdürülebilir kalkınma, ekonomik ve sosyal kalkınmanın yanı sıra ekolojik istikrarla da doğrudan ilişkilidir (Güney ve Kantar, 2020). Bu dikkat çekici raporlara ek olarak, çevre sorunlarını azaltmak için son yıllarda düzenlenen bazı toplantılar arasında 1992 Rio de Janeiro Yeryüzü Zirvesi, 1997-2005 Kyoto Protokolü ve 2015 Paris Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı bulunmaktadır. Ancak, bu çabalara rağmen dünyadaki çevresel sorunlar son on yıllarda önemli ölçüde artmıştır.

Günümüzde, iklim değişikliği, küresel ölçekte endişe verici bir tehdit oluşturarak, bu süreçteki önemli etmenlerden biri olan BRICS-T ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye), dünya nüfusunun büyük bir kısmını temsil etmekte (Zhu vd., 2023) ve ekonomik büyüme, enerji politikaları ve çevresel sürdürülebilirlik konularında stratejik kararlar almaktadır (Bakhsh vd., 2023; Samour vd., 2023). Bu kararlar, sadece ulusal çıkarları değil, aynı zamanda küresel iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da büyük bir etki yaratmaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik günümüzde hem araştırmacılar hem de politika yapımcılar için kritik bir öneme sahiptir, çünkü ekonomik büyüme ve enerji politikalarının uyum içinde olduğu bir dengeyi sağlama çabası olarak değerlendirilmektedir (Fan ve Hao, 2020). Bu denge, özellikle büyük ekonomilere sahip BRICS-T ülkeleri için hayati bir öneme sahiptir. Bu ülkeler, ekonomik büyümeyi sürdürürken doğal kaynakları koruma, enerji verimliliğini artırma ve karbon salınımlarını azaltma hedefleri arasında bir denge kurma zorunluluğuyla karşı karşıyadır (Ahmed vd., 2022).

Doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, ekonomik büyümenin temel taşlarından biridir (Wellmer ve Becker-Platen, 2002). Bu kaynaklar, tarım, enerji üretimi, endüstriyel süreçler ve diğer birçok sektör için gereklidir. BRICS-T ülkeleri, doğal kaynakları etkili bir şekilde kullanarak ekonomilerini desteklemeyi ve ekolojik dengeyi korumayı amaçlamaktadır (Adebayo vd., 2022). Aynı zamanda, enerji politikalarının çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu olması gerekmektedir. Bu ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltarak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelerek enerji verimliliğini artırma hedeflerine odaklanmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları, hem ekonomik büyümeyi teşvik etme potansiyeline sahiptir hem de karbon salınımlarını önemli ölçüde azaltabilir. Bu dengeleme süreci, politika yapımcılar için büyük bir sorumluluk taşımaktadır (Fan ve Hao, 2020). Sürdürülebilir enerji politikaları geliştirmek, ekonomik büyümeyi destekleyip çevresel etkileri minimize etmek için kritik öneme sahiptir (Omer, 2008; Zaman ve Abd-el Moemen, 2017). Bu politikaların oluşturulması ve etkili bir şekilde uygulanması, gelecek nesiller için yaşanabilir bir çevre bırakma taahhüdünün bir ifadesidir. Sonuç olarak, BRICS-T ülkeleri için çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme ve enerji politikalarının entegre bir şekilde ele alınması hem ekonomilerini güçlendirmek hem de doğal kaynakları ve çevreyi korumak için kritik bir rol oynamaktadır (Awosusi vd., 2022; Samour vd., 2023). Bu denge, sadece bu ülkelerin geleceği

için değil, küresel çapta çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma çabaları için de temel bir taahhüt olarak kabul edilmelidir.

Dünyanın karşı karşıya olduğu bu büyük çevresel bozulma, ekonomi literatüründe önemli bir araştırma alanı yaratmıştır. Bu alandaki teorik ve analitik yaklaşımlar, özellikle karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki kompleks ilişkileri anlamak amacıyla çeşitli modeller ve yöntemler sunmaktadır. Bu bağlamda, çevresel sorunlara yol açan faktörlerin belirlenmesi ve bu sorunlarla mücadele edilmesi, çevre ekonomisi araştırmalarının temelini oluşturmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda, CO2 emisyonları ve diğer sera gazı emisyonları genellikle çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak kullanılmıştır (Ulucak ve Bilgili, 2018; Danish vd., 2019; Danish ve Khan, 2020; Zmami ve Ben-Salha, 2020). Literatürdeki teorik ve analitik yaklaşımlar, karbon emisyonu, yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme ilişkisini anlamak amacıyla çeşitli modeller ve yöntemler sunmaktadır. Bazı araştırmalar, ekonomik büyüme-karbon emisyonu ilişkisini (Lean ve Smyth, 2010; Saatçi ve Dumrul, 2011; Farhani ve Rejeb, 2012; Vidyarathi, 2013; Raza ve Shah, 2018; Akbulut Bekar, 2018; Adebayo vd., 2020; Sikder vd., 2022), bazı araştırmalar yenilenebilir enerji-karbon emisyonu ilişkisini (Shafiei ve Salim, 2014; Paramati vd., 2016; Zoundi, 2017; Dong vd., 2018; Chen ve Lei, 2018; Yu vd., 2020; Cheng vd., 2020; Liu vd., 2020; Akram vd., 2020; Anser vd., 2021), bazı çalışmalar ise yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme ilişkisini (Sadorsky, 2009; Salim ve Rafiq, 2012; Çınar ve Yilmazer, 2015; Özşahin vd., 2016; Bakırtaş ve Çetin, 2016; Fotourehchi, 2017; Alper, 2018; Durğun ve Durğun, 2018; Belaïd ve Zrelli, 2019; Rahman ve Velayutham, 2020; Razmi vd., 2020; Fan ve Hao, 2020; Chen vd., 2020; Belaïd vd., 2021; Han, 2022; Naimoğlu, 2022) incelemektedir.

Yapılan bu çalışma, BRICS-T ülkelerinin karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerinin anlaşılması ve sürdürülebilir kalkınma açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, bu ülkelerin stratejik kararlarının hem ulusal hem de küresel düzeyde çevresel sürdürülebilirlik açısından nasıl bir etki oluşturduğunu inceleyerek, bu karmaşık dinamikleri anlamayı amaçlamaktadır. BRICS-T ülkelerinin bu alanlardaki politikalarının analizi, küresel çapta çevresel sürdürülebilirlik çabalarına katkı sağlamak adına önemli bir adım olacaktır.

Çalışmanın akışı, öncelikle ele alınan konunun genel bir çerçevesini çizerek başlamakta, ardından literatür taramasıyla devam etmektedir. Daha sonra, kullanılan yöntem ve analizler detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Bulgular bölümü, BRICS-T ülkelerinde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji ve CO2 emisyonları ilişkilerini ortaya koyarak, bu ilişkilerin doğasını anlama noktasında genel bir çerçeve sunmaktadır. Sonuçlar, çalışmanın katkıları ve sınırlamalarıyla birlikte sunularak, gelecekteki araştırmalara yönelik önerilerle tamamlanmaktadır.

