



**CIVETS Ülkelerinde Ekolojik Dengenin Stokastik Yakınsaması:  
Fourier Kantil Birim Kök Testi Yaklaşımı**  
◆◆◆  
**Stochastic Convergence of Ecological Balance in CIVETS Countries:  
The Fourier Quantile Unit Root Test Approach**

Zerrin DÜRRÜ\*  
Gökhan KONAT\*\*

DOI: <https://doi.org/10.25204/iktisad.1149267>

**Öz**

**Makale Bilgileri**

**Makale Türü:**  
Araştırma  
Makalesi

**Geliş Tarihi:**  
26.07.2022

**Kabul Tarihi:**  
17.07.2023

© 2023 İKTİSAD  
Tüm hakları  
saklıdır.



*Bu çalışmanın amacı, ekosistemi tek yönlü inceleyen çalışmalardan farklı olarak iki yönlü ele alan ekolojik denge aracılığıyla incelemektir. İncelemede stokastik yakınsama metodu kullanılmıştır. 1961-2018 dönemi için dinamik nüfus ve güçlü bir iç ekonomik yapıya sahip CIVETS ülkeleri araştırma için seçilmiştir. Kişi başı biyokapasite ile kişi başı ekolojik ayak izi farkı alınarak ekolojik denge yakınsaması test edilmiştir. Geleneksel birim kök testi ADF'nin yanında sonuçları sağlamlaştırmak adına Fourier ADF, farklı kantillerde durum tespiti için Kantil ve Fourier Kantil birim kök testleri kullanılarak araştırma yapılmıştır. Fourier QKS (Quantile Kolmogorov-Smirnov) birim kök testleri sonuçlarında, standart QKS test sonuçlarına nispeten daha fazla yakınsaklık bulgusuna ulaşılmıştır. Fourier kantil birim kök testi sonuçları, incelenen tüm CIVETS ülkeleri için ekolojik dengede yakınsamanın gerçekleştiğine işaret etmektedir. Sonuç olarak, CIVETS ülkelerindeki ekolojik dengeyi etkileyen nüfus artışı, hızlı sanayileşme, fosil yakıt kullanımı gibi unsurların, ekosistemi dengelemede ve eşitlemede temel politika alanları olduğu belirlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Ekolojik denge, ekolojik ayak izi, biyolojik kapasite, Fourier kantil birim kök testi, yakınsama.

**Abstract**

**Article Info**

**Paper Type:**  
Research Paper

**Received:**  
26.07.2022

**Accepted:**  
17.07.2023

© 2023 JEBUPOR  
All rights  
reserved.



*The aim of this study is to examine the ecosystem through ecological equilibrium, which deals with the ecosystem in two directions, unlike studies that examine it in one direction. Stochastic convergence method is used in the analysis. For the period 1961-2018, CIVETS countries with dynamic populations and a strong domestic economic structure were selected for the study. Ecological balance convergence is tested by taking the difference between biocapacity per capita and ecological footprint per capita. In addition to the traditional ADF unit root test, Fourier ADF, Quantile and Fourier Quantile unit root tests were used to robustify the results. The results of the Fourier QKS (Quantile Kolmogorov-Smirnov) unit root tests show more convergence than the standard QKS test results. The results of Fourier quantile unit root tests indicate that convergence in ecological balance has been realized for all CIVETS countries. As a result, factors affecting the ecological balance in CIVETS countries such as population growth, rapid industrialization and fossil fuel use have been identified as key policy areas in balancing and equalizing the ecosystem.*

**Keywords:** Ecological balance, ecological footprint, biologic capacity, Fourier quantile unit root test, convergence.

**Atf/ to Cite (APA):** Dürrü, Z. ve Konat, G. (2023). CIVETS ülkelerinde ekolojik dengenin stokastik yakınsaması: Fourier Kantil birim kök testi yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(Özel Sayı), 137-152. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1149267>

\*ORCID Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Programı, [zdurru@ksu.edu.tr](mailto:zdurru@ksu.edu.tr)

\*\*ORCID Arş. Gör. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, [gokhan.konat@inonu.edu.tr](mailto:gokhan.konat@inonu.edu.tr)

## Extended Abstract

### Introduction and Research Questions & Purpose:

In this era where human and industrial activities are rapidly increasing, the emergence of environmental impacts is inevitable. The measurement of these impacts varies depending on ecological demand and supply. Ecological footprint and biocapacity volume have become priority targets for every country as prerequisite conditions for predicting global environmental sustainability. Indeed, the biocapacity trade between countries with ecological deficits and countries with ecological surpluses, in other words, countries with ecological surplus can import sustainability and achieve ecological balance on a larger scale that cannot be achieved locally. Therefore, ensuring and maintaining ecological balance has become important to analyze the impact of potential shocks on this balance. The fundamental research question is whether ecological balance can be sustainably positive. How should the trade of ecological balance be? How effective are the environmental policies to be implemented? revolve around. Answers to these questions are based on the existence of countries' stochastic convergence. In addition, their significant role in determining future policy increases the popular interest in convergence hypotheses.

### Literature Review:

The convergence hypothesis of ecological balance has been tested using a panel root test approach, and it has been tried for CIVETS countries that have never been studied before. In the literature, Yilanci and Pata (2020) tested the stability of ecological balance for G7 and E7 countries using Lagrange Multiplier (LM), structural break LM, and Fourier LM unit root tests, and obtained findings in favor of the stability of ecological balance in 9 out of 14 countries. Pata and Yilanci (2021) investigated the persistence of shocks on per capita ecological balance for G10 and N11 countries using traditional/quantile/Fourier quantile unit root tests, according to the most effective Fourier quantile unit root test results, they confirmed the stability in 16 countries and found non-stationary results in 5 out of 21 countries. Ozcan et al. (2021) tested the sustainability of per capita ecological balance for 27 OECD countries using non-linear and asymmetrical unit root tests for the period 1961-2016. They found that ecological balance was unsustainable in 24 out of 27 OECD member countries and sustainable in the remaining countries; in the quantile unit root test results, they found that 13 OECD member countries had sustainable ecological balance. In addition to these studies, a convergence test was conducted for CIVETS countries, and the sustainability of ecological balance, which expresses ecology in a two-sided and more realistic manner, was tested.

### Methodology:

This is a quantitative applied research article. The sustainability of per capita ecological balance, which is the difference between per capita biological capacity and per capita ecological footprint variables, was analyzed for the period of 1960-2018 in the selected CIVETS country group. The environmental stochastic convergence condition was investigated using traditional ADF, Fourier ADF, Quantile and Fourier Quantile unit root tests.

### Results and Conclusions:

According to the findings of the study, the ecological balance series of each member country of CIVETS is stationary. In other words, there is temporary and stochastic convergence in the relative series. Shocks have a temporary effect on these series and environmental policies and practices are not fully effective. Ecological balance appears to exhibit behaviors that revert to the mean and therefore sustainable. However, temporal effects are desired to be controlled to a minimal extent for the sustainability of ecological balance.

## 1. Giriş

Günümüzde hızlı bir ivmeyle değişen ve dönüşen küreselleşmenin etkisiyle, ülkeler üretimlerini artırarak gelirlerini artırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç, enerji ve doğal kaynak kullanımında artışı beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan, hızlı artan nüfusun aşırı kaynak kullanımı ile uyarılan talep, ekonomi ve ekoloji arasında etkin dağılımın yapılması gerekliliğini zorunlu kılmaktadır. Hızlı artan nüfusla birlikte sanayileşme, fosil yakıt kullanımı, teknolojik gelişmeler, birey tercihlerinin çeşitlenmesi ve aşırı tüketim gibi etkenler doğal kaynak talebini artırmakla birlikte ekosistem üzerinde baskı yaratarak küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevresel bozulmalara neden olmaktadır. Ayrıca insan sağlığı ve refahı ile ülke ekonomisi üzerinde çeşitli etkiler ortaya çıkarmaktadır (Borucke vd., 2013: 519; Ulucak ve Lin, 2017: 337; Laurent ve Owsianiak, 2017: 20-21; Yilanci ve Pata, 2020(b): 1; Syrovátka, 2020: 1; Świąder vd., 2020: 60). Nitekim, küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) yarısından fazlası, biyolojik çeşitliliğe ve sağlıklı ekosistemlere dayanmaktadır. Ekosistemdeki bozulmaların 2030 yılına kadar küresel GSYİH'de 2,7 trilyon dolarlık bir düşüşe neden olabileceği tahmin edilmektedir (United Nations Environment Programme, 2022: 10). Bu tahmin, ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin birbiriyle çok yakın ilişkili olduğu genel fikrini kanıtlamakta, çevresel yakınsama konusunun altını çizmekte ve temelini şekillendirmektedir (Solarin vd., 2019: 1). Yakınsama, neoklasik büyüme modelindeki düşük gelirli ülkeler ile yüksek gelirli ülkeler arasındaki farkın zamanla kapanacağına ilişkin bir yaklaşımı açıklamakta iken (Barro ve Sala-i-Martin, 1992: 225) benzer nitelikte iklim değişikliği stratejilerini belirlemede yakınsamanın çevresel yakınsama alanına uygulanması yeni bir araştırma alanı olarak önem kazanmaktadır (Strazicich ve List, 2003: 265). Çevresel göstergelerin yakınsamasını incelemenin iklim değişikliklerinin etkilerini önlemede, geleceğe yönelik davranışları tespit etmede, çevre koruma geliştirme politikaları benimsemeye politika yapıcılar için pratik faydaları bulunmaktadır. Bununla birlikte, çevresel göstergelerin stokastik davranışına dayalı olarak, ülkeler arasında kirliliği azaltma ve eşitleme gibi ulus üstü çabalarda da önemli rolü olduğu kabul edilmektedir (Islam, 2003: 320; Churchill vd., 2020: 917; Bilgili vd., 2019: 137; Alvarado vd., 2022: 3).

