


Şoklar Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda’da Kişi Başı Ekolojik Dengeyi Kalıcı Olarak Etkiler mi?

Do Shocks Permanently Affect Ecological Balance Per Capita in Brazil, South Africa, and New Zealand?

Mehmet Erdoğan¹ 

¹(Dr. Öğretim Üyesi), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Sivas, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmanın amacı Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengenin şoklardan kalıcı olarak etkilenip etkilenmediğini ortaya koymaktır. Analiz dönemi incelenen tüm ülkeler için (veri mevcudiyetine bağlı olarak) 1961–2022 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan veriler yıllık bazdadır. Kişi başı ekolojik denge, kişi başı biyolojik kapasiteden kişi başı ekolojik ayak izinin çıkartılmasıyla elde edilmiştir. Doğrusal dışılığı dikkate almayan ve doğrusal dışılığı dikkate alan birim kök testleri arasında bir seçim yapabilmek amacıyla önce Harvey vd. (2008) tarafından önerilen doğrusallık testi uygulanmıştır. Doğrusallık analizinin sonuçları dikkate alınarak çalışmada Brezilya verilerine ve Yeni Zelanda verilerine ADF birim kök testi, Elliott vd. (1996) tarafından önerilen birim kök testi ve Narayan ve Popp (2010) tarafından önerilen birim kök testi uygulanmıştır. Güney Afrika’ya ait kişi başı ekolojik denge serisi için ise Kapetanios vd. (2003) tarafından önerilen birim kök testi, Kruse (2011) tarafından önerilen birim kök testi ve Güriş (2019) tarafından önerilen birim kök testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengeye yönelik şokların kalıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. Çalışmada ayrıca elde edilen bulgulardan yola çıkarak önemli önerilerde de bulunulmuştur.

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal whether the ecological balance per capita calculated separately for Brazil, South Africa, and New Zealand is permanently affected by shocks or not. The analysis period (depending on data availability) covers the period 1961–2022 for all countries examined. The data used in the study are on an annual basis. The ecological balance per capita has been obtained by subtracting the per capita ecological footprint from the per capita biocapacity. In order to make a choice between unit root tests that do not take into account nonlinearity and those that do, the linearity test suggested by Harvey et al. (2008) was first applied. Considering the results of the linearity analysis, the ADF unit root test, the unit root test recommended by Elliott et al. (1996), and the unit root test proposed by Narayan and Popp (2010) were applied to the data of Brazil and the data of New Zealand. For the ecological balance per capita series of South Africa, the unit root test recommended by Kapetanios et al. (2003), the unit root test proposed by Kruse (2011), and the unit root test suggested by Güriş (2019) were applied. According to the findings obtained, it can be said that the shocks to the ecological balance per capita (calculated separately for Brazil, South Africa, and New Zealand) have a permanent effect. The study also made important suggestions based on the findings.

Anahtar Kelimeler: Birim Kök Testi, Biyolojik Kapasite, Ekolojik Ayak İzi, Ekolojik Denge

Keywords: Unit Root Test, Biocapacity, Ecological Footprint, Ecological Balance

EXTENDED SUMMARY

Knowing how environmental variables respond to public interventions is very important for effective environmental policymaking. This study aimed to ascertain whether shocks permanently influenced the ecological balance per capita calculated separately for Brazil, South Africa, and New Zealand. The study also intended to discover whether public interventions designed to change the ecological balance per capita of any of the three analysed countries (Brazil, South Africa, and New Zealand) could be efficacious.

Corresponding Author: Mehmet Erdoğan **E-mail:** mehmet100058@outlook.com

Submitted: 30.07.2023 • **Revision Requested:** 13.09.2023 • **Last Revision Received:** 18.10.2023 • **Accepted:** 23.11.2023



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

In this study, countries with a low environmental policy stringency index were selected because it was aimed at revealing the effect of shocks on per capita ecological balance in countries with low environmental policy stringency. As a result of the 2020 values of the environmental policy stringency index, it has been accepted that there is low environmental policy stringency in Brazil, South Africa, Iceland, and New Zealand (since the environmental policy stringency index data announced by the OECD are not available after 2020, the 2020 environmental policy stringency index data were taken into account). However, due to the unavailability of data, the ecological balance per capita for Iceland could not be calculated. Therefore, only Brazil, South Africa, and New Zealand are among the countries analysed.

As a result of the literature review, a limited number of studies have been found that reveal whether ecological balance is permanently or temporarily affected by shocks. These studies are as follows: Ulucak and Lin (2017), Yilanci and Pata (2020), Ozcan et al. (2021), and Pata and Yilanci (2021). Ulucak and Lin (2017), in their empirical study on the US, found that the ecological deficit (balance) follows a unit root process. In their empirical study of the G7 and E7 nations, Yilanci and Pata (2020) came to the conclusion that shocks do not permanently affect the ecological balance per capita (calculated separately for nine nations). In their empirical analysis of 27 OECD nations, Ozcan et al. (2021) came to the conclusion that the ecological balance per capita (which is calculated separately for Germany, Israel, and Mexico) does not follow a unit root process. The empirical study of Pata and Yilanci (2021) for the G10 and N11 countries reported that the ecological balance per capita (which is calculated separately for Nigeria, the Philippines, Italy, Japan, the United Kingdom, and the US) follows a unit root process. The literature review of the current study also includes studies investigating whether ecological variables other than ecological balance are permanently affected by shocks. These studies are as follows: Chen et al. (2016), Tiwari et al. (2016), Solarin and Bello (2018), Ozcan et al. (2019), Solarin et al. (2019), Yilanci et al. (2019), Alper and Alper (2021), Bermejo et al. (2021), Caglar et al. (2021), Solarin et al. (2021), Solarin and Gil-Alana (2021), Caglar and Mert (2022), Erdogan et al. (2022), Esenyel İcen et al. (2022), Bello et al. (2023), Hacıımamoğlu (2023), Pata and Aydin (2023), and Solarin et al. (2023).

The present study used ecological balance per capita data. The ecological balance per capita data were computed for each stated country by subtracting its per capita ecological footprint from its per capita biocapacity. The analysis period (depending on data availability) begins in 1961 and ends in 2022. Initially, the study utilised the linearity test suggested by Harvey et al. (2008). This test was labelled HLX for this study, and its results enabled the assertion that the series computed for Brazil and New Zealand were linear, whereas the series for South Africa was nonlinear. The ADF unit root test, the unit root test suggested by Elliott et al. (1996) [this test is called DF-GLS in this paper], and the unit root test recommended by Narayan and Popp (2010) [this test is called NP in this paper] were applied for the data of Brazil and the data of New Zealand. For the data of South Africa, the unit root test recommended by Kapetanios et al. (2003) [this test is called KSS in this paper], the unit root test proposed by Kruse (2011) [this test is called KS in this paper], and the unit root test suggested by Güriş (2019) [this test is called FKS in this paper] were applied.

The study results suggest that shocks to the ecological balance per capita (calculated separately for Brazil, South Africa, and New Zealand) have permanent effects. In this respect, it can be stated that the intervention to change the ecological balance per capita in Brazil, South Africa, and New Zealand will have a permanent effect. Hence, it is critical for policymakers in the three stated nations to implement strategies designed to change the ecological balance per capita.

Giriş

Sanayi Devrimi'nin ardından insan faaliyetlerindeki artış neticesinde oldukça kısa süre içerisinde çok fazla kaynak ve enerji tüketiminin gerçekleştirildiği görülmüştür. Enerji, kaynak tüketimi ve endüstriyel üretim, küresel ekoloji üzerinde geniş bir etkiye sahiptir. Hem enerji ve kaynak tüketimi hem de endüstriyel üretim havanın, toprağın ve suyun kirlenmesine yol açarak ciddi çevresel sorunlara neden olur (Moors vd., 2005, s. 657). Küresel ısınma, iklim değişikliği, ormanların yok olması, atıkların artış göstermesi, havanın kirlenmesi, su kirliliği, asit yağmurlarının görülməsi, ozon tabakasının incelməsi ve biyolojik çeşitliliğin azalması insan faaliyetlerinde görülen hızlı artışın beraberinde getirdiği çevresel sorunlara örnek olarak gösterilebilir (Pata ve Yilanci, 2021, s. 624).

İnsan faaliyetlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini ortaya koymaya çalışan ampirik çalışmalara [örneğin Acaroğlu vd. (2023), Bektaş ve Ursavaş (2023), Cil (2023), Wang vd. (2023) gibi çalışmalar] ilaveten çevreye ilişkin birtakım değişkenlerin şoklardan geçici mi yoksa kalıcı mı etkilendiğini ortaya koymaya çalışan ampirik çalışmaları da mevcuttur. Bu çalışmalara örnek olarak şunlar gösterilebilir: Chen vd. (2016), Tiwari vd. (2016), Ulucak ve Lin (2017), Solarin ve Bello (2018), Ozcan vd. (2019), Solarin vd. (2019), Yilanci vd. (2019), Yilanci ve Pata (2020), Alper ve Alper (2021), Bermejo vd. (2021), Caglar vd. (2021), Ozcan vd. (2021), Pata ve Yilanci (2021), Solarin vd. (2021), Solarin ve Gil-Alana (2021), Caglar ve Mert (2022), Erdogan vd. (2022), Esenyel İcen vd. (2022), Bello vd. (2023), Hacıımamoğlu (2023), Pata ve Aydin (2023), Solarin vd. (2023). Bu çalışmalara ilişkin detaylı bilgiler çalışmanın literatür incelemesi kısmında yer almaktadır.

