

Araştırma Makalesi

Yenilenebilir Enerjinin Kamu Borcuna Etkisi: Türkiye Örneği

Ayşe ARI

Mersin Teknik Üniversitesi

ayseari@mersin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8485-5932

Öz

Son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarının kamu borcuyla ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir. Bu çalışmada da yenilenebilir enerji üretiminin kamu borcu üzerindeki olası etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Türkiye ekonomisi 1990-2021 zaman aralığı için analiz edilmiş ve Bayer-Hanck (2013) eşbütünleşme testi ile FMOLS ve CCR tahmincileri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji üretiminin kamu borcunu negatif etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu durumda yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesiyle kamu borcunun azalması beklenebilir. Bir başka deyişle, yenilenebilir enerji sektörünü teşvik edici politikalar kamu borcunun sürdürülebilirliği açısından da avantaj sağlayabilmektedir. Çalışmada borçlanma üzerinde ekonomik büyümenin negatif etkiye sahip olduğu gözlenirken kamu harcaması ve dışa açıklığın pozitif etkiye sahip olduğu da belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji, kamu borcu, Türkiye

JEL Sınıflandırma Kodları: H60, H63, Q20

The Impact of Renewable Energy on Government Debt: The Case of Türkiye¹

Abstract

In recent years, it has been asserted that renewable energy investments may be associated with government debt. This study investigates the potential impact of renewable energy production on government debt. Turkish economy was analysed for the period 1990–2021, using the Bayer-Hanck (2013) cointegration test along with FMOLS and CCR estimators. The findings reveal that renewable energy production has a negative impact on government debt. In this case, the development of the renewable energy sector may be expected to reduce government debt. In other words, policies that encourage the renewable energy sector may also provide advantages in terms of the sustainability of government debt. The study found that economic growth has a negative effect on borrowing, while government expenditure and trade openness have a positive effect.

Keywords: Renewable energy, government debt, Türkiye

JEL Classification Codes: H60, H63, Q20

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 22.05.2025 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 14.12.2025

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Arı, A. (2026) Yenilenebilir enerjinin kamu borcuna etkisi: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 872-891. doi:10.18074/ckuiibfd.1704118

1. Giriş

Küresel ısınma, ekosistem ve insan sağlığına zarar vermekte olup sürdürülebilir ekonomik büyüme için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Küresel ısınmanın ana kaynağının ise fosil yakıt olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerjiye geçilmesi küresel ısınmanın azaltılmasında hayati rol üstlenmektedir. Ancak dünya genelinde fosil yakıt, enerji talebinin karşılanmasında hakim enerjidir (Farooq, Zaib, Faheem ve Gardez, 2023, s.55354). Küresel ısınmanın minimize edilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önerilmektedir. Yenilenebilir enerjiye geçiş süreci ise ülkeleri finansal açıdan zorlamaktadır. Bu durum yenilenebilir enerjinin altyapı inşasının ve AR-GE yatırımlarının fosil yakıtla kıyasla yüksek sermaye gerektirmesinden kaynaklanmaktadır (Onuoha, Dimnwobi, Okere ve Ekesiobi, 2023a, s.1). Söz konusu bu engelin aşılması için devletin sektörde bizzat yer alması önemli olmaktadır. Fakat devlet yenilenebilir enerji sektörüne yatırım yaparken gerekli fonlar için yurtiçi ve yurtdışı kaynaklardan borçlanmak zorunda kalabilmektedir (Hashemizadeh, Bui ve Kongbuamai, 2021, s.2; Jianhua, 2022, s.1).

Küresel ısınmanın önlenmesi, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde finansman açısından sıkıntı yaratmaktadır. Bu ülkelerde eğitim, sağlık ve güvenlik gibi temel ihtiyaçları karşılayan sektörlerin finansmanı öncelikli olurken enerji için kömür gibi ucuz olan kaynaklar tercih edilmektedir. Bu kapsamda kamu kuruluşlarının, sürdürülebilir çevre hedefine ulaşılmasında uygulanacak projeler için alternatif fon kaynağı aranması gündeme gelmektedir (Deus, Crocco ve Silva, 2022, s.1257; Jianhua, 2022, s.2; Ezenekwe, Okere, Dimnwobi, ve Ekesiobi, 2024, s.454). Bu nedenle yenilenebilir enerji sektörüne yönelik yatırımların borçlanmayı artırması beklenmektedir (Ashour ve Sayed, 2024, s.393).

Bu çalışmada yenilenebilir enerjinin kamu borcuna etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın literatüre katkısı şu şekildedir. 1) Borç-yenilenebilir enerji konusunu ele alan çalışmalar borcun yenilenebilir enerjiye ya da çevresel bozulmalara etkisini (örneğin, Opoku-Mensah, Ankrah, Tuffour, Appiah-Otoo ve Abdallah (2025), Jianhua (2022), Boly, Combes, Menuet, Minea, Motel ve Villieu (2022) ve Saleem, Ahmed ve Samour (2024)) analiz etmiştir. Bu çalışmada ise bahsedilen çalışmalardan farklı olarak yenilenebilir enerjinin kamu borcuna etkisine odaklanılmıştır. 2) Yenilenebilir enerjinin kamu borcuna etkisini konu alan sadece iki çalışma (Ashour vd. (2024) ve Taghizadeh-Hesary vd. (2025)) bulunmaktadır. 3) Söz konusu çalışmalardan Ashour vd. (2024) MENA ülkelerini incelerken Taghizadeh-Hesary vd. (2025) 15 gelişmekte olan ülkeyi incelemiş ve çelişen kanıtlara ulaşmışlardır. Bu nedenle yenilenebilir enerjinin borca etkisini ele alan yeni çalışmalardan elde edilecek bulgular önem taşımaktadır. 4) Bu çalışma, yenilenebilir enerjinin kamu borcuna etkisini Türkiye için araştıran ilk çalışma olması açısından da literatüre katkı sağlayacaktır.

Türkiye, fosil yakıt kullanımının yüksek olduğu ve enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Bu nedenle enerji fiyatlarındaki dalgalanmalardan kolaylıkla etkilenmektedir. Bununla beraber nüfus artışı ve ekonomik büyümenin yüksek olduğu bir ülke olması enerjiye olan talebi de artırmaktadır. Bu sebeple Türkiye’de sürdürülebilir bir büyüme hedefi doğrultusunda yenilenebilir enerji sektörüne önemli yatırımlar yapılmaktadır. Dünya Bankası (2024) verilerine göre Türkiye’de yenilenebilir enerjiden üretilen elektrik enerjisinin payı 1990 yılında yaklaşık yüzde 0.14 iken 2000 yılında yüzde 0.22 ve 2021 yılında yüzde 18.7 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye aynı zamanda borçlanmanın yüksek olduğu ülkelerden biridir. Örneğin kamu borcunun GSYİH’ya oranı 1975’te yaklaşık yüzde 12 iken bu oran 1990, 2000 ve 2021 yılında sırasıyla yüzde 24.7, yüzde 37 ve yüzde 37.8 olmuştur. Ancak bu oran 2001 yılında yüzde 72’ye çıkmıştır. 2001 krizi sonrasındaki yıllarda bu yüksek borçlanma düşse de 2005 yılında yaklaşık yüzde 48.8 gibi hala yüksek bir seviyededir.