Ekonomik ve kıt mal olarak incelenmekte olan çevre, ekolojik dengede barometrik bir işlev üstlenmektedir. Çevresel kalite göstergelerinden; karbon emisyonu, ekolojik ayak izi ve biyokapasite göstergeleri ekosistemin tek boyutu ile ilgili bilgi verirken, ekosistemin denge boyutu (=biyokapasite-ekolojik ayak izi) ekonomiler için daha özellikli ve kapsamlı bir ölçüt olarak değerlendirilmektedir. Ekolojik ayak izi kullanılan kaynak miktarı, biyolojik kapasite kullanılabilir kaynak miktarı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, biyokapasiteye yöneltilen talep, ekolojik ayak izi ile ölçülmektedir (WWF, 2012: 6). Dengenin elde edilmesinde Rees (1992) tarafından geliştirilen ekolojik ayak izi, Wackernagel (1994), Wackernagel ve Rees'in (1996) çalışmalarında, doğal kaynak talebini analiz etmede toplulaştırılmış bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izinin bileşeninde insanların kullandıkları farklı doğal kaynaklar ve bu kaynakları sağlayan arazi türlerine göre; karbon tutma alanı, tarım alanı, orman, otlak alanı, balıkçılık sahası ve yapılaşmış alan ayak izleri olarak altı ayrı alt kırılım yer almaktadır. Bu yönüyle, ekolojik ayak izi çevresel bozulmanın kapsamlı ölçüsü olup, sürdürülebilirliğin de bir boyutu olarak kullanılmaktadır (Laurent ve Owsianiak, 2017: 20-21; Sarkodie, 2021: 1; Ozcan vd., 2021: 640). Biyokapasite ise ekosistemlerin kendini yenileme yeteneği ve üretme kapasitesi olmakla birlikte, ekolojik performans ve uzun vadeli sosyal refah göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Buna ek olarak, ekonomik faaliyet ve çevresel kalite arasındaki bağlantıda çevre yanlısı politikaların etkinliği ve ekolojik sürdürülebilirlik ile ilgili de bilgi vermektedir (Alvarado vd., 2022: 3-4). Ekosistem arz ve talep boyutu açısından incelendiğinde, doğal sermaye olarak kabul edilen doğal kaynakların yenilenme ve büyüme hızının çevresel bozulmalardan daha yavaş ya da hızlı artması ekolojik dengede farklılıklar ortaya çıkarmaktadır (Marti ve Puertas, 2020: 2). Bu dengede, iklim değişikliği, ekolojik arz (biyokapasite); nüfus artışı, sanayileşme ekolojik talep (ekolojik ayak izi) boyutuna ışık tutmaktadır. Dengeyi belirleyen biyokapasite ve ekolojik ayak izi arasındaki fark, eşitliğin diğer tarafında ekolojik açıklık ya da ekolojik fazlalığa işaret etmektedir (Borucke vd., 2013: 519; Gabbi vd., 2021: 3; GFN, 2022). Buna karşın, tek başına bir ekolojik ayak izi analizinin, ekosistemdeki kaynak kullanımının sürdürülebilirliği hakkında yeterli düzeyde bilgi

sağlamadığı yönü eleştirilmekte ve sadece talep açısından değerlendirme yaptığı için çevresel kalite değerlendirmede eksik kaldığı (su tüketimi, toprak sağlığı ve biyolojik çeşitlilik kayıpları gibi çevresel sürdürülebilirliğin önemli yönlerini ihmal ettiği) vurgulanmaktadır (Van Den Bergh ve Verbruggen, 1999: 62; Wackernagel ve Silverstein, 2000: 393; Fiala, 2008: 519-520; Tamburino ve Bravo, 2021). Bu nedenle, ekolojik ayak izi ve biyokapasite göstergelerinin karşılaştırılması ve arasındaki farkı tespit etmenin dengeye özgü ve sürdürülebilirliğe dair daha sağlıklı ve kalıcı sonuçlar vereceği ifade edilmektedir. Eğer bu fark pozitifse “ekolojik fazlalığı”, negatif ise “ekolojik açığı” bildirmektedir. Bir popülasyonun ekolojik ayak izi, bölgenin biyolojik kapasitesini aştığında o bölge bir biyolojik kapasite açığı ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu açık, karaların ve denizlerin sağlayabileceği ekolojik varlıklara olan talebin, bölgenin ekosistemlerinin yenileyebileceği sınırı aştığını hatta doğal kaynakların sürdürülebilir olmadığı şeklinde kullanıldığını göstermektedir. Bir bölgenin biyolojik kapasitesi ekolojik ayak izini aşarsa biyolojik kapasite rezervine sahip olduğu ifade edilmektedir. Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network-GFN), ekolojik açık gösteren bölgeleri kırmızı renkte “biyokapasite borçluları”, ekolojik rezerve sahip ülkeleri de yeşil renkte “biyokapasite alacaklıları” olarak kategorize etmektedir (GFN, 2022). Ulusal ekolojik açık mevcut ise doğal kaynak zengini diğer ülkelerden biyokapasite ithal edilmesi yoluyla bu açık azaltılabilmektedir (Ozcan vd., 2021: 640; GFN, 2022). Ekolojik fazla veren rezervi yüksek ülkelerde daha fazla ekonomik ve sosyal ilerlemenin gerçekleştiği düşünülmektedir. Aksine, ekolojik ayak izleri biyolojik kapasiteyi aşan ülkelerde, ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik modelinde çatlaklar meydana geldiği öngörülmektedir. Küresel Ayak İzi Ağı tarafından üretilen 1961 yılı ekolojik verilerine göre, toplumların talep ettiği kaynağın ekosistemin kendi sınırları içinde devam edebileceği oranda karbondioksit yaydığını göstermektedir. Sürekli dönüşen ve gelişen dünyada özellikle son elli yılda durum kökten değişmiş ve talep ekosistemin sınırlarını aşmıştır. 2022’de insanlık gezegeni %75 oranında daha fazla kullanmakta diğer ifadeyle, ekolojik varlıklara olan yıllık talebini karşılamada 1,75 dünyaya ihtiyaç duymaktadır. Birleşmiş Milletler’in (BM) tahminleri, doğal kaynaklara olan talebin hızlı bir ivme ile artmaya devam etmesi nedeniyle, 2030’ların sonuna kadar tüketime uyum sağlayabilmede iki dünyanın kapasitesine gereksinim duyulacağını belirtmektedir (Niccolucci vd., 2012: 23; WWF, 2022: 67). Bu boyutuyla kaynak aşımı gezegenin ve insanların sağlığı ve geleceği için alarm verici niteliktedir. Bu doğrultuda iyileştirici ve yapıcı çevresel politikalarda ekolojik açık ve fazla veren ülkelerde bu durumun sürdürülebilir olup olmaması çevresel stokastik yakınsama yönüyle tespit edilmektedir (Niccolucci vd., 2012: 25).

Sürdürülebilir çevre politikaları için uygulanabilir hedeflerin belirlenmesinde durağanlığın sınanması önemli ve öncelikli olup, yol haritası çizilirken yardımcı olmaktadır. Durağanlığın sınanması, çevresel yakınsama yoluyla ülkelerin ekolojik sürdürülebilirliğine ilişkin faydalı bilgiler vermektedir. Literatürde yakınsamanın varlığının tespitinde iki yaklaşım kullanılmaktadır. Birincisi, regresyon analizini esas alan beta, sigma ve varyasyon katsayısına dayalı yakınsama yaklaşımları iken (Baumol, 1986; Barro ve Sala-i-Martin, 1990; Rassekh, 1998) ikinci yaklaşım, birim kök testine dayalı serilerin durağanlığının incelenmesi yöntemiyle yakınsamanın (stokastik) varlığını tespit etmektir (Bernard ve Durlauf, 1995; Ulucak ve Lin, 2017; Solarin ve Bello, 2018; Nazlioglu vd., 2021). Bu çalışmada ikinci yaklaşım olan birim kök testine dayalı durağanlık incelenmiş ve stokastik yakınsama araştırılmıştır. Stokastik yakınsamada seri birim kök içermiyorsa görece serilerdeki şokların geçici olduğunu stokastik yakınsak olduğunu; seri birim kök içeriyorsa görece seriye gelen şoklar kalıcıdır ve seri iraksaktır (Aslan, 2009: 1430; Ulucak ve Lin, 2017: 338; Erdoğan ve Okumuş, 2021: 2). Nguyen-Van (2005) çalışmasında, düşük emisyonla sahip ülkelerde kişi başına emisyon arttığında, yüksek emisyonla sahip ülkelerde kişi başına emisyon azaldığında çevresel yakınsamanın gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Buna paralel olarak ekolojik açığı fazla olan ülkelerde, kişi başı ekolojik açık azalır, ekolojik fazla veren ülkelerde kişi başı ekolojik fazlalık artarsa çevresel yakınsama sağlanacaktır. Nitekim görece ekolojik denge serisi durağan bir sürece sahipse herhangi bir müdahale olmaksızın ortalamaya yakınsamakta, durağan bir süreç içermiyorsa seri ortalamadan uzaklaşmaktadır. Bu durum, ekolojik dengesizliğin uzun vadeli etkilerinin olacağını dengenin sürdürülebilir olmayacağını açıklamaktadır.