Ekolojiye ilişkin değişkenlerin birim kök içerip içermediğini ortaya koymak uygulanacak çevre politikasının etkin olup olmayacağına ilişkin bilgi verecektir. Bu açıdan ekolojiye ilişkin değişkenlerin birim kök içerip içermediğini ortaya koymak büyük öneme

sahiptir. Ekolojiye ilişkin bir değişken birim kök içeriyorsa dışsal şokların değişken üzerindeki etkisi geçici değildir. Bu durumda ekolojiye ilişkin bir değişken birim kök içeriyorsa uygulanan politikaların çevre kalitesi üzerindeki etkisi kalıcı olacaktır. Eğer ekolojiye ilişkin bir değişken birim kök içermiyorsa dışsal şoklar değişken üzerinde sadece geçici bir etkiye sahip olacaktır. Bu durumda uygulanan politikaların çevre kalitesi üzerinde kalıcı bir etkisi olmayacaktır (Pata ve Yilanci, 2021, s. 624). Bu çalışmada literatürde yaygın olarak kullanılan karbondioksit emisyonu ve ekolojik ayak izi değişkenlerinin aksine kişi başı ekolojik denge değişkeni kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı sıkı çevre politikalarına sahip olmayan ülkelerde kişi başı ekolojik dengeyi etkilemeye dönük çevre politikalarının kalıcı bir etkiye mi yoksa geçici bir etkiye mi sahip olacağını ortaya koymaktır. Kirlilik cenneti hipotezine göre çevreyi yoğun bir şekilde kirleten endüstriler genellikle çevreye ilişkin düzenlemelerin daha az olmasından ötürü gelişmişlik düzeyi daha düşük ülkeleri tercih etmektedir (Al-mulali ve Tang, 2013, ss. 813–814). Bu durumda eğer kirlilik cenneti hipotezi geçerliyse sıkı çevre politikalarına sahip olmayan ülkelerde ekolojik dengeye ilişkin doğru politikaların oluşturulmasının mühim olduğu anlaşılmaktadır. Ekolojik dengeye ilişkin politikaların etkinliği hakkında bir karara varılabilmesi için ise Pata ve Yilanci (2021, s. 624) tarafından yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere ekolojik dengenin şoklara verdiği tepkinin bilinmesi oldukça önemlidir.

Sıkı çevre politikalarına sahip olmayan ülkeleri belirleyebilmek adına çevresel politika sıklığı endeksi [environmental policy stringency index (çalışmada bu endeks EPS olarak adlandırılmıştır)] verilerinden yararlanılmıştır. OECD tarafından açıklanan 2020 yılı EPS verileri incelendiğinde¹ hiçbir ülke için endeks değerinin sıfır değerini almadığını ve tüm endeks değerlerinin beşin altında olduğunu görmek mümkündür. Bu durum dikkate alınarak çalışmada yüksek EPS endeksi grubu için $4 \leq EPS < 5$ aralığı ve düşük EPS endeksi grubu için $0 < EPS \leq 1$ aralığı uygun görülmüştür. Bu kapsamda 2020 yılı EPS verileri dikkate alındığında Brezilya, Güney Afrika, İzlanda ve Yeni Zelanda düşük EPS endeksine sahip ülkeler olarak değerlendirilmiştir. İzlanda düşük EPS endeksine sahip ülkeler arasında olduğu kabul edilmesine karşın İzlanda'ya ait ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite verileri mevcut olmadığından çalışmada analiz edilen ülkeler arasında İzlanda bulunmamaktadır.

Literatür taraması sonucunda Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin şoklardan kalıcı etkilenip etkilenmediğini araştıran sadece bir çalışmaya² rastlanmıştır. Benzer şekilde Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin şoklardan kalıcı etkilenip etkilenmediğini araştıran sadece bir çalışmaya³ rastlanmıştır. Ancak bu çalışmanın analiz dönemi her iki çalışmanın analiz döneminden (gerek Yilanci ve Pata (2020)'nin analiz döneminden gerekse Ozcan vd. (2021)'nin analiz döneminden) daha geniştir. Bununla birlikte Yilanci ve Pata (2020)'nin çalışmasında uygulanan testlerin tamamı bu çalışmada uygulanan testlerden farklıdır. Ozcan vd. (2021)'nin çalışmasında ise (bu çalışmadan farklı olarak) Narayan ve Popp (2010) tarafından önerilen birim kök testi ile Elliott vd. (1996) tarafından önerilen birim kök testi uygulanmamıştır. Güney Afrika'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin şoklardan kalıcı etkilenip etkilenmediğini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan bu çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Giriş bölümünün ardından gelen ikinci bölümde çalışma için önemli olan bazı kavramlara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümü literatür incelemesine ayrılmıştır. Bu bölümde çevreye ilişkin kimi değişkenlerin şoklardan kalıcı etkilenip etkilenmediğini araştıran bazı ampirik çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan verilere ve yöntemlere dair bilgiler çalışmanın dördüncü bölümünde yer almaktadır. Ampirik analiz sonucunda elde edilen bulgulara çalışmanın beşinci bölümünde yer verilmiştir. Çalışmanın tartışma bölümü çalışmanın altıncı bölümünde yer almaktadır. Tartışma bölümünde elde edilen bulgular yorumlanmış, elde edilen bulgular bazı ampirik çalışmalarda elde edilen bulgularla karşılaştırılmış ve çalışmanın sınırlılıklarından söz edilmiştir. Çalışmanın son bölümü olan yedinci bölüm çalışmanın sonuç bölümüdür.

Kavramsal Çerçeve

Birçok ampirik çalışmada çevresel bozulmayı temsilen karbondioksit emisyonu değişkeninin kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Chang (2015), Ahmad vd. (2019) ve Wen vd. (2021) çalışmalarında çevresel bozulmayı temsilen kişi başı karbondioksit emisyonu değişkenini tercih etmişlerdir. Çok sayıda ampirik çalışmada çevresel bozulmayı temsilen karbondioksit emisyonu tercih edilmesine karşın çevresel bozulmayı temsilen ekolojik ayak izi (ecological footprint) de kullanılabilir. Karbondioksit emisyonunun aksine ekolojik ayak izi çevresel bozulmayı birçok açıdan yansıtan daha kapsamlı bir göstergedir (Ajmi ve Inglesi-Lotz, 2021, s. 408). Çevresel bozulmayı temsilen ekolojik ayak izi değişkenini tercih eden yakın tarihli ampirik çalışmalara örnek olarak Zambrano-Monserrate vd. (2020)'nin çalışması ile Kostakis ve Arauzo-Carod (2023) tarafından yapılan çalışma gösterilebilir. Ekolojik ayak izi Kanadalı bilim insanı Rees (1992), tarafından tanımlanan bir kavramdır. Sonraki tarihlerde ekolojik ayak izi kavramı farklı çalışmalarda detaylandırılmıştır. Bu çalışmalara Wackernagel ve Rees (1996) tarafından yapılan çalışma örnek gösterilebilir (Siche vd., 2008, s. 629). Ekolojik ayak izi bir toplumun doğa üzerindeki yükünü gösterir (Wackernagel ve Rees, 1996, s. 5). Farklı

¹ 2020 yılından sonraki yıllara ilişkin EPS verileri mevcut olmadığından 2020 yılı EPS verileri dikkate alınmıştır. EPS endeksi, sıfır ile altı arasında değerler alabilmektedir. Sıfır en düşük sıklık düzeyini, altı ise en yüksek sıklık düzeyini göstermektedir (Kruise vd., 2022). EPS verilerine ilişkin erişim adresi: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS#> (Erişim Tarihi: 05.04.2023).

² Bu çalışma Yilanci ve Pata (2020)'nin çalışmasıdır.

