

# Kamu Borcunun Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerindeki Rolü: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama

(Araştırma Makalesi)

*The Role of Public Debt on Renewable Energy Consumption: An Evidence of BRICS-T Countries*

Doi: 10.29023/alanyaakademik.1313854

Elif ERER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, elif.erer@cbu.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-2238-4602

## ÖZET

### Anahtar Kelimeler:

Kamu Borcu,  
Yenilenebilir Enerji,  
Maliye Politikası, Panel  
Eş Bütünleşme,  
Driscoll-Kray Standart  
Hata Tahmincisi

### Makale geliş tarihi:

13.06.2023

### Kabul tarihi:

13.09.2023

Çalışmanın amacı, 1990-2019 dönemi için BRICS-T ülkelerinde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki uzun dönemli etkisinin incelenmesidir. Çalışmada kamu borcu ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki uzun dönemli ilişkinin tahmin edilmesinde Westerlund eş bütünleşme testi ve Driscoll-Kray standart hatalara sahip regresyon modeli, nedensellik ilişkisinin incelenmesinde Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, BRICS-T ülkelerinde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz olarak etkilediğini, bununla birlikte finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir katkı sağladığı ortaya koymaktadır. Çalışma bulguları, politika yapıcıların BRICS-T ülkelerinde çevresel kaliteyi artıracak ve enerji güvenliğini güçlendirecek daha etkin yenilenebilir enerji politikaları geliştirebilmeleri açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

## ABSTRACT

### Keywords:

Public Debt, Renewable  
Energy, Fiscal Policy,  
Panel Cointegration,  
Driscoll-Kray Standard  
Error Estimator

This study aims to examine the long-run effect of public debt on renewable energy consumption in BRICS-T countries for the period 1990-2019. In this study, Westerlund cointegration test and regression with Driscoll-Kraay standard errors are used to estimate long-run relationship between public debt and renewable energy consumption and Dumitrescu-Hurlin test is applied to examine causality relationship among these variables. The findings from this study show that public debt negatively affects renewable energy consumption while financial development positively influences it in BRICS-T countries. The findings present important information for policy makers in terms of developing effective policies increasing environmental quality and supporting to energy security.

## 1. GİRİŞ

Enerji, bireylerin sosyal yaşamında ve şirketlerin üretim sürecinde kullanılan önemli bir faktördür. Sanayi üretiminin önemli bir girdisi olan enerji arzının yetersiz olması durumunda ülkenin üretim kapasitesi ciddi derecede düşmekte; bu durum ülkenin ekonomik kalkınmasının olumsuz yönde etkilenmesine ve yatırımların azalmasına neden olmaktadır. Enerji kaynakları yetersiz olan ülkeler, enerjiyi ithal etmek zorunda kalmaktadır. Bununla birlikte enerji ithalatı, döviz kuru riski ve politik risk gibi birtakım olumsuzlukları barındırmaktadır. Bu nedenle ülkeler kendi enerji kaynaklarını sağlamaya çalışmaktadırlar (Yüksel vd., 2019; Mikayilov vd., 2020).

Enerji kaynakları iki grup altında incelenebilmektedir. Bunlar yenilenemeyen ve yenilenebilir enerjilerdir. Yenilenemeyen enerjiler, fosil yakıtlardan elde edilen enerji ve nükleer enerjidir. Bu enerji türünün en önemli avantajı, kullanımlarının ucuz olmasıdır (Qi vd., 2020). Bununla birlikte, yenilenemeyen enerji kaynakları karbon emisyonu problemi oluşturmakta, bu durum çevresel kirliliğe yol açarak insan sağlığını ciddi derecede tehdit etmektedir. Çevresel kirliliğin bir sonucu olarak, sağlık maliyetlerinde artış ve işgücünde azalış gözlemlenmektedir. Aynı zamanda yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı, enerji kaynaklarının arzının sürekliliğini azaltmaktadır (Zhou vd., 2020).

Çevresel bozulma, insan yaşamı ve biyolojik sistem üzerinde yarattığı olumsuz sonuçlar nedeniyle günümüzün en önemli sorunların başında yer almaktadır ve bu nedenle de küresel politikanın önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler (BM), küresel çevre sorunlarıyla başa çıkabilmek için “temiz enerji” politikasını 17. sürdürülebilir kalkınma hedefi olarak ilan etmiştir (IPCC, 2018). Bu kapsamda çevresel problemlerin minimum düzeye indirebilmek amacıyla yenilenemeyen enerji kaynaklarının yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ikame edilmesi önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, kaynağını doğadan alan enerji türleridir. Rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Bu tür enerji kaynakları, kolaylıkla yenilenmekte ve üretilebilmekte, doğayı minimum düzeyde kirliletmektedir (Doğan vd., 2021).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının yenilenemeyen enerji ile ikamesi, start-up maliyetleri, altyapı gelişimi ve işlemsel maliyetler gibi belirli finansal kısıtlamalarla karşı karşıya kalmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörünün gelişiminin başlangıç aşamasında olmasından dolayı finansal kısıtlamalar yenilenebilir enerji sektöründe önemli hale gelmiştir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılabilmesi büyük ölçüde dış finansman kaynaklarına bağlıdır (Lei vd., 2021; Hussain vd., 2022; Khan vd., 2022). Dış borçlanma, bir yandan yenilenebilir enerjiye ilişkin finansal kısıtlamaları ortadan kaldırırken, diğer yandan dış borçlanma ile ilgili yüksek maliyetler yenilenebilir enerji sektörünü olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Khan vd., 2019; Hashemizadeh vd., 2021; Majeed vd., 2021). Dış borç ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki üç kanal ile açıklanabilir. İlk kanal, dış borç ve reel gelir arasındaki negatif ilişki aracılığıyla çalışmaktadır. Bu kanala göre, toplam borç miktarı ülkenin geri ödeme gücünü aştığında yerli ve yabancı yatırımlar azalmakta, bu durum verimliliğin ve gelirin azalmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte dış borç miktarındaki artış, yatırımın finansal gücünü olumsuz olarak etkilemekte, bu durum ise yenilenebilir enerji tüketiminin azalmasına yol açmaktadır (Zaghdoudi, 2020). İkinci kanal, dış borcun mali politikalar üzerindeki yayılım etkisi aracılığıyla işlemektedir. Örneğin borç seviyesinin artması, ülke yükümlülüklerini yerine getirmek amacıyla vergi oranlarını arttırmak gibi politikaların benimsenmesine neden olabilmektedir. Böyle bir durumda yüksek vergi oranları tasarruf, yatırım ve inovasyon düzeylerinde caydırıcı bir rol oynamakta, bu durum yenilenebilir enerji yatırımını ve tüketimini negatif olarak etkilemektedir. Üçüncü kanal ise, dış borcun borçlanma maliyetleri üzerindeki yayılım etkisini yansıtmaktadır. Borçlanma maliyetlerindeki artış yatırımın ve dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketiminin azalmasına yol açmaktadır (Saleem vd., 2022). Dış borçlanmada karşılaşılan bu finansal zorluklar, yenilenebilir enerji projelerinin yaygınlaştırılmasında devletin katılımını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesinde kamu borcunun rolünün incelenmesi araştırmacılar ve politika yapımcılar açısından önemli hale gelmiştir.

İlımlı düzeyde bir kamu borcu, ekonomik kalkınmayı arttıran bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Optimal bir kamu borç düzeyi, sermaye girişini ve yatırımı teşvik ederek ekonomik faaliyeti pozitif olarak etkilemektedir (Grobety, 2018). Diğer yandan, optimal düzeyden daha yüksek bir kamu borç düzeyi özel yatırımları ve sosyal harcamaları azaltabilirken (Lora ve Olivera, 2007; Mohamed, 2013), enflasyonun, ülke riskinin ve ekonomi üzerindeki yükün artmasında neden olmaktadır (Cochrane, 2011; Qayyum vd., 2014). Kamu borcu, yenilenebilir enerji projeleri ve etkin enerji ve temiz yeşil teknolojilerin finansmanında kullanılabilirken daha yüksek bir kamu borcu, yenilenebilir enerji projelerinde ve çevre dostu teknolojilerde bir engel haline gelebilmektedir. Bunun nedeni, daha yüksek bir kamu borcunun hükümetin mali kaynakları bütçe açığını finanse etmeye yönlendirmeye sevk edebilmesidir (Jianhua, 2022).

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın amacı 1990-2019 dönemi için Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye (BRICS-T) ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminde kamu borcunun rolünün incelenmesidir. Çalışmanın literatüre birkaç açıdan katkı sağlaması beklenmektedir. Literatür incelendiğinde konu ile ilgili

çalışmaların genellikle gelişmekte olan ülke gruplarını dikkate aldıkları, sınırlı sayıda çalışmanın ise BRICS ülkelerine odaklandıkları görülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmada kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi BIRCS-T ülkeleri özelinde incelenmektedir. BRICS-T ülkeleri, yüksek ekonomik büyüme performansları ile gelişmekte olan ülkeler olarak kabul edilmektedir. BRICS-T ülkelerinin yüksek ekonomik performansa sahip olması, daha yüksek enerji tüketimini de gerekli kılmaktadır. Bu durum çevresel bozulmaya yol açmakta ve yenilenebilir enerji tüketiminin önemini ortaya koymaktadır.