Makroekonomik şoklara karşı ülkeyi kırılgan hale getiren, kaynakların etkin dağılımını engelleyerek sosyoekonomik kalkınmaya zarar veren yüksek borçlanma her ülke için risk teşkil etmektedir (Luu, Luu ve Phung, 2024, s. 11111). Sürdürülebilir ve düşük bir borç oranına erişilmesi için borcu etkileyen faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilecek bulgular yenilenebilir enerjiyi teşvik edici politikaların borca nasıl bir yansımalarının olduğunu ortaya koyması açısından yol gösterici olmaktadır. Yenilenebilir enerjinin borçlanmayı artırdığına dair bir kanıtın ulaşılmaması, otoritelerin borçlanmayı azaltacak ilave politikalar uygulamasına işaret edebilecektir. Bu kapsamda örneğin Ashour vd.’nin (2024, s.393) ifade ettiği gibi yabancı yatırımcıların yenilenebilir enerji sektörüne yatırım yapması teşvik edilebilir.

Çalışmanın ikinci bölümünde borç-yenilenebilir enerji ilişkisi ile ilgili teorik çerçeve açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde konu ile ilgili literatür taraması ortaya konulmaktadır. Dördüncü bölümde veri, beşinci bölümde ise yöntemden bahsedilmektedir. Altıncı bölüm analizlerden elde edilen sonuçları içermektedir. Son olarak ise, sonuç bölümü yer almaktadır.

2. Teorik Çerçeve

Borçlanmanın ekonomiye etkileri konusunda teoride fikir birliği bulunmamaktadır. Klasik yaklaşım borçlanmayı toplumsal yük olarak kabul ettiğinden borçlanmaya karşı çıkmaktadır. Bu yaklaşıma göre, kamu yatırımları özel sektör yatırımlarını dışlamakta ve sermaye oluşumunu engellemektedir. Kamunun piyasada yer alması, etkin olmaması ve bürokratik faaliyetler sebebiyle özel sektör yatırımlarının azalmasına yol açmaktadır. Keynesyen yaklaşım ise ekonomik durgunluk dönemlerinde devletin piyasadaki rolünün önemli olduğunu savunmaktadır. Devlet borçlanma sonucunda kamu harcamalarını artırabilir ve çarpan etkisiyle büyüme hızlanabilir. Ayrıca devletin piyasada yer alması, etkin kaynak dağılımı gerçekleştirilerek ekonomik genişlemeyi sağlayabilir. Ricardocu denklik yaklaşımı

(Ricardo, 1951) ise, bugün tercih edilen borçlanmanın gelecekte vergi artışı olarak geri döneceğine işaret ettiğinden borçlanmanın ekonomik sonucu nötrdür. Kamu tercihi teorisi ise, kendi çıkarını maksimize etmeyi amaçlayan bireylerin toplumda var olduğuna ve bu nedenle bütçenin genişlemesine dikkat çekmektedir. Bir başka deyişle özellikle gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkelerde işletme sahipleri, devlet üzerinde baskı kurarak kamu fonlarının kendi finansal karlarını artıracak alanlarda kullanılmasını isteyebilmektedir. Bu durumda çevre kirliliğini dikkate alan uygulamalar ve düzenlemeler karar alıcılar tarafından önemsenmezken aşırı borçlanma ve ekonomik daralma yaşanmaktadır (Onuoha vd.,2023a, s.2; Onuoha, Dimnwobi, Okere ve Ekesiobi ,2023b, s.4; Dimnwobi vd.,2023:94963; Bal ve Rath 2018, s.122; Ezenekwe vd.,2024, s.454).

Yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerindeki etkisi ise farklı kanallarla gerçekleşebilir. Bunlardan ilki maliyet kanalıdır. Yenilenebilir enerjinin başlangıç yatırımlarının yüksek finansman gerektirmesi sebebiyle yenilenebilir enerji yatırımlarının artması borçlanmayı tetikleyebilmektedir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere özel sektörün yetersiz olması dolayısıyla devletin sektörde yer alması, yenilenebilir enerji yatırımlarının kamu borçlanmasını da artıracığına işaret etmektedir (Ashour ve Sayed, 2024, s.393; Hashemizadeh, Bui ve Kongbuamai, 2021, s.2; Jianhua, 2022, s.1; Onuoha, Dimnwobi, Okere ve Ekesiobi, 2023a, s.1). Yenilenebilir enerjinin kamu borcunu artırması vergi kanalıyla da gerçekleşebilir. Yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi neticesinde fosil yakıt sektörünün daralması, fosil yakıttan elde edilen vergi gelirlerinin azalmasına yol açabilmektedir. Bu durumda bozulan bütçe dengesinin, devleti borçlanma yoluna sevketmesinden bahsedilmektedir. Öte yandan yenilenebilir enerjinin kamu borçlarının azalmasını sağlayabileceği de belirtilmektedir. Maliyet kanalıyla gerçekleşen bu etkiye göre, yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi, fosil yakıt bağımlılığı azaltarak uzun dönemde enerji fiyatlarını düşürmekte ve maliyet açısından önemli bir kazanım sunmaktadır. Bunun neticesinde ise bütçe baskısı azalmakta, ticari denge iyileşmekte ve kaynakların ülkede kalması sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin borçlanma üzerindeki etkisi ekonomik büyüme kanalıyla da gerçekleşebilir. Uzun dönemde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme başta olmak üzere makroekonomik göstergeler üzerinde olumlu yansımaları gözleneceğinden borçların azalması mümkündür. Fosil yakıt fiyatlarının oynak ve yüksek olmasına karşın yenilenebilir enerji uzun dönemde enerji fiyatlarını düşürerek ve oynaklığı azaltarak ülke ekonomisini dış şoklara karşı korumaktadır. Belirsizliğin ortadan kalkması, yatırımları ve büyümeyi hızlandırmaktadır. Yenilenebilir enerjinin inovasyon, istihdam ve vergi gelirleri gibi avantajları vasıtasıyla da ekonomik büyümeyi ve kamu gelirlerini artırması söz konusudur. Artan kamu gelirleri, yatırımlar için borçlanmaya duyulan ihtiyacı azaltacaktır. Yenilenebilir enerjinin borçlanmayı azaltabileceği bir başka kanal, yabancı yatırımları ülkeye çekebilmesidir. Doğrudan yabancı yatırımlar; vergi gelirleri ve ekonomik büyüme kanallarıyla ülke ekonomisine gelir sağlayabilmektedir. İlaveten doğrudan yabancı yatırımlar ülkeye döviz getirerek döviz talebinin karşılanmasına

katkı sunabilmektedir (Ashour vd.,2024, s.394; Taghizadeh-Hesary ve Rasoulinezhad, 2025, ss.3-6; Deus vd., 2022, s.1257).