³ Bu çalışma Ozcan vd. (2021)'nin çalışmasıdır.

bir ifadeyle ekolojik ayak izi biyolojik kapasiteye (biocapacity) yönelik talebi göstermektedir (Wackernagel vd., 2021, s. 734). Biyolojik kapasite ise biyosferin üretken kapasitesi ile biyosferin insanlar için faydalı biyolojik kaynak ve hizmet akışını sağlama yeteneğini belirtmektedir (Moran vd., 2008, s. 472). Bir bölgenin (örneğin bir ülkenin) biyolojik kapasitesinin artış gösterebilmesi için ya birim alan başına verimliliğin artış göstermesi ya da verimli alanların niceliğinde bir artışın olması gerekir (Von Stokar vd., 2006, s. 13). Ülkeler arasında karşılaştırma yapabilmek için ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite genellikle küresel hektar (kha) olarak adlandırılan ölçü birimiyle ifade edilir (Borucke vd., 2013, s. 521). Bir küresel hektar, verimliliği küresel verimliliğe eşit olan bir hektarlık alanı ifade etmektedir (Von Stokar vd., 2006, s. 13; Wackernagel ve Beyers, 2016, s. 56). Bir ülkenin ekolojik ayak izini üretim açısından ele almak mümkündür. Üretimin ekolojik ayak izi bir ülkedeki üretim sürecinden kaynaklı biyolojik kapasite kullanımını ifade etmektedir (Galli ve Halle, 2014, s. 385). Farklı bir tanıma göre üretim açısından ekolojik ayak izi biyolojik kapasiteye yönelik birincil talebi göstermektedir (Borucke vd., 2013, s. 521). Bir ülkenin ekolojik ayak izini tüketim açısından da incelemek mümkündür. Tüketimin ekolojik ayak izi bir ülkenin sakinleri tarafından tüketilen biyolojik kapasiteyi belirtmektedir (Galli ve Halle, 2014, s. 385). Ekolojik ayak izi, altı ayak izinden meydana gelmektedir. Bu altı ayak izi şunlardır: tarım arazisi ayak izi, otlak ayak izi, orman ayak izi, balıkçılık sahası ayak izi, yapılaşmış alan ayak izi, karbon tutma ayak izi (York vd., 2003, s. 282).

Biyolojik kapasiteden ekolojik ayak izinin çıkartılması yoluyla ekolojik denge hesaplanmaktadır (Geng vd., 2014, s. 134). Wackernagel vd. (2021, s. 733) tarafından yapılan çalışmada bir ülkenin biyolojik kapasitesi ile ekolojik ayak izi arasındaki fark net yurt içi biyolojik kapasite kullanılabilirliği olarak isimlendirilmiştir. Bir ülkenin (veya bir kişinin, bir toplumun, bir ekonominin) ekolojik ayak izi biyolojik kapasitesini aşması durumunda ekolojik açıktan söz edilir (Aydın vd., 2022, s. 15189). Ekolojik açığın bulunması talep düzeyinin mevcut doğal sermayenin yenileme kapasitesinin üzerinde olduğunu göstermektedir (Monfreda vd., 2004, s. 234). Ekolojik açıklar biyolojik kapasitenin ithal edilmesi yoluyla karşılanabileceği gibi yurt içi kaynakların aşırı kullanılması yoluyla da karşılanabilir. Yurt içi kaynakların aşırı kullanımı yurt içi doğal sermayenin azalmasına yol açacaktır (Monfreda vd., 2004, s. 234). Bir bölgenin biyolojik kapasitesinin ekolojik ayak izini aşması durumunda ekolojik rezervden söz edilir (Aydın vd., 2022, s. 15189).

Çalışma için önem arz eden belli başlı kavramların açıklandığı bu bölümden sonra literatür incelemesi bölümü yer almaktadır.

Literatür İncelemesi

Ekolojik dengenin birim kök içerip içermediğini araştıran çalışmalar sınırlıdır: Ulucak ve Lin (2017), Yilanci ve Pata (2020), Ozcan vd. (2021), Pata ve Yilanci (2021). Ulucak ve Lin (2017), ABD için yaptıkları ampirik çalışmalarında ekolojik dengenin (açığın) birim kök içerdiğine dair bulgulara ulaşmışlardır. Yilanci ve Pata (2020), G7 ve E7 ülkeleri için yapmış oldukları ampirik çalışmalarında dokuz ülke için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengenin şoklardan kalıcı olarak etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Ozcan vd. (2021), 27 OECD ülkesi için yaptıkları ampirik çalışmalarında Almanya, İsrail ve Meksika için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengenin global açıdan birim kök içermediği sonucuna ulaşmışlardır. Pata ve Yilanci (2021), G10 ve N11 ülkeleri için yaptıkları ampirik çalışmalarında (Fourier kantil birim kök testi sonuçlarına göre) Nijerya, Filipinler, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve ABD için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengenin global açıdan birim kök içerdiği sonucuna ulaşmışlardır. Ekolojik denge ve diğer çevresel göstergeler ile yapılan ampirik çalışmalar Tablo 1'de özetlenmektedir.

Veri Seti ve Metodoloji

Çalışmada kişi başı ekolojik denge verileri dikkate alınmıştır. Kişi başı biyolojik kapasite verilerinden kişi başı ekolojik ayak izi verilerinin çıkarılmasıyla kişi başı ekolojik denge verileri hesaplanmıştır. Gerek kişi başı ekolojik ayak izi verileri gerekse kişi başı biyolojik kapasite verileri Global Footprint Networkün internet sayfasından⁴ elde edilmiştir. Çalışmada Brezilya için hesaplanan kişi başı ekolojik denge değişkeni $EB(B)$, Güney Afrika için hesaplanan kişi başı ekolojik denge değişkeni $EB(G)$ ve Yeni Zelanda için hesaplanan kişi başı ekolojik denge değişkeni $EB(Y)$ ile gösterilmiştir. Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda için mevcut olan kişi başı biyolojik kapasite ve ekolojik ayak izi verileri sadece 1961–2022 dönemi için mevcut olduğundan dolayı Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda için analiz dönemi 1961–2022 dönemidir. Kişi başı biyolojik kapasite ve kişi başı ekolojik ayak izi verileri yıllık zaman periyoduna sahip olduğundan kişi başı ekolojik denge serileri de yıllık zaman periyoduna sahiptir. Tablo 2'de $EB(B)$, $EB(G)$ ve $EB(Y)$ değişkenlerine ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Şekil 1'de ise $EB(B)$, $EB(G)$ ve $EB(Y)$ değişkenlerinin grafiksel gösterimi yer almaktadır. $EB(G)$ değerleri için Şekil 1'in sağ dikey kısmı, $EB(B)$ ve $EB(Y)$ değerleri için ise Şekil 1'in sol dikey kısmı dikkate alınmalıdır.

⁴ Erişim adresi şudur: <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=223> (Erişim Tarihi: 28.06.2023).

Tablo 1. Ampirik Çalışma Örnekleri

Çalışma	Dönem / İncelenen Birim	Yöntem	Bulgu
Chen vd. (2016)	28 Eylül 2013–12 Aralık 2015 / Pekin, Şangay, Guangzhou, Shenzhen	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Dikkate alınan değişkenlere (kükürtdioksit, azotdioksit, karbonmonoksit, partiküler madde 2,5 ve partiküler madde 10) yönelik şokların kalıcı etkiye sahip olmadığına dair bulgular elde edilmiştir.
Tiwari vd. (2016)	1960–2009 / 35 Sahra Altı Afrika Ülkesi	Birim Kök Testi, Durağanlık Testi, SPSM (Sequential Panel Selection Method)	Durağanlık testine göre yirmi yedi ülke için, doğrusal olmayan birim kök testine göre on bir ülke için, Fourier yaklaşımına dayalı doğrusal olmayan birim kök testine göre de on ülke için ayrı ayrı var olan kişi başı karbondioksit emisyonu serisinin birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır.
Ulucak ve Lin (2017)	1961–2013 / ABD	Birim Kök Testi, Durağanlık Testi	Kişi başı ekolojik ayak izinin, ekolojik ayak izi bileşenlerinin (tarım arazisi ayak izi hariç) ve ekolojik açığın birim kök içerdiğini destekleyen bulgulara ulaşılmıştır.
Solarin ve Bello (2018)	1961–2013 / 128 Ülke	Birim Kök Testi	Doksan altı ülke için ayrı ayrı mevcut olan kişi başı ekolojik ayak izinin birim kök içerdiği sonucuna varılmıştır.
Ozcan vd. (2019)	1961–2013 / 113 Ülke	Birim Kök Testi, Durağanlık Testi, SPSM (Sequential Panel Selection Method)	Otuz yüksek gelirli ülkeden sadece beşi için, yirmi sekiz üst orta gelirli ülkeden on yedisi için, yirmi dokuz düşük orta gelirli ülkenin tümü için ve yirmi altı düşük gelirli ülkenin on ikisi için ayrı ayrı var olan kişi başı ekolojik ayak izinin birim köklü olduğuna ilişkin sonuca varılmıştır.
Solarin vd. (2019)	1961–2014 / 92 Ülke	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Yirmi beş ülke için ayrı ayrı mevcut olan kişi başı karbon tutma ayak izinin şoklardan kalıcı etkilenmediğine ilişkin bulgulara ulaşılmıştır.
Yilanci vd. (2019)	1961–2013 / 25 OECD Ülkesi	Durağanlık Testi	Panel açısından balıkçılık sahası ayak izinin birim kök içerdiğini destekleyen bulgulara ulaşılmıştır. Ekolojik ayak izinin ve balıkçılık sahası ayak izi dışındaki ekolojik ayak izi bileşenlerinin ise panel açısından birim kök içermediğini destekleyen bulgular elde edilmiştir.
Yilanci ve Pata (2020)	1961–2016 / G7 Ülkeleri, Çin, Hindistan, Brezilya, Meksika, Endonezya, Türkiye. 1992–2016 / Rusya	Birim Kök Testi	Dokuz ülke için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik denengin şoklardan kalıcı olarak etkilenmediği sonucuna ulaşılmıştır.
Alper ve Alper (2021)	1961–2016 / Meksika, Endonezya, Nijerya, Türkiye	Durağanlık Testi	Meksika'ya ait kişi başı tarım arazisi ayak izinin, Nijerya'ya ait kişi başı tarım arazisi ayak izinin ve kişi başı otlak ayak izinin, Türkiye'ye ait kişi başı balıkçılık sahası ayak izinin ve kişi başı orman ayak izinin birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır.
Bermejo vd. (2021)	1 Ocak 2019–31 Aralık 2020 / New York, Los Angeles, Şikago, Houston, Phoenix, Philadelphia, San Antonio, San Diego, Dallas, San Jose	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Ozon emisyonuna ve partiküler madde 2,5 emisyonuna yönelik şokların kalıcı etkiye sahip olmadığına dair bulgular elde edilmiştir.
Çağlar vd. (2021)	1961–2016 / Fransa, Almanya, İtalya, İspanya, Birleşik Krallık	Birim Kök Testi	Kişi başı ekolojik ayak izinin (tüm ülkeler açısından) birim köke sahip olduğuna ilişkin bulgular elde edilmiştir. İspanya'ya ait kişi başı yapılaşmış alan ayak izi, Birleşik Krallık'a ait kişi başı otlak ayak izi ile kişi başı orman ayak izinin birim kök içermediğine ilişkin sonuca ulaşılmıştır.
Ozcan vd. (2021)	1961–2016 / 27 OECD Ülkesi	Birim Kök Testi	Almanya, İsrail ve Meksika için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik denge serisinin global açıdan birim kök içermediği sonucuna varılmıştır.