Literatürde çok sayıda çalışmanın (Soytas vd., 2007; Apergis ve Payne, 2011; Al-Mulali vd., 2013; Destek ve Aslan, 2017; Belaid ve Youssef, 2017; Ben Mbarek vd., 2018; Chen vd., 2019; Rahman ve Vu, 2020) yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelerken, çalışmaların (Ocal ve Aslan, 2013; Aslan vd., 2014; Haseeb vd., 2018; Eren vd., 2019; Anton ve Nuca, 2020; Altarhouni vd., 2021; Wang vd., 2021a) bir kısmı ise finansal kalkınma ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi dikkate almışlardır. Bu çalışmalarda yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu, finansal kalkınma düzeyindeki artış ile birlikte yenilenebilir enerji tüketiminin arttığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte kısıtlı sayıda çalışmanın kamu borcunun etkisini dikkate aldığı ve bu çalışmaların (Lei vd., 2021; Murshed, 2021; Maheed vd., 2021; Florea vd., 2021; Hashemizadeh vd., 2021; Qamruzzaman, 2022; Khan vd., 2019; Wang vd., 2021b; Saleem Jabari vd., 2022; Jianhua, 2022) son yıllarda gelişmeye başladığı görülmektedir. Çalışmanın bu yönüyle de literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde konu ile ilgili literatür özetlenecek, ardından veri seti ve uygulanacak yöntem hakkında bilgi verilecek, analizden elde edilen ampirik bulgular ortaya konulacaktır.

## 2. LİTERATÜR

Kamu borcu ve yenilenebilir enerji düzeyi arasındaki ilişki, teorik açıdan kamu borcu ve çıktı düzeyi arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Konuya teorik perspektiften yaklaşan görüşlerden ilki kamu borçlanmasının özel yatırımı olumsuz olarak etkilediğini ileri süren Neo-klasik okuldur. Neo-klasik okula göre, kamu borçlanması, sermaye birikimi ve çıktı düzeyini azaltıcı bir etkiye sahiptir. Bu okul iktisatçıları, hükümetin doğası gereği bürokratik ve etkisiz olması nedeniyle uygulanan politikaların yatırımları ve çıktı düzeyini caydırıcı bir etki yarattığını ileri sürmektedirler (Olaoye vd., 2022). Bir diğer teorik açıklama Keynesyen iktisatçılar tarafından yapılmıştır. Keynesyen görüşe sahip iktisatçılar, kamu borçlanmasını desteklemektedir. Bu görüşe göre ekonomik bir çöküş sırasında devletin, piyasayı iyileştirmeye yönelik çabalarını arttırıcı, piyasa eksikliklerini giderici, ekonominin genişlemesini teşvik edici ve ekonomik daralmayı engelleyici politikalar uygulaması gerekmektedir. Bu görüşteki iktisatçılar, borçlanma yoluyla artan kamu harcamalarının, verimli kaynak tahsisi, etkili piyasa düzenlemesi, ekonomik istikrar ve sosyal çatışmaların çözümünü sağlayarak ekonomik büyümeyi teşvik edebileceğini savunmaktadırlar (Keynes, 1936). Bir diğer görüş olan ve Krugman (1988) tarafından ileri sürülen borç yükü teorisi, hem ulusal hem de uluslararası yatırımcıların gelecekteki vergi artışlarını ve ekonomik belirsizlikleri öngördüğü göz önüne alındığında, kamu borcundaki artış ekonomik kaynak transferinden daha önemli negatif dışsallıklar ürettiğinde, borçlu ülkeye yatırımı caydırıcı ve özel yatırımı azaltan bir borç yükü söz konusu olduğunu ileri sürmektedir. David Ricardo tarafından ileri sürülen ve ilk olarak Barro (1974,1989) tarafından tanımlanan Ricardo Eşdeğerlik Teoremi, bireylerin kamu harcamalarındaki artış karşısında ileride vergilerin artacağını varsaydıklarından dolayı, kamu borcunun tüketim üzerinde nötr bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadırlar.

Literatürde kamu borcu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır (Soytas vd., 2007; Apergis ve Payne, 2011; Al-Mulali vd., 2013; Destek ve Aslan, 2017; Belaid ve Youssef, 2017; Ben Mbarek vd., 2018; Chen vd., 2019; Rahman ve Vu, 2020). Bununla birlikte oldukça kısıtlı sayıda çalışmanın kamu borcunun enerji tüketimi üzerindeki etkisini ele aldığı görülmektedir (Obstfeld ve Rogoff, 2001; Helm, 2012; Ziaei, 2012; Best, 2017). Literatürde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisine odaklanan çalışmalar, genel olarak hükümetlerin, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi kolaylaştırmak amacıyla ayrılabilir önemli kaynaklara sahip olduğunu kabul etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, tahsis edilen paraları kullanan girişimlere yönelik kamu finansmanının arttırılması yoluyla başarılmaktadır. Enerji kaynakları için mali sermaye kısıtlamaları, kamu veya özel sektör finansman kaynaklarına erişim yoluyla aşılabilir ve bu, enerji türüne göre değişiklik göstermektedir. Enerji endüstrisindeki işletmeler için devletin finansman kaynakları özel sektöre göre daha erişilebilirdir. Çeşitli çalışmalar artan kamu borcunun ekonomik koşullarda gelişmeye neden olabileceğine inanırken, diğer çalışmalar yüksek kamu borcunun ilave bir risk, finansal piyasalarda volatilité ve ekonomik belirsizliği beraberinde getirdiğini iddia etmektedir. Elmendorf ve Mankiw (1999), borç birikiminin uzun vadeli faiz oranlarının artmasına ve dolayısıyla yatırım ve tüketimin azalmasına yol açtığını belirtmişlerdir. Patillo vd. (2002), artan kamu borç düzeyinin yabancıların yatırım yapma isteğini azaltacağını belirtmiştir. Bu durumda, enerji yatırımları da olumsuz olarak etkilenmektedir. Ricciuti (2003), kamu borcunun bireyler için gelecekteki bir vergi yükümlülüğü olarak görülmesinin yanında, borç birikiminin temerrüt riskini arttırdığını ve bunun sonucunda da banka kredileri ve tüketimin azalmasına yol açabildiğini ifade etmiştir. Böyle bir durumda enerji tüketimi de olumsuz olarak etkilenmektedir. Eggertson ve Krugman (2012), belirli bir seviyenin üstünde olan borç miktarının temerrüdü belirleyen ve kamu yatırımlarının kısıtlanmasına yol açan

önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Bu nedenle de yüksek düzeyde bir kamu borcunun enerji yatırımları ve dolayısıyla enerji tüketimini azaltıcı bir etki yaratmaktadır. Kamu borcunun tüketimi dolaylı olarak etkilediği değişkenlerden biri faiz oranıdır. Ziaei (2012), yüksek borçluluk oranlarına sahip 15 Avrupa Birliği ülkesinde mali sıkılaştırmanın ılımlı düzeyde enerji tüketimini azaltabileceğini ortaya koymuştur. Best (2017), yüksek gelir grubundaki ülkeler için finansal sermayenin modern yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru kaymasına neden olduğunu, buna karşın yurtiçi özel borçlanma senetlerinin ve banka kredilerinin yenilenebilir enerji tüketiminde olumlu bir rol oynadığını belirtmiştir.

İklim değişiminin ürkütücü boyutlara erişmesi ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin çalışmaların da hız kazandığı görülmektedir. Bu noktada özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji tüketiminin finansmanında kamu borcunun oynadığı rolü inceleyen çalışmaların sayısı artış göstermiştir. Kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerine odaklanan çalışmalar incelendiğinde net bir görüş birliğinin bulunmadığı görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin gelişimi ve dağıtımı ile ilgili projelerin finanse edilmesinde kamunun desteği önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum kamu borcunda artışa yol açmaktadır. Diğer yandan, artan ödeme yükümlülükleri yenilenebilir enerji ile ilgili girişimlerin gelişimi önünde engel oluşturabilmektedir. Bu nedenle literatürdeki çalışmaların bazıları (Florea vd., 2021; Qamruzzaman, 2022; Qamruzzaman vd., 2022) kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif, bir kısmı (Khan vd., 2019; Wang vd., 2021b; Hashemizadeh vd., 2021; Saleem Jabari vd., 2022; Jianhua, 2022) ise negatif bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koyan çalışmalardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: Florea vd. (2021), 1995-2015 döneminde Avrupa Birliğine üye 11 gelişmekte olan ekonomi için bütçe açığı ve kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimindeki rolünü panel Pedroni eşbütünleşme ve panel modifiye edilmiş en küçük kareler (FMOLS) yöntemini kullanarak araştırmışlar ve kamu borcu ve bütçe açığının yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Qamruzzaman (2022), 1990-2020 dönemi için 13 petrol ithal eden ülke için doğrudan yabancı yatırımlar ve kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme, doğrusal ve doğrusal olmayan panel ARDL modelleri aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışma bulguları, uzun dönemde kamu borcu ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimini arttırıcı bir etki yarattığını göstermektedir. Kısa ve uzun dönemde kamu borcu ve doğrudan yabancı yatırımlar ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki asimetrik bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Kamu borcundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü, doğrudan yabancı yatırımlar ile arasında ise çift yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Benzer şekilde Qamruzzaman vd. (2022), 1995-2018 dönemi için 13 petrol ihraç eden ülkede ekonomi politika belirsizliği, doğrudan yabancı yatırımlar ve kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini doğrusal ve doğrusal olmayan panel ARDL modelleri kullanarak araştırmışlar ve politika belirsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz olarak etkilerken, kamu borcu ve doğrudan yabancı yatırımların pozitif bir etkiye sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji tüketiminde kamu borcunun negatif bir role sahip olduğunu ortaya koyan çalışmalar şu şekilde özetlenebilir: Hashemizadeh vd. (2021), 1990-2016 dönemi için 20 gelişmekte olan ekonomiyi dikkate alarak yenilenebilir enerji tüketiminde kamu borcunun rolünü Driscoll-Kraay standart hatalı panel sabit etkiler ve Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik testi ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yenilenebilir enerji tüketimi ve kamu borcu arasında negatif bir ilişki olduğunu, kamu borcunun yenilenebilir enerji projelerini desteklemek amacıyla kullanıldığını ifade etmişlerdir. Wang vd. (2021b), 1990-2016 dönemi için BRICS ülkelerinde Westerlund eşbütünleşme testi, Driscoll-Kraay dirençli tahmincisi ve Dumitrescu-Hurlin nedensellik testini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve beşeri kalkınma arasındaki ilişkide kamu borcunun etkisini incelemişler ve beşeri kalkınmanın yenilenebilir enerji kullanımını desteklediğini, yenilenebilir enerji ve kamu borcu arasındaki ilişkinin beşeri kalkınmayı olumsuz yönde etkilediğini bulmuşlardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının desteklenmesi ve kamu borcunun GSYİH oranının ise uygun bir oranda kontrol edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Saleem Jabari vd. (2022), 1980-2016 dönemi için Türkiye’de Bootstrap ARDL testini kullanarak yenilenebilir enerji, finansal kalkınma ve dış borç arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal kalkınma arasında pozitif, dış borç ile negatif bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda politika yapıcıların dış borcun sürdürülebilir enerji gelişimi üzerindeki negatif etkisini azaltmak için dış borç politikasını düzenlemesi ve enerji yatırımını ve yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla üretimi destekleyerek çevresel bozulmayı minimum düzeye indirebilmek için finansal sektörün gelişiminin desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Jianhua (2022), 1990-2019 dönemi için 23 Asya ekonomisinde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini panel doğrusal ve doğrusal olmayan ARDL modelleri aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışma sonuçları uzun dönemde kamu borcundaki artışın yenilenebilir enerji tüketimini azalttığını, kamu borcunda meydana gelen pozitif bir şokun enerji tüketimini azaltırken, negatif şokun arttırdığını göstermektedir. Bununla birlikte sonuçlar ülke bazında farklılık göstermektedir.