3. Ampirik Literatür

Yenilenebilir enerji sektörünün borca etkisini araştıran sadece iki çalışma bulunmaktadır. Bunlardan Ashour vd. (2024) MENA ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin borcun belirleyicilerinden birisi olup olmadığına odaklanmıştır. Çalışmada doğrudan yabancı yatırımlar, özel sektöre verilen krediler ve CO₂ emisyonu kontrol değişkenler olarak kullanılmıştır. 1999 -2021 zaman aralığını sabit etkiler yöntemiyle analiz eden yazarlar, yenilenebilir enerji tüketimindeki azalmanın kamu borcunda düşüş sağladığını tespit etmiştir. Bu sonuca göre borcun sürdürülebilirliği için yenilenebilir enerji tüketiminin azaltılması gerektiği belirtilmiştir. Taghizadeh-Hesary vd. (2025) ise 15 gelişmekte olan ülkeyi incelediği çalışmasında GMM (dinamik genelleştirilmiş momentler) yöntemini tercih etmiştir. Analiz sonucunda söz konusu ülkelerde yenilenebilir enerjinin kamu borcunu negatif etkilediği belirlenmiştir. Yazarlara göre bu durum yenilenebilir enerjinin ithal enerji maliyetlerini azaltmasına ilaveten uzun dönemde çevre ve sağlık harcamalarını da azaltarak kamu bütçesini rahatlatmasından kaynaklanmaktadır.

Borçlanmanın yenilenebilir enerjiye etkisini araştıran çalışmalarda ise borçlanmanın etkisinin olumlu ya da olumsuz olabileceği ileri sürülmektedir. Borcun yenilenebilir enerji tüketimini artıracaklarını savunan yaklaşım, yenilenebilir enerji yatırımları için ihtiyaç duyulan fonların borçlanma ile gerçekleştirilmesine işaret etmektedir (Boly vd.,2022, s. 2). Örneğin Onuoha vd. (2023a) kamu borcunun yenilenebilir enerjiyi artırdığını Sahra altı Afrika ülkeleri için belirlemiştir. Aynı çalışmada yazarlar, kamu borcunun yönetimle etkileşiminin yenilenebilir enerjiyi azalttığını bu nedenle yönetsel faktörlerin etkisinin önemli olduğuna vurgu yapmıştır.

Borcun yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz etkileyeceğini ileri süren yaklaşım ise, artan borçlanma nedeniyle borcun geri ödeme yükümlülüklerine öncelik verileceğinden yenilenebilir enerji gibi uzun vadeli yatırımların ve çevrenin geri planda kalacağına vurgu yapmaktadır (Opoku-Mensah vd., 2025:3; Alhassan ve Kwakwa,2023, s.607; Jianhua,2022, s.2). Hashemizadeh vd. (2021) kamu borcu-yenilenebilir enerji ilişkisini konu edinen öncü çalışmalardan birisidir. Hashemizadeh vd. (2021) çalışmasında 20 gelişmekte olan ülkeyi 1990-2016 dönemi için analiz etmiştir. FMOLS tahmin sonucuna göre, kamu borcu yenilenebilir enerji tüketimini azaltmaktadır. Nedensellik analizi ise değişkenler arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Sadiq, Talbi, Ghosh ve Bashir (2024) ile Wang, Bui, Zhang, Nawarathna ve Mombeui (2020) ise BRICS ülkeleri için kamu borcunun yenilenebilir enerjiyi negatif etkilediği bulgusuna farklı yöntemler kullanarak ulaşmıştır. Jianhua (2022), 23 Asya ülkesini 1990–2019 zaman aralığı için simetrik ve asimetrik ARDL yöntemi ile araştırmıştır.

Simetrik ARDL bulguları kamu borcunun yenilenebilir enerjiyi azalttığını ortaya koymuştur. Asimetrik ARDL bulguları ise pozitif kamu borcu şoklarının yenilenebilir enerjiyi negatif etkilerken negatif kamu borcu şoklarının yenilenebilir enerjiyi pozitif etkilediğini ortaya koymuştur. Onuoha vd.(2023b) 29 Sahra altı Afrika ülkesini kapsayan bir örneklem belirlemiş ve GMM tekniğini kullanarak negatif ilişki gözlemlemiştir.

Borçlanmanın doğrudan çevresel bozulmalara etkisini inceleyen çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu çalışmalarda ulaşılan sonuçlar genel itibarıyla borçlanmanın çevresel bozulmaları artırdığı şeklindedir. Borçlanmanın çevre kalitesini bozması, borcun enerji kullanımını artıracak şekilde enerji yoğun sektörler ve altyapı yatırımları alanında kullanılmasıyla açıklanmaktadır (Warsame ve Abdi, 2024, s.521). Bu çalışmalardan Boly vd. (2022) kamu borcu-CO₂ emisyonu ilişkisini ele almış ve pozitif ilişki olduğuna dair kanıtlara ulaşmıştır. Yazar çalışmasında 22 üst orta-gelir ülkesi için ARDL yöntemiyle bir analiz gerçekleştirmiştir. Saleem vd. (2024), Brezilya ekonomisi için dış borcun çevresel kaliteyi olumsuz etkilediğini tespit etmiştir. Carrera ve Vega (2024), 78 gelişen ekonomiyi 1990-2015 zaman aralığı için ele almış ve dış borçlanmadaki yüzde 1 artışın sera gazı emisyonunu yaklaşık yüzde 0.5 artırdığını tespit etmiştir. Dış borçlanmanın çevresel bozulmalara yol açtığı sonucuna ulaşan diğer çalışmalar arasında Beşe, Friday ve Ozden (2021a), Beşe, Friday ve Ozden (2021b) ile Akam, Owolabi ve Nathaniel (2021) yer almaktadır. Arı (2024) ise, dış borçların CO₂ emisyonunu azalttığına dair kanıtlar elde etmiştir. Yazar üst-orta gelir grubu ülkeleri incelediği çalışmasında para ve maliye politikasının da çevreye etkisini dikkate almıştır. Benzer şekilde Alhassan vd. (2023), borcun çevresel bozulmayı azalttığını belirlemiştir. Ancak borcun başlangıç aşamasında gözlenen bu negatif etkinin borcun belli bir seviyeyi aşmasıyla pozitif yönde değiştiği gözlenmiştir. Yazar analizlerini Ghana ekonomisi için gerçekleştirmiş ve FMOLS yöntemini tercih etmiştir.

Türkiye'yi ele alan çalışmalardan Katircioglu ve Celebi (2018), 1960–2013 dönemini kapsayan bir analiz gerçekleştirmiş ve dış borçlanmanın CO₂ emisyonu üzerinde anlamlı bir etkisine rastlamamıştır. Bir başka çalışmada Beşe ve Friday (2022), dış borç-CO₂ emisyonu arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir. Nedensellik analizi bulguları da dış borçtan CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Jabari, Aga ve Samour (2022) ise bootstrap ARDL yöntemine yer verdiği ve 1980–2016 dönemini kapsayan analizinde dış borcun yenilenebilir enerji tüketimini negatif etkilediğine dair kanıtlara ulaşmıştır.