Tablo 1. Sayfa 2

Pata ve Yilanci (2021)	1961–2016 / G10 ve N11 Ülkeleri. Sadece Bangladeş için başlangıç yılı 1971 yılıdır.	Birim Kök Testi	Fourier kantil birim kök testi sonuçlarına göre Nijerya, Filipinler, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve ABD için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik dengenin global açıdan birim kök içerdiği saptanmıştır.
Solarin vd. (2021)	1961–2016 / 89 Ülke, Dünya	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Elli dört ülke ve dünya için ayrı ayrı mevcut olan kişi başı balıkçılık sahası ayak izinin birim köke sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Beş ülke için ayrı ayrı var olan kişi başı balıkçılık sahası ayak izinin ise patlayıcı süreç ile tanımlanabileceğine ilişkin sonuca ulaşılmıştır.
Solarin ve Gil-Alana (2021)	1750–2014 / 36 OECD Ülkesi (Avustralya için dönem 1781–2014)	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Metan emisyonuna yönelik şokların geçici etkiye sahip olmadığına ilişkin bulgular elde edilmiştir.
Çağlar ve Mert (2022)	1965–2020 / Çin, Hindistan, Japonya, Rusya, ABD	Durağanlık Testi	Kişi başı karbondioksit emisyonunun birim köke sahip olduğu sonucuna varılmıştır.
Erdogan vd. (2022)	0–2014 / Dünya	Birim Kök Testi, Durağanlık Testi	Karbondioksit emisyonunun birim kök içerdiğini destekleyen bulgular elde edilmiştir.
Esenyel İçen vd. (2022)	1961–2017 / Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur, Tayland	Birim Kök Testi	Ekolojik ayak izi baskı endeksinin birim kök içermediği sonucuna varılmıştır.
Bello vd. (2023)	1961–2018 / Cezayir, Cibuti, Mısır, İran, İsrail, Ürdün, Lübnan, Suriye, Tunus, Yemen	Kesirli Bütünleşme Yöntemi	Genel olarak Tunus, İsrail, Suriye, Yemen ve İran için ayrı ayrı var olan kişi başı ekolojik ayak izinin şoklardan kalıcı etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Cezayir, Cibuti, Mısır, Ürdün ve Lübnan için ayrı ayrı mevcut olan kişi başı ekolojik ayak izinin ise şoklardan kalıcı olarak etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.
Hacımamoğlu (2023)	1980–2017 / Katar	Birim Kök Testi	Kişi başı ekolojik ayak izinin, kişi başı yapılaşmış alan ayak izinin, kişi başı karbon tutma ayak izinin, kişi başı tarım arazisi ayak izinin ve kişi başı otlak ayak izinin birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır.
Pata ve Aydın (2023)	1868–2014 / G7 Ülkeleri	Birim Kök Testi	Kişi başı karbondioksit emisyonuna yönelik politikaların kalıcı etkilerle sahip olduğu sonucuna varılmıştır.
Solarin vd. (2023)	1820–2019 / 20 Ülke	Birim Kök Testi	Fourier kantil birim kök testinin sonuçları dikkate alındığında tarım sektöründe üç ülke için, sanayi sektöründe yedi ülke için, konut sektöründe üç ülke için ve atık sektöründe dokuz ülke için ayrı ayrı mevcut olan metan içermeyen uçucu organik bileşiklere ilişkin değişkenin global açıdan birim kök içerdiği saptanmıştır.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

İstatistikler	Değişkenler		
	EB(B)	EB(G)	EB(Y)
Gözlem Sayısı	62	62	62
Aritmetik Ortalama	10,590	-1,638	7,210
Medyan	9,503	-1,741	7,695
Standart Sapma	4,596	0,668	2,940
Minimum Değer	5,617	-2,577	2,911
Maksimum Değer	21,622	0,244	13,016
Çarpıklık	0,802	1,348	0,156
Basıklık	2,572	4,501	1,860

Durağanlık analizinde doğrusal ve doğrusal olmayan testler arasında bir seçim yapabilmek amacıyla kişi başı ekolojik denge serilerine önce Harvey vd. (2008) tarafından önerilen doğrusallık testi uygulanmıştır (bu test çalışmada HLX olarak adlandırılmıştır). HLX doğrusallık testinin temel hipotezi incelenen serinin doğrusal olduğunu belirtirken testin alternatif hipotezi incelenen serinin doğrusal olmadığını belirtmektedir. HLX doğrusallık testinin test istatistiğine (W_λ) ilişkin formül Denklem (1)'de yer almaktadır. Denklem (1)'deki W_0 serilerin düzeyde durağan olması hâlinde dikkate alınan istatistiği, W_1 ise serilerin düzeyde durağan olmaması hâlinde dikkate alınan istatistiği belirtmektedir. Denklem (1)'de yer alan λ ifadesi HLX doğrusallık testinin test istatistiğini hesaplarken dikkate alınan ağırlığı göstermektedir. HLX doğrusallık testinin test istatistiği iki serbestlik dereceli ki-kare dağılımına uyum sağlamaktadır.

$$W_\lambda = (1 - \lambda)W_0 + (\lambda)W_1 \quad (1)$$

Durağanlık analizinde Brezilya verileri ve Yeni Zelanda verileri için önce geleneksel testlerden ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi ve Elliott vd. (1996) tarafından tavsiye edilen birim kök testi (bu test çalışmada DF-GLS olarak adlandırılmıştır) uygulanmıştır. Bu geleneksel testler dışında Brezilya ve Yeni Zelanda verileri için Narayan ve Popp (2010) tarafından önerilen ve iki adet yapısal kırılmayı dikkate alan birim kök testi (çalışmada NP olarak isimlendirilmiştir) de uygulanmıştır. NP birim kök testinde yapısal kırılma zamanları içsel olarak belirlenmektedir. Narayan ve Popp (2013), güç ve boyut açısından NP birim kök testinin hem Lumsdaine ve Papell (1997) tarafından önerilen birim kök testinden hem de Lee ve Strazicich (2003) tarafından önerilen birim kök testinden daha üstün olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada Narayan ve Popp (2010) tarafından yapılan çalışmada Model 2 olarak adlandırılan model uygulanmıştır. Model 2, trendi mevcut olan seride hem düzeyde hem de eğimde iki adet yapısal kırılmayı dikkate almaktadır. NP testinde bir zaman serisine (y_t) ait veri üretme sürecinin hem deterministik bileşenden hem de stokastik bileşenden oluştuğu kabul edilmektedir. Bu kapsamda incelenen zaman serisine ilişkin denklemi Denklem (2)'deki gibi göstermek mümkündür. Denklem (2)'de yer alan d_t deterministik bileşeni belirtirken u_t stokastik bileşeni belirtmektedir. Stokastik bileşen (u_t) Denklem (3)'teki gibi tanımlanmıştır. Denklem (3)'te yer alan ε_t ise Denklem (4)'teki gibi tanımlanmıştır. Burada $e_t \sim iid(0, \sigma_e^2)$ olduğu kabul edilmektedir. Bunun dışında $A^*(L)$ gecikme polinomuna ait p mertebesindeki ve $B(L)$ gecikme polinomuna ait q mertebesindeki köklerin birim çemberin dışında bulunduğu kabul edilmektedir. Denklem (2)'de gösterilen deterministik bileşen (d_t) Model 2 için Denklem (5)'teki gibi tanımlanmıştır [$DU'_{i,t} = 1(t > T'_{B,i})$ ve $DT'_{i,t} = 1(t > T'_{B,i})(t - T'_{B,i}), i = 1, 2$].