Mevcut bilgilere dayanarak ekolojik denge ölçütü, çevresel sürdürülebilirlik için net bir gösterge olup ülkeler için daha sağlam bir kriterdir. Çevresel yakınsama konusunun popülerleşmesi bu alana büyük oranda ilgi uyandırmaktadır. Çevresel göstergelerde durağanlık testleri ve yakınsama yaklaşımları ilgili literatürde çeşitli araştırmalara konu olmuş ve son yıllarda bu alanda çalışmalar yoğunlaşmıştır. İncelenen göstergeler genellikle karbondioksit emisyonu, ekolojik ayak izi ve biyokapasitenin tek boyutlu ele alınması ile ilgili olup, ekolojik denge konusunda çalışmalar sınırlı sayıdadır. Çalışmanın literatüre üç türlü katkısı olacaktır. Birincisi, ekolojik dengenin iki boyutlu ele alınması; ikincisi, stokastik yakınsama ile geçmiş davranışlara dayalı gelecek tahminleri ve politika eşitlemeleri ile ülkeler arası ekolojik dengenin sürdürülebilirliği ile ilgilidir. Yakınsamada hem geleneksel birim kök testi hem de sonuçları sağlamlaştırmak adına “Fourier ve Kantil” birim kök testleri uygulanmıştır. Üçüncüsü, incelenen ülke grubu CIVETS’in daha önce hiç çalışılmamış olmasıdır. Dinamik ve çeşitlendirilmiş bir iç ekonomik yapı, GSYİH büyüme potansiyeli, hızlı büyüyen genç bir nüfusa sahip olması nedeniyle gelecek vaat eden CIVETS\* ülkeleri (Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika) BRICS ülkelerinin temeli üzerine inşa edilmiştir. Coğrafi olarak çok uzak konumda ve çok farklı kültürel, dini ve politik yapılar tarafından şekillendirilse de hızlı gelişme ve gelecekte büyük ölçekli getiriler elde etme potansiyeline sahip “sıcak pazarlar”, “yatırım mucizeleri”, “yeni yıldızlar” olarak değerlendirilmektedir (Knowledge at Wharton, 2011). Bu ülkeler, önümüzdeki elli yılda gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında tezat oluşturacak bir nüfusa ve ortanca yaşa sahip olacaktır. 2022 yılı verileri doğrultusunda, bu ülkelerin nüfusu (milyon) ve medyan yaşları (yıl) aşağıda tablo edilmiştir.

**Tablo 1.** CIVETS ve Seçilmiş Gelişmiş Ülke Nüfus ve Medyan Yaşı

CIVETS Ülkeleri	Nüfusu	Medyan Yaşı
Kolombiya	51.965.170	31,2
Vietnam	98.546.901	31,9
Endonezya	276.440.590	31,1
Mısır	111.888.448	24,1
Türkiye	85.601.489	29,2
Güney Afrika	60.414.494	27,1
Seçilmiş Gelişmiş Ülkeler		
Almanya	83.312.034	47,8
ABD	339.123.510	38,5
Japonya	123.294.513	48,6

**Kaynak:** World Population Review, 2023.

Tablo 1.’deki demografik veriler ışığında CIVETS ülkeleri ile gelişmiş ülkelerin dinamizminde farklılıklar gözlenmektedir. Endonezya, yaklaşık 276 milyon insanla dünyanın dördüncü en kalabalık ülkesidir ve bu rakamın 2050 yılına kadar 313 milyona çıkması beklenmekte, bu beklenti bugün ABD’nin sahip olduğundan daha büyük bir nüfusa işaret etmektedir. Mısır’ın artan nüfusu (yaklaşık 112 milyon) onu en büyük Arap ülkesi haline getirmektedir. CIVETS ülkeleri, 2009 küresel ekonomik krizi sırasında nispeten dirençli olduklarını kanıtlamışlar ve grubun 2030 yılına kadar da yıllık ortalama %4,5’lik bir GSYİH büyümesi yakalayacağı beklenmektedir (Muddyman, 2012). Bu bilgiler doğrultusunda, zamansal süreçteki dinamiklere bağlı olarak kişi başına düşen biyolojik kapasite ve kişi başına düşen ekolojik ayak izi değişkenleri arasındaki fark, kişi başı ekolojik dengenin sürdürülebilirliği, seçilen CIVETS ülke grubunda 1960-2018 yıllarını kapsayan dönem için analiz edilmiş, çevresel stokastik yakınsama durumu araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, bu ülkelerin

\*2010 yılında HSBC’nin CEO’su Michael Geoghegan tarafından ortaya atılmıştır. Michael Geoghegan başta demografik yapısı olmak üzere birçok açıdan bu ülkelerin benzeştiklerini savunmuştur. 2008 yılında, Economist Intelligence Unit’ten Robert Ward tarafından önerilen "Misk Kedisi" kısaltmasıyla önerilen grup: Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika’yı temsil etmekte ve bu altılının “yeni nesil gelişmekte olan ülkeler” olacağı ifade edilmektedir (Moore, 2012). Hepsi hızlı büyüyen ve nispeten çeşitlilik içeren ekonomiler olan CIVETS’i oluşturan ülkelerin, hızlı artan iç tüketiminden ötürü BRIC’lerin aksine, dış talebe daha az bağımlı olmaları yönünde çıkarımlar yapılmaktadır (Greenwood, 2011).

demografik ve ekonomik büyümelerinin sürdürülebilir ekolojik denge üzerindeki etkisini araştırmak ve buna yönelik politika önermektir.

## 2. İlgili Ampirik Çalışmalar Derlemesi

Çevresel kalite göstergelerinden karbondioksit emisyonu, literatürde en çok durağanlığı ve yakınsaması incelenen gösterge olarak çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Daha kapsamlı olması nedeniyle, bir diğer gösterge olarak ekolojik ayak izinin de kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Doğrusal ve doğrusal olmayan farklı birim kök test prosedürleri ve/veya yakınsama ile uyumlu olarak; Strazicich ve List (2003), Barassi vd. (2008), Aslan (2009), Herrerias (2013), Christidou vd. (2013), Presno vd. (2018), Cai vd. (2018), Zerbo ve Darné (2019), Churchill vd. (2020), Fallahi (2020), Topallı (2021), Nazlioglu vd. (2021), Matsuki ve Pan (2021), Pata ve Aydın (2022), Erdogan vd. (2022) ile diğer yazarlar karbondioksit emisyonunun durağanlığını ve/veya yakınsamasını çalışmalarında sınımlıdır. Çağlar ve Mert (2022) ise geliştirdikleri karbon histerisi hipotezi ile birim kök varlığına dayalı pozitif ve negatif histeri ile literatüre yeni bir katkı sağlamışlardır. Karbondioksit emisyonu sadece hava kirliliğini ifade ettiği için çevresel bozulmayı açıklamada kapsamlı ve yeterli görülmemiş, buna alternatif olarak ekolojik ayak izi ve alt bileşenleri çalışmalara konu olmuştur. Çünkü ekolojik ayak izi, sürdürülebilir çevre için toplulaştırılmış bir göstergedir ve insanların kaynak kullanımına dair genel bir bilgi sağlamaktadır. Bu değişken, çevresel kalite için de etkili bir açıklayıcı olarak gösterilmektedir. Bu gösterge ise Siche vd. (2010), Ulucak ve Lin (2017), Bilgili ve Ulucak (2018), Ulucak ve Apergis (2018), Solarin ve Bello (2018), Solarin vd. (2019), Yilanci vd. (2019), Yurtkuran (2019), Yilanci ve Pata (2020b), Erdogan ve Okumus (2021), Işık vd. (2021), Alper ve Alper (2021), Tillaguango vd. (2021), Yilanci vd. (2022) ve Bigerna vd.'nin (2022) çalışmalarında durağanlık ve yakınsama yöntemi ile araştırılmıştır. Alvarado vd. (2022) ise biyokapasite ve belirleyicilerinin yakınsamasını araştırmıştır. Ekosistem talepleri ve biyokapasite arzının hangi sınırlar içinde gerçekleştiğini karşılaştırmak için kullanılan ekolojik dengeye ilişkin çalışmalar ise Yilanci ve Pata (2020), Pata ve Yilanci (2021), Ozcan vd.'nin (2021) çalışmaları ile sınırlı kalmıştır.