4. Veri

Yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerindeki etkisini belirlemeye odaklanan bu çalışmada Taghizadeh-Hesary vd. (2025), Ashour vd. (2024), Sadik-Zada ve Gatto (2019), Omrane ve Omrane (2017), Swamy (2015) ile Forslund, Limab ve

Panizza'nın (2011) çalışmaları örnek alınarak Eşitlik 1'deki model oluşturulmuştur. Kamu borcu üzerinde etkisi olabileceği düşünülen ekonomik büyüme, kamu harcaması, dışa açıklık ve enflasyon değişkenleri de modele eklenmiştir.

$$debt_t = \beta_1 elec_t + \beta_2 gdp_t + \beta_3 gov_t + \beta_4 open_t + \beta_5 inf_t + \beta_0 + e_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de bağımlı değişken olan *debt*, kamu borcunu temsil etmek üzere kullanılmıştır. *elec*, *gdp*, *gov*, *open* ve *inf* değişkenleri ise sırasıyla yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, kamu harcaması, dışa açıklık ve enflasyonu ifade etmektedir. Tablo 1'de değişkenlerin kapsamı ve elde edildikleri veri siteleri özetlenmiştir.

Tablo 1: Değişkenler ve Veri Kaynakları

Değişken	Değişkenin kapsamı	Veri kaynağı
Debt	Kamu borcu (%)	IMF
Elec	Yenilenebilir enerji üretimi (%)	Dünya Bankası
Gdp	Kişi başı reel GSYİH	Dünya Bankası
gov	Kamu harcaması	Dünya Bankası
open	Dışa açıklık (%)	Dünya Bankası
inf	Enflasyon oranı (%)	Dünya Bankası

Yenilenebilir enerjiyi temsil etmek üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin toplam içerisindeki yüzde oranı modelde kullanılmıştır. Ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başı reel GSYİH değişkenine yer verilmiştir. Kamu harcamasının reel değeri, kamu harcaması göstergesi olarak modele dahil edilirken dışa açıklık göstergesi olarak ihracat ve ithalatın toplamının GSYİH'ya oranı modele dahil edilmiştir. Enflasyonu temsil etmek üzere ise, tüketici fiyat endeksine dayalı olarak hesaplanan enflasyon oranı kullanılmıştır. Değişkenlere ait veriler için IMF (International Monetary Fund) (*debt*) ve Dünya Bankası (2024) (*elec*, *gdp*, *gov*, *open*, *inf*) sitelerine başvurulmuş ve değişkenlerin hepsinin logaritmik versiyonları ile analiz gerçekleştirilmiştir. Analizler 1990-2021 yıllarını kapsamaktadır. Söz konusu zaman aralığı, veri kısıtı sebebiyle belirlenmiştir. Çünkü temel açıklayıcı değişken olan yenilenebilir enerji verisi bahsedilen zaman aralığı için mevcuttur.

5. Yöntem

Fisher hipotezini test etmek üzere öncelikle nominal faiz ve enflasyon serilerinin birim kök analizleri gerçekleştirilmiştir. ADF ve KPSS testine dair sabitli ve sabitli+trendli spesifikasyonlar çerçevesinde serilerin durağan oldukları düzeyler araştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 2'de rapor edilmiştir. Nominal faiz serileri için hem ADF hem de KPSS birim kök testleri birbirini destekler nitelikte bulgular vermiştir. Her iki yaklaşıma göre nominal faiz oranları birinci devresel farklarında durağandır. Enflasyon serilerine bakıldığında ise ADF birim kök yaklaşımına göre

serilerin seviyesinde %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu gözlenmiştir. Ancak KPSS testine göre enflasyon serileri seviyelerinde birim kök içermekte iken bir kez farkları alındığında durağan hale gelmiştir. ADF yaklaşımının gecikme uzunluklarına olan duyarlılığı da göz önüne alındığında enflasyon serilerinin KPSS birim kök testinin ortaya koyduğu şekilde birinci devresel farklarında durağan olduğu kabul edilmiştir. Nitekim enflasyon serilerinin birinci devresel farklarına uygulanan ADF test bulguları da serilerin birinci farklarında birim kök içermediklerini %1 anlamlılık düzeyinde teyit etmiştir.

Literatürde yaygın olarak Engle-Granger (1987) (EG) ve Johansen (1991) (JOH) eşbütünleşme testlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu testlere ilaveten Banerjee, Dolado ve Mestre (1998) (BDM) ile Boswijk (1994) (BO) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testleri de mevcuttur. Bayer-Hanck (2013), söz konusu bu testlerden daha güvenilir ve güçlü olduğunu ifade ettiği bir test geliştirmiştir. Bu yeni yöntemde bahsedilen eşbütünleşme testlerine ait olasılık değerlerinden (*PEG*, *PJOH*, *PBO*, *PBDM*) hareketle Eşitlik 2 ve Eşitlik 3'te gösterilen Fisher tipi bir F-testi geliştirilmiştir;

$$EG - JOH = -2[\ln(P_{EG}) + (P_{JOH})] \quad (2)$$

$$EG - JOH - BO - BDM = -2[\ln(P_{EG}) + (P_{JOH}) + (P_{BO}) + (P_{BDM})] \quad (3)$$

Bayer-Hanck (2013) testinin, bahsedilen dört eşbütünleşme testinin hepsini dikkate alması, açıklayıcı güçleri farklı olan ve dolayısıyla farklılaşan kanıtlar sunabilen söz konusu testlere kıyasla Bayer-Hanck (2013) testinin daha kapsayıcı olmasına imkan vermektedir (Shahbaz, Naeem, Ahad ve Tahir, 2018, s.226). Bir başka deyişle Bayer-Hanck testi, bahsedilen dört eşbütünleşme testinin bireysel gücünü toplulaştırarak ve dolayısıyla eşbütünleşmenin varlığına dair daha sağlam kanıt sunan bir testtir (Georgescu ve Nica, 2024, s.9).

Değişkenler arasında bir uzun dönem ilişkisinin olduğunun belirlenmesi, değişkenler arasındaki bu ilişkiyi detaylı analiz etmemize imkan tanımaktadır. Bu kapsamda uzun dönem katsayı tahminleri gerçekleştirilebilir ve bu amaçla FMOLS (fully modified ordinary least squares) ile CCR (canonical cointegrating regression) yöntemine başvurulabilmektedir. Phillips ve Hansen (1990) ile Park (1992) tarafından geliştirilen bu yöntemlerden FMOLS, tahminlerini bütün projeksiyonların düzeltilmesini gerçekleştirerek ortaya koyarken CCR yöntemi sadece veriyi düzelterip doğru kanonik sınıf ilişkisini seçerek tahminlerini ortaya koymaktadır. Böylece farklı düzeltme mekanizmalarına sahip olan bu yöntemler sapmasız sonuçlar üretebilmektedir (Guan, Kirikkaleli, Bibi ve Zhang, 2020, s.4).

6. Ampirik Sonuçlar

Çalışmada öncelikle değişkenlere dair istatistiksel özelliklere yer verilmiştir. Tablo 2'de özetlenen bu sonuçlara göre, standart sapması en yüksek olan değişkenin

yenilenebilir enerji (0.760) ve enflasyon (0.440) olduğu görülmektedir. Bu durumda söz konusu değişkenlerdeki oynaklığın yüksek olduğu ifade edilebilir. En düşük değere sahip değişken yenilenebilir enerji üretimi iken en yüksek değere sahip değişken kamu harcamasıdır. Çarpıklık değerleri incelendiğinde ise, dışa açıklık değişkeninin negatif bir değer aldığı ve dolayısıyla sola çarpık olduğu (Göksu ve Balkı, 2023, s.30) gözlenirken diğer değişkenlerin sağa çarpık olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji, kamu harcaması, ekonomik büyüme ve enflasyonun basık bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Serilerin yüzde 5 anlamlılık düzeyinde normal dağılıma sahip olduğu da Jarque-Bera normallik testi ile belirlenmiştir.