Kırılma zamanı $T'_{B,i}$ ile belirtilmiştir. Denklem (5)'teki θ_i ve γ_i katsayıları sırasıyla düzeyde ve eğimde ortaya çıkan kırılmaların büyüklüğünü belirtmektedir. NP birim kök testinde kırılmaların kademeli bir biçimde olduğu kabul edilmektedir. Denklem (5)'teki $\Psi^*(L)$ aracılığıyla kırılmaların zaman içerisinde yavaş bir biçimde gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Model 2 için innovational outlier tipi test regresyonu Denklem (6)'daki gibidir [$\kappa_i = (\theta_i + \gamma_i)$, $\delta_i^* = (\gamma_i - \phi\theta_i)$ ve $\gamma_i^* = -\phi\gamma_i, i = 1, 2$]. NP birim kök testinin temel hipotezi incelenen serinin birim köke sahip olduğunu belirtmektedir. Temel hipotezin reddedilmesi incelenen serinin birim kök içermediği anlamına gelecektir (Narayan ve Popp, 2010).

$$y_t = d_t + u_t \quad (2)$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\varepsilon_t = \Psi^*(L)e_t = A^*(L)^{-1}B(L)e_t \quad (4)$$

$$d_t^{M2} = \alpha + \beta t + \Psi^*(L)(\theta_1 DU'_{1,t} + \theta_2 DU'_{2,t} + \gamma_1 DT'_{1,t} + \gamma_2 DT'_{2,t}) \quad (5)$$

$$y_t^{M2} = \rho y_{t-1} + \alpha^* + \beta^* t + K_1 D(T'_B)_{1,t} + K_2 D(T'_B)_{2,t} + \delta_1^* DU'_{1,t-1} + \delta_2^* DU'_{2,t-1} + \gamma_1^* DT'_{1,t-1} + \gamma_2^* DT'_{2,t-1} + \sum_{j=1}^k \beta_j \Delta y_{t-j} + e_t \quad (6)$$

Çalışmada Güney Afrika verileri için uygulanan testlerden birisi Kapetanios vd. (2003) tarafından önerilen birim kök testidir (çalışmada KSS olarak isimlendirilmiştir). KSS birim kök testinde ESTAR (Exponential Smooth Transition Autoregressiv) fonksiyonu geçiş fonksiyonu olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte KSS birim kök testinde lokasyon parametresinin sıfıra eşit olduğu varsayılmaktadır. Ele alınan zaman serisi y_t ile ifade edilmiştir. KSS testinde başta Denklem (7)'de yer alan denklem oluşturulmaktadır. Sonraki aşamada Denklem (7)'de yer alan ϕ katsayısına sıfır ve d' 'ye 1 değeri verilerek Denklem (8) elde edilmektedir. Denklem (8) göz önüne alındığında birim kökün varlığını belirten temel hipotez $\theta = 0$ şeklinde, alternatif hipotez ise $\theta > 0$ şeklinde kurulmaktadır. Bununla birlikte Kapetanios vd. (2003), $\theta = 0$ temel hipotezi altında Denklem (8)'de yer alan γ parametresinin tanımsız olması sebebiyle Denklem (8)'i kullanarak $\theta = 0$ şeklindeki temel hipotezin sınınamayacağını

açıklamışlardır. Kapetanios vd. (2003), bu sorunu aşabilmek için temel hipotez altında ESTAR modeline birinci mertebeden Taylor açılımını uygulamışlardır. Böylece Kapetanios vd. (2003), Taylor açılımı sonucunda Denklem (9)'da yer alan ve KSS birim kök testinde birim kök sınavında dikkate alınan test regresyonunu elde etmişlerdir. KSS testinin temel hipotezi incelenen serinin birim köke sahip olduğunu belirtmektedir. Temel hipotezin reddedilmesi incelenen serinin birim kök içermediği anlamına gelecektir. Gerekli görüldüğünde Denklem (9)'daki bağımlı değişkenin gecikmeli değeri (veya değerleri) denklemin sağ tarafına ilave edilebilir.

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-d}^2)] + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} [1 - \exp(-\theta y_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + u_t \quad (9)$$

KSS dışında Güney Afrika verileri için uygulanan diğer bir test Kruse (2011) tarafından önerilen birim kök testidir (çalışmada KS olarak isimlendirilmiştir). KSS birim kök testinden farklı olarak KS birim kök testinde lokasyon parametresinin (c) sıfırdan farklı olmasına izin verilmektedir. Kruse (2011), yaptığı güç karşılaştırması sonucunda kendi önerdiği testin KSS testinden genel olarak daha güçlü olduğu sonucuna varmıştır. İncelenen zaman serisi y_t ile gösterilsin. KS testinde dikkate alınan model denklem (10)'da yer almaktadır. Sonraki aşamada Kruse (2011), Kapetanios vd. (2003)'ni takip ederek birinci mertebeden Taylor açılımını uygulamıştır. Kruse (2011), birinci mertebeden Taylor açılımı sonrasında Denklem (11)'de yer alan denkleme ulaşmıştır. Sonra testin gücünü yükseltmek için Kruse (2011) Denklem (11)'de yer alan β_3 parametresini sıfıra eşitlemiş ve Denklem (12)'de yer alan ve birim kök sınavında dikkate alınan test regresyonunu elde etmiştir. KS testinin temel hipotezi incelenen serinin birim köke sahip olduğunu belirtmektedir. Temel hipotezin reddedilmesi incelenen serinin birim kök içermediği anlamını taşımaktadır. İhtiyaç hâlinde Denklem (12)'deki bağımlı değişkenin gecikmeli değeri (veya değerleri) denklemin sağ tarafına eklenebilir.

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} (1 - \exp\{-\gamma(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\Delta y_t = \beta_1 y_{t-1}^3 + \beta_2 y_{t-1}^2 + \beta_3 y_{t-1} + u_t \quad (11)$$

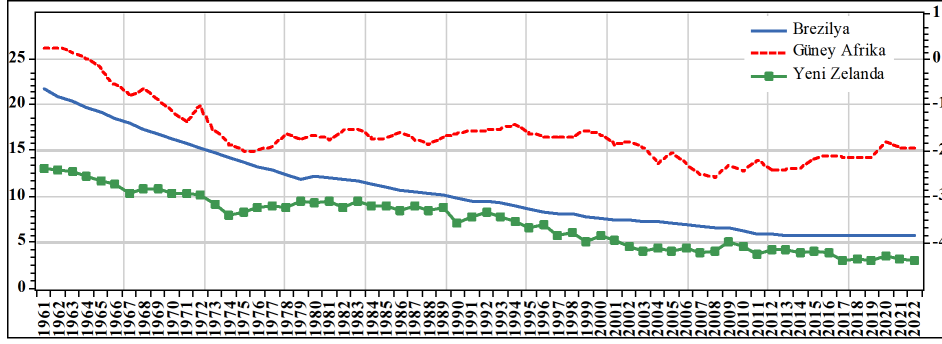
$$\Delta y_t = \beta_1 y_{t-1}^3 + \beta_2 y_{t-1}^2 + u_t \quad (12)$$

KSS ve KS testleri dışında Güney Afrika verileri için Güriş (2019) tarafından önerilen birim kök testi (çalışmada FKS olarak isimlendirilmiştir) de uygulanmıştır. Güriş (2019), yaptığı simülasyonlar sonucunda FKS testinin KSS ve KS testlerinden daha güçlü olduğunu belirlemiştir. FKS testinin ilk aşamasında uygun model (trigonometrik terimlerin yanında ya sadece sabit terimin bulunduğu model ya da hem sabit terimin hem de trendin bulunduğu model) tahmin edilir. Çalışmada FKS testinin ilk aşaması için dikkate alınan model Denklem (13)'te yer almaktadır. Denklem (13)'te yer alan α_0 sabit terimi, t trendi, T gözlem sayısını, k^* uygun frekans değerini [frekans değeri için 1, 2, 3, 4 ve 5 rakamlarından uygun olanı seçilir], π pi sayısını (çalışmada pi sayısı yerine 3,14159 sayısı kullanılmıştır) ve v_t hata terimini belirtmektedir. FKS testinin ikinci aşamasında tahmin edilen uygun modelin kalıntıları (\hat{v}_t) elde edilir. Hem sabit terimin hem de trendin mevcut olduğu model için kalıntılar Denklem (14)'teki gibi elde edilir. Sonra birim kök sınavında dikkate alınan Denklem (15) tahmin edilmektedir. Gerekli olduğunda Denklem (15)'teki bağımlı değişkenin gecikmeli değeri (veya değerleri) denklemin sağ tarafına eklenebilir. FKS testinin temel hipotezi serinin birim kök içerdiğini belirtmektedir. Eğer birim kök sürecinin geçerli olduğunu belirten temel hipotez reddedilirse trigonometrik terimlerin anlamlılığının F istatistiği ile sınanması gerekir. Sınama sonucunda şayet trigonometrik terimler anlamlı çıkarsa FKS testi sonucunda incelenen serinin birim kök içermediği yorumu yapılabilir.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 \sin\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) + \alpha_3 \cos\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) + v_t \quad (13)$$

$$\hat{v}_t = y_t - \hat{\alpha}_0 - \hat{\alpha}_1 t - \hat{\alpha}_2 \sin\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) - \hat{\alpha}_3 \cos\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) \quad (14)$$

$$\Delta \hat{v}_t = \delta_1 \hat{v}_{t-1}^3 + \delta_2 \hat{v}_{t-1}^2 + \varepsilon_t \quad (15)$$