Literatürde sınırlı sayıda çalışma dış borç, enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelediği görülmektedir. Katircioglu ve Katircioglu (2018), 1960-2013 dönemi için Türkiye’de dış borcun karbon emisyonu üzerindeki etkisini ARDL modeli ile araştırmışlar ve karbondioksit emisyonu, enerji, reel gelir ve dış borç arasında

önemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Katircioglu ve Celebi (2018), Maki eşbütünleşme analizini kullanarak 1960-2013 dönemi için Türkiye’de çevresel Kuznets eğrisinin geçerliliğini ve dış borcun rolünü incelemişler ve uzun dönemde gelir artışının ve enerji kullanımının dış borçla finanse edilmesinin daha yüksek çevresel bozulmayla sonuçlandığını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Çin özelinde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini inceleyen Sun ve Liu (2020) ve Bese vd. (2021) enerjiye bağımlı ekonomilerin, yüksek borç miktarından etkilenen yüksek gelir artışı nedeniyle enerji talebini artırma eğiliminde olduklarını belirtmişlerdir. Dış borcun ağır sanayileşme, inşaat sektörü, altyapı geliştirme ve gayrimenkul projelerine yatırım için kullanılması takdirde, olumsuz çevresel sonuçlara yol açabilecek enerji talebini artmaktadır. Akram vd. (2022), yüksek kamu borcuna sahip fakir ülkelerde dış borç stoku ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi incelemişler ve dış borcun karbondioksit emisyonunu artırarak çevresel bozulmaya yol açtığını, bununla birlikte dış borç ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını ifade etmişlerdir.

Literatür incelendiğinde yenilenebilir enerji tüketiminin finansmanında kamu borçlanmasının rolünü inceleyen çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu ve son yıllarda artmaya başladığı görülmektedir. Bu çalışmalar genellikle gelişmekte olan ülkelerde kamu borcu ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiye odaklanırken, sınırlı sayıda çalışma BRICS ülkelerini ele almaktadır. Bununla birlikte konuyu Türkiye açısından inceleyen bir çalışmaya rastlanılmıştır. Bu kapsamda çalışmanın, BRICS-T ülkeleri kapsamında kamu borçlanmasının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemesi açısından literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

### 3. VERİ SETİ VE MODEL

Çalışmada 1990-2019 dönemi için BRICS-T ülkelerinde kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki rolünü incelemek amacıyla oluşturulan model Krugman (1988) tarafından önerilen borç fazlası (det overhanging) teorisine dayanmaktadır. Bu teori, gelecekteki kamu borcunun kademeli olarak ülkenin borcu geri ödeme kabiliyetini aşması durumunda tüketimi azalttığını ifade etmektedir. Hashemizadeh vd. (2021) çalışmasını takiben tahmin edilecek olan model aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$RE_{it} = \beta_0 + \beta_1 PD_{it} + \beta_2 GDPC_{it} + \beta_3 FD_{it} + \beta_4 CO2_{it} + \beta_5 TO_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla oluşturulan modelde kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı, finansal gelişmişlik düzeyi, karbondioksit oranı ve dışa açıklık oranı kontrol değişkenler olarak modele dahil edilmiştir. (1) numaralı denklemde  $RE$  yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payını,  $PD$  kamu borcunun GSYİH’ya oranını,  $GDPC$  kişi başına düşen ekonomik büyüme oranını,  $FD$  finansal gelişmişlik düzeyini temsilen bankalar tarafından özel sektöre sağlanan yurtiçi kredilerin GSYİH’ya oranını,  $CO2$  karbondioksit emisyonunun GSYİH’ya oranını ve  $TO$  dışa açıklık oranının GSYİH’ya oranını ifade etmektedir. Tablo 1’de söz konusu değişkenlere ilişkin açıklamalar yer almaktadır:

**Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Açıklamalar**

Değişkenler	Açıklamalar	Kaynak
$RE$	Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı	Dünya Bankası veri tabanı
$PD$	Kamu borcunun GSYİH içindeki payı	IMF tarihsel kamu borç istatistikleri
$GDPC$	2015 yılı fiyatlarıyla kişi başına düşen GSYİH reel büyüme oranı	Dünya Bankası veri tabanı
$FD$	Bankalar tarafından özel sektöre verilen yurtiçi kredilerin GSYİH içindeki payı	Dünya Bankası veri tabanı
$CO2$	Karbondioksit emisyonunun GSYİH içindeki payı	Dünya Bankası veri tabanı
$TO$	Dışa açıklık oranının GSYİH içindeki payı	Dünya Bankası veri tabanı

Dünya genelinde iklim değişimi ile mücadele etmek amacıyla  $CO2$  emisyonlarının düşürülmesi gerekliliği, ekonomilerinin çevresel sürdürülebilirliği desteklemesine ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelerine yol açmaktadır (Chen vd., 2021). Kişi başına düşen GSYİH büyüme oranının, ülkelerin gelişmişlik seviyelerine bağlı olarak yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkileri farklılaşabilmektedir. (Bamati ve Raoofi, 2020). Finansal gelişmişlik düzeyi, yenilenebilir enerji tüketiminin önemli bir belirleyicisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha yüksek bir finansal gelişmişlik düzeyi, fonların yenilenebilir enerji sektörüne etkin bir şekilde transfer edilmesine olanak sağlamaktadır (Murshed vd., 2021, Shahbaz vd., 2021). Aynı zamanda fosil enerjiden yenilenebilir enerjiye geçişte finansal sistemden sağlanan destek önemli bir rol oynamaktadır (Kim ve Park, 2016; Wang vd., 2021b). Karbondioksit emisyonlarının azaltılmasında çevreye uygun teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesine yönelik desteği güçlendirmektedir (Dogan ve Seker, 2016; Gill vd., 2019). Kamu borcu, yenilenebilir enerji projelerinin finansmanı açısından yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olurken, yüksek düzeyde kamu borcu ülkenin

yenilenebilir enerji projelerinin önünde engelleyici bir rol oynamaktadır (Lei vd., 2021; Murshed, 2021; Saleem Jabari vd., 2022; Jianhua, 2022).

Tablo 2’de değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler, Şekil 1’de dağılım grafiği, histogram ve korelasyon matrisi yer almaktadır. Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, BRICS-T ülkelerinde ortalama yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payının %24,23, kamu borcunun GSYİH’ye oranı %44,58’dir. Bu ülkelerde ortalama kişi başına düşen GSYİH büyüme oranı %3,14, finansal gelişmişlik düzeyi %54,67 ve dışa açıklık oranı %41,65’dir. Karbondioksit emisyonunun GSYİH içindeki payının ise %1,01 olduğu görülmektedir. Çarpıklık değerleri incelendiğinde, kişi başına düşen GSYİH büyüme oranının sola çarpık, diğer değişkenlerin ise sağa çarpık oldukları ifade edilebilir. Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı ve karbondioksit emisyonunun GSYİH içindeki payına ilişkin basıklık değerlerinin 3’ten küçük ve dolayısıyla basık bir dağılıma, diğer değişkenlere ilişkin basıklık değerinin 3’ten büyük ve dolayısıyla sivri bir dağılım sergiledikleri görülmektedir. Gerek çarpıklık ve basıklık değerleri gerekse Jarque-Bera test istatistiklerine göre tüm değişkenlerin normal bir dağılıma sahip olmadıklarını ortaya koymaktadır.

**Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	RE	PD	GDP	FD	CO2	TO
Ortalama	24,23815	44,58716	3,142285	54,67936	1,014993	41,65712
Medyan	18,11654	44,32000	3,275061	50,23150	1,141297	44,57393
Maksimum	58,65286	116,0000	13,63582	165,3904	2,305828	110,5771
Minimum	3,180000	4,980000	-14,61392	14,01066	0,215762	15,15560
Standart Sapma	16,60739	21,35048	4,629448	34,01759	0,548369	14,43868
Çarpıklık	0,413004	0,573132	-0,679731	1,254353	0,179591	0,372072
Basıklık	1,802443	3,949599	4,137718	4,219278	2,366641	4,500420
Jarque-Bera	15,87324	16,61745	23,56904	58,35182	8,976159	21,03758
Olasılık	0,000357	0,000246	0,000008	0,000000	0,036958	0,000027
Gözlem sayısı	180	180	180	180	180	180

Not: \*\*\* %1 önem seviyesindeki anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3’te modelde dikkate alınan değişkenlere ilişkin ülke bazında özet istatistikler yer almaktadır. Tablo 3’te yer alan sonuçlar incelendiğinde, ortalama yenilenebilir enerji tüketiminin en yüksek olan ülkeler Hindistan ve Brezilya olduğu görülmektedir. Rusya’nın yenilenebilir enerji tüketiminde en düşük paya sahip iken, en yüksek karbondioksit tüketimine sahip olan ülke olarak karşımıza çıkmaktadır. Kamu borcu/GSYİH oranı ortalama olarak en yüksek olan ülke Brezilya’dır ve onu Hindistan takip etmektedir. En yüksek ekonomik büyüme oranına sahip olan ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan ve Türkiye iken; Çin, Güney Afrika ve Brezilya en yüksek finansal gelişmişlik düzeyine sahip olan ülkelerdir. Son olarak, dış açıklık oranı en yüksek olan ülkeler sırasıyla Rusya, Güney Afrika ve Türkiye’dir.

**Tablo 3. Değişkenlere İlişkin Ülke Bazında Özet İstatistikler**

	Çin	Hindistan	Rusya	Güney Afrika	Türkiye	Brezilya
<b>Yenilenebilir Enerji Tüketimi/Toplam Enerji Tüketimi (RE)</b>						
Ortalama	21,4496	44,2106	3,5377	13,624	17,005	45,6
Standart Sapma	8,6693	9,1238	0,2504	3,3532	4,5359	2,3269
<b>Kamu Borcu/GSYİH (PD)</b>						
Ortalama	26,49467	52,75482	39,45578	40,31233	42,42652	66,07881
Standart Sapma	11,75248	5,23639	36,2881	7,338707	13,31258	13,24048
<b>GSYİH Büyüme Oranı (GDP)</b>						
Ortalama	8,506146	4,525942	0,895023	0,873671	3,068315	0,984615
Standart Sapma	2,472426	2,012533	6,459347	2,287718	4,464594	2,849479
<b>Finansal Gelişmişlik Düzeyi (FD)</b>						
Ortalama	116,4342	37,74976	32,20595	58,62229	32,47948	50,5819
Standart Sapma	24,35983	12,09467	14,8171	6,488947	19,00334	21,7495
<b>Karbondioksit Emisyonu/GSYİH (CO2)</b>						
Ortalama	1,277846	1,115264	1,647122	1,335485	0,470475	0,243764
Standart Sapma	0,361715	0,100746	0,430013	0,07164	0,035564	0,01668

Dışa Açıklık Oranı/GSYİH (TO)						
Ortalama	41,83673	35,33024	54,02819	48,6138	46,98192	23,15185
Standart Sapma	11,65319	12,99517	13,83289	8,295398	8,262649	4,503191

Çalışmada BRICS-T ülkelerinde 1990-2019 aralığını kapsayan zaman dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ile kamu borcu arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesinde Driscoll ve Kraay (1998) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bir yöntem olan Driscoll-Kraay standart hata yaklaşımı kullanılmıştır. Driscoll-Kraay tahmincisi, farklı varyans problemi ve yatay kesit bağımlılığı durumunda sapmasız tahminciler elde edilmesine olanak sağlamakta, zaman boyutunun büyük olduğu dengesiz panel veri setlerine uygulanabilmektedir. Uzun dönem katsayıların tahmin edilmesinde ilk olarak yatay kesit ortalamaları ve artıklar hesaplanmakta, ardından farklı varyans ve otokorelasyon ile tutarlı ağırlıklandırılmış (HAC) tahminciler hesaplanmakta ve yatay kesit bağımlılığına karşı standart hatalar türetilmektedir. Driscoll-Kraay standart hatalara ilişkin doğrusal model aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(2) nolu denklemde  $i$  ve  $t$  yatay kesit ve zaman birimlerini ifade etmektedir (Driscoll ve Kraay, 1998).

Driscoll-Kraay standart hata yaklaşımının sonuçlarının dirençliliğini ortaya koymak amacıyla, çalışmada Parks (1967) ve Kmenta (1986) tarafından önerilen esnek genelleştirilmiş en küçük kareler (FGLS) ve Beck ve Katz (1995)'in ortaya koyduğu panel düzeltilmiş standart hatalar (PCSE) tahmincileri uygulanmıştır. Her iki yaklaşım da, yatay kesit bağımlılığı probleminin üstesinden gelerek uzun dönemli katsayı tahminleri elde etmektedir. Bu kapsamda, FGLS ve PCSE tahmincileri küçük örneklerde zaman boyutunun yatay kesit sayısından daha büyük olduğu durumda tutarlı ve sapmasız sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte, büyük panel veri setlerinde FGLS tahmincisi zaman boyutunun yatay kesit boyutundan daha büyük olduğu durumlarda ( $T \geq N$ ) daha iyi bir performans sergilerken, PCSE tahmincisi yatay kesit sayısının zaman boyutunu aştığı durumda ( $N > T$ ) daha iyi bir performans göstermektedir (Parks, 1967; Hoechle, 2007).

Her bir ülkeye ilişkin uzun dönem katsayı tahminlerinde eş anlılık sapması, içsellik ve durağan dışılık problemlerinin üstesinden gelebilmek amacıyla çalışmada Pedroni (2000, 2001) tarafından önerilen tam modifiye edilmiş en küçük kareler (FMOLS) modelinden yararlanılmıştır. Bu tahminci küçük örneklerde tutarlı tahminciler sağlamakta ve her bir ülkeye özgü tahmin sonuçlarının elde edilmesine imkan sağlamaktadır (81,82,83,84,85,86). FMOLS tahmincisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\hat{\beta}_{FMOLS} = [N^{-1} \sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T (p_{it} - \bar{p}_i)^2)^{-1}] x [\sum_{t=1}^T (p_{it} - \bar{p}_i) s_{it} - T \Delta_{\varepsilon u}] \quad (3)$$

(3) nolu denklemde  $p$ ,  $s$  ve  $z$  sırasıyla açıklayıcı değişkenleri, bağımlı değişkeni ve parametre vektörünü ifade etmektedir.  $T$  ve  $N$  ise sırasıyla zaman periyodunu ve yatay kesit birim sayısını göstermektedir.

Çalışmada son olarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen, heterojenlik özelliğini ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alarak Granger nedensellik testinin revize eden Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinden yararlanılmıştır (71, 72, 87). Söz konusu test hem zaman boyutunun yatay kesit birim sayısından büyük olduğu ( $T > N$ ) hem de yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu ( $N > T$ ) durumlarda nedensellik ilişkisini analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Dumitrescu-Hurlin yaklaşımı, standart normal dağılım ( $Z$ -bar istatistikleri) ve ortalama istatistiklerine ( $W$ -bar istatistikleri) dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Dumitrescu-Hurlin test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$m_{i,t} = \phi_i + \sum_{i=1}^n \tau_i^n m_{i,t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i^n Z_{i,t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$\phi_i$  sabit terimi,  $\tau_i^n$  regresyon katsayılarını,  $\delta_i^n$  otoregresyon parametrelerini ifade etmektedir. Bu teste ilişkin sıfır hipotezi nedenselliğin olmadığını, alternatif hipotez nedenselliğin varlığını belirtmektedir.

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (5)$$

$$Z_{N,T}^{Hnc} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (W_{N,T}^{Hnc} - K) \quad (6)$$

$K$  gecikme uzunluğunu göstermektedir.

#### 4. AMPİRİK BULGULAR

Panel veri analizinde, tahminlerin sapmasız ve etkin olarak elde edilebilmesi için değişkenlere ilişkin durağanlıkların araştırılması önemlidir. Değişkenlerin durağanlıklarının incelenmesi amacıyla kullanılan panel birim kök testleri iki gruba ayrılmaktadır. İlk grupta yer alan testler, yatay kesit bağımlılığını göz ardı etmekte ve birinci nesil panel birim kök testleri olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte ülkeler, bölgeler gibi yatay kesit birimler

ile çalışıldığında, hata terimleri arasında korelasyon ortaya çıkabilmektedir. Yatay kesit bağımlılığının varlığı korelasyon matrisinin birim matris olması önünde engel oluşturmakta, etkinlik özelliğinin kaybedilmesine neden olmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek amacıyla, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testleri geliştirilmiştir (Wooldridge, 2002). Dolayısıyla çalışmada öncelikle değişkenlere ilişkin yatay kesit bağımlılığının olup olmadığı araştırılmıştır.