Tablo 2: İstatistiki Göstergeler

	debt	elec	gdp	inf	open	gov
Ortalama	1.561694	-0.078232	3.890192	1.343035	1.674624	10.88778
Medyan	1.541388	-0.471957	3.887607	1.197116	1.686145	10.87303
Maksimum	1.857694	1.272092	4.128720	2.022078	1.851762	11.20117
Minimum	1.393525	-0.931627	3.707673	0.795948	1.483958	10.58839
Std. Sapma.	0.114721	0.760130	0.133692	0.440062	0.088580	0.193165
Çarpıklık	1.032824	0.564829	0.251465	0.254641	-0.547899	0.088757
Basıklık	3.455538	1.700596	1.687303	1.336559	3.128770	1.756145
Jarque-Bera	5.965893	3.952774	2.634817	4.035204	1.623139	2.104914
Olasılık	0.050643	0.138569	0.267829	0.132974	0.444161	0.349079

Serilerin birimkök özelliklerinin belirlenmesinde geleneksel birimkök testlerinden ADF (Dickey ve Fuller, 1979), PP (Phillips ve Perron, 1988) ve DF-GLS (Elliot, Rothenberg ve Stock, 1996) testleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te raporlanan bu test sonuçlarına göre, değişkenlerin hepsi düzeyde birimköklüdür. Değişkenlerin birinci farkı sırandığında ise, durağanlık gerçekleşmektedir. Bu sebeple değişkenlerin hepsinin I(1) olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3: Birimkök Test Sonuçları

	ADF		PP		GLS	
	c	c+trend	c	c+trend	c	c+trend
debt	-2.093489 (0.2484)	-2.110460 (0.5201)	-2.180345 (0.2170)	-2.103004 (0.5241)	-1.690378	-1.895600
elec	0.348036 (0.9770)	-1.666097 (0.7412)	0.275109 (0.9730)	-1.378634 (0.8474)	0.362853	-1.552477
inf	-1.134503 (0.6892)	-0.666146 (0.9670)	-1.157554 (0.6797)	-0.762304 (0.9586)	-0.902712	-0.978842
gov	0.170185 (0.9661)	-3.040974 (0.1379)	0.270979 (0.9728)	-2.988398 (0.1513)	0.055420	-2.883354
open	0.320618 (0.9747)	-3.613922 (0.0455)	-1.211755 (0.6566)	-2.410212 (0.3675)	1.898872	-2.737106
gdp	0.511275 (0.9844)	-2.576723 (0.2925)	1.659163 (0.9993)	-2.485079 (0.3326)	1.203571	-2.415011

	ADF		PP		GLS	
	c	c+trend	c	c+trend	c	c+trend
	c	c+trend	c	c+trend	c	c+trend
Δdebt	-5.738395 (0.0000)	-5.700768 (0.0003)	-5.738395 (0.0000)	-5.700768 (0.0003)	-5.637152	-5.894152
Δelec	-3.936536 (0.0052)	-4.203013 (0.01249)	-4.010093 (0.0043)	-4.274699 (0.0105)	-3.862098	-4.149172
Δinf	-4.692742 (0.0007)	-4.765096 (0.0033)	-4.686830 (0.0008)	-4.749234 (0.0034)	-4.532579	-4.893939
Δgov	-6.083986 (0.0000)	-6.007678 (0.0001)	-6.152541 (0.0000)	-6.084690 (0.0001)	-6.166043	-6.204994
Δopen	-4.889088 (0.0005)	-4.792774 (0.0032)	-5.304112 (0.0001)	-5.159359 (0.0012)	-4.964544	-4.822397
Δgdp	-5.434300 (0.0001)	-5.440619 (0.0006)	-6.037694 (0.0000)	-7.084510 (0.0000)	-5.308136	-5.456628

Not: ADF ve PP testine ilişkin olasılık değerleri parantez içerisinde verilmiştir. DF-GLS birimkök testi sabitli model için yüzde 5 kritik değeri-1.95502 iken sabit ve trendli model için-3.1900 dir.

Birimkök analizi sonuçları, yenilenebilir enerjinin borç üzerindeki etkisinin bütün değişkenlerin I(1) olmasını gerektiren Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ile araştırılmasına imkan vermektedir. Tablo 4'te gösterilen test sonuçları VAR modele göre 2 olarak belirlenen uygun gecikme uzunluğu dikkate alınarak tahmin edilmiştir. Model'in sonuçlarına göre test istatistiği 115.77545 iken yüzde 1 anlamlılık düzeyi için kritik değer 29.85'tir. Test istatistiğinin kritik değerden büyük olması eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ifade eden alternatif hipotezin kabul edilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu durumda yenilenebilir enerji, enflasyon, kişi başı GSYİH, dışa açıklık ve kamu harcamasının kamu borcu ile uzun dönemde ilişkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 4: Bayer-Hanck(2013) Testi Sonuçları

		Kritik Değerler		
	Test ist.	%1	%5	%10
EG-J-Ba-Bo	115.77545	29.85	19.888	15.804
EG-J	56.591162	29.85	19.888	15.804

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunun tespit edilmesi, uzun dönem katsayı tahminleri yapmamıza imkan tanımaktadır. Böylece modelde yer alan her bir açıklayıcı değişkenin kamu borcu üzerindeki etkisinin uzun dönemde anlamlılığı sınanabilmektedir. Bu çalışmada uzun dönem katsayı tahminleri için FMOLS ve CCR yöntemlerine başvurulmuştur. Tablo 5'te sunulan FMOLS tahminleri, yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir etkiye sahip olduğu yönündedir. Böylece yenilenebilir enerji üretimindeki artışın kamu borcunu azalttığı gözlenmektedir. Bu sonuçlar Taghizadeh-Hesary vd.'nin (2025) gelişmekte olan ülkeler için ulaştığı kanıtlarla uyumludur. Bu kanıtlar, yenilenebilir enerji sektörünün kurulum maliyetinin

yüksek olmasına rağmen uzun dönemde yenilenebilir enerjinin borçlanmayı azaltmasının mümkün olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sebeple yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesinin, enerjide dışa bağımlılığı azaltarak ve enerji verimliliğini sağlayarak maliyet avantajı sunabildiği savı desteklenmektedir. Bahsedilen gerekçeler sebebiyle yenilenebilir enerji üretiminin borçlanma üzerindeki baskıyı azaltması söz konusudur. Yenilenebilir enerjinin borçlanma ihtiyacını azaltması, Taghizadeh-Hesary vd.'nin (2025) belirttiği gibi, yenilenebilir enerjinin çevre, sağlık vb. açılarından da fayda sağlayarak kamu harcamalarını düşürmesiyle açıklanabilir.