2. Literatür

Literatür taraması, üç temel kategori üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk grup çalışmalar, 2010-2022 yılları arasındaki CO2 emisyonu ile ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. İkinci grup araştırmalarda, 2014-2021 yılları arasındaki yenilenebilir enerji tüketimi ile CO2 emisyonu ilişkisi üzerine odaklanılmıştır. Üçüncü kategori ise literatürde, 2009-2022 yılları arasındaki yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini anlamaya yönelik yapılan çalışmalardan oluşmaktadır.

CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen araştırmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Lean ve Smyth (2010), beş ASEAN² ülkesinde karbon emisyonundan ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik bulunduğunu göstermişlerdir. Saatçi ve Dumrul (2011) Türkiye’de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki belirlemişlerdir. Farhani ve Rejeb (2012), 15 MENA³ ülkesinde ekonomik büyümeden karbon emisyonuna tek yönlü nedensellik bulgusu elde etmişlerdir. Vidyarathi (2013), Hindistan’da uzun vadede karbon emisyonundan ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik bulunduğunu göstermişlerdir. Akbulut Bekar (2018) Türkiye’de karbon emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunduğunu göstermişlerdir. Raza ve Shah (2018), G7 ülkelerinde ekonomik büyümenin CO2 emisyonlarını arttırdığını göstermişlerdir. Adebayo vd. (2020),

² 5 ASEAN ülkesi: Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland.

³ 15 MENA ülkesi: Cezayir, Kıbrıs, Mısır, İran, İsrail, Ürdün, Kuveyt, Fas, Umman, Suudi Arabistan, Sudan, Suriye, Tunus, Türkiye ve Birleşik Arap Emirlikleri.

MINT⁴ ekonomilerinde ekonomik büyümeden CO₂ emisyonuna nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Konat (2021), 1960-2016 yılları arasında Türkiye’de CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ilişki olduğunu belirtmiştir. Han vd. (2022), 1990-2018 yıllarında BRICS-T ülkelerinde CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermiştir. Sikder vd. (2022), 23 gelişmekte olan ülkede, ekonomik büyümenin, CO₂ emisyonlarını artırdığını ifade etmiştir.

Yenilenebilir enerji kullanımının, çevresel sürdürülebilirlik bakımından kritik bir öneme sahip olduğu, karbon emisyonları ile olan ilişkinin merkezi bir konu olduğunu ifade etmek mümkündür. Bu konudaki araştırmalardan Shafiei ve Salim (2014), OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyerek, yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını azalttığını, aksine yenilenemeyen enerjinin karbon emisyonlarını artırdığını göstermiştir. Diğer bir araştırmada, Paramati vd. (2016), 20 yükselen piyasa ekonomisinde karbondioksit emisyonlarının yenilenebilir enerji talebine zarar verdiğini belirlemiştir. Zoundi (2017), 25 Afrika ülkesinde yenilenebilir enerjinin, CO₂ emisyonları üzerindeki negatif etkisini ve artan uzun vadeli etkisi ile geleneksel fosil yakıtlı enerjinin etkin bir ikamesi olmaya devam ettiğini gözlemlemiştir. Chen ve Lei (2018) ise ekonomik kalkınmanın yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını göstermiştir. Cheng vd. (2020), maliyet düşürmenin Çin’de yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını ortaya koymuş, Dong vd. (2018) ile Yu vd. (2020) ise yenilenebilir enerji tüketiminin Çin’deki karbon emisyonlarını azalttığını göstermiştir. Bu negatif ilişki, Akram vd. (2020) tarafından gelişmekte olan ekonomilerde ve Liu vd. (2020) tarafından İngiltere için de doğrulanmıştır. Anser vd. (2021) ise BRICS ülkelerinde GSYH, nüfus ve yenilenebilir olmayan enerji tüketiminin CO₂ emisyonlarını artırdığını tespit etmiştir.

Ekonomistler ve politika yapımcılar için, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi, önemli bir araştırma konusunu temsil etmektedir. Sadorsky (2009) tarafından yapılan bir çalışma, ekonomik büyümenin, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasında kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Salim ve Rafiq (2012) yaptıkları çalışmada, Çin, Brezilya, Filipinler, Endonezya, Hindistan ve Türkiye için benzer sonuçlara ulaşmıştır. Çınar ve Yılmaz (2015), gelişmekte olan ülkelere ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji ilişkisinin pozitif olduğu ve sürdürülebilir ekonomik büyüme sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarının son derece önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Bakırtaş ve Çetin (2016) G-20 ülkelerinde, Özşahin vd. (2016) BRICS-T ülkelerinde, Fotourehchi (2017) 42 gelişmekte olan ülkede, Alper (2018), Durğun ve Durğun (2018) Türkiye’de ve Naimoğlu (2022) ise 20 OECD ülkesinde yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında ilişki bulunduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca, Belaïd ve Zrelli (2019), Rahman ve Velayutham (2020), Razmi vd. (2020), Fan ve Hao (2020), Chen vd. (2020), Belaïd vd. (2021) ve Han (2022) çalışmalarında ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır.

Literatür taraması, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri ele alan çeşitli araştırmaların bulgularını sunmaktadır. Yapılan bu çalışmanın literatürdeki farkı, BRICS-T ülkelerini kapsamlı bir şekilde ele almasıdır. Ayrıca, mevcut literatürdeki çelişkili bulgulara odaklanarak, BRICS-T ülkelerinin özel bağlamında karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini daha ayrıntılı değerlendirmesi bu çalışmanın önemli bir özelliğidir. Bu bağlamda, BRICS-T ülkelerindeki özel koşullar ve politika önlemleri göz önüne alınarak, çevresel sürdürülebilirlik açısından etkili stratejilerin belirlenmesine yönelik bir katkı sağlanacaktır. Dolayısıyla, bu çalışmanın literatürdeki araştırma boşluğunu doldurarak, önceki çalışmalarda eksik kalan çokuluslu bir perspektif sunma potansiyeline sahiptir.

⁴ MINT ülkeleri: Meksika, Endonezya, Nijerya, Türkiye.

3. Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, 1990-2020 dönemine için BRICS-T ülkelerinde karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmaktır. Çalışmada ele alınan doğal logaritmik model aşağıdaki gibidir:

$$\ln co2_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln gdp_{it} + \beta_2 \ln rec_{it} + \varepsilon_{it}$$

Burada “co2” karbon emisyonlarını, “gdp” ekonomik büyümeyi, ve “yec” yenilenebilir enerji tüketimini temsil etmektedir. β_0 sabit terimi ve ε_{it} hata terimini belirtmektedir. β_1 ekonomik büyümenin, β_2 yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini gösteren katsayılarıdır. Tablo 1’de ampirik modelde dikkate alınan değişkenlere ilişkin detaylı bilgiler sunulmaktadır:

Tablo 1: Serilerin Tanımı

Sembol	Değişken	Tanım	Kaynak
co2	Karbon Emisyonları	Kişi başına metrik ton	WDI
gdp	Ekonomik Büyüme	Sabit 2015 ABD Doları	WDI
rec	Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Toplam nihai enerji tüketiminin %’si	WDI

Panel birim kök testlerinde, birim ve zaman boyutunu içermesi sebebiyle değişkenlerin durağanlığının analizi, bir sonraki aşamaya geçilmeden önce önemli bir adımdır. Durağanlık analizleri için, panel veri analizinde modelin veya değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı içerip içermediğinin araştırılmış olması gerekmektedir. Bu araştırma sonucunda, yatay kesit bağımlılığının varlığı durumunda ikinci nesil birim kök testleri kullanılırken, aksi durumda birinci nesil birim kök testleri ile analize devam edilmektedir.