Çalışmada yatay kesit bağımlılığının araştırılmasında hem heterojen hem de homojen panel veriler için uygulanabilen ve zaman boyutunun (T) yatay kesit boyutundan (N) büyük olması durumunda daha tutarlı sonuçlar veren Breusch ve Pagan (1980)'in önerdiği LM testi ve Pesaran (2004)'in önerdiği CD testi uygulanmıştır. Bu testlere ilişkin sıfır hipotezi yatay kesit bağımlılığının geçerli olmadığını belirtmektedir. Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı test sonuçları Tablo 4'te raporlanmaktadır. Tablo 4'te raporlanan sonuçlar, tüm değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 4. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları**

	LM Testi		CD Testi	
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
RE	252,5055	0,0000	14,4120	0,0000
PD	65,7256	0,0000	9,1577	0,0000
GDPC	59,456	0,0000	5,8529	0,0000
FD	181,5321	0,0000	30,3010	0,0000
CO2	149,8434	0,0000	6,6067	0,0000
TO	147,0609	0,0000	8,3810	0,0000

LM ve CD testlerine göre değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilmesinin ardından, durağanlıkların incelenmesinde Pesaran vd. (2004) tarafından geliştirilen CIPS ve CADF testleri uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 5'te gösterilmektedir. Tablo 5'te yer alan CIPS ve CADF test istatistiklerine göre, tüm değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadıkları, birinci farkları alındıklarında durağan hale geldikleri görülmektedir.

**Tablo 5. Birim Kök Test Sonuçları**

	CIPS Test İstatistiği		CADF Test İstatistiği		
	Düzye Değeri	Birinci Farkı	Düzye Değeri	Birinci Farkı	Bütünleşme Derecesi
RE	-2,847	-4,477***	-2,835	-3,190***	I(1)
PD	-1,567	-4,584***	-1,572	-3,661***	I(1)
GDPC	-2,478	-5,814***	-2,807	-4,152***	I(1)
FD	-1,780	-3,975***	-2,578	-3,150***	I(1)
CO2	-2,149	-4,645***	-1,951	-3,742***	I(1)
TO	-2,704	-4,781***	-2,779	-4,420***	I(1)

**Not:** \*\*\* %1 önem seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir. Değişkenler trend içerdiğinden dolayı, trendli birim kök test istatistikleri raporlanmıştır.

Değişkenlerin bütünleşme derecelerine göre uygulanacak eşbütünleşme testinin türü de değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle çalışmada değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisinin test edilmesinde, tüm değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları ve yatay kesit bağımlılığı içermeleri nedeniyle yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund (2007) tarafından geliştirilen Westerlund eş bütünleşme testinden yararlanılmıştır. Söz konusu testte eş bütünleşme ilişkisine, dört test istatistiğine dayanılarak ve her yatay kesit biriminde hata düzeltmesinin geçerli olup olmadığı incelenerek karar verilmektedir.  $P_t$  ve  $P_a$  istatistikleri tüm panele ilişkin bilgileri dikkate alarak hesaplanırken,  $G_t$  ve  $G_a$  istatistiklerinin hesaplanmasında her yatay kesit birime yönelik tahmin edilen otoregresif parametrelerin ağırlıklı ortalaması göz önüne alınmaktadır. Her bir test istatistiği için sıfır hipotezi eş bütünleşmenin olmadığını ifade etmektedir (Westerlund, 2007). Westerlund eş bütünleşme testine ilişkin sonuçlar Tablo 6'da gösterilmektedir. Değişkenlerde birimler arasında korelasyon olması nedeniyle dirençli olasılık değerleri de raporlanmıştır. Tablo 6'da raporlanan sonuçlara göre, %5 önem seviyesinde değişkenler arasında eş bütünleşme olmadığını söyleyen sıfır hipotezinin güçlü bir şekilde reddedildiği ( $G_t$  istatistiği açısından) görülmektedir. Elde edilen bu sonuç yenilenebilir enerji tüketimi ile kamu borcu, büyüme oranı, karbondioksit emisyonu, ticari açıklık ve finansal gelişmişlik düzeyi arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır.



**Tablo 6. Westerlund Eşbütünleşme Test Sonuçları**

	Test İstatistiği	z İstatistiği	Olasılık Değeri	Dirençli Olasılık Değeri
Gt	-2,665	-1,124	0,13	0,025
Ga	-7,28	1,418	0,922	0,21
Pt	-5,392	-0,641	0,261	0,07
Pa	-6,453	0,486	0,687	0,16

Değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisinin varlığının ortaya konulmasının ardından, söz konusu değişkenler arasındaki uzun dönem katsayı tahminleri elde edilmiştir. Tablo 7’de kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki uzun dönemli etkisini incelemek amacıyla oluşturulan modele ilişkin Driscoll-Kraay standart hatalar, Prais-Winsten ve Parks-Kmenta yaklaşımlarına yönelik tahmin sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 7. Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları**

	Driscoll-Kraay Standart Hatalar Tahmincisi		Prais-Winsten Tahmincisi (PCSE)	Parks-Kmenta Tahmincisi (FGLS)
	Katsayı	Standart Hata	Katsayı	Standart Hata
PD	-0,04901**	0,017341	-0,23701***	0,049581
GDPC	0,06698***	0,006565	0,85885***	0,204004
CO2	-6,814114***	1,607539	-2,85023**	1,311937
TO	-0,27483***	0,043216	-0,78598***	0,060167
FD	0,08599**	0,025793	0,03447*	0,020416
Sabit	35,8681***	3,244647	48,49048***	4,183573

Not: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde anlamlılıkları göstermektedir.

Driscoll-Kraay tahmin sonuçlarına göre, kamu borcu BRICS-T ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimini istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır. Kamu borç stoku/GSYİH oranında meydana gelen artış karşısında yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki oranını azalmaktadır. Bunun nedeni, yenilenebilir enerji üretiminin yüksek yatırım maliyetine ve getiri riskine sahip olması olarak ifade edilebilir. Gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan BRICS-T ülkeleri bütçe açıkları verdiklerinden dolayı yüksek kamu borcu, yenilenebilir enerji gelişiminin önündeki engellerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen bu sonuç, Khan vd. (2019), Wang vd. (2021b), Hashemizadeh vd. (2021), Saleem Jabari vd. (2022) ve Jianhua (2022) çalışmalarını desteklemektedir.

Kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı, gelişmekte olan ekonomiler içinde yer alan BRICS-T ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimini arttırmaktadır. Kişi başına düşen ekonomik büyüme oranının artması durumunda yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payının arttığı görülmektedir. Bunun nedeni, söz konusu ülkelerde ekonomik gelişmenin bir sonucu olarak yenilenebilir enerji sektörlerine yatırım yapmak için yeterli mali sermayeye sahip olmalarıdır. Ekonomik büyüme oranındaki artış, ekonomide hükümetin kaynaklarını toplumsal refahı iyileştiren eğitim, sağlık hizmetleri, altyapı ve yenilenebilir enerji gibi projelere doğru yönlendirmesine olanak tanıyan ek kaynaklar sağlamaktadır. Aynı zamanda ekonomik gelişmeden elde edilen beşeri sermayenin kalitesi, fosil yakıt enerjisinin kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğini azaltabilmek amacıyla yenilenebilir enerjiye olan adaptasyonu kolaylaştırmaktadır. Buna ilave olarak, gelişmekte olan söz konusu ülkeler 1997 Kyoto Protokolü, 2015 Paris Anlaşması ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında düşük karbon emisyonu ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine sahiptirler. Bu nedenle, bu ülkelerde teşvik ve sübvansiyonlarla desteklenen ekonomik kalkınma politikaları, yenilenebilir enerji tüketimi kullanımının artırılmasında ölçek ekonomisini teşvik etmektedir. Elde edilen bu sonuç, Sebri ve Ben-Salha (2014), Lin vd. (2016) ve Jianhua (2022) çalışmalarını desteklemektedir.

Karbondioksit emisyonu, ticari açıklık ve finansal gelişmişlik düzeyinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde anlamlı ve negatif bir etkiye sahip oldukları ifade edilebilir. Karbondioksit emisyonu/GSYH oranındaki artış yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki oranının azalmasına neden olmaktadır. Karbondioksit emisyonundaki azalış, çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek hükümetin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelerine ve yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Elde edilen bulgular, Zoundi (2017) ve Chen vd. (2021) çalışmalarını desteklemektedir.

Tahmin sonuçları ticari açıklık oranının, yenilenebilir enerji tüketimini azalttığını göstermektedir. Ticari açıklık/GSYH oranında artış karşısında yenilenebilir enerji tüketimi azalmaktadır. Ticari açıklık oranı, ticari engelleri azaltmakta ve ucuz mal ve hizmetlerin, dolayısıyla geleneksel enerji ithalatını kolaylaştırmaktadır. Ticari rekabet açısından gelişmekte olan ülkeler, yenilenebilir enerjiden daha ucuz olan fosil enerjiye daha fazla önem vermektedir. Bu durum, gelişmekte olan BRICS-T ülkelerinin yenilenebilir enerji teknolojisi ve gelişimine daha

az ilgi göstermelerine neden olmaktadır. Aynı zamanda, söz konusu ülkeler daha enerji yoğun olan sanayi mallarının üretiminde karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Bu nedenle ticari açıklık yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Elde edilen bulgular, Lin vd. (2016), Zeren ve Akkuş (2020) ve Qamruzzaman ve Jianguo (2020) çalışmalarını desteklemektedir.