Şekil 1. Kişi Başı Ekolojik Denge Grafikleri

Ampirik Bulgular

Ekonometrik çalışmalarda uygulanan testler için genellikle %1, %5 ve %10 gibi anlamlılık düzeyleri dikkate alınabilmektedir (Erdoğan, 2023, s. 132). Bununla birlikte %5 anlamlılık düzeyinin sosyal bilimlerde sıkça kullanılıyor olması (Poddig vd., 2008, s. 342) ve çalışmada bütünlük oluşturması açısından uygulanan testler için %5 anlamlılık düzeyi dikkate alınmıştır. Durağanlık analizinde kullanılacak doğrusal ve doğrusal olmayan testler arasında tercihte bulunabilmek için öncelikle HLX doğrusallık testi uygulanmıştır. HLX doğrusallık testinin sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. HLX doğrusallık testinin test istatistiklerine ilişkin kritik değer ki-kare tablosundan sağlanmıştır. Tablo 3 incelendiğinde HLX testinde belirtilen doğrusallık temel hipotezinin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) Brezilya ve Yeni Zelanda verileri için reddedilemediğini, Güney Afrika verileri için ise reddedildiğini anlamak mümkündür. HLX testinin sonuçlarına dayanarak gerek Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin gerekse Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim kök içerip içermediğini belirlemek için öncelikle ADF ve DF-GLS birim kök testleri uygulanmıştır. ADF ve DF-GLS testlerine ait sonuçlar Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 3. Doğrusallık Analizi Sonuçları

Değişken	W_{λ}	Sonuç
$EB(B)$	0,210	Doğrusal
$EB(G)$	6,248**	Doğrusal Dışı
$EB(Y)$	0,814	Doğrusal

Notlar: ** %5 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. HLX test istatistiği için kritik değer 5,991'dir. Kritik değer %5 anlamlılık seviyesine göre dir.

Tablo 4'te yer alan L gecikme uzunluğunu belirtmektedir. ADF test istatistiğine ilişkin kritik değeri elde etmek için 10000 tekrarlamalı simülasyon uygulanmıştır. DF-GLS test istatistiğine ilişkin kritik değer ise Elliott vd. (1996)'nin çalışmasından elde edilmiştir. ADF ve DF-GLS testleri için hem sabit terim hem de trend dikkate alınmıştır. Tablo 4 incelendiğinde gerek ADF birim kök testinin sonucuna gerekse DF-GLS birim kök testinin sonucuna göre Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde gerek ADF birim kök testinin sonucuna gerekse DF-GLS birim kök testinin sonucuna göre Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediği görülmektedir. Görüldüğü üzere ADF ve DF-GLS testlerine ilişkin sonuçlara göre gerek Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisi gerekse Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisi birim kök içermektedir.

Tablo 4. Geleneksel Testlerin Sonuçları

Test Adı	$EB(B)$	$EB(Y)$	$EB(B)$	$EB(Y)$
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	L	L
ADF	-2,222	-2,632	3	1
DF-GLS	-0,758	-2,251	3	1

Notlar: ADF test istatistiği için kritik değer -3,477'dir. DF-GLS test istatistiği için kritik değer -3,190'dir. Kritik değerler %5 anlamlılık seviyesine göre dir.

ADF birim kök testi ve DF-GLS birim kök testi sonuçlarına göre hem Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisi hem de Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisi birim köklü bulunmasına karşın ADF ve DF-GLS testleri yapısal kırılmayı dikkate almamaktadır. Bu nedenle ADF ve DF-GLS birim kök testlerinin hatalı sonuçlar verebileceği düşüncesiyle gerek Brezilya verileri

gerekse Yeni Zelanda verileri için NP birim kök testi de uygulanmıştır. NP birim kök testinin sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır. Tablo 5'te yer alan L gecikme uzunluğunu belirtirken TB kırılma yılı anlamına gelmektedir. NP test istatistiğine ilişkin kritik değer Narayan ve Popp (2010) tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir. NP testi için Model 2 dikkate alınmıştır. Tablo 5 incelendiğinde Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu belirten temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediği görülmektedir. Yine Tablo 5 incelendiğinde benzer şekilde Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu belirten temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) de reddedilemediği anlaşılmaktadır. Görüldüğü üzere NP birim kök testinin sonuçları uygulanan geleneksel birim kök testlerinin (ADF ve DF-GLS) sonuçlarını desteklemektedir.

Tablo 5. NP Birim Kök Testinin Sonuçları

Test Adı	$EB(B)$	$EB(Y)$	$EB(B)$	$EB(Y)$	$EB(B)$	$EB(Y)$
	Test İstatistiği	Test İstatistiği	L	L	TB	TB
NP	-1,037	-4,983	0	4	1979, 2000	1989, 2008

Notlar: NP test istatistiği için kritik değer $-5,181$ 'dir. Kritik değer %5 anlamlılık seviyesine göre dir.

Güney Afrika verileri için uygulanan doğrusal olmayan üç testin (KSS, KS, FKS) sonucu Tablo 6'da yer almaktadır. Tablo 6'da yer alan L gecikme uzunluğunu ve k optimal frekans değerini belirtmektedir. KSS test istatistiğine ilişkin kritik değer Kapetanios vd. (2003)'nin çalışmasından, KS test istatistiğine ilişkin kritik değer Kruse (2011) tarafından yapılan çalışmadan ve FKS test istatistiğine ilişkin kritik değer Gürış (2019)'in çalışmasından elde edilmiştir. KSS ve KS testleri trendden arındırılmış (detrended) veriler için uygulanmıştır. FKS testinin ilk aşamasında ise hem sabit terimin hem de trendin bulunduğu model dikkate alınmıştır. Tablo 6'da yer alan KSS testinin sonucu dikkate alındığında Güney Afrika'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediği görülmektedir. Tablo 6'da yer alan KS testinin sonucu incelendiğinde benzer şekilde Güney Afrika'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediği anlaşılmaktadır. Tablo 6'da yer alan FKS testinin sonucu dikkate alındığında Güney Afrika'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotezin (%5 anlamlılık düzeyi dikkate alındığında) reddedilemediğini görmek mümkündür. Anlaşılacağı üzere KSS testinin sonucu, KS testinin sonucu ve FKS testinin sonucu birbiriyle örtüşmektedir. Bu nedenle Güney Afrika serisinin birim köke sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 6. Doğrusal Dışı Dikkate Alan Üç Testin Sonucu

Test Adı	$EB(G)$	$EB(G)$	$EB(G)$
	Test İstatistiği	L	k
KSS	-1,520	0	N/A
KS	2,440	0	N/A
FKS	8,145	4	2

Notlar: KSS test istatistiği için kritik değer $-3,400$ 'dür. KS test istatistiği için kritik değer $12,820$ 'dir. FKS test istatistiği için kritik değer $15,620$ 'dir. Kritik değerler %5 anlamlılık seviyesine göre dir.

Tartışma

Yapılan ampirik analiz neticesinde Brezilya, Yeni Zelanda ve Güney Afrika için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik denge serisinin birim kök içerdiği söylenebilir. Buna göre analiz edilen üç ülkeden herhangi birinin kişi başı ekolojik dengesine gelen şokun geçici bir etkiye sahip olmayacağı belirtilebilir. Brezilya'da, Yeni Zelanda'da ve Güney Afrika'da politika yapıcıların kişi başı ekolojik denge serisini belirli bir düzeye getirmek için müdahalede bulunması uygun olacaktır. Çünkü kişi başı ekolojik dengeyi etkilemeye dönük girişimlerin etkisi geçici olmayacaktır. Ekolojik dengenin birim kök içerip içermediğini (şoklardan geçici etkilenip etkilenmediğini) araştırmanın sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bununla birlikte bu sınırlı sayıdaki çalışmalar içerisinde Brezilya'ya yer veren tek çalışma Yilanci ve Pata (2020)'nin çalışmasıdır (ilgili çalışmada analiz edilen ülkeler arasında Güney Afrika ve Yeni Zelanda bulunmamaktadır). Yilanci ve Pata (2020), Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin şoklardan kalıcı olarak etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu nedenle bu çalışmanın sonucu ile Yilanci ve Pata (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonucu (Brezilya açısından) birbirini destekler niteliktedir. Ekolojik dengenin birim kök içerip içermediğini araştırmanın sınırlı sayıdaki çalışmalardan sadece Ozcan vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada Yeni Zelanda'ya yer verilmiştir (ilgili çalışmada incelenen ülkeler arasında bu çalışmadan farklı olarak Brezilya ve Güney Afrika yer almamaktadır). Ozcan vd. (2021)'nin çalışmasında uygulanan doğrusal olmayan kantil birim kök testine göre Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin (global anlamda) birim köke sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle Ozcan vd. (2021)'nin elde ettikleri sonuç bu çalışmanın sonucuyla örtüşmektedir (Yeni Zelanda açısından).

