

ASEAN-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi

Ecological Footprint Convergence in ASEAN-5 Countries: SURADF and SURKSS Unit Root Test

Havanur ERGÜN TATAR¹

Öz

Ekolojik ayak izi, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisini gözlemlemede yardımcı olmaktadır. Özellikle sürdürülebilir çevre kavramının ve ülkelere ait çevre politikalarının önemi düşünüldüğünde, ekolojik ayak izi kapsamlı bir gösterge niteliğindedir. Bu çalışmada, çevre kirliliğini daha geniş perspektiften analiz etmek için CO₂ yerine, karbon ayak izi gösterge olarak tercih edilmiştir. Ayrıca ekolojik ayak izi yakınsaması, farklı bir yöntemle incelenmiştir. Bu noktada çalışmanın, literatüre katkı sunacağı beklenmektedir. Çalışmada ASEAN-5 ülkelerinde, ekolojik ayak izi yakınsaması analiz edilmektedir. Bunun için 1973-2017 dönemi seçilmiştir. Çalışmada, SURADF ve SURKSS birim kök incelemesi yapılmıştır. Analiz sonuna göre, incelenen tüm ülkelerde ekolojik ayak izinin durağan olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, ASEAN-5 ülkelerinde yakınsamanın geçerli olduğu ispatlanmıştır.

Jel Kodları: C23, Q57, Q40.

Anahtar Kelimeler: ASEAN-5, Ekolojik Ayak İzi, Yakınsama, SURADF, SURKSS.

¹ Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, havanurergun@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4284-9083.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Abstract

The ecological footprint is helpful for observing the impact of human activities on the environment. Especially considering the importance of the concept of a sustainable environment and the environmental policies of the countries, the ecological footprint is a comprehensive indicator. In this study, instead of CO₂, the carbon footprint is preferred as an indicator to analyze environmental pollution from a broader perspective. In addition, ecological footprint convergence is examined with a different method. At this point, it is expected that the study will contribute to the literature. In the study, ecological footprint convergence is analyzed in ASEAN-5 countries. For this, the 1973-2017 period is chosen. In the study, SURADF and SURKSS unit root analyses are performed. According to the end of the analysis, it has been determined that the ecological footprint is stable in all countries examined. In other words, convergence has proven to be valid in ASEAN-5 countries.

Jel Codes: C23, Q57, Q40.

Keywords: ASEAN-5, Ecological Footprint , Convergence , SURADF, SURKSS.

1. Giriş

Fosil yakıtlar insanlığın endüstriyel enerji üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu durum, başta karbondioksit olmak üzere birçok zararlı maddenin ve sera gazının artmasına neden olmaktadır. Ekosistemde oluşan ve geri dönüşü mümkün olmayan hasarlar, kirlenici faaliyetler ve nüfus artışıyla kalıcı hale gelmektedir (Meadows vd., 1972: 71-72). Yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlılığın artması, iklim değişikliği ve enerji güvensizliği ülkeleri alternatif enerji kaynakları bulmaya yöneltmiştir (Bhat, 2018:35515).

Sürdürülebilirlik kavramı yaşam biçimine ilişkin kesintisizliği ifade ederken, “Ekolojik sürdürülebilirlik” kavramı ise, doğada üretilebilen kaynakların insanlar tarafından kullanılan yenilenebilir kaynaklardan fazla olmasını ifade etmektedir. Bu noktada, ekolojik ayak izi ekolojik sürdürülebilirliği ölçen önemli bir gösterge niteliğindedir (WWF, 2012:12). Ekolojik ayak izi göstergeleri, karbon tutma ayak izi, tarım arazisi ayak izi, orman ayak izi, otlak ayak izi, yapılaşmış alan ayak izi ve balıkçılık sahası ayak izinden oluşmaktadır (WWF, 2012:9).

Literatürde insan faaliyetlerinin ekolojik sonuçlarını ele alan çalışmaların sayısı, geçmişte az olmasına rağmen son dönemde artmaya başlamıştır. Ancak çevre bozulmasını ele alan çalışmaların büyük çoğunluğu, kirlilik üzerine odaklanmaktadır. Bu noktada, yakınsama sorununun değerlendirilmesinde, çevresel bozulmayı daha kapsamlı açıdan ele alması açısından ekolojik ayak izi önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

Çevresel bozulmanın kapsamlı göstergelerinden biri olan ekolojik ayak izi, bu çalışmada ele alınmıştır. Ekolojik ayak izi yakınsaması ASEAN-5 ülkelerinde (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) araştırılmıştır. Çalışmada 1973-2017 dönemi veriler ele alınmıştır. Çalışmada, çevresel bozulmanın bir göstergesi CO₂ emisyonu yerine karbon ayak izi farklı yöntemle araştırılmıştır.