Borçlanma üzerinde kamu harcamasının ve dışa açıklığın etkisi pozitifdir. Kamu harcaması ve dışa açıklık ile borçlanmanın arttığı gözlenmektedir. Bu durumda kamu harcamasının finansmanında borçlanma yoluna başvurulduğu ve dışa açıklığın ödemeler dengesini olumsuz etkileyerek borçlanmayı hızlandırdığı ifade edilebilmektedir. Kamu harcamasına ilişkin sonuçlar Nagou, Bayale ve Kouassi (2021, s.8) ve Musah'nın (2023, s.1) elde ettiği sonuçları desteklerken dışa açıklığa dair ulaşılan kanıtlar Omrane vd. (2017) ile Swamy'nin (2015) sonuçlarını desteklemektedir. Ekonomik büyüme ise kamu borcunu negatif etkilemektedir. Bu sonuç ekonomik büyümenin kamu gelirlerini artırdığını göstermekte ve Swamy'nin (2015) sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Enflasyonun kamu borcu üzerindeki etkisi ise negatif ancak istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu durumda enflasyondaki artış ya da azalışlar kamunun borçlanma eğilimini etkilememektedir. Sadik-Zada vd. (2019) da enflasyonun kamu borcu üzerindeki etkisinin anlamsız olduğunu tespit etmiştir.

Teoride kamu harcamasının borçlanmayı pozitif etkilemesinden bahsedilmektedir. Devlet piyasadaki harcamalarını borçlanma ile finansa etmek zorunda kalabilmektedir (Vighneswara,2015:9). Fonlar özellikle, yeni iş alanları ve yatırım alanları açmak gibi gelir artışı yaratacak alanlar için kullanılmayıp tüketim vb. amaçlarla kullanıldığında kamu harcamasının borçlanmayı artırması kaçınılmaz olabilmektedir (Hlongwane ve Daw, 2022, s.20).

Enflasyonun artan nominal faiz oranları ile kamu borcuyla pozitif ilişkili olmasından bahsedilmektedir (Bittencourt, 2015, s.465). Fakat enflasyon ve borç arasında negatif ilişki de gözlenebilmektedir. Enflasyon para politikasının kredibilitesini gösteren bir değişken olduğundan enflasyon oranı borçlanmayı zorlaştırabilmektedir (Swamy, 2015, s.9). İlaveten enflasyon, makroekonomik istikrarsız ve belirsiz bir ekonominin varlığına işaret etmektedir. Böyle dönemlerde borçlanma maliyeti artacağından borçlanmanın yüksek enflasyonla birlikte azalması söz konusu olabilmektedir (Forslund vd., 2011, s.211).

Dışa açıklık ve borçlanma ilişkisi, farklı şekilde gerçekleşebilmektedir. Dışa açıklığın artması ülkeye yönelik yabancı yatırımları hızlandırabilmektedir. Dışa açıklığın ihracat ve ithalattan alınan vergi gelirleri kanalıyla devlete gelir sağlaması da ödemeler dengesi açısından avantaj sağlayarak borçlanma ihtiyacını

azaltmaktadır. Diğer taraftan dışa açıklığın az olması, ödemeler dengesinin ülkeler için daha az sorun teşkil etmesini ve bu sebeple borçlanmaya yönelmesini engelleyebilmektedir (Bittencourt, 2015, s.465; Forslund vd., 2011, s.212; Omrane, 2017, s.166).

Ekonomik büyüme- borç konusunda negatif bir ilişki öngörülmektedir. Ekonomik büyümenin gelir artışı sağlaması sebebiyle borçlanma eğilimini minimize edeceği beklenmektedir (Bittencourt, 2015, s.465). Bu çalışmadan elde edilen kanıtlar da teorik beklentilerle örtüşmektedir.

Tablo 5: Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

değişkenler	FMOLS		CCR	
	katsayı	olasılık	katsayı	olasılık
elec	-0.143727	0.0003	-0.145449	0.0005
gdp	-2.880927	0.0000	-2.855784	0.0000
inf	-0.028305	0.4690	-0.024768	0.5771
open	0.729557	0.0003	0.736805	0.0006
gov	2.121443	0.0000	2.120867	0.0000
c	-11.52058	0.0000	-11.62899	0.0000
R2	0.827509		R2	0.826910
Adj R2	0.793011		Adj R2	0.792292

Yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerindeki etkisinin CCR yöntemiyle tahmininden elde edilen kanıtlar FMOLS tahminleriyle örtüşmektedir. Yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, kamu harcaması ve dışa açıklık kamu borcunun belirleyenleri arasındadır. Enflasyon ise kamu borcunu açıklamada istatistiksel olarak anlamlı değildir. FMOLS ve CCR bulgularının uyumlu olması elde edilen bulguların sağlamlılığını ortaya koymaktadır.

7. Sonuç

Yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi çevreyi iyileştirici gelişmelerden birisidir. Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi artırma ve enerji arz güvenliğini sağlama avantajı da bulunmaktadır. Buna karşın yenilenebilir enerjinin borçlanmayı artıracı olduğu da ifade edilmektedir. Bu çalışmada söz konusu etki Türkiye ekonomisi için araştırılmıştır. Çalışmada Bayer-Hanck (2013) eşbütünleşme testi ile FMOLS ve CCR tahmin yöntemi tercih edilmiştir.

Analizlerden elde edilen kanıtlarda yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerinde negatif bir etkisinin olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç yenilenebilir enerji sektörünün kurulum maliyetlerinin yüksek olmasına karşın yenilenebilir enerji sektöründeki gelişimin uzun dönemde kamu borçlanma eğilimini azaltıcı özellik sergilediğini göstermektedir. Bu durum yenilenebilir enerji üretiminin artmasının enerjide

ithalata bağımlılığı azaltarak maliyet açısından avantaj sağlayacağı görüşünü destekler niteliktedir. İlaveten bu sonuç, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme başta olmak üzere makroekonomik değişkenleri olumlu etkileyerek gelir artışı yaratabileceği yaklaşımıyla da açıklanabilmektedir. Analizlerde ayrıca dışa açıklık ve kamu harcamasının kamu borcu üzerinde pozitif etkiye sahipken ekonomik büyümenin negatif etkiye sahip olduğu da belirlenmiştir. Enflasyonun ise borçlanma üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamsızdır.

Sonuç olarak yenilenebilir enerji sektörünün uzun dönemde belli bir gelişme aşamasını yakalaması neticesinde, kamu borcunu azaltması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımların sürdürülmesinin nihayetinde kamu borcuna olumlu katkı sunması beklenebilir. Yenilenebilir enerjinin kamu borcu üzerindeki bu olumlu etkisi, yenilenebilir enerjinin kamu borcunun sürdürülebilirliği açısından da avantaj sağladığını göstermektedir. İlaveten ekonomik büyümeyi teşvik edici politikalarla kamu borcunun azalması da söz konusu olabilmektedir. Borçlanma üzerindeki baskının azaltılması için kamu harcamalarının denk bütçe gözetilerek gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Bir başka deyişle borçlanmanın minimize edilmesi için bütçe açıklarının ve kamu harcamasının minimize edilerek mali sürdürülebilirliğin sağlanmasının önemli olduğu söylenebilir. Dışa açıklığın borçlanmayı hafifletecek etki gösterebilmesi için ihracatı ve yabancı yatırımları teşvik edecek politikalara öncelik verilmelidir.