Birçok ampirik çalışmanın sınırlılıkları olduğu gibi (Acheampong vd., 2022, s. 24) bu çalışmanın da sınırlılıkları mevcuttur. Çalışmanın sınırlılıkları olarak kişi başı ekolojik dengenin hesaplanmasında kullanılan kişi başı ekolojik ayak izi ve kişi başı biyolojik kapasite verilerinde görülebilen kimi sorunlar belirtilebilir. Biyolojik kapasiteyi hesaplamada kullanılan değişkenler sınırlı sayıda bulunabilir, hiç bulunmayabilir veya veriler hatalı olabilir. Benzer şekilde ekolojik ayak izi hesaplamasında kullanılan değişkenler de sınırlı sayıda bulunabilir, hiç bulunmayabilir veya veriler hatalı olabilir (Ulucak ve Lin, 2017, s. 342). Bunların dışında ekolojik ayak izi içerisinde çevreyi etkileyebilen tüm faktörlerin yer almaması çalışmanın sınırlılıkları arasında belirtilebilecek bir diğer durumdur. Sadece ekolojik ayak izi dikkate alındığında örneğin azotdioksit, metan, çeşitli partiküller dikkate alınmamaktadır. Bu da sadece ekolojik ayak izini dikkate alan çalışmalar için bir sınırlılık teşkil etmektedir (Yilanci vd., 2022).

Sonuç

Bu çalışmanın amacı Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda için ayrı ayrı hesaplanan kişi başı ekolojik denge değişkeninin şoklardan kalıcı etkilenip etkilenmediğini ortaya koymaktır. Böylece kişi başı ekolojik dengeyi değiştirmeye dönük politik müdahalelerin anlamlı olup olmayacağı hakkında fikir edinilebilecektir. Brezilya verileri ile Yeni Zelanda verileri için önce ADF ve DF-GLS birim kök testleri uygulanmıştır. Bunun nedeni HLX doğrusallık testi neticesinde gerek Brezilya'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin gerekse Yeni Zelanda'ya ait kişi başı ekolojik denge serisinin doğrusal olarak bulunmasıdır. Gerek ADF birim kök testi neticesinde gerekse DF-GLS birim kök testi neticesinde her iki seri birim köklü olarak bulunmuştur. Ancak bu iki birim kök testi (ADF ve DF-GLS) yapısal kırılmaları dikkate almamaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçların hatalı olabileceği düşüncesiyle gerek Brezilya'ya ait seriye gerekse Yeni Zelanda'ya ait seriye yapısal kırılmaları dikkate alan NP birim kök testi de uygulanmıştır. Ancak NP birim kök testi neticesinde de her iki seri birim köklü olarak bulunmuştur. Brezilya için elde edilen sonuç Yilanci ve Pata (2020)'nin Brezilya için elde ettikleri sonuçla uyumludur. Benzer şekilde Yeni Zelanda için elde edilen sonuç Ozcan vd. (2021)'nin çalışmasında Yeni Zelanda için elde edilen sonuçla örtüşmektedir. HLX testine göre Güney Afrika'ya ait kişi başı ekolojik denge serisi doğrusal dışı olarak bulunduğu için Güney Afrika'ya ait seriye ilk önce KSS birim kök testi uygulanmıştır. Bu teste göre Güney Afrika'ya ait seri birim köklü olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonucu desteklemek için KSS testinden daha güçlü bir test olan KS birim kök testi de uygulanmıştır. Ancak KS testine göre de sonuç değişmemiştir. Bu iki test dışında elde edilen sonuçları daha da güçlendirmek amacıyla gerek KSS birim kök testinden gerekse KS birim kök testinden daha güçlü bir birim kök testi olan FKS birim kök testi de uygulanmıştır. FKS testi neticesinde de Güney Afrika'ya ait seri birim köklü olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre üç ülkeden herhangi birinin kişi başı ekolojik dengesine gelen şokun geçici bir etkiye sahip olmayacağı söylenebilir. Bu açıdan ilgili üç ülkede kişi başı ekolojik dengeyi değiştirmeye dönük yapılan kamusal müdahalenin kalıcı bir etkiye sahip olacağı belirtilebilir. Bu kapsamda Brezilya'daki, Güney Afrika'daki ve Yeni Zelanda'daki politika yapıcılar tarafından kişi başı ekolojik dengeyi değiştirmeye dönük politikaların tasarlanmasının ve gerekli görüldüğü takdirde kişi başı ekolojik dengeyi değiştirmeye dönük politik müdahalelerde bulunulmasının faydalı olacağı söylenebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

ORCID:

Mehmet Erdoğan 0000-0001-9700-630X

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Acaroğlu, H., Kartal, H. M. ve García Márquez, F. P. (2023). Testing the environmental Kuznets curve hypothesis in terms of ecological footprint and CO₂ emissions through energy diversification for Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 63289–63304. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26278-w>
- Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O. ve Dzator, J. (2022). Does democracy really improve environmental quality? Empirical contribution to the environmental politics debate. *Energy Economics*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105942>
- Ahmad, F., Draz, M. U., Su, L. ve Rauf, A. (2019). Taking the bad with the good: The nexus between tourism and environmental degradation in the lower middle-income Southeast Asian economies. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1240–1249. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.138>

- Ajmi, A. N. ve Inglesi-Lotz, R. (2021). Revisiting the Kuznets curve hypothesis for Tunisia: Carbon dioxide vs. ecological footprint. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 16(5), 406–419. <https://doi.org/10.1080/15567249.2020.1850923>
- Al-mulali, U. ve Tang, C. F. (2013). Investigating the validity of pollution haven hypothesis in the gulf cooperation council (GCC) countries. *Energy Policy*, 60, 813–819. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.055>
- Alper, A. E. ve Alper, F. Ö. (2021). Persistence of policy shocks to the ecological footprint of MINT countries. *Ege Akademik Bakış*, 21(4), 427–440. <https://doi.org/10.21121/eab.1015635>
- Aydin, C., Esen, Ö. ve Aydin, R. (2022). Analyzing the economic development-driven ecological deficit in the EU-15 countries: New evidence from PSTR approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(10), 15188–15204. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16773-3>
- Bektaş, V. ve Ursavaş, N. (2023). Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis with globalization for OECD countries: The role of convergence clubs. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(16), 47090–47105. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25577-6>
- Bello, M. O., Gil-Alana, L. A. ve Ch'ng, K. S. (2023). Mean reversion and convergence of ecological footprint in the MENA region: Evidence from a fractional integration procedure. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(12), 35384–35397. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24678-y>
- Bermejo, L., Gil-Alana, L. A. ve Del Rio, M. (2021). Atmospheric pollution in the ten most populated US cities. Evidence of persistence. *Heliyon*, 7(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08105>.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J. C., Wackernagel, M. ve Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The national footprint accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24, 518–533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005>.
- Caglar, A. E. ve Mert, M. (2022). Carbon hysteresis hypothesis as a new approach to emission behavior: A case of top five emitters. *Gondwana Research*, 109, 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.05.002>.
- Caglar, A. E., Balsalobre-Lorente, D. ve Akin, C. S. (2021). Analysing the ecological footprint in EU-5 countries under a scenario of carbon neutrality: Evidence from newly developed sharp and smooth structural breaks in unit root testing. *Journal of Environmental Management*, 295. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113155>.
- Chang, S. C. (2015). Threshold effect of foreign direct investment on environmental degradation. *Portuguese Economic Journal*, 14, 75–102. <https://doi.org/10.1007/s10258-015-0112-3>.
- Chen, Z., Barros, C. P. ve Gil-Alana, L. A. (2016). The persistence of air pollution in four mega-cities of China. *Habitat International*, 56, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.05.004>.
- Cil, N. (2023). Re-examination of pollution haven hypothesis for Turkey with Fourier approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 10024–10036. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22800-8>.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J. ve Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813–836. <https://doi.org/10.2307/2171846>.
- Erdogan, S., Pata, U. K., Solarin, S. A. ve Okumus, I. (2022). On the persistence of shocks to global CO₂ emissions: A historical data perspective (0 to 2014). *Environmental Science and Pollution Research*, 29(51), 77311–77320. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21278-8>.
- Erdoğan, M. (2023). Danimarka ve İsveç için işsizlik histerisi hipotezinin test edilmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 23(1), 123–136. <https://doi.org/10.25294/auibfd.1244630>.
- Esenyel İçen, N. M., İçen, H. ve Uzuner, G. (2022). Evaluation of ecological security for the Association of Southeast Asian Nations-5 countries: New evidence from the RALS unit root test. *Environmental and Ecological Statistics*, 29(4), 705–725. <https://doi.org/10.1007/s10651-022-00540-9>.
- Galli, A. ve Halle, M. (2014). Mounting debt in a world in overshoot: An analysis of the link between the mediterranean region's economic and ecological crises. *Resources*, 3(2), 383–394. <https://doi.org/10.3390/resources3020383>.
- Geng, Y., Zhang, L., Chen, X., Xue, B., Fujita, T. ve Dong, H. (2014). Urban ecological footprint analysis: A comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 75, 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.082>.
- Global Footprint Network. (t.y.). *Ecological Footprint vs Biocapacity (gha per person)* [Veri Seti]. Erişim Adresi: <https://data.footprintnetwork.org/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=223> (Erişim Tarihi: 28.06.2023).
- Gürış, B. (2019). A new nonlinear unit root test with Fourier function. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 48(10), 3056–3062. <https://doi.org/10.1080/03610918.2018.1473591>.
- Hacıımoğlu, T. (2023). Katar'da ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığının test edilmesi: Kesirli frekanslı Fourier birim kök analizi. *Verimlilik Dergisi, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik Özel Sayısı*, 205–218. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1071540>.
- Harvey, D. I., Leybourne, S. J. ve Xiao, B. (2008). A powerful test for linearity when the order of integration is unknown. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 12(3). <https://doi.org/10.2202/1558-3708.1582>.
- Kapetanios, G., Shin, Y. ve Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics*, 112(2), 359–379. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00202-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00202-6).
- Kostakis, I. ve Arauzo-Carod, J. M. (2023). The key roles of renewable energy and economic growth in disaggregated environmental degradation: Evidence from highly developed, heterogeneous and cross-correlated countries. *Renewable Energy*, 206, 1315–1325. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.106>.
- Kruse, R. (2011). A new unit root test against ESTAR based on a class of modified statistics. *Statistical Papers*, 52(1), 71–85. <https://doi.org/10.1007/s00362-009-0204-1>.
- Kruse, T., Dechezleprêtre, A., Saffar, R. ve Robert, L. (2022). *Measuring environmental policy stringency in OECD countries: An update of the OECD composite EPS indicator* (OECD Economics Department Working Papers No. 1703). Paris: OECD Publishing.