Güney Doğu Asya Uluslar Birliği (ASEAN) ekonomik entegrasyonlardan biridir. ASEAN belli coğrafi bölgeye dair gelişmekte olan ülkelerin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. 1967’de Tayland, Malezya, Singapur, Endonezya ve Filipinler tarafından kurulan ASEAN’a Kamboçya,



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Myanmar, Laos, Brunei ve Vietnam dahil olmuştur (Alkan & Kocabaş, 2020:139). ASEAN bölgesinde artan nüfusa kentsel gelişme eşlik etmektedir. 2050 yılında ASEAN'daki mevcut kentsel nüfusun, toplam nüfusa oranının %63'e ulaşması beklenmektedir. Buna bağlı olarak, kentleşen bölgeler sera gazı kaynakları olarak görülmektedir. ASEAN bölgelerinde CO₂ emisyonunun 2014'ten 2025'e %61 yükseleceği düşünülmektedir (Fifth ASEAN State of the Environment Report, 2017:18). Çevre sorunlarının önemli risk oluşturduğu ASEAN ülkeleri çalışma örnekleme açısından önem arz etmektedir. Bu noktada, Güneydoğu Asya Uluslar Birliğinde bulunan 5 üye ülke (ASEAN-5) analiz edilmiştir. Ampirik literatürde, ekolojik ayak izi çalışmalarının CO₂ emisyonu çalışmalarına nazaran daha kısıtlı olması ve konunun farklı yöntemle ele alınması çalışmayı önemli kılmaktadır.

Çalışma teorik çerçeve, ampirik literatür ve analiz kısmından oluşmaktadır. İlk bölümde, konuya dair teorik çerçeve çizilmektedir. İkinci bölümde, literatürde yer alan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Son bölümde ise, kullanılan analiz ve politika çıkarımlarına yer verilmiştir.

2. Teorik Çerçeve

Çevresel bozulma, insan refahı ve ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle atmosferde sera gazlarının birikmesi hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde çevre bozulmasını ön plana çıkarmıştır. Birçok ülkede büyük ölçüde yenilenemeyen enerji kullanımıyla karşılanan hızlı sanayileşme süreci, çevresel bozulmayı şiddetlendirmekte ve uzun vadeli ekonomik kalkınmayı etkilemektedir (Solarin, 2019:6167).

Yakınsama hipotezi Solow'un (1956) neoklasik büyüme modeline dayanmaktadır. Teoriye göre, yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasındaki gelir farkı zamanla azalmaktadır. Mankiw, Romer & Weil (1992) ve Barro & Sala-i-Martin (1992)'in çalışmalarından sonra yakınsama analizleri yaygınlaşmıştır. Mankiw, Romer & Weil (1992)'in literatüre sağladığı en önem katkı, Solow-Swan modeline insan sermayesini eklemek suretiyle gelir farklılıklarını koşullu yakınsama ile izah etmektedir.

Yıllar itibarıyla yakınsama olgusuna bakış ve literatür değişmiştir. Özellikle 1980 yılı ortalarına gelindiğinde, yapılan ampirik çalışmalar sonucunda Solow-Swan modelinin yaptığı yakınsamaya öngörüsünde değişiklik yaşanmıştır. Çeşitli ülkelerin ele alınıp incelendiği analizler sonucunda, Solow-Swan modeli doğrulanamamıştır (Islam, 2003: 312). Yakınsama olgusunda yaşanan başarısızlık sonucunda Barro (1989) çalışmasında, neoklasik modelde yer alan emek ve fiziksel sermayeye yer vermemiştir. Barro (1989) çalışmasında önemli olan kavram ise, insan sermayesidir.

Romer (1986), Lucas (1988), Jones & Manuelli (1990) ve Kelly (1992) tarafından geliştirilen yeni büyüme teorileri, teknolojiyi içsel olarak kabul etmektedir. Ayrıca insan sermayesi, fiziksel sermaye ve inovasyon büyümede etkili olan değişkenlerdendir. Söz konusu teorilere göre, tüm ülkeler ortak kişi başı dengeye ulaşamayabileceklerdir.