Sonuçlar finansal gelişmişlik düzeyi açısından değerlendirildiğinde, finansal gelişmişlikteki artış ile birlikte yenilenebilir enerji tüketiminin de arttığı ifade edilebilir. Finansal sektörün gelişimi, bankacılık sektörü, sermaye piyasası ve banka dışı finansal faaliyetleri kapsayan finansal faaliyetlerin gelişimini yansıtmaktadır. Dolayısıyla finansal gelişme düzeyindeki artış yenilenebilir enerji projelerinin desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. finansal Çalışma bulguları Eren vd. (2019), Wang vd. (2022) ve Wahab vd. (2022) çalışmalarını desteklemektedir.

FGLS ve PCSE tahmin sonuçları, Driscoll-Kraay standart hatalar tahmincisi ile benzer sonuçlar sergilemektedir. FGLS ve PSCE tahmin sonuçlarına göre, kamu borç stoku/GSYİH oranındaki bir artış karşısında yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı sırasıyla %0,07 ve %0,23 oranında azalmaktadır. Kişi başına düşen ekonomik büyüme oranının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki artırıcı etkisi FGSL ve PCSE tahmin sonuçları için sırasıyla %0,10 ve %0,85 olarak tahmin edilmiştir. Driscoll-Kraay tahmincisine benzer şekilde, karbondioksit emisyonu/GSYİH oranı ve ticari açıklık/GSYİH oranı yenilenebilir enerji tüketimini azaltıcı ve finansal gelişmişlik düzeyini ise artırıcı bir rol oynamaktadır.

Tablo 8’de FMOLS sonuçları yer almaktadır. Tablo 8’de yer alan sonuçlar, BRICS-T ülkelerinin her biri için uzun dönem katsayıları ile ilgili daha ayrıntılı bilgi sağlamaktadır. Kamu borcu Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Bununla birlikte, Çin ve Türkiye’de kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi ile negatif bir ilişki içinde olduğu bulunmuştur. Türkiye ve Çin’de söz konusu negatif ilişki, yenilenemeyen enerji projelerine veya diğer ekonomik faaliyetlere harcanan kamu borcunun oranından kaynaklanmaktadır. Kamu borcu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında gözlemlenen pozitif ilişki, Brezilya (hidrolik, rüzgar, güneş ve biyokütle kütle enerjileri), Hindistan (güneş ve rüzgar enerjileri) ve Güney Afrika (rüzgar ve dalga enerjisi)’da hükümetin kamu harcamalarını yenilenebilir enerji projelerini desteklemek amacıyla kullandığının bir göstergesidir. Kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı Brezilya, Hindistan ve Çin’de yenilenebilir enerji tüketimi ile pozitif bir ilişki içinde iken; Rusya, Güney Afrika ve Türkiye’de ekonomik büyüme oranının anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Bu sonuçlar, yüksek ekonomik büyüme gösteren ülkelerin (Brezilya, Hindistan ve Çin), ekonomik büyüklükteki artış ile birlikte yenilenebilir enerji tüketimini arttırmayı amaçladıklarını ortaya koymaktadır. Karbondioksit emisyonunun GSYİH içindeki payının artması ile birlikte Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde, ticari açıklık oranındaki artış Rusya haricindeki diğer ülkelerde ticari rekabetten dolayı yenilenebilir enerji tüketiminin azalmasına neden olmaktadır. Finansal gelişmişlik düzeyini temsilen modele dahil edilen özel sektöre verilen yurtiçi kredilerin GSYİH içindeki payındaki artış Brezilya, Rusya ve Çin’de yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına neden olurken, Hindistan ve Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu sonuçlar, Hindistan ve Türkiye’de özel sektöre verilen kredilerin yenilenebilir enerji dışındaki sektörlerle aktarıldığını; Brezilya, Rusya ve Çin’de ise yenilenebilir enerji tüketiminin finansmanında finansal sektörün önemini göstermektedir.

**Tablo 8. Ülke Bazlı FMOLS Tahmin Sonuçları**

	PD	GDP	CO2	TO	FD
Brezilya	0,15 (0,03)***	0,73 (0,11)***	-0,15 (0,06)***	-0,28 (0,08)***	0,07 (0,01)***
Rusya	0,005(0,006)	0,007(0,005)	-0,14 (0,07)**	0,04 (0,01)***	0,03(0,001)***
Hindistan	0,23 (0,02)***	0,23 (0,05)***	-0,41(0,06)***	-0,19(0,02)***	-0,24(0,02)***
Çin	-0,48(0,06)***	1,17(0,16)***	-0,21(0,09)***	-0,02(0,03)	0,16(0,02)***
Güney Afrika	0,13(0,04)***	-0,12(0,16)	-0,16(0,02)***	-0,37(0,06)***	0,06(0,08)
Türkiye	-0,15(0,02)***	-0,04(0,05)	-0,64(0,02)***	-0,08(0,04)**	-0,10(0,02)***

**Not:** Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde anlamlılıkları ifade etmektedir.

Çalışmada son olarak değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü incelemek amacıyla heterojen panel veri setine uygulanabilen ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 9’da yer almaktadır.

**Tablo 9. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Test Sonuçları**

Değişkenler	RE	PD	GDP	CO2	TO	FD
RE	-	0,5899	2,5619**	5,3747***	3,2245***	83,8129***
PD	4,5943**	-	3,7708***	9,0705***	34736***	19,3336***
GDP	4,9906***	3,0638***	-	1,8351*	7,2581***	3,5311***

<b>CO2</b>	2,8957	3,8336***	4,9117***	-	1,8238*	3,6363***
<b>TO</b>	7,8024***	45084***	1,3597	3,3057***	-	0,4060
<b>FD</b>	1,8196*	5,4378***	0,8807	1,1411	3,5284***	-

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem seviyesinde anlamlılıkları ifade etmektedir. Tablo içindeki değerler Z-bar istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 9’da yer alan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik test sonuçlarına göre, kamu borcundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu sonuç, kamu borcundaki değişimlerin yenilenebilir enerjinin gelişimi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktada önemli olan husus, bütçe açığının sürdürülebilirliğine dayalı olarak enerji verimliliğini arttırmak amacıyla kamu harcamalarının yenilenebilir enerji sektöründeki projelere doğru aktarılmasıdır. Kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuca göre yüksek ekonomik büyüme seviyesi yenilenebilir enerji talebini arttırırken, enerji talebindeki bir azalma ekonomik büyüme oranını olumsuz olarak etkilemektedir. Bu kapsamda ülkelerin, uzun dönemde ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla enerji kaybını önleyecek ve enerji tasarrufunu arttıracak stratejiler belirlemesi önem kazanmaktadır. Karbondioksit emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu noktada, karbondioksit emisyonunu azaltacak politikaların uygulanması önem arz etmektedir. Ticari açıklık oranı ve finansal gelişmişlik düzeyi ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur.

## 5. SONUÇ

Yüksek büyüme oranlarına sahip olan BRICS-T ülkeleri, iklim değişimi üzerinde etkili olmaktadır. Ekonomik büyüme oranındaki artış, enerji tüketimi aracılığıyla küresel karbon emisyonunu arttırmakta, aynı zamanda enerji tüketimi de ekonomik büyüme oranının artmasına yol açmaktadır. Bu durum iklim değişikliğine yönelik tehdit oluşturmakta ve iklim değişikliği ile mücadelede BRICS-T ülkeleri ile iş birliği yapılmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilmek amacıyla çevre dostu üretim teknikleri, enerji girdileri, enerji projelerinin yan sıra emisyon ticaret planı ve çevre vergisi gibi politikaların uygulanması önem kazanmaktadır. Bununla birlikte yenilenebilir enerji teknolojisinin finansmanında dış borçlanmada yaşanan sıkıntılar, bu projelerin finansmanında devletin katılımını gerekli hale getirmektedir.

Bu doğrultuda çalışmada, 1990-2019 dönemi için BRICS-T ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesine kamu borcunun rolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Kamu borcunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisine yönelik oluşturulan modelde kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı, finansal gelişmişlik düzeyi, ticari açıklık oranı ve karbondioksit emisyonu kontrol değişkenler olarak dahil edilmiştir. Söz konusu değişkenlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki uzun dönemli etkisini araştırmak amacıyla Westerlund eşbütünlük testinden ve uzun dönem katsayılarının elde edilmesinde Driscoll-Kraay standart hatalar tahmincisinden yararlanılmıştır. Model tahmin sonuçları, uzun dönemde kamu borç stokundaki artışın yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı ve finansal gelişmişlik düzeyi yenilenebilir enerji tüketimini arttırırken, karbondioksit emisyonu ve ticari açıklık oranının ise yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir. Sonuçlar Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik test sonuçları açısından değerlendirildiğinde, kamu borcundan yenilenebilir enerji tüketimine tek yönlü; kişi başına düşen ekonomik büyüme oranı, ticari açıklık oranı ve finansal gelişmişlik düzeyi ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu görülmektedir.