Konuya ilişkin ampirik literatür özet derlemesinde sırasıyla karbondioksit emisyonu, ekolojik ayak izi, biyokapasite ve onu takiben ekolojik denge ile ilgili çalışmalar ve içeriğine yer verilmiştir. Aslan (2009), 1950-2004 dönemi için Afrika, Merkezi Asya, Merkezi Avrupa, Merkezi ve Güney Amerika, Orta Doğu, Uzak Doğu, Kuzey Amerika, Okyanusya ve Batı Avrupa ülkeleri örnekleminde kişi başına karbondioksit emisyonu üzerindeki şokların kalıcılığı ve yakınsamasını panel birim kök yöntemi uygulayarak incelemiştir. Bulgular, birim kökün varlığı lehinde olduğu için incelenen ülke gruplarında,  $CO_2$  emisyonunun güçlü bir şekilde kalıcılık sergilediğine ulaşmıştır. Herrerias (2013), 1980-2009 dönemini kapsayan verilerle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji kaynaklarına göre  $CO_2$  emisyonunun stokastik ve kulüp yakınsamasını araştırmıştır. Yazar, her bir enerji türünde emisyonun farklılaştığını bulmuştur. Nazlioglu vd. (2021), 1960- 2016 yıllık verileri ile 13 OPEC üyesi ve 18 OPEC üyesi olmayan petrol üreticisi ülkeler için durağanlığı araştırmışlar ve önceki çalışmalara nispeten daha az stokastik yakınsama bulmuşlardır. Cai vd. (2018), 1950-2014 dönemi için 21 OECD ülkesinde yakınsama için yaptıkları çalışmada 18 ülkede yakınsama olduğunu tespit etmişlerdir. Matsuki ve Pan (2021), 7 gelişmekte olan Asya ekonomilerinin (Çin, Endonezya, Hindistan, Myanmar, Filipinler, Tayvan ve Tayland) uzun vadede ABD'ye yakınsayıp yakınsamadığını 1907-2011 dönemi için araştırmışlardır. Yakınsadığı yönünde bulgulara erişmişlerdir. Zerbo ve Darné (2019), 1960-2014 döneminde seçilen 29 OECD ülkelerine ilaveten Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika için emisyonların durağanlığını incelemişler ve 33 ülkenin de durağan olmadığı neticesine ulaşmışlardır. Churchill vd. (2020), 1921-2014 dönemi 17 yükselen piyasa ekonomilerinde  $CO_2$  emisyonunu stokastik yakınsama ile test etmişler, incelenen ülkelerden 11 ülkede  $CO_2$  emisyonunun stokastik yakınsadığını tespit etmişlerdir. Topallı (2021), düşük gelirli ülkelerde 1960-2016 döneminde  $CO_2$  emisyonunun durağanlığını araştırmış ve buna ilişkin karma bulgulara erişmiştir. Christidou vd. (2013), 1870-2006 dönemi 36 ülke için durağanlık araştırmış ve

kişi başı  $CO_2$  emisyonunu durağan bulmuştur. Strazicich ve List (2003), 1960-1997 dönemi için 21 sanayileşmiş ülkede  $CO_2$  emisyonunu durağan bulmuşlardır. Pata ve Aydın (2022), kişi başına  $CO_2$  emisyonlarının durağan özelliklerini araştırmak için yeni dalgacık tabanlı doğrusal olmayan birim kök testini, 1868–2014 döneminde G7 ülkeleri için kullanmışlardır. Sonuçlar, farklı doğrusal testler  $CO_2$  emisyonlarının tüm ülkeler için frekans alanında bir birim köke sahip olduğu yönünde gerçekleşmiştir. Erdogan vd. (2022) uzun bir tarihsel dönem için (0-2014), küresel  $CO_2$  emisyonuna gelen şokların kalıcılığını araştırmıştır. Fourier Lagrange Çarpanı ve Fourier dalgacık birim kök testlerinin bulguları, küresel  $CO_2$  emisyonlarının bir birim kök içerdiğini ve ortalamaya dönüş davranışı sergilemediğini, bu nedenle dış şokların  $CO_2$  emisyonları üzerinde kalıcı etkilere sahip olduğu yönünde gerçekleşmiştir. *Ekolojik ayak izine ilişkin çalışmalarda*; Ulucak ve Lin (2017), ABD için ekolojik ayak izi ve alt bileşenlerinin durağanlığını 1961-2012 dönemi için araştırmışlar ve ekolojik ayak izinin durağan dışı olduklarını tespit etmişlerdir. Bilgili ve Ulucak (2018), 1961-2014 dönemi için yıllık veriler kullanarak G20 ülkeleri arasında kişi başına düşen ekolojik ayak izinde stokastik, deterministik ve kulüp yakınsamasını yapısal kırılmalı bootstrap özellikli panel KPSS testi ile analiz etmişlerdir ve çevresel yakınsamayı doğrulamışlardır. Ulucak ve Apergis (2018), 1961-2013 dönemi yıllık verileri kullanarak kişi başına ekolojik ayak izinin yakınsamasını kulüp yakınsama ile Avrupa Birliği ülkeleri örneğinde test etmişler ve 20 üye ülkede yakınsama bulmuşlardır. Solarin ve Bello (2018), 1961'den 2013'e kadar 128 ülke için ekolojik ayak izinin durağanlığını incelemişler, 96 ülkede durağanlık elde etmişlerdir, şokların etkisi kalıcıdır yargısına ulaşmışlardır. Yilanci vd. (2019), 1961'ten 2013'e 25 OECD ülkesinde ekolojik ayak izi ve alt bileşenleri, ekili alanlar ayak izi, otlak arazi ayak izi, balıkçılık arazi ayak izi, orman arazi ayak izi, yerleşik arazi ayak izi ve karbon ayak izinde yakınsamayı test etmişlerdir. Ampirik bulgular, balık avlama alanı ayak izinin birim kök içerdiği yani ortalamaya geri dönüşe sahip olmadığını, geriye kalan ekolojik ayak izi bileşenlerinin durağan bir süreç içerdiğini göstermişlerdir. Yurtkuran (2019), 1971-2016 arası yıllık verilerle N-11 ülkelerinde (yeni sanayileşen ülkeler) kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsamasını test etmeyi amaçlamıştır. Bulguları, 11 ülkenin 3'ünde seri durağan ve yakınsaktır, 8'inde ise birim köklü ve şokların etkisinin kalıcı olduğu yönünde gerçekleşmiştir. Yilanci ve Pata (2020), ASEAN-5 (Güneydoğu Asya ülkeleri) örnekleminde 1961-2016 yıllık verileri ile kişi başı ekolojik ayak izi yakınsamasını iki rejimli eşik otoregresif (TAR) panel birim kök testi ile test etmişlerdir. Örneklemin yaklaşık % 80'inin yakınsamakta olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Erdogan ve Okumus (2021), 1961'den 2016'ya kadar olan dönemde stokastik ve kulüp yakınsama yaklaşımlarını kullanarak farklı ülke grupları için ekolojik ayak izini test etmişlerdir. Bigerna vd. (2022), ekolojik ayak izinin üç bileşeni: ekili alan, su kaynakları kullanımı ve  $CO_2$  emisyonlarını 108 ülkede 1971–2018 dönemi için koşullu beta ortak yakınsama yoluyla test etmişlerdir. Ekili alan ve su kaynakları kullanımının ortalama büyüme oranları biraz negatifken, emisyonların büyüme oranı pozitif elde edilmiştir. *Biyokapasite ile ilgili ise* Alvarado vd.'nin (2022) çalışmalarında 16 Latin Amerika ülkesinde biyokapasite ve zaman içindeki gelişimini etkileyen faktörleri, kantil regresyonlarla kulüp yakınsama yaklaşımı ile 1970–2017 dönemi için inceleme yapmışlardır.

*Ekolojik dengeyle ilgili çalışmalar ve bulguları ise şu şekildedir:* Yilanci ve Pata (2020), 1961-2016 yıllık verileri kapsayan dönemde, G7 ve E7 ülkeleri için ekolojik dengenin durağanlığını Lagrange Çarpanı (LM), yapısal kırılmalı LM ve Fourier LM birim kök testleri kullanarak sınımışlar ve 14 ülkeden 9 ülkede ekolojik dengenin durağan olduğu lehinde bulgular elde etmişlerdir. Pata ve Yilanci (2021), 1961-2016 arası dönemde G10 ve N11 ülkelerinin kişi başına ekolojik denge üzerinde şokların kalıcılığını geleneksel / kantil / fourier kantil birim kök testleri kullanarak araştırmışlar en etkili fourier kantil test sonuçlarına göre, 21 ülkeden 5 ülkede durağan dışı, 16 ülkede durağanlığı doğrulamışlardır. Ozcan vd. (2021), 27 OECD ülkesi için kişi başına düşen ekolojik dengenin sürdürülebilirliğini, 1961-2016 arası dönem için doğrusal olmayan ve asimetriclere izin veren nicel birim kök testleri çerçevesinde test etmişlerdir. OECD üyesi 27 ülkenin 24 üyesinde ekolojik dengenin sürdürülemez olduğunu, geri kalanında sürdürülebilir olduğunu, kantil birim kök test sonuçlarında ise 13 OECD üyesi ülkenin sürdürülebilir ekolojik dengeye sahip olduklarını bulmuşlardır.