İkinci nesil birim kök testlerinden biri olan CADF testi, standart ADF birim kök testinin serilerdeki farklılıklar ve yatay kesit ortalamalarında gecikme seviyeleri ile genişletilmesini inceleyen bir tekniktir (Pesaran, 2006). Bu test, birimler arasındaki korelasyonu gidermek için ADF regresyonunun birinci farkını alır ve ana denklem şu şekildedir:

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{it}$$

Burada; $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$ ve $u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$ ’dir. f_t gözlemlenemeyen ortak etkileri, ε_{it} ise hata terimini göstermektedir. $\phi_i = 1$ olduğunda CADF testinde incelenen denklem şu şekildedir:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

Burada $\alpha_i = (1 - \phi_i)\mu_i$, $\beta_i = -(1 - \phi_i)$ ve $\Delta y_{it} = y_{it} - y_{i,t-1}$ olarak tanımlanır. Bu genişletilmiş regresyon denklemi, y_{it} ’nin gecikmeli birinci farklarının eklenmesiyle elde edilir.

Hesaplanan CADF istatistik değeri Pesaran (2006) istatistik değerinden küçük ise değişkenin durağanlaştığı sonucuna varılır. Ancak, her bir yatay kesit değerinin durağanlığını CADF ile test etmek zordur. Bu nedenle CADF regresyonu tahmin edildikten sonra panelin geneli CIPS istatistiği ile değerlendirilmektedir. CIPS test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i$$

CIPS istatistiği, gecikmeli değişkenlerin t-istatistiklerinin ortalaması alınarak bulunur. Her bir yatay kesit için CADF test istatistiklerinin ortalaması kullanılarak panel veri seti üzerinde birim kök testi yapma imkanı sağlamaktadır (Pesaran, 2006).

Araştırmada, değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi incelemek amaçlanmaktadır. Panel veri analizinde, yatay kesit bağımlılığının ve değişkenler arasındaki heterojenliğin varlığı durumunda uygulanabilen Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından önerilen nedensellik testi kullanılmaktadır. Granger nedensellik testi, Emirmahmutoğlu ve Köse’nin nedensellik testinin temelini oluşturmaktadır. Bu test heterojen panellere uygulanabilir ve özellikle değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı veya eşbütünleşme arasında bir bağlantı olmadığı durumlarda kullanışlıdır (Altiner, 2019).

Heterojen panellerde Granger nedensellik için bir test istatistiği Fisher (1932) tarafından önerilmiş ve değerlendirilmiştir. Fisher (1932), bağımsız testlerin p-değerlerini birleştirerek anlamlılık düzeylerini değerlendirmiştir. Fisher'in testi, serilerde yatay kesit bağımlılığı olduğunda güvenilir sonuçlar vermeyebilir. Bu gibi durumlarda test bootstrap tekniği kullanılarak gerçekleştirilir. Bu teknik, her bir i için sistemdeki maksimum bütünleşme sırasını belirleyen $dmax_i$ ile ilişkili $k_i + dmax_i$ ile gecikmeli bir VAR modeli kullanır. Bu model, nedenselliği tespit etmek için iki değişken arasındaki maksimum ilişkiyi belirtir (Emirmahmutoglu ve Köse, 2011). Model denklemi aşağıdaki gibidir:

$$x_{i,t} = \mu_i^x + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{11,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{12,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^x$$

$$y_{i,t} = \mu_i^y + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{21,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{22,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^y$$

Burada $dmax_i$, her bir i için sistemdeki en yüksek bütünleşmeyi temsil eder ve x ile y gibi iki değişken arasındaki nedenselliği tespit etmek amacıyla maksimum ilişkiyi belirtmektedir (Emirmahmutoglu ve Köse, 2011).

4. Bulgular

Panel veri analizlerinde, kullanılacak yöntemleri seçmede temel bir kriter, yatay kesit bağımlılığın tespit edilmesidir. Analizde kullanılacak yöntemler, yatay kesit bağımlılığının varlığına veya yokluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, bu aşamada 4 farklı yatay kesit bağımlılığı testinden faydalanılmıştır. T>N durumunda Breusch-Pagan (1980) LM testi, T=N durumunda Pesaran (2004) Scaled LM testi, T<N durumunda Pesaran (2004) CD testi ve T>N veya T<N durumunda ise Bias-Adjusted testi kullanılmaktadır. Bu çalışmada, BRICS-T ülkeleri için ele alınan örneklemin (T>N) olduğu göz önüne alındığında, Breusch-Pagan (1980) LM testi kullanılması uygun olacaktır. Bu kapsamda uygulanan yatay kesit bağımlılık sonuçları Tablo 2'de belirtilmiştir:

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılık Sonuçları

Inco2	l	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	3	29,112	0,011**
CD _{LM}	3	1,252	0,005***
CD _{LM1}	3	-3,324	0,000***
LM _{adj}	3	5,553	0,000***
Inrec	l	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	3	29,112	0,011**
CD _{LM}	3	1,252	0,005***
CD _{LM1}	3	-3,324	0,000***
LM _{adj}	3	5,553	0,000***
Ingdp	l	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	3	51,196	0,000***
CD _{LM}	3	4,659	0,000***
CD _{LM1}	3	-3,044	0,001***
LM _{adj}	3	4,888	0,000***

Not: " l " gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. ***p<0.01; p<0.05; p<0.10.

Yapılan yatay kesit bağımlılık testleri, değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, değişkenlerin zaman içinde birbirleri üzerinde etkisi olduğunu ve bu bağlamda yatay kesit bağımlılığının dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, araştırmada, yatay kesit bağımlılığını değerlendirmek amacıyla ikinci kuşak panel birim kök testi uygulanmıştır.

Panel veri analizlerinde, yatay kesit bağımlılık dışında homojenlik sınavının yapılması gerekmektedir. Homojenlik sınavı için ise Pesaran ve Yagamata (2008)'nin geliştirmiş olduğu Delta Testi uygulanmıştır. Büyük örneklem için Delta testi, küçük örneklem için ise Düzeltilmiş Delta testi kullanılmaktadır. Bu çalışmada 1990-2020 arasındaki yıllık veriler kullanıldığından homojenliği test etmek için Düzeltilmiş Delta testi kullanılması daha uygundur. Delta testine ait sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir:

Tablo 3: Delta Testi Sonuçları

	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Δ	1.658	0.049**
Δ_{adj}	1.741	0.04.**

Not: ***p<0.01; p<0.05; p<0.10.

Homojenlik testi sonuçlarına göre, Δ testi ve Δ_{adj} testi olasılık değerlerine dayanarak eğim katsayılarının homojen olduğunu belirten H_0 hipotezi reddedilmiştir. Bu durumda, ele alınan değişkenlerin heterojen bir yapıda olduğu anlaşılmaktadır.