- <https://doi.org/10.1787/90ab82e8-en>.
- Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082–1089. <https://doi.org/10.1162/003465303772815961>.
- Lumsdaine, R. L. ve Papell, D. H. (1997). Multiple trend breaks and the unit-root hypothesis. *The Review of Economics and Statistics*, 79(2), 212–218. <https://doi.org/10.1162/003465397556791>.
- Monfreda, C., Wackernagel, M. ve Deumling, D. (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy*, 21(3), 231–246. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.009>.
- Moors, E. H. M., Mulder, K. F. ve Vergragt, P. J. (2005). Towards cleaner production: Barriers and strategies in the base metals producing industry. *Journal of Cleaner Production*, 13(7), 657–668. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.12.010>.
- Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H. ve Boutaud, A. (2008). Measuring sustainable development—Nation by nation. *Ecological Economics*, 64(3), 470–474. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.017>.
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2010). A new unit root test with two structural breaks in level and slope at unknown time. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425–1438. <https://doi.org/10.1080/02664760903039883>.
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2013). Size and power properties of structural break unit root tests. *Applied Economics*, 45(6), 721–728. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.610752>.
- OECD (t.y.). *Environmental policy: Environmental Policy Stringency index*, OECD.Stat Statistics (database). Erişim Adresi: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS#> (Erişim Tarihi: 05.04.2023).
- Ozcan, B., Danish ve Bozoklu, S. (2021). Dynamics of ecological balance in OECD countries: Sustainable or unsustainable?. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 638–647. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.014>.
- Ozcan, B., Ulucak, R. ve Dogan, E. (2019). Analyzing long lasting effects of environmental policies: Evidence from low, middle and high income economies. *Sustainable Cities and Society*, 44, 130–143. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.025>.
- Pata, U. K. ve Aydin, M. (2023). Persistence of CO₂ emissions in G7 countries: A different outlook from wavelet-based linear and nonlinear unit root tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 15267–15281. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23284-2>.
- Pata, U. K. ve Yilanci, V. (2021). Investigating the persistence of shocks on the ecological balance: Evidence from G10 and N11 countries. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 624–636. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.027>.
- Poddig, T., Dichtl, H. ve Petersmeier, K. (2008). *Statistik, Ökonometrie, Optimierung: Methoden und ihre praktischen Anwendungen in Finanzanalyse und Portfoliomanagement*. Uhlenbruch Verlag, Bad Soden/Ts.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121–130. <https://doi.org/10.1177/095624789200400212>.
- Siche, J. R., Agostinho, F., Ortega, E. ve Romeiro, A. (2008). Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. *Ecological Economics*, 66(4), 628–637. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.023>.
- Solarin, S. A. ve Bello, M. O. (2018). Persistence of policy shocks to an environmental degradation index: The case of ecological footprint in 128 developed and developing countries. *Ecological Indicators*, 89, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.064>.
- Solarin, S. A. ve Gil-Alana, L. A. (2021). Persistence of methane emission in OECD countries for 1750–2014: A fractional integration approach. *Environmental Modeling & Assessment*, 26(4), 497–509. <https://doi.org/10.1007/s10666-020-09743-5>.
- Solarin, S. A., Gil-Alana, L. A. ve Lafuente, C. (2019). Persistence in carbon footprint emissions: An overview of 92 countries. *Carbon Management*, 10(4), 405–415. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1620038>.
- Solarin, S. A., Gil-Alana, L. A. ve Lafuente, C. (2021). Persistence and sustainability of fishing grounds footprint: Evidence from 89 countries. *Science of the Total Environment*, 751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141594>.
- Solarin, S. A., Pata, U. K., Erdogan, S. ve Okumus, I. (2023). Persistence of shocks on sectoral non-methane volatile organic compound from 1820 to 2019: Insights from a Fourier quantile unit root test. *Journal of Environmental Management*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116436>.
- Tiwari, A. K., Kyophilavong, P. ve Albulescu, C. T. (2016). Testing the stationarity of CO₂ emissions series in Sub-Saharan African countries by incorporating nonlinearity and smooth breaks. *Research in International Business and Finance*, 37, 527–540. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.01.005>.
- Ulucak, R. ve Lin, D. (2017). Persistence of policy shocks to ecological footprint of the USA. *Ecological Indicators*, 80, 337–343. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.020>.
- Von Stokar, T., Steinemann, M., Rüege, B. ve Schmill, J. (2006). *Der ökologische Fussabdruck der Schweiz: Ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion*. Erişim Adresi: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/publikationen-studien/publikationen/oeekologische-fussabdruck-schweiz.html> (Erişim Tarihi: 22.02.2023).
- Wackernagel, M. ve Beyers, B. (2016). *Footprint: Die Welt neu vermessen*. CEP Europäische Verlagsanstalt, Hamburg.
- Wackernagel, M. ve Rees, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. New Society Publishers, Gabriola Island.
- Wackernagel, M., Hanscom, L., Jayasinghe, P., Lin, D., Murthy, A., Neill, E. ve Raven, P. (2021). The importance of resource security for poverty eradication. *Nature Sustainability*, 4(8), 731–738. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00708-4>.
- Wang, Q., Zhang, F. ve Li, R. (2023). Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis in 208 counties: The roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent. *Environmental Research*, 216(Part 3). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114637>.
- Wen, J., Mughal, N., Zhao, J., Shabbir, M. S., Niedbała, G., Jain, V. ve Anwar, A. (2021). Does globalization matter for envi-

- ronmental degradation? Nexus among energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emission. *Energy Policy*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112230>.
- Yilanci, V. ve Pata, U. K. (2020). Are shocks to ecological balance permanent or temporary? Evidence from LM unit root tests. *Journal of Cleaner Production*, 276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124294>.
- Yilanci, V., Gorus, M. S. ve Aydin, M. (2019). Are shocks to ecological footprint in OECD countries permanent or temporary?. *Journal of Cleaner Production*, 212, 270–301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.299>.
- Yilanci, V., Pata, U. K. ve Cutcu, I. (2022). Testing the persistence of shocks on ecological footprint and sub-accounts: Evidence from the big ten emerging markets. *International Journal of Environmental Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1007/s41742-021-00391-5>
- York, R., Rosa, E. A. ve Dietz, T. (2003). Footprints on the earth: The environmental consequences of modernity. *American Sociological Review*, 68(2), 279–300. <https://doi.org/10.2307/1519769>.
- Zambrano-Monserrate, M. A., Ruano, M. A., Ormeño-Candelario, V. ve Sanchez-Loor, D. A. (2020). Global ecological footprint and spatial dependence between countries. *Journal of Environmental Management*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111069>.

Atıf Biçimi / How cite this article

Erdogmus, M. (2023). Şoklar Brezilya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda’da kişi başı ekolojik dengeyi kalıcı olarak etkiler mi?. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 39, 147-160.