### 3. Veri Seti ve Ampirik Yöntem

Bu çalışmada, 1961-2018 dönemi yıllık verilerini kapsayan CIVETS (Kolombiya, Endonezya, Vietnam, Mısır, Türkiye ve Güney Afrika) ülkelerinde ekolojik dengenin sürdürülebilirliği stokastik yakınsama ile araştırılmıştır. Çalışmanın kişi başına düşen biyolojik kapasite ve kişi başına düşen ekolojik ayak izi değişkenleri Küresel Ekolojik Ayak İzi Ağı resmi veri sitesinden derlenmiştir. Ekolojik dengede yakınsamayı tespit etmede, kişi başına düşen biyolojik kapasite ile kişi başına düşen ekolojik ayak izi arasındaki fark alınarak, aşağıdaki gibi kişi başına ekolojik denge değişkeni hesaplanmıştır (Ozcan vd., 2021: 641).

$$Ekolojik Denge_{it} = Biyokapasite_{it} - Ekolojik Ayak İzi_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de,  $i$  birim boyutu olup ülkeyi,  $t$  ise zaman boyutunu temsil etmektedir. Ardından (1) nolu eşitlikte elde edilen ekolojik denge serisi için stokastik yakınsamayı sınamada aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$EB_{it} = \ln\left(\frac{EB_{it}}{AEB_t}\right) \quad (2)$$

Eşitlik (2)'deki  $EB_{it}$ ,  $i$  ülkesinin  $t$  yılındaki kişi başı ekolojik denge değişkenini,  $AEB_t$  ise tüm ülkeler için  $t$  yılındaki kişi başı ortalama ekolojik denge değişkenini temsil etmektedir. (2) no'lu eşitlikten incelenen dönem için elde edilen hesaplamalara göre; Mısır, Türkiye ve Güney Afrika ülkelerinde ekolojik açıklığın mevcut olduğu görülmektedir. Kolombiya, Endonezya ve Vietnam ülkelerinin ise ekolojik fazla verdiği gözlemlenmektedir. Dolayısıyla Kolombiya, Endonezya ve Vietnam için ekolojik fazlalığın sürdürülebilirliği; Mısır, Türkiye ve Güney Afrika ülkelerinin ise ekolojik açığının sürdürülebilirliği analiz edilmiştir.

**Tablo 2.** Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Kolombiya	Endonezya	Vietnam	Mısır	Türkiye	Güney Afrika
<b>Ortalama</b>	3,994	0,385	-0,113	-0,946	-0,518	-1,813
<b>Medyan</b>	3,487	0,391	0,010	-0,986	-0,464	-1,897
<b>Maksimum</b>	8,684	1,260	0,582	-0,338	1,066	0,347
<b>Minimum</b>	1,582	-0,477	-1,334	-1,531	-2,188	-3,551
<b>Std, Sapma</b>	2,022	0,528	0,435	0,368	0,915	0,791
<b>Çarpıklık</b>	0,753	0,136	-1,057	0,058	-0,076	0,759
<b>Basıklık</b>	2,446	1,731	3,522	1,919	1,948	3,954
<b>Jarque-Bera</b>	6,221	4,073	11,450	2,857	2,728	7,774
	(0,045)	(0,130)	(0,003)	(0,240)	(0,256)	(0,021)

**Not:** Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 2'de ekolojik denge serisi istatistikleri verilmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda incelenen dönem için ekolojik açıklık (-) en fazladan en aza sırasıyla; Güney Afrika, Mısır, Türkiye, Vietnam şeklindedir. Ekolojik fazlalık (+) veren iki ülkeden Kolombiya'nın ortalama olarak en yüksek değere sahip olduğu, Güney Afrika'nın ise ortalama olarak en düşük değere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Jarque-Bera normallik testi Kolombiya, Vietnam ve Güney Afrika'da ekolojik denge serisinin normal dağılım sergilemediğini; Endonezya, Mısır ve Türkiye'ye ait ekolojik denge serisinin ise normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

Ampirik analizde geleneksel birim kök testlerin yanında bulguları sağlamlaştırmak adına Fourier terimlerin modele dâhil edildiği yumuşak kırılmalı kantil birim kök testine yer verilmiştir. Bahmani-Oskooee vd. (2017) tarafından geliştirilen Fourier kantil birim kök testi, yumuşak yapısal kırılmaları dikkate almakta ve ayrıca bu yöntem, normal olmayan bir dağılım durumunda etkili sonuçlar verebilmektedir. Buna ek olarak, kantil testler birim kökü farklı kantillerde test etmek için de kullanışlıdır, bu da serinin stokastik özellikleri hakkında daha detaylı bilgi elde edilmesi anlamına gelmektedir. Fourier kantil birim kök testi, Dickey-Fuller (ADF) tipi bir testtir ve



karşılaştırma yapabilmek adına öncesinde Dickey ve Fuller (1981) tarafından önerilen geleneksel ADF birim kök testi, Enders ve Lee (2012) tarafından önerilen Fourier terimler aracılığıyla çoklu içsel yumuşak yapısal değişimlere izin veren Fourier ADF birim kök testi ve ardından Koenker ve Xiao (2004) kantil birim kök testi uygulanmıştır. Fourier kantil birim kök testinin en güçlü ve etkili sonuçları vermesi beklenmektedir. Çünkü bu test asimetriye, doğrusal dışılığa ve yumuşak yapısal değişimlere izin vermektedir (Pata ve Yilanci, 2021: 632).

Koenker ve Xiao (2004) ağır kuyruklu dağılımlara sahip serilerde geleneksel birim kök testlerinin açıklama gücünü yitirebileceğini ifade etmiş ve bunun önüne geçebilmek adına kantil otoregresyona dayalı yeni bir birim kök testi önermişlerdir. Bu testin Gaussyan dağılıma sahip olmayan serilerde iyi bir güce sahip olduğunu belirtmişlerdir. Önerilen test, koşullu ortalamanın yanı sıra seçilen kantillerdeki durağanlığı kontrol etmek için kullanılabilir ve farklı büyüklük dereceleri altında ortalamaya dönüş hızını inceleyebilmektedir (Pata ve Yilanci, 2021). Daha sonra Bahmani-Oskooee vd. (2017) veri oluşturma sürecinde yapısal kırılmaları modele dâhil ederek yeni bir formda Fourier kantil birim kök testi önermiştir. Böylelikle yapısal kırılmaların göz ardı edilmesinin birim kök sıfır hipotezinin reddedilmesi gerektiği hâlde reddedilmemesine neden olmasının önüne geçmeyi amaçlamışlardır. Christopoulos ve León-Ledesma'nın (2010) iki aşamalı yöntemini benimseyen Bahmani-Oskooee vd., (2017), iki aşamalı bu testte öncelikle yumuşak yapısal kırılmaların etkisinin kaldırılmasını ve ikinci adımda, Koenker ve Xiao'nun (2004) kantil birim kök testinin değiştirilmiş serilere uygulanmasını önermişlerdir.

Bu çalışmada CIVETS ülkeleri için kişi başı ekolojik dengede stokastik yakınsamayı araştırmak için ön kontrol olarak standart birim kök testi uygulanmış, ardından Fourier kantil birim kök testi kullanılmıştır. Şöyle ki, yapısal kırılmaların sayısının ve yapısının yanlış belirlenmesi, elde edilen sonuçlarda tutarsızlıklara neden olabilmekte ve bunun önüne geçebilmek adına bir Fourier yaklaşımı kullanılarak geçerli çıkarımlar yapılabilmektedir. Ayrıca, ele alınan seri farklı kantil dilimlerinde bulunduğu beyaz gürültü özellikleri büyük ölçüde değişmektedir (Pata ve Yilanci, 2021: 626). Bu durumda normal dağılmayan seriler için kantil analizi daha doğru ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, çalışmada yakınsama sınavını kantillerle çalışmak ve yumuşak yapısal kırılmalar dâhilinde test etmek daha etkili sonuçlara ulaşılmasına imkân tanımaktadır. Ek olarak Tablo 2'den elde edildiği üzere ve Bahmani-Oskooee vd., (2017) tarafından belirtildiği gibi normal dağılım göstermeyen serilerde kantil regresyon yaklaşımını uygulamak güçlü sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, diğer birim kök testlerinin sağlamlığını araştırmak için Bahmani-Oskooee vd., (2017) tarafından önerilen Fourier kantil birim kök testi ile de sınav yapılmıştır.

### 3.1. Araştırma Bulguları

CIVETS ülkelerinde ekolojik dengenin stokastik yakınsamasının araştırıldığı bu çalışmada ADF ve Fourier ADF birim kök testlerinin sonuçları aşağıdaki gibi Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3. Birim Kök Test Sonuçları**

	ADF	FADF	Min, KKT	k	F Test İst.
<b>Kolombiya</b>	-6,379 (0,000) [0]***	-6,483***	23,348	5	1,100
<b>Endonezya</b>	-5,538 (0,000) [1]***	-5,656***	6,117	5	1,069
<b>Vietnam</b>	-1,230 (0,655) [2]	-3,773*	1,364	1	0,303
<b>Mısır</b>	-7,226 (0,000) [0]***	-7,285***	15,090	1	0,836
<b>Türkiye</b>	-7,332 (0,000) [0]***	-7,412***	11,784	2	0,934
<b>Güney Afrika</b>	-7,349 (0,000) [0]***	-7,416***	20,636	1	0,876

**Not:** \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içi olasılık değerlerini köşeli parantez içi ise uygun gecikme uzunluklarını göstermektedir. Kritik değerler için bkz. Enders ve Lee (2012).