Değişkenlerin durağanlık sınavı için yatay kesit bağımlılığı göz önünde bulunduran birim kök testlerinden CADF ve CIPS birim kök testleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur:

Tablo 4: Birim Kök Testi Sonuçları

Inco2	L	CADF	Δ Inco2	l	CADF
Brezilya	2	-1.759	Brezilya	2	-3.709*
Rusya	5	-2.537	Rusya	5	-4.066**
Hindistan	2	-0.921	Hindistan	2	-3.732*
Çin	5	-1.362	Çin	3	-4.722***
Güney Afrika	2	-2.621	Güney Afrika	2	-4.412**
Türkiye	2	-3.033	Türkiye	2	-4.43**
CIPS		-2.206	CIPS		-3.679***
Ingdp	L	CADF	Δ Ingdp	l	CADF
Brezilya	5	-2.461	Brezilya	4	-4.458**
Rusya	4	-1.97	Rusya	5	-3.796*
Hindistan	4	-2.354	Hindistan	2	-4.547**
Çin	5	-1.918	Çin	2	-4.139**
Güney Afrika	4	-1.026	Güney Afrika	4	-4.313**
Türkiye	4	-1.937	Türkiye	4	-4.241**
CIPS		-1.937	CIPS		-3.249***
Lnrec	L	CADF	Δ Lnrec	l	CADF
Brezilya	2	-1.946	Brezilya	3	-4.243**
Rusya	2	-4.092	Rusya	5	-4.819***
Hindistan	4	-1.812	Hindistan	2	-3.947**
Çin	5	-1.994	Çin	2	-4.669**
Güney Afrika	2	-2.271	Güney Afrika	2	-3.986**
Türkiye	3	-2.394	Türkiye	2	-3.721*
CIPS		-2.418	CIPS		-3.397***

Not: "l" gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İlgili kritik değerler Pesaran (2006) çalışmasında bulunmaktadır. ***p<0.01; p<0.05; p<0.10.

CADF testi sonuçlarına göre, incelenen ülkelerin hepsinin farklı anlamlılık düzeylerinde birinci farkta durağanlaştığı gözlemlenmiştir. CIPS test sonuçları değerlendirildiğinde ise BRIC-T ülkeleri için değişkenlerin birinci farkta durağanlaştığı gözlemlenmiştir.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin incelendiği Emirmahmutoğlu ve Köse nedensellik testi sonuçları Tablo 5'ten Tablo 7'ye kadar sunulmuştur.

Tablo 5: Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi

lnco2→lngdp	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	lngdp→lnco2	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Brezilya	3	1.611	0.657	Brezilya	3	6.886	0.076*
Rusya	3	1.242	0.743	Rusya	4	3.064	0.547
Hindistan	2	2.073	0.355	Hindistan	2	1.757	0.415
Çin	2	3.195	0.202	Çin	2	3.923	0.141
Güney Afrika	3	3.778	0.86	Güney Afrika	3	3.296	0.348
Türkiye	1	0.097	0.756	Türkiye	1	0.338	0.561
Panel Fisher		9.764	0.637	Panel Fisher		15.317	0.225

Not: "*l*" gecikme uzunluğunu göstermektedir. *** $p<0.01$; $p<0.05$; $p<0.10$.

BRICS-T ülkeleri üzerinde yürütülen nedensellik analizleri, genel olarak karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir nedensellik bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bu durumun birkaç olası nedeni vardır. İlk olarak, bu ülkelerin farklı ekonomik yapıları ve politikaları bulunmaktadır. BRICS-T ülkeleri, çeşitli endüstriyel sektörlere ve ekonomik modellere sahip heterojen ülkelerdir (Usman ve Makhdum, 2021; Sanni ve Erenay, 2023). Örneğin, Çin ve Hindistan gibi ülkelerde ekonomik büyüme genellikle sanayi ve imalat sektörlerinden kaynaklanırken, bu sektörler genellikle fosil yakıtlar kullanmaktadır ve CO2 emisyonlarını artırabilmektedir (Jayanthakumaran vd., 2012; Wang vd., 2018; Mohammed vd., 2019). Diğer yandan, Brezilya ve Rusya gibi ülkelerde ekonomik büyüme daha çok tarım ve doğal kaynaklardan kaynaklanır, bu sektörler ise genellikle CO2 emisyonlarını azaltıcı bir etkiye sahiptir (Caglar vd., 2022). İkinci olarak, ülkelerin teknolojik düzeyleri birbirinden farklıdır. Daha gelişmiş teknolojiye sahip ülkeler, genellikle daha verimli enerji kaynakları kullanabilir ve bu sayede CO2 emisyonlarını azaltabilir (Recepoglu ve Doganay, 2022). Ancak, daha az gelişmiş teknolojiye sahip ülkelerin CO2 emisyonları genellikle daha yüksek olabilir, çünkü enerji verimliliği düşük olabilir. Üçüncü olarak, iklim koşulları da bu analizleri etkileyebilir. Daha sıcak iklimlere sahip ülkeler genellikle daha fazla enerji tüketir ve bu da CO2 emisyonlarını artırabilir (Recepoglu ve Doganay, 2022; Meng vd., 2022). Diğer yandan, daha soğuk iklimlere sahip ülkelerde enerji tüketimi genellikle daha düşük olabilir ve bu durum CO2 emisyonlarını azaltabilir. Son olarak, ülkelerin çevresel politikaları önemli bir faktördür. Daha çevreci politikalara sahip ülkeler genellikle CO2 emisyonlarını azaltmaya yönelik tedbirler alırken, daha az çevreci politikalara sahip ülkelerde bu tür tedbirlerin etkisi daha sınırlı olabilir veya hiç alınmayabilir (Usman ve Makhdum, 2021). Bu nedenlerden dolayı, BRICS-T ülkeleri üzerinde gerçekleştirilen nedensellik analizlerinin genel olarak CO2 emisyonu ile ekonomik büyüme arasında belirgin bir nedensellik bulunmadığını göstermesi mümkündür. Bu bulgular, çevresel sürdürülebilirlik politikalarının ve ekonomik büyüme stratejilerinin ülkeler arasında özelleştirilmiş şekillerde ele alınması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Ülke bazlı detaylı incelemeler sonucunda, sadece Brezilya'da ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Bu sonucun nedenleri için, öncelikle ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları ilişkisini etkileyebilecek faktörleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu faktörler arasında, ülkelerin ekonomik yapıları ve politikaları, teknolojik düzeyleri, iklim koşulları ve çevre politikaları sayılabilir. Brezilya'da ekonomik büyümenin önemli bir kısmı sanayi ve imalat sektörlerinden kaynaklanmaktadır. Bu sektörler, genellikle fosil yakıtlar açısından yoğundur ve CO2 emisyonlarını artırmaktadır (Raihan ve Tuspekova, 2022). Ayrıca, Brezilya'da teknolojik düzey, diğer BRICS-T ülkelerine kıyasla daha düşüktür (Erkan vd., 2018). Daha gelişmiş teknolojiye sahip ülkeler, genellikle daha verimli enerji kaynakları kullanabilmekte ve CO2 emisyonlarını azaltabilmektedir. Brezilya'nın iklim koşulları, diğer BRICS-T ülkelerine kıyasla daha sıcaktır. Daha sıcak iklime sahip ülkeler, genellikle daha fazla enerji tüketmekte ve CO2 emisyonlarını artırmaktadır (Jiadio vd., 2023). Son olarak, Brezilya'nın çevre politikaları, diğer BRICS-T ülkelerine kıyasla daha az çevrecidir. Daha çevreci politikalara sahip ülkeler, genellikle CO2 emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemler almakta ve bu önlemlerin etkisini

artırabilmektedir (Raihan, 2023). Bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, Brezilya'da ekonomik büyümenin, CO2 emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahip olması mümkündür.