Kaynakça

- Akam, D., Owolabi, O., ve Nathaniel, S.P. (2021). Linking external debt and renewable energy to environmental sustainability in heavily indebted poor countries: new insights from advanced panel estimators. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 65300–65312. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15191-9>
- Alhassan, H., ve Kwakwa, P.A. (2023). The effect of natural resources extraction and public debt on environmental sustainability. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 34(3), 605-623. DOI 10.1108/MEQ-07-2022-019
- Arı, A. (2024). Makroekonomik Politikaların Çevresel Bozulmalara Etkisi: Panel Regresyon Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 467–492.
- Ashour, G.H., ve Sayed, M.S. (2024). The Role of renewable energy consumption in targeting debt sustainability in African and MENA region countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(1), 393-400. DOI: <https://doi.org/10.32479/ijeep.15040>

- Bal, D.P., ve Rath, B.N. (2018). Do macroeconomics channels matter for examining relationship between public debt and economic growth in India?. *Journal of Quantitative Economics*, 16, 121–142. <https://doi.org/10.1007/s40953-017-0094-3>
- Banerjee, A., Dolado, J., ve Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267-283. DOI:10.1111/1467-9892.00091
- Bayer, C., ve Hanck, C. (2013). Combining non-cointegration tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83-95. DOI:10.1111/j.1467-9892.2012.00814.x
- Beşe, E., ve Friday, S. H. (2022). The relationship between external debt and emissions and ecological footprint through economic growth: Turkey, *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2063525, 1-21. DOI: 10.1080/23322039.2022.2063525
- Beşe, E., Friday, H. S., ve Ozden, C. (2021a). The effect of external debt on emissions evidence from China. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 440–447. <https://doi.org/10.32479/ijeep.10605>
- Bese, E., Friday, H.S. ve Ozden, C. (2021b). Is india financing its emissions through external debt?. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(6), 170-179. DOI: <https://doi.org/10.32479/ijeep.11533>
- Bittencourt, M. (2015) Determinants of government and external debt: Evidence from the young democracies of South America. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 463-472. DOI: 10.1080/1540496X.2015.102566
- Boly, M., Combes, J.L., Menuet, M., Minea, A., Motel, P.C., ve Villieu, P. (2022). Can public debt mitigate environmental debt? theory and empirical evidence. *Energy Economics*, 111(105895), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105895>
- Boswijk, H.P. (1995). Efficient inference on cointegration parameters in structural error correction models. *Journal of Econometrics*, 69(1), 133-158. DOI:10.1016/0304-4076(94)01665-M
- Carrera, J., ve Vega, P.D.L. (2024). The effect of external debt on greenhouse gas emissions. *Journal of Economics and Finance*, 48, 754–776. <https://doi.org/10.1007/s12197-024-09674-x>
- Deus, J.L., Crocco, M., ve Silva, F.F. (2022). The green transition in emerging economies: Green bond issuance in Brazil and China. *Climate Policy*, 22(9-10), 1252-1265. DOI: 10.1080/14693062.2022.2116381

- Dickey, D. A., ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Dimnwobi, S. K., Okere, K.I., Azolibe, C.B., ve Onyenwife. K.C. (2023). Towards a green future for Sub-Saharan Africa: do electricity access and public debt drive environmental progress?. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 94960–75. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29058-8>
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., ve Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 130, 3-22.
- Engle, R., ve Granger, C. (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276. <https://www.jstor.org/stable/1913236>
- Ezenekwe, U.R., Okere, K.I., Dimnwobi, S.K., ve Ekesiobi, C. (2024). Balancing the scales: Does public debt and energy poverty mitigate or exacerbate ecological distortions in Nigeria?. *International Journal of Social Sciences*, 74, 451–475. DOI: 10.1111/issj.12465
- Farooq, F., Zaib, A., Faheem, M., ve Gardezi. M. A. (2023). Public debt and environment degradation in oic countries: the moderating role of institutional quality. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 55354–71. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26061-x>
- Forslund, K., Limab, L., ve Panizza, U. (2011). The determinants of the composition of public debt in devel-oping and emerging market countries. *Review of Development Finance*, 1(1), 207–222. <https://doi.org/10.1016/j.rdf.2011.09.004>
- Georgescu, I., ve Nica, I. (2024). Evaluating the determinants of deforestation in romania: empirical evidence from an autoregressive distributed lag model and the bayer–hanck cointegration approach. *Sustainability*, 16(13), 5297, 1-28. <https://doi.org/10.3390/su16135297>
- Göksu, S., ve Balkı, A. (2023). ARDL ve NARDL eşbütünleşme analizleri: adım adım evIEWS uygulaması. Serüven Yayınevi, Ankara.
- Guan, J., Kirikkaleli, D., Bibi, A., ve Zhang, W. (2020). Natural resources rents nexus with financial development in the presence of globalization: Is the “resource curse” exist or myth?, *Resources Policy*, 66(101641), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101641>.

- Hashemizadeh, A., Bui, Q., ve Kongbuamai, N. (2021). Unpacking the role of public debt in renewable energy consumption: new insights from the emerging countries. *Energy*, 224(120187), 1-13. doi: 10.1016/j.energy.2021.120187
- Hlongwane, N. W., ve Daw, O. D. (2022). Determinants of public debt in south africa: a regime-switching approach. *MPRA*, Paper No. 113203. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/113203/>
- Jabari, M. S., Aga, M., ve Samour, A. (2022). Financial sector development, external debt, and Turkey's renewable energy consumption. *PLoS ONE*, 17(5), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265684>
- Jianhua, L. (2022). Exploring the asymmetric impact of public debt on renewable energy consumption behavior. *Frontiers in Psychology*, 13(922833), 1-9. doi: 10.3389/fpsyg.2022.922833
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551-1580.
- Katircioglu, S., ve Celebi, A. (2018). Testing the role of external debt in environmental degradation: Empirical evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8843–8852. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1194-0>
- Luu, H.N., Luu, N.H., ve Phung, H.T. (2024). Would external debts promote sustainable development in emerging and low-income countries?. *Journal of International Development*, 36, 1110–1128. DOI: 10.1002/jid.3840
- Musah, I. (2023). An empirical investigation of macroeconomic determinants of public debt in Ghana. *Cogent Economics ve Finance*, 11(2), 1-29. <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2285625>
- Nagou M., Bayale N., ve Kouassi, B. K. (2021). On the robust drivers of public debt in africa: fresh evidence from bayesian model averaging approach. *Cogent Economics & Finance*, 9 (1), 1-23. <https://doi.org/10.1080/23322039.2020.1860282>.
- Omrane S., ve Omrane H. (2017). Macroeconomic determinants of public debt growth: a case study for tunisia. *Theoretical & Applied Economics*, 4(613), 161–168.
- Onuoha, F. C., Dimnwobi, S.K., Okere, K.I., ve Ekesiobi. C. (2023a). Funding the green transition: governance quality, public debt, and renewable energy