Tablo 3'ten elde edilen bulgular ışığında ADF birim kök test sonuçları, Vietnam hariç (yani kişi başına düşen ekolojik dengenin kendi seviyesinde birim kökü vardır), diğer ülkeler için serinin

durağan olduğunu göstermektedir. Fourier ADF birim kök test sonuçları ise tüm ülkeler için ekolojik dengenin kendi seviyesinde durağan olduğu yönünde bilgi vermektedir. Fakat Fourier terimlerin anlamlılığını sınanan F test istatistiği Enders ve Lee (2012) kritik değerlerinden küçük olduğu için geleneksel ADF testinin bulgularını dikkate almak gerekmektedir. Stokastik yakınsamanın varlığı kişi başı ekolojik dengenin sürdürülebilir olması anlamına gelmektedir. Bu da yumuşak geçişli yapısal kırılmaları dikkate almanın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Farklı kantillerde yakınsama tespiti için Kantil ve Fourier kantil birim kök test sonuçları aşağıda Tablo 4'te ve Tablo 5'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.** Kantil Birim Kök Test Sonuçları

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	QKS
<i>Kolombiya</i>	-0,576 (0,248)	-4,326 (0,606)	-18,626 (0,343)	-24,987 (0,464)	-23,801 (0,910)	-14,059 (0,781)	-14,783 (0,406)	-8,000 (0,574)	-2,073 (0,089)*	24,990***
<i>Endonezya</i>	-0,163 (0,044)**	-0,246 (0,323)	-7,556 (0,306)	-4,034 (0,678)	-1,621 (0,483)	-0,813 (0,394)	-0,890 (0,170)	-3,674 (0,273)	-1,312 (0,939)	7,556***
<i>Vietnam</i>	-0,099 (0,258)	0,135 (0,226)	1,585 (0,207)	2,480 (0,703)	1,437 (0,520)	0,714 (0,279)	0,185 (0,075)*	-0,377 (0,459)	-0,613 (0,123)	2,480
<i>Mısır</i>	0,013 (0,553)	-1,252 (0,438)	-2,551 (0,136)	-3,292 (0,662)	-6,212 (0,018)**	-16,677 (0,609)	-13,850 (0,040)**	-27,722 (0,078)*	-20,710 (0,609)	27,720***
<i>Türkiye</i>	0,126 (0,067)*	-1,360 (0,751)	-5,316 (0,271)	-4,602 (0,099)*	-5,242 (0,093)*	-16,530 (0,660)	-11,787 (0,158)	-19,952 (0,637)	-18,404 (0,555)	19,950***
<i>Güney Afrika</i>	0,017 (0,750)	-1,328 (0,908)	-2,196 (0,858)	-21,555 (0,050)*	-21,712 (0,105)	-18,177 (0,479)	-27,165 (0,108)	-33,280 (0,091)*	-32,766 (0,817)	33,280***

**Not:** \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Yapılan sınamalar 10.000 bootstrap simülasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4'teki QKS (Quantile Kolmogorov-Smirnov) testi sonuçları ADF test sonuçları ile paralellik taşımaktadır. Vietnam haricindeki diğer ülkelerde serilerin birim kök içermediğini stokastik yakınsamanın var olduğunu, bir diğer deyişle şokların bu ülkelerde ekolojik denge serisi üzerinde etkilerinin geçici olduğu bilgisini vermektedir. Kolombiya'da yüksek kantil kişi başı ekolojik dengenin sürdürülebilirliğine kanıt oluşturmakta iken, Endonezya'da düşük kantillerde kanıt elde edilmiştir. Biyokapasite fazlasına sahip olan bu ülkelerde biyokapasitenin sürdürülebilir olması önemlidir. Ekolojik açık veren ülkelerden Mısır yüksek kantillerde, Türkiye düşük kantillerde ve Güney Afrika ise hem düşük hem daha yüksek kantillerde ekolojik açığın sürdürülebilir olmasına ilişkin bilgiler vermektedir.

**Tablo 5.** Fourier Kantil Birim Kök Test Sonuçları

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	FQKS	F İst.
<i>Kolombiya</i>	-0,757 (0,119)	-4,996 (0,003)	-4,301 (0,004)	-3,307 (0,009)	-5,604 (0,001)	-18,142 (0,000)	-9,518 (0,001)	-8,403 (0,001)	-2,578 (0,042)	18,142 (1,3)	37,421
<i>Endonezya</i>	-1,017 (0,140)	-0,53 (0,063)	-5,362 (0,000) ***	-9,183 (0,001) ***	-5,562 (0,000) ***	-4,354 (0,000) ***	-6,715 (0,001) ***	-6,091 (0,003) ***	-1,488 (0,076) *	9,183 (1,2) ***	47,489
<i>Vietnam</i>	-1,028 (0,256)	-0,965 (0,174)	-2,526 (0,012) **	-3,412 (0,002) ***	-3,682 (0,001) ***	-2,523 (0,019) **	-3,119 (0,008) ***	-3,867 (0,004) ***	-1,578 (0,158)	3,867 (0,4)**	16,252
<i>Mısır</i>	-0,323 (0,202)	-28,658 (0,000)	-22,979 (0,000) ***	-15,046 (0,003) ***	-11,494 (0,002) ***	-12,635 (0,000) ***	-10,998 (0,002) ***	-12,582 (0,001) ***	-3,508 (0,047) **	28,658 (1,6) ***	30,180
<i>Türkiye</i>	-0,321 (0,240)	-34,016 (0,001) ***	-20,153 (0,000) ***	-19,418 (0,000) ***	-12,038 (0,000) ***	-11,554 (0,000) ***	-9,852 (0,002) ***	-10,567 (0,005) ***	-3,7 (0,030) **	34,016 (1,6) ***	34,332
<i>Güney Afrika</i>	-0,289 (0,208)	-48,502 (0,000) ***	-30,229 (0,002) ***	-17,119 (0,002) ***	-11,129 (0,001) ***	-10,668 (0,005) ***	-9,925 (0,006) ***	-12,458 (0,003) ***	-4,291 (0,054) **	48,502 (1,5) ***	11,400

**Not:** \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içi uygun frekans uzunluklarını göstermektedir. Yapılan sınamalar 10.000 bootstrap simülasyonu ile gerçekleştirilmiştir. %5 anlamlılık düzeyinde F-istatistikleri için kritik değer 4,929'dur ve kritik değerler için bkz. Becker vd., (2006).

Tablo 5'ten elde edilen Fourier kantil birim kök test sonuçlarına göre ise incelenen tüm CIVETS ülkeleri için yakınsamanın gerçekleştiği elde edilmiştir. Ayrıca uygun frekans değerlerinin kesirli olduğu görülmektedir ve bu da kırılmaların ele alınan ekolojik denge serisi üzerinde kalıcı etkilerinin olduğu anlamını taşımaktadır. Fourier QKS birim kök testleri sonuçlarında, standart QKS test sonuçlarına nispeten daha fazla yakınsaklık bulgusuna ulaşılmıştır. Bu sebeple yumuşak yapısal kırılmaları dâhil etmenin önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Ayrıca Fourier kantil birim kök testi standart kantil birim kök testinden farklı olarak alt ve üst kantillerde de durağanlık yönünde sonuçlar göstermektedir. Dolayısıyla Fourier kantil testi için alt ve üst kantillerde yakınsama olduğu yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

CIVETS üyesi altı ülkeden sadece Vietnam, Fourier QKS birim kök testi ile durağanlaşmaktadır. Diğer beş ülkede seriler durağan izlenmiştir. Şokların geçici olduğu ve stokastik olarak yakınsak olduğu doğrulanmıştır. Serilerin ortalamaya dönme davranışı sergiledikleri ve çevre politikalarının bu ülkelerde etkili olmadıkları söylenebilmektedir.