Tablo 6: Karbon Emisyonu ve Yenilenebilir Enerji Arasındaki Nedensellik İlişkisi

Inco2→Inrec	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	Inrec→Inco2	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Brezilya	1	0.189	0.664	Brezilya	1	0.407	0.523
Rusya	1	3.308	0.191	Rusya	2	2.6	0.273
Hindistan	2	7.056	0.029**	Hindistan	2	0.759	0.684
Çin	2	1.059	0.589	Çin	2	0.013	0.993
Güney Afrika	2	24.724	0.00***	Güney Afrika	2	0.679	0.712
Türkiye	1	0.041	0.839	Türkiye	1	0.023	0.879
Panel Fisher		37.319	0.00***	Panel Fisher		5.605	0.935

Not: "*l*" gecikme uzunluğunu göstermektedir. *** $p < 0.01$; $p < 0.05$; $p < 0.10$.

BRICS-T ülkeleri üzerinde yürütülen nedensellik analizlerine göre, CO2 emisyonlarından yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Bu elde edilen tek yönlü nedensellik ilişkisi birkaç olası faktörle açıklanabilir. Öncelikle, BRICS-T ülkelerinin enerji politikalarındaki ve yatırımlarındaki artan vurgu, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların artmasını beraberinde getirmiştir (Samour vd., 2023). Bu durum, bu ülkelerin CO2 emisyonlarını azaltma stratejilerinin bir yansıması olabilir. İklim değişikliğiyle mücadele ve enerji güvenliği gibi faktörler, BRICS-T ülkelerini yenilenebilir enerjiye geçiş yapmaya yönlendirebilir. İkinci olarak, BRICS-T ülkelerinin uluslararası platformlarda sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele konularında taahhütlerde bulunmuş olması önemli bir etken olabilir (Suhrab vd., 2023). Bu taahhütler, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeyi ve CO2 emisyonlarını azaltmayı amaçlayabilir. Dolayısıyla, bu ülkelerin politikalarında yenilenebilir enerjiye yönelik bir eğilim gözlemlenebilir. Üçüncü olarak, BRICS-T ülkelerindeki enerji talebindeki artış, bu ülkelerin daha sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmesine neden olabilir (Raihan vd., 2023). Yenilenebilir enerji, fosil yakıtların çevresel etkilerini azaltma potansiyeline sahiptir, bu da CO2 emisyonlarını düşürme hedeflerini destekleyebilir. Son olarak, BRICS-T ülkelerindeki ekonomik büyüme, bu ülkelerin daha gelişmiş teknolojiye ve enerji verimliliğine ulaşmalarını sağlamış olabilir (Adebayo, 2023). Bu durum, yenilenebilir enerji teknolojilerinin daha geniş bir şekilde benimsenmesine ve CO2 emisyonlarının azaltılmasına olanak tanıyabilir.

Ülke bazlı incelemelerde ise Hindistan ve Güney Afrika'da CO2 emisyonundan yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik görülmüştür. Hindistan ve Güney Afrika, BRICS-T ülkeleri arasında, ekonomik büyümenin önemli bir kısmı sanayi ve imalat sektörlerinden kaynaklanan ülkelerdir (Sanni ve Erenay, 2023). Bu sektörler, genellikle fosil yakıtlar açısından yoğun ve CO2 emisyonlarını artırmaktadır. Ayrıca, Hindistan ve Güney Afrika'da teknolojik düzey, diğer BRICS-T ülkelere kıyasla daha düşüktür. Daha gelişmiş teknolojiye sahip ülkeler, genellikle daha verimli enerji kaynakları kullanabilmekte ve CO2 emisyonlarını azaltabilmektedir (Jiadoo vd., 2023). Hindistan ve Güney Afrika'nın iklim koşulları, diğer BRICS-T ülkelere kıyasla daha sıcaktır. Daha sıcak iklime sahip ülkeler, genellikle daha fazla enerji tüketmekte ve CO2 emisyonlarını artırmaktadır (Ullah vd., 2023). Son olarak, Hindistan ve Güney Afrika'nın çevre politikaları, diğer BRICS-T ülkelere kıyasla daha az çevrecidir. Daha çevreci politikalara sahip ülkeler, genellikle CO2 emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemler almakta ve bu önlemlerin etkisini artırabilmektedir (Du vd., 2023). Bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, Hindistan ve Güney Afrika'da ekonomik büyümenin, CO2 emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahip olması mümkündür. CO2 emisyonlarının artması, çevresel sorunlara ve iklim değişikliğine dair farkındalığın artmasına neden olabilir. Bu durum, bireylerin ve kurumların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini teşvik edebilir. Ayrıca, CO2 emisyonları ile enerji fiyatları arasında bir ilişki bulunmaktadır. CO2 emisyonları arttıkça, enerji fiyatları da artmaktadır. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebi artırabilir.

Tablo 7: Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi

Inrec→Ingdp	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	Ingdp→Inrec	<i>l</i>	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Brezilya	2	0.215	0.898	Brezilya	2	4.565	0.102
Rusya	3	1.369	0.713	Rusya	3	4.326	0.228
Hindistan	2	3.292	0.193	Hindistan	2	5.475	0.065*
Çin	3	1.785	0.618	Çin	3	12.161	0.007***
Güney Afrika	3	0.567	0.904	Güney Afrika	3	22.063	0.000***
Türkiye	1	0.523	0.469	Türkiye	1	0.104	0.747
Panel Fisher		37.319	0.867	Panel Fisher		42.879	0.000***

Not: "*l*" gecikme uzunluğunu göstermektedir. *** $p < 0.01$; $p < 0.05$; $p < 0.10$.

BRICS-T ülkeleri üzerinde yürütülen nedensellik analizlerine göre, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Bu durumun temel sebeplerini şu şekilde açıklamak mümkündür. İlk olarak, BRICS-T ülkeleri genel olarak hızla büyüyen ekonomilere sahip olmalarıyla bilinmektedir (Hashmi vd., 2023). Bu hızlı ekonomik büyüme, enerji talebinde bir artışa neden olur. Bu bağlamda, enerji ihtiyacını karşılamak ve sürdürülebilir bir enerji politikası benimsemek amacıyla bu ülkelerin yenilenebilir enerjiye yönelmeleri kaçınılmaz hale gelir. İkinci olarak, BRICS-T ülkeleri uluslararası toplulukta çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kullanımıyla ilgili taahhütlerde bulunmuş olabilir (Adebayo vd., 2023). Bu taahhütler, ekonomik büyümenin sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde gerçekleştirilmesini amaçlayabilir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji, bu hedefleri gerçekleştirmede kilit bir rol oynayabilir. Üçüncü olarak, BRICS-T ülkeleri enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve enerji güvenliğini artırma amacıyla yenilenebilir enerjiye yönelebilir (Samour vd., 2023). Artan enerji talebine karşı çeşitli enerji kaynaklarının kullanılması, enerji güvenliğini sağlama ve enerji arzını çeşitlendirme stratejilerine işaret edebilir. Dördüncü olarak, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki ilerlemeler ve maliyetlerin düşmesi, bu enerji kaynaklarının daha erişilebilir hale gelmesine neden olabilir (Suhrab vd., 2023). Ekonomik büyüme ile birlikte, bu ülkelerin daha modern ve verimli enerji teknolojilerine yönelmeleri ve bu alandaki yeniliklere yatırım yapmaları mümkündür. Son olarak, BRICS-T ülkelerinde artan çevresel bilinç ve toplumsal beklentiler, hükümetleri ve işletmeleri daha sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönlendirebilir (Jiadoo vd., 2023). Ekonomik büyümenin bu beklentilere uygun bir şekilde gerçekleşmesi için yenilenebilir enerjiye olan talep artabilir. Bu nedenlerle, BRICS-T ülkelerindeki ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik bulunması, enerji politikalarındaki stratejik tercihler, çevresel hedefler ve ekonomik büyüme dinamikleri gibi faktörlerle açıklanabilir.