Sonuçlar BRICS-T ülkeleri açısından ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini olumlu olarak etkilediğini göstermektedir. Buna göre, BRICS-T ülkelerinde politika yapıcıların ekonomik büyümenin insani gelişim üzerindeki olumlu etkilerini hızlandıracak ve teşvik edecek politikalar geliştirmeleri önemlidir. Gelişmekte olan ekonomilerde gelir eşitsizliği, enflasyon, ekonomik büyüme gibi kontrol edilmesi gereken problemlere çevresel bozulma da eşlik etmektedir. Dolayısıyla BRICS-T ülkelerinde politika yapıcıların yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını sınırlandıracak ve yenilenebilir enerji potansiyelinden yararlanmasını sağlayacak politikalar geliştirmesi gerekmektedir. Bu noktada yenilenebilir enerji sektöründe yatırımların arttırılmasında mali politikaların etkin bir şekilde kullanımı ön plana çıkmaktadır. Temiz enerji projelerinin başlangıç vergisinden muaf tutulması politikasının hayata geçirilmesi önem arz etmektedir. Yatırımlar ve ekonomik büyümenin arttırılmasında kamu borçlanması etkin bir role sahip olmasına karşın, yüksek düzeydeki kamu borcu ekonomide risk primini arttırarak yatırımı ve tüketimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle BRICS-T ülkelerinde kamu borcunun GSYİH içindeki payının belirli bir eşik değerinin altında tutulacak politikaların benimsenmesi, çevresel kirliliği azaltabilecek çevre dostu teknolojilerin kullanımını destekleyecektir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla üretimi ve enerji yatırımlarını teşvik ederek çevresel bozulmayı minimize edebilmek amacıyla finansal sektörün büyümesinin önemini ortaya

koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, kamu borcunun yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi üzerindeki olumsuz etkisinin ılımlaştırılmasında ve yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilebilmesinde finansal gelişmenin önemli bir rol oynadığı ifade edilebilir. Bulgular aynı zamanda, politika yapımcıların dış borç politikasını, kamu borcunun sürdürülebilir enerjinin gelişimi üzerindeki olumsuz etkisini azaltabilecek şekilde düzenlenmeleri gerektiğini ifade etmektedir. Yenilenebilir enerjiye yönelik üretimi ve yatırımı arttıracak yeşil enerji politikalarının uygulanması, enerjinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesinde enerji maliyetlerinin azaltılmasına ve enerji etkinliğinin gelişimine olanak sağlayacaktır. Yatırımın ve tüketimin yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru kaydırılması ekonomik büyümenin artırılmasında, cari işlemler açığının ve enflasyonun azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

## EXTENDED SUMMARY

Energy is an important factor used in the social life of individuals and the production process of companies. If the energy supply, which is an important input for industrial production, is insufficient, the country's production capacity drops significantly; this situation negatively affects the economic development of the country and causes investments to decrease. Countries with insufficient energy resources are forced to import energy. However, energy imports have some negative effects such as exchange rate risk and political risk. For this reason, countries are trying to provide their own energy resources. The use of non-renewable energy resources, which seriously threatens human health by causing environmental pollution that creates a carbon emission problem, an increase in health costs and a decrease in the workforce as a result of environmental pollution, reduces the continuity of the supply of energy resources. This increases the importance of renewable energy sources. Renewable energy sources are types of energy that derive their source from nature. Wind energy, solar energy, hydroelectric energy, geothermal energy, biomass energy etc. It is among the renewable energy sources. These types of energy resources can be easily renewed and produced and pollute the nature at a minimum level. Renewable energy sources are types of energy that derive their source from nature. Wind energy, solar energy, hydroelectric energy, geothermal energy, biomass energy etc. It is among the renewable energy sources. These types of energy resources can be easily renewed and produced and pollute the nature at a minimum level.

Substituting renewable energy sources with non-renewable energy faces certain financial constraints such as start-up costs, infrastructure development and operational costs. Since the development of the renewable energy sector is in its early stages, financial constraints have become important in the renewable energy sector. Therefore, expanding the use of renewable energy resources largely depends on external financing sources. While external borrowing eliminates financial restrictions on renewable energy, on the other hand, high costs associated with external borrowing may negatively affect the renewable energy sector.

A moderate level of public debt appears as a factor that increases economic development. An optimal public debt level positively affects economic activity by encouraging capital inflow and investment. On the other hand, while a public debt level higher than the optimal level may reduce private investments and social expenditures, it causes inflation, country risk and the burden on the economy to increase. While public debt can be used to finance renewable energy projects and efficient energy and clean green technologies, a higher public debt can become an obstacle to renewable energy projects and environmentally friendly technologies. This is because a higher public debt may prompt the government to divert fiscal resources to financing the budget deficit. In line with this information, the aim of the study is to examine the role of public debt in renewable energy consumption in Brazil, Russia, India, China, South Africa and Turkey (BRICS-T) countries for the period 1990-2019. BRICS-T countries are considered developing countries with high economic growth performances. The high economic performance of BRICS-T countries also necessitates higher energy consumption. This situation leads to environmental degradation and reveals the importance of renewable energy consumption.

In the model created for the effect of public debt on renewable energy consumption, per capita economic growth rate, financial development level, trade openness rate and carbon dioxide emissions were included as control variables. In order to investigate the long-term effect of the variables in question on renewable energy consumption, the Westerlund cointegration test and the Driscoll-Kraay standard errors estimator were used to obtain the long-term coefficients. Model estimation results show that the increase in public debt stock negatively affects renewable energy consumption in the long term. However, it can be stated that while the per capita economic growth rate and financial development level increase renewable energy consumption, carbon dioxide emissions and trade openness rate have a decreasing effect on renewable energy consumption. When the results are evaluated in terms of Dumitrescu-Hurlin panel causality test results, it is seen that there is a one-way trend from public debt to renewable energy consumption; It is seen that there is a bidirectional causality relationship between the per capita economic growth rate, trade openness rate and financial development level and renewable energy consumption.

The results show that economic growth positively affects renewable energy consumption for BRICS-T countries. Accordingly, it is important for policy makers in BRICS-T countries to develop policies that will accelerate and

encourage the positive effects of economic growth on human development. In developing economies, problems that need to be controlled such as income inequality, inflation and economic growth are accompanied by environmental degradation. Therefore, policy makers in BRICS-T countries need to develop policies that will limit the use of non-renewable energy resources and enable the utilization of renewable energy potential. At this point, the effective use of financial policies in increasing investments in the renewable energy sector comes to the fore. It is important to implement the policy of exempting clean energy projects from initial tax. Although public borrowing has an effective role in increasing investments and economic growth, high levels of public debt negatively affect investment and consumption by increasing the risk premium in the economy. Therefore, in BRICS-T countries, adopting policies that will keep the share of public debt in GDP below a certain threshold value will support the use of environmentally friendly technologies that can reduce environmental pollution.

## KAYNAKÇA

- Akram, R., Chen, F., Khalid, F., Huang, G., & Irfan, M. (2021). Heterogeneous effects of energy efficiency and renewable energy on economic growth of BRICS countries: A fixed effect panel quantile regression analysis. *Energy* 215, 119019.
- Akram, R., Umar, M., Xlaoli, G., & Chen, F. (2022). Dynamic linkages between energy efficiency, renewable energy along with economic growth and carbon emission. A case of MINT countries an asymmetric analysis. *Energy Reports*, 8, 2119-2130.
- Al-Mulali, U., Fereidouni, H.G., Lee, J.Y., & Sab, C.N.B.C. (2013). Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 209-222.
- Altarhouni, A., Danju, D., & Samour, A. (2021). Insurance market development, energy consumption, and Turkey's CO2 emissions. New perspectives from a bootstrap ARDL test, *Energies*, 14(23), 7830.
- Anton, S.G., & Nucu, A.E.A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Apergis, N., & Payne, J.E. (2011). On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. *Energy Systems*, 2(3), 299-312.
- Aslan, A., Apergis, N., & Topcu, M. (2014). Banking development and nergy consumption: Evidence from a panel of middle Eastern countries. *Energy*, 72, 427-433.
- Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955.
- Barro, R.J. (1974). Are government bonds net wealth? *Journal of Political Economy*, 82(6), 1095-1117.
- Barro, R.J. (1989). The Ricardian approach to budget deficits. *Journal of Economic Perspectives*, 3(2), 37-54.
- Belaid, F., & Youssef, M. (2017). Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria. *Energy Policy*, 102, 277-287.
- Ben Mbarek, M., Saidi, K., & Rahman, M.M. (2018). Renewable and non-renewable energy consumption, environmental degradation and economic growth in Tunisia. *Quality & Quantity*, 52(3), 1105-1119.
- Bese, E., Friday, H.S., & Özden, C. (2021). The effect of external debt on emissions: Evidence from China. *Int. J. Energy Econ. Policy* 11, 440-447. doi: 10.32479/ijeep.10605
- Best, R. (2017). Switching towards coal or renewable energy? The effects of financial capital on energy transitions. *Energy Economics*, 63, 75-83.
- Breusch, T.S., & Pagan, A.R. (1980). The Lagrange Multiplier test and its applications to model specification in econometric. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2020). Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a threshold model. *Energy Policy*, 139, 111295.
- Chen, Y., Wang, Z., & Zhong, Z. (2019). CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China, *Renewable Energy*, 131, 208-216.
- Cochrane, J.H. (2011). Inflation and debt. *National Affairs*, 9(2), 56-78.
- Destek, M.A., & Aslan, A. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. *Renewable Energy*, 111, 757-763.