#### 4. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışmada ekolojik dengenin stokastik yakınsaması konusu araştırılmıştır. İlgili literatürde ekolojik denge yakınsamasına ilişkin kısıtlı ve az sayıda çalışma olması nedeniyle alana katkı sağlanması amaçlanmıştır. 1961-2018 dönemine ait yıllık verilerle CIVETS ülkelerinde ekolojik dengenin yakınsaması geleneksel ADF, Fourier ADF, Kantil ve Fourier Kantil birim kök testleri ile incelenmiştir. Esas alınan çevre politikalarının birim kök içeren değişkenler üzerinde uzun dönemli etkileri olabileceğinden politika yapıcılarının ekolojik dengenin stokastik özelliklerini anlamaları gerekli ve önemli olmaktadır. Bu çerçevede birim kök testleri aracılığıyla ele alınan ülkelerin ekolojik dengedeki zamansal dinamiklerinin (ekonomik / çevresel / antropojenik) sürdürülebilirliğine ilişkin bilgiler elde edilmiştir. Geleneksel ADF birim kök testi uygulamasında, Vietnam haricindeki diğer ülkeler için ekolojik denge yakınsamasının gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen standart kantil birim kök test sonuçları da ADF birim kök test sonuçları ile benzerlik göstermekte olup bu testin sonuçları da Vietnam haricinde yakınsamanın olduğu sonucu vermiştir. Son olarak yumuşak yapısal kırılmaların dikkate alındığı ve farklı kantilleri önemseyen Fourier kantil birim kök test sonuçları ise tüm CIVETS ülke grubu için stokastik yakınsama bulgusuna işaret etmektedir. Ayrıca uygun frekans değerleri kesirli olarak elde edildiği için kırılmaların ekolojik denge serisi üzerinde kalıcı etkiye sahip olduğuna ilişkin açıklama yapılabilmektedir. Fourier QKS'de neredeyse tüm kantillerde yakınsama elde edilmiştir. Kişi başına düşen ekolojik dengenin sürdürülebilirliğine ışık tutmaktadır. Çalışmanın bulguları; Pata ve Yilanci (2021), Yilanci ve Pata (2020a) ve Ozcan vd.'nin (2021) bulguları ile paralellik arz etmektedir. Adı geçen çalışmalarda, gelişmiş ülkelerin (G7) gelişmekte olan ülkelere (E7) daha etkili çevre koruma politikaları izlediği ve uyguladığı, çevresel tedbirlerin politika uygulanabilirliği üzerindeki etkilerinin daha yüksek düzeyde olduğu kanıtları sunulurken, OECD ülkelerinin büyük çoğunluğu için neredeyse %50'sinde ekolojik dengenin sürdürülemez olduğu bulguları sunulmuştur. Özellikle ekolojik ayak izi biyolojik kapasiteyi aşan ülkelerde, ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik modelinde çatlakların varlığı bunun revize edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Dünyanın en fazla biyolojik çeşitlilik gösteren ikinci ülkesi olarak ekolojik fazla veren Kolombiya'nın, zengin biyoçeşitlilik ve ekosistemlerinin madencilik endüstrilerinden gelen baskı, hayvan otlatma, karayolu trafiği ve kentleşme gibi tehditlerle karşıya karşıya kalmasına bağlı olarak sürdürülebilir yeşil politikalar üretmesi gerekmektedir. Ekolojik fazla veren Endonezya da dünyanın en kalabalık dördüncü ülkesi ve en büyük takımada ülkesidir. Diğer taraftan, hızlı arazi kullanımı değişikliği ve fosil enerjiye bağımlılık nedeniyle dünyanın en büyük sera gazı yayıcılarından biridir. Bu durum ormansızlaşma ve kirliliğin yanında ülkenin mega çeşitliliğe sahip ekosistemleri üzerinde baskı oluşturmaktadır. Önlem olarak, sanitasyon ve atık yönetimi gibi çevresel hizmetlerin genişletilmesini öncelermelidir. Aktarılan bilgiler doğrultusunda, biyoçeşitliliği artırmak ve insan

ayak izinin etkilerinin azaltılmasında geleceğe dönük tahmin yapmak ekolojik dengeye daha da yaklaştıracaktır. Ayrıca hem yerel hem küresel ölçekte iklim değişikliğinin önlenmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne dayalı Paris İklim Değişikliği Anlaşması, Kyoto Protokolü, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, COP Zirveleri'nin çevrenin geleceğine yönelik hedef ve amaçları ekolojik dengeyi teminat altına almakta ve ülkelere belirli sorumluluklar yüklemektedir.

Katı çevresel kurallar, caydırıcı yasalar, uluslararası düzenlemeler, özel sektör paydaşlığı sürdürülebilir çevresel politikalar için önemli birer araç girdisi olacaktır. Ekolojik dengenin muhafazasında, öncelikle doğal alanların korunması, bilinçsiz avlanmanın önlenmesi, tarımsal alanların verimliliğini artırmak, fosil yakıtların kullanım düzeyini en aza indirerek yenilenebilir enerji kaynak kullanımını teşvik etmek köklü eylem planları olarak karar vericilerin ana odağında bulunan bileşenlerdir. Yaşanabilir bir dünya, sürdürülebilir bir çevre için ekolojik dengesizliklerin bertaraf edilmesi sağlıklı bir çevre için ön koşul olmaktadır. Gelecek çalışmalarda, ekolojik dengenin çevresel kalite ya da çevresel performans değişkeni olarak kullanılması, gelir düzeyine göre ekolojik açık/ekolojik fazla olan ülkelerin sınıflandırılması literatüre katkı sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Alper, A. E. ve Alper, Ö. (2021). Persistence of policy shocks to the ecological footprint of MINT countries. *Ege Akademik Bakış*, 21(4). <https://doi.org/10.21121/eab.1015635>
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Cuesta, L., Pinzon, S., Alvarado-Lopez, M. R., Işık, C. ve Dagar, V. (2022). Biocapacity convergence clubs in Latin America: An analysis of their determining factors using Quantile regressions. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20567-6>
- Aslan, A. (2009). Kişi başına karbondioksit emisyon yakınsama analizi: 1950- 2004. *Ege Akademik Bakış*, 9(4), 1427-1439. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/558181>
- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T., Chen, T. H. ve Tzeng, H. W. (2017). Revisiting purchasing power parity in Eastern European countries: Quantile unit root tests. *Empirical Economics*, 52, 463-483. <https://doi.org/10.1007/s00181-016-1099-z>
- Barassi, M. R., Cole, M. A. ve Elliott, R. J. R. (2008). Stochastic divergence or convergence of per capita carbondioxide emissions: Re-examining the evidence. *Environment Resources Economics*, 40 (1), 121–137. <https://doi.org/10.1007/s10640-007- 9144-1>
- Barro, R. J. ve Sala-i-Martin, X. (1990). Economic growth and convergence across the United States. *NBER Working Paper Series, Paper No: 3419*.
- Barro, R. J. ve Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economics*, 100 (2), 223–251. <https://doi.org/10.1086/261816>.
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence and welfare: What the long-run data show. *The American Economic Review*, 76(5), 1072-1085.
- Becker, R., Enders, W. ve Lee, J. (2006). A stationary test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409.
- Bello, M. O., Erdogan, S. ve Ch'Ng, K. S. (2022). On the convergence of ecological footprint in African countries: New evidences from panel stationarity tests with factors and gradual shifts, *Journal of Environmental Management*, 322. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116061>
- Bernard, A. B. ve Durlauf, S. N. (1995). Convergence in international output. *Journal of Applied Econometrics*, 10, 97–108. <https://doi.org/10.1002/jae.3950100202>
- Bigerna S., Bollino, C. A. ve Polinoria, P. (2022). Convergence of ecological footprint and sustainable policy options. *Journal of Policy Modeling*, (44), 564–577. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2022.07.001>
- Bilgili, F. ve Ulucak, R. (2018). Is there deterministic, stochastic, and/or club convergence in ecological footprint indicator among G20 countries? *Environmental Science and Pollution Research*, (25), 35404–35419. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3457-1>

- Bilgili, F., Ulucak, R. ve Koçak, E. (2019). Implications of environmental convergence: Continental evidence based: Energy and Environmental Strategies in the Era of Globalization. *Springer, Cham.* 133–165.
- 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. *Journal of Ecological Indicators*, (24), 518–533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005>
- Cai, Y., Chang, T. ve Inglesi-Lotz, R. (2018). Asymmetric persistence in convergence for carbon dioxide emissions based on quantile unit root test with Fourier function. *Energy*, (161), 470–481. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.125>
- Christidou, M., Panagiotidis, T. ve Sharma, A. (2013). On the stationarity of per capita carbon dioxide emissions over a century. *Economic Modelling*, (33), 918–925. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.05.024>
- Christopoulos, D. K. ve León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2010.02.003>
- Churchill, S.A., Inekwe, J. ve Ivanovski, K. (2020). Stochastic convergence in per capita CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from emerging economies, 1921–2014. *Energy Economics*, (86), 104659. <https://doi.org/10.1016/J.Eneco.2019.104659>
- Çağlar, A. E. ve Mert, M. (2022). Türkiye’de karbon histeri hipotezi geçerli midir?: Fourier birim kök testlerinden kanıtlar. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1587-1610. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1119030>
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Journal of The Econometric Society*, 1057-1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>.
- Enders, W. ve Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>.
- Erdogan, S. Pata, U. K., Solarin, S. A. ve Okumus, I. (2022). On the persistence of shocks to global CO<sub>2</sub> emissions: A historical data perspective (0 to 2014). *Environment Science Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21278-8>
- Erdogan, S. ve Okumus, I. (2021). Stochastic and club convergence of ecological footprint: An empirical analysis for different income group of countries. *Ecological Indicators*, (121) 107123. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107123>
- Fallahi, F. (2020) Persistence and unit root in CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from disaggregated global and regional data. *Empirical Economics*, (58), 2155–2179. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1608-3>
- Fiala, N. (2008). Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science. *Ecological Economics*, (67). 519-525. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.023>
- Gabbi, G., Massimo, M., Patrizi, N., Pulselli, F. M. ve Bastianoni, S. (2021). The biocapacity adjusted economic growth developing a new indicator. *Ecological Indicators*, (122), 107318. <https://doi.org/10.1016/J.Ecolind.2020.107318>
- GFN. (2022). What is the ecological footprint? Earth overshoot day. <https://www.overshootday.org/kids-and-teachers-corner/what-is-an-ecological-footprint/>
- Greenwood, J. (2011). Moving on from BRICS are the CIVETS group of countries the next big investment opportunity or nothing more than a convenient acronym? *Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/Sb1000142405311190471660457654449233492826>
- Herrerias, M. J. (2013). The environmental convergence hypothesis: Carbon dioxide emissions according to the source of energy. *Energy Policy*, (61), 1140–1150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.120>
- Islam, N. (2003). What have we learnt from the convergence debate?. *Journal of Economics Surveys*, 17(3), 309–362.