Hindistan, Çin ve Güney Afrika'da yapılan ülke bazlı incelemelerde, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik gözlemlenmiştir. Bu sonuç, bu ülkelerdeki ekonomik büyümenin, yenilenebilir enerjiyi artırıcı etkisi olduğunu göstermektedir. Bu durumun birkaç temel nedeni bulunabilir. İlk olarak, söz konusu ülkeler son yıllarda önemli bir ekonomik büyüme yaşamıştır (Kesar vd., 2023). Bu ekonomik büyüme, genel gelir seviyelerini yükseltmiş ve bireylerin, işletmelerin ve hükümetlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına olan taleplerini artırmıştır. İkinci olarak, bu ülkelerdeki hükümetler, yenilenebilir enerji alanına yönelik önemli yatırımlar ve teşvik politikaları uygulamaya başlamıştır. Bu yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına katkıda bulunmuş ve bu kaynakların daha yaygın kullanılmasını teşvik etmiştir. Üçüncü olarak, çevre dostu politikalar ve sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde bu ülkelerde çeşitli çevresel farkındalık artırıcı politikalar hayata geçirilmiştir (Voumik vd., 2023). Bu politikalar, bireylerin, işletmelerin ve endüstrilerin yenilenebilir enerjiye olan ilgisini artırmış ve bu alanda yapılan yatırımları teşvik etmiştir. Sonuç olarak, Hindistan, Çin ve Güney Afrika gibi ülkelerdeki ekonomik büyümenin, yenilenebilir enerji tüketimini artırma etkisi önemli bir faktördür. Bu ülkelerdeki politika girişimleri ve ekonomik büyüme ile birlikte artan çevresel bilinç, temiz enerji kullanımını destekleyerek sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkıda bulunmaktadır. Bu çerçevede, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji talebini artırma potansiyeli, bu ülkelerde temiz enerji projelerine yönelik daha fazla yatırım ve politika geliştirme çabalarını teşvik etmektedir.

5. Sonuç

Bu makalede, BRICS-T ülkelerindeki karbon emisyonu, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, bu faktörler arasındaki etkileşimleri anlamak ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli olan bu dinamikleri açığa çıkarmaktır.

Çalışmanın bulguları, bu ilişkilerin karmaşık olduğunu göstermektedir. İlk olarak, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında anlamlı nedensellik bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu, ekonomik büyümenin karbon emisyonlarını doğrudan etkilemediğini, ancak diğer faktörlerin aracılık ettiği bir ilişki olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonucun, Saatçi ve Dumrul (2011) tarafından Türkiye'de yapılan çalışma ile uyumlu olduğu görülmektedir. Saatçi ve Dumrul (2011) uzun dönemli bir ilişki belirleyerek, karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi elde edilmiştir. Ancak, diğer literatürdeki çalışmaların birçoğu bu genel gözlemlerle uyumsuzdur (Lean ve Smyth, 2010; Farhani ve Rejeb, 2012; Vidhyarthi, 2013; Raza ve Shah, 2018; Akbulut Bekar, 2018; Adebayo vd., 2020; Konat, 2021; Han vd., 2022). Ülke bazlı detaylı incelemeler sonucunda, sadece Brezilya'da ekonomik büyümeden CO2 emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik bulgusu gözlemlenmiştir.

Karbon emisyonlarından yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Bu, CO2 emisyonlarının azaltılması hedefiyle yenilenebilir enerjiye yönelik politikaların uygulandığını göstermektedir. Bu sonuç, Shafiei ve Salim'in (2014) yaptığı çalışmayla uyumludur. Shafiei ve Salim'in araştırması, OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını azalttığını, aksine yenilenemeyen enerjinin karbon emisyonlarını artırdığını göstermiştir. Bu durum, CO2 emisyonlarından yenilenebilir enerjiye doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu desteklemektedir. Diğer yandan, Paramati vd. (2016) tarafından yapılan çalışma ile bu sonuç uyumsuzdur. Paramati vd.'nin araştırması, 20 yükselen piyasa ekonomisinde karbon emisyonlarının yenilenebilir enerji talebine zarar verdiğini belirlemiştir, ki bu Shafiei ve Salim'in sonuçlarıyla çelişmektedir. Bu politikalar, yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımları teşvik ederek, CO2 emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Ülke bazlı incelemelerde ise Hindistan ve Güney Afrika'da karbon emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik gözlemlenmiştir.

Elde edilen bir başka sonuç, BRICS-T ülkeleri için ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedenselliklerdir. Bu, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımları teşvik ettiğini göstermektedir. Ekonomik büyümenin yarattığı gelir ve istihdam fırsatları, yenilenebilir enerji yatırımlarını cazip hale getirmektedir. Bu sonuç, Sadorsky (2009) tarafından yapılan çalışma ile, Salim ve Rafiq (2012), Çınar ve Yılmaz (2015), Özşahin vd. (2016), Bakırtaş ve Çetin (2016), Fotourehchi (2017), Alper (2018), Durğun ve Durğun (2018), Naimoğlu (2022), Belaïd ve Zrelli (2019), Rahman ve Velayutham (2020), Razmi vd. (2020), Fan ve Hao (2020), Chen vd. (2020), Belaïd vd. (2021) ile Han (2022) tarafından yapılan çalışmalarla uyumludur. Bu çalışmalar, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasında anlamlı ilişki bulunduğunu göstermişlerdir. Ayrıca Hindistan, Çin ve Güney Afrika'da yapılan ülke bazlı incelemelerde ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.

Çalışmanın bulguları, BRICS-T ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için yenilenebilir enerjiye yönelik politikalara odaklanmaları gerektiğini göstermektedir. Bu politikaların yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini ve kullanımını teşvik ederek, CO2 emisyonlarını azaltmaya ve iklim değişikliğiyle mücadele etmeye yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Finansman/ Grant Support

Yazar(lar) bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The author(s) declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması/ Conflict of Interest

Yazar(lar) çıkar çatışması bildirmemiştir.

The authors have no conflict of interest to declare.

Açık Erişim Lisansı/ Open Access License

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC).

Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY NC) ile lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Adebayo, T. S. (2023). Exploring the Heterogeneous Impact of Technological Innovation on Income Inequality: Formulating the SDG Policies for the BRICS-T Economies. *Energy & Environment*, <https://doi.org/10.1177/0958305X221145926>.
- Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., & Adeshola, I. (2020). Determinants of CO2 Emissions in Emerging Markets: An Empirical Evidence From MINT Economies. *International Journal of Renewable Energy Development*, 9(3), s. 411-422. <https://doi.org/10.14710/ijred.2020.31321>.
- Adebayo, T. S., Samour, A., Alola, A. A., Abbas, S., & Ağa, M. (2023). The Potency of Natural Resources and Trade Globalisation in the Ecological Sustainability Target for the BRICS Economies. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15734>.
- Ahmed, N., Mahboob, F., Hamid, Z., Sheikh, A. A., Ali, M. S. E., Glabiszewski, W., ... & Cyfert, S. (2022). Nexus between Nuclear Energy Consumption and Carbon Footprint in Asia Pacific Region: Policy Toward Environmental Sustainability. *Energies*, 15(19), s. 1-17. <https://doi.org/10.3390/en15196956>.
- Akbulut Bekar, S. (2018). The Relationship Between CO2 Emission and Economic Growth in Turkey: 1977-2011. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Prof. Dr. Harun TERZİ Özel Sayısı, s. 193-206. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.428059>.
- Akram, R., Chen, F., Khalid, F., Ye, Z., & Majeed, M.T., (2020). Heterogeneous Effects of Energy Efficiency and Renewable Energy on Carbon Emissions: Evidence from Developing Countries, *Journal of Cleaner Production*, 119122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119122>.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), s. 223-242. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.466782>.
- Anser, M. K., Syed, Q. R., & Apergis, N. (2021). Does Geopolitical Risk Escalate CO2 Emissions? Evidence from the BRICS Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), s. 48011-48021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14032-z>.
- Awosusi, A. A., Adebayo, T. S., Kirikkaleli, D., & Altuntaş, M. (2022). Role of Technological Innovation and Globalization in BRICS Economies: Policy Towards Environmental Sustainability. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 29(7), s. 593-610. <https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2059032>.
- Bakhsh, S., Zhang, W., Ali, K., & Anas, M. (2023). Can Digital Financial Inclusion Facilitate Renewable Energy Consumption? Evidence from Nonlinear Analysis. *Energy & Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305X23120402>.
- Bakırtaş, İ., ve Çetin, M. (2016). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), s. 131-146. <https://doi.org/10.17233/se.43089>.
- Belaïd, F. ve Zrelli, M. H. (2019). Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption, Environmental Degradation and Economic Development: Evidence from Mediterranean Countries, *Energy Policy*, 133, 110929. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110929>.
- Belaïd, F., Elsayed, A. H., & Omri, A. (2021). Key Drivers of Renewable Energy Deployment in the MENA Region: Empirical Evidence Using Panel Quantile Regression, *Structural Change and Economic Dynamics*, 57, s. 225-238. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.03.011>.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Application to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>.

- Caglar, A. E., Zafar, M. W., Bekun, F. V., & Mert, M. (2022). Determinants of CO2 Emissions in the BRICS Economies: The Role of Partnerships Investment in Energy and Economic Complexity. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 51, 101907. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101907>.
- Chen, W., & Lei, Y. (2018). The Impacts of Renewable Energy and Technological Innovation on Environment-Energy-Growth Nexus: New Evidence from a Panel Quantile Regression, *Renewable Energy*, 123, s. 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.026>.
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2020). Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from a Threshold Model, *Energy Policy*, 139, 111295. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111295>.
- Cheng, Y., Zhang, N., Kirschen, D. S., Huang, W., & Kang, C. (2020). Planning Multiple Energy Systems for Low-Carbon Districts with High Penetration of Renewable Energy: An Empirical Study in China, *Applied Energy*, 261, 114390. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114390>.
- Çınar, S., & Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), s. 55-78.
- Dong, K., Sun, R., Jiang, H., & Zeng, X. (2018). CO2 Emissions, Economic Growth, and the Environmental Kuznets Curve in China: What Roles can Nuclear Energy and Renewable Energy Play? *Journal of cleaner production*, 196, s. 51-63. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.271>.
- Du, J., Cheng, J., & Ali, K. (2023). Modelling the Green Logistics and Financial Innovation on Carbon Neutrality Goal, a Fresh Insight for BRICS-T. *Geological Journal*, 58(7), s. 2742-2756. <https://doi.org/10.1002/gj.4732>.
- Durğun, B., & Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), s. 1-27. <https://doi.org/10.18825/iremjournal.347200>.
- Emirmahmutoğlu, F., & Köse, N. (2011). Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels, *Economic Modelling*, 28(3), s. 870-876. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.018>.
- Erkan, B. İ. L., Güdük, T., & Keskin, G. (2018). The Study of Evaluation BRICS-T Countries Based on the Global Competitiveness Index. *Journal of life Economics*, 5(4), s. 127-140. <https://doi.org/10.15637/jlecon.265>.
- Fan, W., & Hao, Y., (2020). An Empirical Research on the Relationship Amongst Renewable Energy Consumption, Economic Growth and Foreign Direct Investment in China, *Renewable Energy*, 146, s. 598-609. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.170>.
- Farhani, S., & Rejeb, J. B. (2012). Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(2), s. 71-81. <https://www.econjournals.com/index.php/ijeeep/article/view/172>.
- Fisher, R. A. (1932). *Statistical Methods for Research Workers*, (4. baskı). Edinburgh: Oliverand Boyd.
- Güney, T., & Kantar, K. (2020). Biomass Energy Consumption and Sustainable Development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, s. 1-6. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1753124>.
- Han, A. (2022). E7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin İncelenmesi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 18(3), s. 797-814. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.1015102>.
- Han, A., Şahin Kutlu, Ş., & Pehlivan, C. (2022). Enerji Tüketimi, Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Nedensellik Testinden Kanıtlar. *Oltu Beşeri Ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 9-14. <https://doi.org/10.54614/OJFHSS.2022.1026522>.

- Hashmi, N. I., Alam, N., Jahanger, A., Yasin, I., Murshed, M., & Khudoykulov, K. (2023). Can Financial Globalization and Good Governance Help Turning Emerging Economies Carbon Neutral? Evidence from Members of the BRICS-T. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), s. 39826-39841. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-25060-8>.
- Jayanthakumaran, K., Verma, R., & Liu, Y. (2012). CO2 Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: A Comparative Analysis of China and India. *Energy Policy*, 42, s. 450-460. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.010>.
- Jiadio, E., Kibria, M. G., Aspy, N. N., Ullah, E., & Hossain, M. E. (2023). The Impact of Agricultural Employment and Technological Innovation on the Environment: Evidence from BRICS Nations Considering a Novel Environmental Sustainability Indicator. *Sustainability*, 15(20), 15083. <https://doi.org/10.3390/su152015083>.
- Kesar, A., Bandi, K., Jena, P. K., & Yadav, M. P. (2023). Dynamics of Governance, Gross Capital Formation, and Growth: Evidence from Brazil, Russia, India, China, and South Africa. *Journal of Public Affairs*, 23(1), e2831. <https://doi.org/10.1002/pa.2831>.
- Konat, G. (2021). Türkiye’de Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Testlerden Kanıtlar. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 105-122.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO2 Emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN. *Applied Energy* (87), s. 1858-1864. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.003>.
- Liu, L., Wang, Z., Wang, Y., Wang, J., Chang, R., He, G., Tang, W., Gao, Z., Li, J., Liu, C., & Zhao, L. (2020). Optimising Wind/Solar Combinations at Finer Scales to Mitigate Renewable Energy Variability in China, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110151. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110151>.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Bahrens W. W. III. (1972). *Limits to Growth*. (5th edition). Universe Book, New York.
- Meng, Y., Wu, H., Wang, Y., & Duan, Y. (2022). International Trade Diversification, Green Innovation, and Consumption-Based Carbon Emissions: The Role of Renewable Energy for Sustainable Development in BRICST Countries. *Renewable Energy*, 198, s. 1243-1253. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.045>.
- Mohammed, A., Li, Z., Arowolo, A. O., Su, H., Deng, X., Najmuddin, O., & Zhang, Y. (2019). Driving Factors of CO2 Emissions and Nexus with Economic Growth, Development and Human Health in the Top Ten Emitting Countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 148, s. 157-169. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.048>.
- Naimoğlu, M. (2022). The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries. *International Journal of Contemporary Economics and Administrative Sciences*, 12(1), s. 18-33. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6612280>.
- Omer, A. M. (2008). Energy, Environment and Sustainable Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9), s. 2265-2300. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.001>.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), s. 111-130.
- Paramati, S. R., Ummalla, M., & Apergis, N. (2016). The Effect of Foreign Direct Investment and Stock Market Growth on Clean Energy Use Across a Panel of Emerging Market Economies, *Energy Economics*, 56, s. 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.02.008>.

- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, *Cambridge Working Papers in Economics*, 0435, Faculty of Economics, University of Cambridge. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.572504>.
- Pesaran, M. H. (2006). A Simple Panel Unit Root in the Presence of Cross-Section Dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22, s. 265- 312. <https://www.jstor.org/stable/25146517>.
- Rahman, M. M., & Velayutham, E. (2020). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption Economic Growth Nexus: New Evidence from South Asia, *Renewable Energy*, 147, s. 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.007>.
- Raihan, A. (2023). Economic Growth and Carbon Emission Nexus: the Function of Tourism in Brazil. *Journal of Economic Statistics*, 1(2), s. 68-80. <https://doi.org/10.58567/jes01020005>.
- Raihan, A., Rashid, M., Voumik, L. C., Akter, S., & Esquivias, M. A. (2023). The Dynamic Impacts of Economic Growth, Financial Globalization, Fossil Fuel, Renewable Energy, and Urbanization on Load Capacity Factor in Mexico. *Sustainability*, 15(18), 13462. <https://doi.org/10.3390/su151813462>.
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic Impacts of Economic Growth, Energy Use, Urbanization, Tourism, Agricultural Value-Added, and Forested Area on Carbon Dioxide Emissions in Brazil. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 12(4), s. 794-814. <https://doi.org/10.1007/s13412-022-00782-w>.
- Raza, S. A., & Shah, N. (2018). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis in G7 Countries: The Role of Renewable Energy Consumption and Trade. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, s. 26965-26977. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2673-z>.
- Razmi, S. F., Bajgiran, B. R., Behname, M., Salari, T. E., & Razmi, S. M. J. (2020). The Relationship of Renewable Energy Consumption to Stock Market Development and Economic Growth in Iran, *Renewable Energy*, 145, s. 2019-2024. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.166>.
- Recepoğlu, M., & Doğanay, M. A. (2022). Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions and Economic Growth: A Comparative Analysis on G7 and BRICS-T Countries. (Ed. Hayaloğlu, P. & Artan, S.). İçinde *Current Debates on Sustainable Development*. IJOPEC Publication, London.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eşbütünlük Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, s. 65-86.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Oil Prices in the G7 Countries, *Energy Economics*, 31(3), s. 456-462. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010>.
- Salim, R. A., & Rafiq, S. (2012). Why do Some Emerging Economies Proactively Accelerate the Adoption of Renewable Energy?, *Energy Economics*, 34(4), s. 1051-1057. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.08.015>.
- Samour, A., Adebayo, T. S., Agyekum, E. B., Khan, B., & Kamel, S. (2023). Insights from BRICS-T Economies on the Impact of Human Capital and Renewable Electricity Consumption on Environmental Quality. *Scientific Reports*, 13, 5245. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32134-1>.
- Sanni, S. A., & Erenay, B. (2023). The Effects of Macro-Economic Indicators on BRICS-T Economies: A Cointegration and Error Correction Modelling Approach. *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 17(3), s. 333-361. <https://doi.org/10.1504/IJEPEE.2023.131038>.
- Shafiei, S., & Salim, R. A. (2014). Non-Renewable and Renewable Energy Consumption and CO₂ Emissions in OECD Countries: A comparative analysis, *Energy Policy*, 66, s. 547-556. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.064>.
- Sikder, M., Wang, C., Yao, X., Huai, X., Wu, L., KwameYeboah, F., Wood, J., Zhao, Y., & Dou, X. (2022). The Integrated Impact of GDP Growth, Industrialization, Energy Use, and Urbanization on CO₂

- Emissions in Developing Countries: Evidence from the Panel ARDL Approach. *Science of the Total Environment*, 837, 155795. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155795>.
- Suhrab, M., Ullah, A., Pinglu, C., & Radulescu, M. (2023). Boosting Green Energy: Impact of Financial Development, Foreign Direct Investment, and Inflation on Sustainable Energy Productivity in China-Pakistan Economic Corridor (CPEC) countries. *Environment, Development and Sustainability*, s. 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04093-0>.
- Ullah, S., Luo, R., Adebayo, T. S., & Kartal, M. T. (2023). Paving the Ways Toward Sustainable Development: the Asymmetric Effect of Economic Complexity, Renewable Electricity, and Foreign Direct Investment on the Environmental Sustainability in BRICS-T. *Environment, Development and Sustainability*, s. 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03085-4>.
- United Nations (2014). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Erişim Adresi: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>.
- Usman, M., & Makhdum, M. S. A. (2021). What Abates Ecological Footprint in BRICS-T Region? Exploring the Influence of Renewable Energy, Non-Renewable Energy, Agriculture, Forest Area and Financial Development. *Renewable Energy*, 179, s. 12-28. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.014>.
- Vidyarthi, H. (2013). Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in India. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 10(4), s. 278-287. <https://doi.org/10.1108/WJSTSD-07-2013-0024>.
- Voumik, L. C., Akter, S., Ridwan, M., Ridzuan, A. R., Pujiati, A., Handayani, B. D., Keshminder, J. S., & Razak, M. I. M. (2023). Exploring the Factors Behind Renewable Energy Consumption in Indonesia: Analyzing the Impact of Corruption and Innovation Using ARDL Model. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(5), s. 115-125. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14530>.
- Wang, Q., Su, M., & Li, R. (2018). Toward to Economic Growth Without Emission Growth: The role of Urbanization and Industrialization in China and India. *Journal of Cleaner Production*, 205, 499-511. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.034>.
- Wellmer, F. W., & Becker-Platen, J. (2002). Sustainable Development and the Exploitation of Mineral and Energy Resources: A Review. *International Journal of Earth Sciences*, 91, s. 723-745. <https://doi.org/10.1007/s00531-002-0267-x>.
- Yu, S., Hu, X., Li, L., & Chen, H. (2020). Does the Development of Renewable Energy Promote Carbon Reduction? Evidence from Chinese Provinces, *Journal of Environmental Management*, 268, 110634. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110634>.
- Zaman, K., & Abd-el Moemen, M. (2017). Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Development: Evaluating Alternative and Plausible Environmental Hypothesis for Sustainable Growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, s. 1119-1130. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.072>.
- Zhu, X., Jianguo, D., Ali, K., & Kırıkkaleli, D. (2023). Do Green Logistics and Green Finance Matter for Achieving the Carbon Neutrality Goal?. *Environmental Science and Pollution Research*, s. 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30434-7>.
- Zoundi, Z. (2017). CO2 Emissions, Renewable Energy and the Environmental Kuznets Curve, a Panel Cointegration Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, s. 1067-1075. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.018>.