- consumption in Sub-Saharan Africa. *Utilities Policy*, 82(101574),1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101574>
- Onuoha, F. C., Dimnwobi, S.K., Okere, K.I., ve Ekesiobi, C. (2023b). Sustainability burden or boost? examining the effect of public debt on renewable energy consumption in Sub-Saharan Africa. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 18(1), 1–15 <https://doi.org/10.1080/15567249.2023.2214917>
- Opoku-Mensah, E., Ankrah, M.T., Tuffour, P., Appiah-Otoo, I., ve Abdallah, A. (2025). Assessing the impact of democratic governance, long and short-term external debt on hydropower generation in BRICS nations using an extended stirpat model. *Energy*, 318(134794), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.134794>
- Park, J.Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica*, 60(1),119-143.<https://doi.org/10.2307/2951679>
- Phillips, P.C.B., ve Hansen, B.E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with $I(1)$ processes get access arrow. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99–125. <https://doi.org/10.2307/2297545>
- Phillips, P. C., ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 335-346. DOI:10.2307/2336182
- Pirtea, M.G, Nicolescu, A.C., ve Mota, P.R. (2013). An empirical study on public debt's determinants: evidence from Romania. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 38, 144-157.
- Ricardo, D. (1951). On the Principles of Political Economy and Taxation. Cambridge University Press,
- Sadik-Zada, E., ve Gatto, A. (2019). Determinants of the public debt and the role of the natural resources: a cross-country analysis. *Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) Working Paper*, No. 004.2019, Milano. <https://hdl.handle.net/10419/211163>. (Erişim Tarihi: 3 Nisan 2025)
- Sadiq, M., Talbi, B., Ghosh, S., ve Bashir, M.F. (2024). How does external debt and governance quality impact renewable energy consumption: novel policy insights from brics countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 43049–43065 <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33846-1>
- Saleem, S.H., Ahmed, D.H., ve Samour, A. (2024). Examining the impact of external debt, natural resources, foreign direct investment, and economic

growth on ecological sustainability in Brazil. *Sustainability*, 16(1037).
<https://doi.org/10.3390/su16031037>

Shahbaz, M., Naeem, M., Ahad, M., ve Tahir, I. (2018). Is natural resource abundance a stimulus for financial development in the USA?. *Resources Policy*, 55,223-232. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.12.006>.

Sinha, P., Arora, V., ve Bansal, V. (2011). Determinants of Public Debt for middle income and high income group countries using panel data regression. *Munich Personal Repec Archive (MPRA)*, Paper, No. 32079. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/32079/>.(Erişim Tarihi: 2 Nisan 2025)

Swamy, V. (2015). Government Debt and its Macroeconomic Determinants – An Empirical Investigation. *Munich Personal RePEc Archive MPRA*, Paper No. 64106. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/64106/>.(Erişim Tarihi: 5 Nisan 2025)

Taghizadeh-Hesary, F., ve Rasoulinezhad, E. (2025). Impact of renewable energy expansion on government debt in developing countries. *Energy Strategy Reviews*, 58 (101684), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101684>

Wang, Z., Bui, Q., Zhang, B., Nawarathna, C. L. K., ve Mombeui, C. (2020). The nexus between renewable energy consumption and human development in brics countries: The moderating role of public debt. *Renewable Energy*, 165, 381–90. doi:10.1016/j.renene.2020.10.144.

Warsame, Z.A., ve Abdi, A.O. (2024). Impact of external debt and energy consumption on environmental quality in Somalia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(5), 520-526. DOI: <https://doi.org/10.32479/ijee.15460>

World Bank (2024).World Development Indicators. <https://data.worldbank.org>.

Etik Beyanı: Yazar, bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu beyan etmektedir. Bilimsel etik konuları ile ilgili aksi bir durumun tespiti halinde tüm sorumluluk çalışmanın yazarına ait olup, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi'nin hiçbir sorumluluğu bulunmamaktadır.

The Impact of Renewable Energy on Government Debt: The Case of Türkiye

Extended Abstract

1. Introduction

This study investigates the impact of renewable energy on public debt. Studies on the debt-renewable energy nexus have analysed the impact of debt on renewable energy or environmental degradation. This study focuses on the impact of renewable energy on public debt. To the best of our knowledge, only Ashour et al. (2024) and Taghizadeh-Hesary et al. (2025) have studies on the impact of renewable energy on public debt. While Ashour et al. (2024) examined MENA countries, Taghizadeh-Hesary et al. (2025) examined developing countries and found conflicting evidence. Therefore, new studies on the subject may contribute to the literature. In addition, to the best of our knowledge, this is the first study to investigate the impact of renewable energy on government debt for Türkiye.

Türkiye is an energy-dependent country with high fossil fuel utilisation. Therefore, it is easily affected by fluctuations in energy prices. In addition, population growth and high economic growth increase the demand for energy. For this reason, significant investments are made in renewable energy sector in accordance with a sustainable growth target in Türkiye. According to World Bank data (2024), the share of electricity generated from renewable energy in Türkiye was approximately 0.14 per cent in 1990, 0.22 per cent in 2000 and 18.7 per cent in 2021. Türkiye is also one of the countries with high debt levels. For example, while the ratio of government debt to GDP was about 12 per cent in 1975, it was 24.7 per cent, 37 per cent and 37.8 per cent in 1990, 2000 and 2021, respectively. However, this ratio increased to 72 per cent in 2001. Although in the years following the 2001 crisis, this high level of borrowing decreased, it is still high at about 48.8 per cent in 2005.

2. Methodology

This study focuses on the impact of renewable energy on public debt. In the study, economic growth, public expenditure, openness and inflation variables are also included in the model as explanatory variables. Bayer-Hanck (2013) cointegration test is used in the study. It is stated that this test is more reliable and powerful than the conventional cointegration tests. The Bayer-Hanck test is a test that aggregates the individual strengths of the Engle-Granger (1987), Johansen (1991), Banerjee et al. (1998) and Boswijk (1994) tests and thus provides more robust evidence for the existence of cointegration (Georgescu and Nica, 2024).

3. Findings

FMOLS and CCR estimations indicate that renewable energy has a statistically significant and negative impact on government debt. Thus, it is observed that the increase in renewable energy production reduces government debt. These results are consistent with the evidence of Taghizadeh-Hesary et al. (2025). This evidence suggests that although the establishment cost of the renewable energy sector is high, it is possible for renewable energy to reduce debt in the long run. Therefore, there is support for the argument that the development of the renewable energy sector can offer cost advantages by reducing energy dependence and enabling energy efficiency. For the aforementioned reasons, renewable energy generation is likely to reduce the pressure on borrowing. The fact that renewable energy reduces the need for borrowing can be explained by the fact that renewable energy reduces government expenditures by providing benefits in terms of environment, health, etc., as stated by Taghizadeh-Hesary et al. (2025).

4. Conclusion

As the renewable energy sector reaches a certain stage of development in the long run, it is expected to reduce government debt. Sustaining investments in renewable energy can be expected to contribute positively to government debt. This positive effect of renewable energy on government debt shows that renewable energy also provides an advantage in terms of sustainability of government debt. In addition, policies that encourage economic growth may also reduce government debt. In order to reduce the pressure on borrowing, it is important to realise public expenditures in line with a balanced budget. In other words, in order to minimise borrowing, it is important to ensure fiscal sustainability by minimising budget deficits and public expenditures. In order for external openness to have a debt-reducing effect, policies to encourage exports and foreign investments should be prioritised.