- Knowledge At Wharton, (2011). The new BRICS on the block: Which emerging markets are up and coming? <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article.cfm?articleid=2679>.
- Koenker, R. ve Xiao, Z. (2004). Unit root quantile autoregression inference. *Journal of the American Statistical Association*, 99(467), 775-787. <https://doi.org/10.1198/016214504000001114>
- Laurent, A. ve Owsianiak, M. (2017). Potentials and limitations of footprints for gauging environmental sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, (25), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.003>
- Marti, L., Puertas, R. (2020). Analysis of the efficiency of African countries through their ecological footprint and biocapacity. *Science of the Total Environment*, (722), 137504.
- Matsuki, T. ve Pan, L. (2021). Per capita carbon emissions convergence in developing Asia: A century of evidence from covariate unit root test with endogenous structural breaks. *Energy Economics* (99). <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105326>
- Moore, E. (2012). CIVETS, BRICS and the Next 11. *Financial Times* (Online). <https://www.Ft.Com/Content/C14730ae-Aff3-11e1-Ad0b-00144feabdc0>.
- Muddyman, G. (2012). The rise of CIVETS economies. <https://multilingual.com/articles/the-rise-of-civets-economies/>
- Nazlioglu, S., Payne, J. E., Lee, J., Velazquez, M. R. ve Karul, C. (2021). Convergence in OPEC carbon dioxide emissions: Evidence from new panel stationarity tests with factors and breaks, *Economic Modelling*, (100), 105498. <https://doi.org/10.1016/J.Econmod.2021.105498>
- Nguyen Van, P. (2005). Distribution dynamics of CO<sub>2</sub> emissions. *Environmental and Resource Economics*, (32), 495–508. <https://doi.org/10.1007/s10640-005-7687-6>
- Niccolucci, V., Tiezzi, E., Pulselli, F.M. ve Capineri, C. (2012). Biocapacity vs ecological footprint of world regions: A geopolitical interpretation. *Ecological Indicators*, (16), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.002>
- Ozcan, B., Khan, D. 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>
- Pata, U. K. ve Aydin, M. (2022). Persistence of CO<sub>2</sub> emissions in G7 countries: A different outlook from wavelet-based linear and nonlinear unit root tests. *Environment Science Pollution Research*. <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>
- Payne, J. E. ve Apergis, N. (2020). Convergence of per capita carbon dioxide emissions among developing countries: Evidence from stochastic and club convergence tests. *Environment Science Pollution Research*. 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09506-5>
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401
- Presno, J., Landajo, M. ve Fernández, G. F. (2018). Stochastic convergence in per capita CO<sub>2</sub> emissions. An approach from nonlinear stationarity analysis. *Energy Economics*, (70), 563-581. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.10.001>
- Rassekh, F. (1998). The convergence hypothesis: History, theory, and evidence. *Open Economics Review*, (9), 85-105.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4 (2), 121–130.
- Sarkodie, S. A. (2021). Environmental performance, biocapacity, carbon & ecological footprint of nations: Drivers, trends and mitigation options. *Science of the Total Environment*, (751), 141912. <https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2020.141912>
- Siche, R., Pereira, L. Agostinho, F. ve Ortega, E. (2010). Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10). 3182-3192. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2009.10.027>

- 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. *Journal of Ecological Indicators*, (89), 35-44. <https://doi.org/10.1016/J.Ecolind.2018.01.064>.
- Solarin, S. A., Tiwarib, A. K. ve Bello, M. O. (2019). A multi-country convergence analysis of ecological footprint and its components. *Journal of Sustainable Cities and Society*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101422>
- Solarin, S.A. (2019). Convergence in CO<sub>2</sub> emissions, carbon footprint and ecological footprint: Evidence from OECD countries. *Environment Science Pollution Research*, 26(6). 6167-6181. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3993-8>
- Strazicich, M., List, C. ve August, J. (2003). Are CO<sub>2</sub> emission levels converging among industrial countries? *Environment Resource Economics*, 24 (3), 263–271.
- Świąder, M., Lin, D., Szebrański, S. Kazak, K. J., Iha, K., Hoof, J. V., Belčáková, I. ve Altiok, S. (2020). The application of ecological footprint and biocapacity for environmental carrying capacity assessment: A new approach for European cities, *Environmental Science & Policy*, (105), 56-74. <https://doi.org/10.1016/J.Envsci.2019.12.010>
- Syrovátka, M. (2020). On sustainability interpretations of the ecological footprint. *Ecological Economics*, (169), 106543. <https://doi.org/10.1016/J.Ecolecon.2019.106543>
- Tamburino, L. ve Bravo, G. (2021). Reconciling a positive ecological balance with human development: A quantitative assessment. *Journal of Ecological Indicators*, (129). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107973>
- Tillaguango, B., Alvarado, R., Dagar, V., Murshed, M., Pinzón, Y. ve Méndez, P. (2021). Convergence of the ecological footprint in Latin America: The role of the productive structure. *Journal of Environment Science Pollution Research*. 1–13.
- Topallı, N. (2021). Düşük gelirli ülkelerde kişi başına karbondioksit emisyonu durağanlığının test edilmesi: Doğrusal olmayan birim kök analizi. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 608-626. <https://doi.org/10.30784/epfad.899797>
- Ulucak, R. ve Apergis, N. (2018). Does convergence really matter for the environment? An application based on club convergence and on the ecological footprint concept for the EU countries. *Environment Science Policy*, (80), 21–27. <https://doi.org/10.1016/J.Envsci.2017.11.002>
- Ulucak, R. ve Lin, D. (2017). Persistence of policy shocks to ecological footprint of the USA. *Journal of Ecological Indicators*, (80), 337-343.
- United Nations Environment Programme. (2022, 21-26 Haziran). Convention on biological diversity. report of the open-ended working group on the post-2020 global biodiversity framework on its fourth meeting (s. 41-45). Nairobi, Kenya. <https://www.cbd.int/doc/c/3303/d892/4fd11c27963bd3f826a961e1/wg2020-04-04-en.pdf>
- Van Den Bergh, J. C. J. M. ve Verbruggen, H. (1999). Spatial sustainability, trade and indicators: An evaluation of the ‘ecological footprint. *Ecological Economics*, (29). 61–72.
- Wackernagel, M. (1994). *Ecological footprint and appropriated carrying capacity: A tool for planning toward sustainability* (Doctoral dissertation). University of British Columbia. USA. <https://doi.org/10.14288/1.0088048>
- Wackernagel, M. ve Rees, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. The new catalyst bioregional series, New Society Publishers.
- Wackernagel, M. ve Silverstein, J. (2000). Big things first: Focusing on the scale imperative with the ecological footprint. *Ecological Economics*. 32 (3), 391–394.
- World Population Review. (2023). World population statistics by country. <https://worldpopulationreview.com/>
- WWF. (2012). Türkiye’nin ekolojik ayakizi raporu. [https://www.footprintnetwork.org/content/images/article\\_uploads/Turkey\\_Ecological\\_Footprint\\_Report\\_Turkish.pdf](https://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf)
- WWF. (2022). Yaşayan gezegen raporu 2022-Doğa ile uyumlu bir toplum inşa etmek. Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. ve Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, İsviçre.

- Yilanci, V. ve Pata, U. K. (2020a). Are shocks to ecological balance permanent or temporary? Evidence from LM unit root tests, *Journal of Cleaner Production*, (276),124294. <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2020.124294>
- Yilanci, V. ve Pata, U. K. (2020b). Convergence of per capita ecological footprint among the ASEAN-5 countries: Evidence from a non-linear panel unit root test. *Ecological Indicators*, (113), 106178. <https://doi.org/10.1016/J.Ecolind.2020.106178>
- Yilanci, V., Gorus, M. S. ve Aydın, M. (2019). Are shocks to ecological footprint in OECD countries permanent or temporary? *Journal of Cleaner Production*, (212), 270–301. <https://doi.org/10.1007/s41742-021-00391-5>
- Yilanci, V., Ursavaş, U. ve Ursavaş, N. (2022). Convergence in ecological footprint across the member states of ECOWAS: Evidence from a novel panel unit root test. *Environment Science Pollution Research*, (29), 79241–79252. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21441>
- Yurtkuran, S. (2019). N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: Fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (2), 191-210.
- Zerbo, E. ve Darné, O. (2019). On the stationarity of CO<sub>2</sub> emissions in OECD and BRICS countries: A sequential testing approach. *Energy Economics*, (83), 319–332. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.07.013>