- Dogan, E., & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074-1085.
- Dogan, B., Driha, M., Balsalore Lorente, D., & Shahza, U. (2021). The mitigating effects of economic complexity and renewable energy on carbon emissions in developed countries. *Sustainable Development*, 29(1), 1-2.
- Driscoll, J.C., & Kraay, A.C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549-560.
- Eggertsson, G.B., & Krugman, P. (2012). Debt, deleveraging, and the liquidity trap: A Fisher-Minsky-Koo approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 127(3), 1469-1513.
- Elmendorf, D.W., & Mankiw, N.G. (1999). Government debt. *Handbook of Macroeconomics*, 1, 1615-1669.
- Eren, B.M., Taspinar, N., & Gokmenoglu, K.K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*, 663, 189-197.
- Florea, N.M., Badircea, R.M., Meghisan-Toma, G.M., Puiu, S., Manta, A.G., & Berceanu, D. (2021). Linking public finances' performance to renewable-energy consumption in emerging economies of the European Union. *Sustainability*, 13(11), 6344.
- Gill, A.R., Hassan, S., & Haseeb, M. (2019). Moderating role of financial development in environmental Kuznets: A case study of Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 34468-34478.
- Grobety, M. (2018). Government debt and growth: The role of liquidity. *Journal of International Money and Finance*, 83, 1-22.
- Haseeb, A., Xia, E., Baloch, M.A., & Abbas, K. (2018). Financial development, globalization, and CO2 emission in the presence of EKC: Evidence from BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(31), 31283-31296.
- Hashemizadeh, A., Bui, Q., & Kongbuamai, N. (2021). Unpacking the role of public debt in renewable energy consumption: New insights from the emerging countries. *Energy*, 224, 120187.
- Helm, D. (2012). *The carbon crunch: How we're getting climate change wrong -- and how to fix it*. New Haven and London: Yale University Press.
- Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *The Stata Journal*, 7(3), 281-312.
- Hussain, Z., Khan, M.K., & Shaheen, W.A. (2022). Effect of economic development, income inequality, transportation, and environmental expenditures on transport emissions: Evidence from OECD countries. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 56642–56657.
- IPCC (2018). Special report on global warming of 1.5 °C. Incheon, Republic of Korea: Intergovernmental panel on climate change. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr\\_181008\\_P48\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_en.pdf) (accessed October 8,2022).
- Jiahua, L. (2022). Exploring the asymmetric impact of public debt on renewable energy consumption behavior. *Frontiers in Psychology*, 13.
- Katircioglu S., & Katircioglu, S. (2018). Testing the role of fiscal policy in the environmental degradation: The case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6):5616–30.
- Katircioglu, S., & Celebi, A. (2018). "Testing the role of external debt in environmental degradation: Empirical evidence from Turkey", *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25, 8843–8852.
- Kaygusuz, O., Ayhan, T., Kaygusuz, K. (2021). Renewable energy for low carbon economy and sustainable development in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 10(1), 1717–29.
- Keynes, J.M. (1936). The supply of gold. *The Economic Journal*, 46(183), 412-418.
- Khan, M.K., Ali, S., Zahid, R.A., Huo, C., & Nazir, M.S. (2022). Does whipping tournament incentives spur CSR performance? An empirical evidence from Chinese dub-national institutional contingencies. *Frontiers in Psychology*, 13, 841163-841163.
- Khan, M.K., Kaleem, A., Zulfigar, S., & Akram, U. (2019). Innovation investment: Behaviour of Chinese firms towards financing sources. *International Journal of Innovation Management*, 23(07).

- Kim, J., & Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy Technologies. *Energy Economics*, 59, 238-250.
- Krugman, P. (1988). Financing vs. forgiving a debt overhang. *Journal of Development Economics*, 29(3), 253-268.
- Lei, W., Ozturk, I., Muhammad, H., & Ullah, S. (2021). On the asymmetric effects of financial deepening on renewable and non-renewable energy consumption: Insights from China. *Econ. Res.* 35(1), 1-18.
- Lora, E., & Olivera, M. (2007). Public debt and social expenditure: Friends or foes?. *Emerging Markets Review*, 8(4), 299-310.
- Majeed, A., Wang, L., Zhang, X., & Kirikkaleli, D. (2021). Modeling the dynamic links among natural resources, economic globalization, disaggregated energy consumption, and environmental quality: Fresh evidence from GCC economies. *Resources Policy*, 73, 102204.
- Mikayilov, J.I., Mukhtarov, S., Mammadov, J., & Aliyev, S. (2020). Environmental consequences of tourism: Do oil-exporting countries import more CO2 emissions? *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(3), 172-185.
- Mohamed, B.M. (2013). Assessing the short-and long-run real effects of public external debt: The case of Tunisia. *African Development Review*, 25(4), 587-606.
- Murshed, M. (2021). Can regional trade integration facilitate renewable energy transition to ensure energy sustainability in South Asia? *Energy Rep.* 7, 808–821.
- Murshed, M., Elheddad, M., Ahmed, R., Bassim, M., & Than, E.T. (2021). Foreign direct investments, renewable electricity output, and ecological footprints: Do financial globalization facilitate renewable energy transition and environmental welfare in Bangladesh? *Asia-Pacific Financial Markets*, 1-46.
- Obstfeld, M., & Rogoff, K. (2001). “The six major puzzles in international macroeconomics: Is there a common cause”, In: Bernanke, B., Rogoff, K. (Eds.), *NBER Macroeconomics Annual 2000*. MIT Press, Cambridge MA, 339–412.
- Ocal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Olaoye, O.O., Tabash, M.I., Omokanmi, O.J., Ogunjumo, R.A., Ojelade, M.O., & Ishola, J.A. (2022). Macroeconomic implications of escalating stock of public debt: Evidence from Sub-Saharan African economies. *African Development Review*, 34(4), 527-540.
- Pattillo, C.A., Poirson, H., & Ricci, L.A. (2002). External debt and growth, *IMF Working Paper*, No. 02/69.
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross-section dependence in panels. *University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economics* No. 0435.
- Qamruzzaman, M. (2022). Nexus between foreign direct investments renewable energy consumption: What is the role of government debt. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 3(3), 514-522.
- Qamruzzaman, M., & Jianguo, W. (2020). The Asymmetric relationship between financial development, trade openness, foreign capital flows, and renewable energy consumption: Fresh evidence from panel NARDL investigation. *Renewable Energy*, 159, 827-842.
- Qamruzzaman, M., Karim, S., & Jahan, I. (2022). Nexus between economic policy uncertainty, foreign direct investment, government debt and renewable energy consumption in 13 Top oil importing nations: Evidence from the symmetric and asymmetric investigation”, *Renewable Energy*.
- Qayyum, U., Din, M. U., & Haider, A. (2014). “Foreign aid, external debt and governance”, *Economic Modelling*, 37, 41-52.
- Qi, W., Huang, Z., Dinçer, H., Korsakiene, R., & Yüksel, S. (2020). “Corporate governance-based strategic approach to sustainability in energy industry of emerging economies with a novel interval-valued intuitionistic fuzzy hybrid decision making model. *Sustainability*, 12(8), 3307.
- Rahman, M.M., & Vu, X.B. (2020). The nexus between renewable energy, economic growth, trade, urbanisation and environmental quality: A comparative study for Australia and Canada. *Renewable Energy*, 155, 617-627.
- Ricciuti, R. (2003). Assessing Ricardian equivalence. *Journal of Economic Surveys*, 17(1), 55-78.

- Saleem Jabari, M., Aga, M., & Samour, A. (2022). Financial sector development, external debt, and Turkey's renewable energy consumption. *Plos one*, 17(5).
- Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23.
- Shahbaz, M., Topcu, B.A., Sarigul, S.S., & Vo, X.V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B.T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Sun, X., & Liu, X. (2020). Decomposition analysis of debt's impact on China's energy consumption. *Energy Policy*, 146, 111802.
- Wahab, S., Imran, M., Safi, A., Wahab, Z., & Kirikkaleli, D. (2022). Role of financial stability, technological innovation, and renewable energy in achieving sustainable development goals in BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(32), 48827-48838.
- Wang J., Zhang, S., & Zhang, Q. (2021). The relationship of renewable energy consumption to financial development and economic growth in China. *Renewable Energy*, 170, 897-904.
- Wang, Z., Bui, Q., Zhang, B., Nawarathna, C.L.K., & Mombeuil, C. (2021). The nexus between renewable energy consumption and human development in BRICS countries: The moderating role of public debt. *Renewable Energy*, 165, 381-390.
- Wang, Z., Pham, T.L.H., Sun, K., Wang, B., Bui, Q., & Hashemizadeh, A. (2022). The moderating role of financial development in the renewable energy consumption-CO<sub>2</sub> emissions linkage: The case study of next-11 countries. *Energy*, 254, 124386.
- Wooldridge, J.M. (2002). Econometric analysis of cross section and panel data. MIT press. *Cambridge, ma*, 108(2), 245-254.
- Yüksel, S., Zhel, L., Dinçer, H., Mukhtarov, S., & Azizov, M. (2019). The positive influences of renewable energy consumption on financial development and economic growth. *SAGE Open July-September 2021*, 1-10.
- Zaghdoudi T. (2020). Threshold effect in the relationship between external debt and economic growth: A dynamic panel threshold specification. *Journal of Quantitative Economics*, 18(2):447-56.
- Zeren, F., & Akkuş, H. T. (2020). The relationship between renewable energy consumption and trade openness: New evidence from emerging economies. *Renewable Energy*, 147, 322-329.
- Zhou, X., Tang, X., & Zhang, R. (2020). Impact of green finance on economic development and environmental quality: A study based on provincial panel data from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19915-19932.
- Ziaei, S. M. (2012). Energy consumption in relation to government debt, inflation and investment in selected European countries. *International Journal of Energy, Environment and Economics*, 20(5), 389.
- Zoundi, Z. (2017). CO<sub>2</sub> emissions, renewable energy and the environmental Kuznets curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1067-1075.