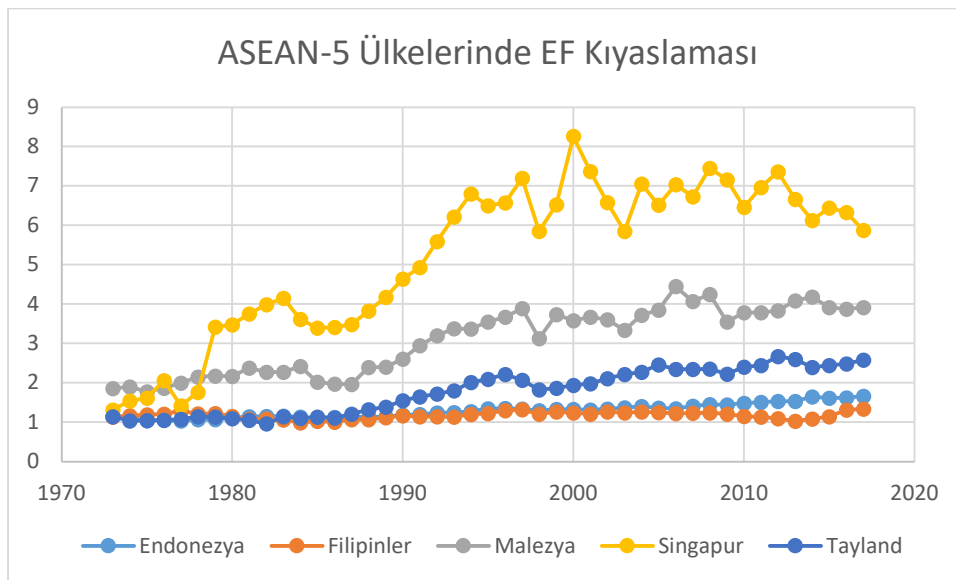
Yakınsama teorisinden yola çıkılarak çevresel yakınsama, ekonomik yakınsamaya benzer şekilde analiz edilmektedir. Yani, ülkelere ait çevre kalitesinin zaman içinde yakınsayacağı varsayımı “çevresel yakınsamay” ifade etmektedir (Brock & Taylor 2003:2). Yakınsama kavramı, kişi başına düşen karbondioksit emisyonlarının zaman geçtikçe daha eşit hale geldiğini ifade etmektedir. Buna karşın iraksama olgusu, karbondioksit emisyonlarının ülkeler arasında gün geçtikçe daha fazla yayıldığını ifade etmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda, bu tür emisyonlarda yakınsama veya iraksama konusu araştırılmıştır. Bu noktada önemli olan bir diğer konu, ekonomik faktörler, coğrafi faktörler veya enerji kaynaklarının yığılması nedeniyle, ülkelerin belirli bir durağan duruma yakınlaşabileceği olgusudur (Herrerias, 2013:1141). Yakınsama olgusunun varlığı, küresel çapta izlenecek politikalar bağlamında ipucu sunmaktadır. Konuya dair ampirik literatüre bakıldığında, kimi ülkelerde yakınsama söz konusu iken, kimi ülkelerde yakınsama söz konusu değildir. Bu durum, çevreye dair ortak çevre politikaların uygulanıp uygulanamayacağına dair bilgi vermektedir.

Ekolojik ayak izi yakınsaması, ülkeler arasında var olan çevre kirlilik farkının zamanla azalmasına neden olacaktır. Yani diğer bir deyişle, zamanla ülkeler arasında yakınsama olacaktır. Bu noktada, ekolojik ayak izinin durağanlık özelliklerinin farklı ülke grupları için çeşitli yöntemlerle test edilmesi önem arz etmektedir (Yılancı & Pata, 2020: 106178).

Doğal sermaye veya kaynaklara olan talep ekolojik ayak izini ifade ederken, söz konusu sermayenin veya kaynakların arzı biyokapasiteyi ifade etmektedir. Burada arzu edilen ya da beklenen durum, biyokapasitenin, ekolojik ayak izine eşit ya da ekolojik ayak izinden büyük olmasıdır. Biyokapasitenin ekolojik ayak izinin üzerinde ise biyolojik açık oluşurken; tersi durumda ekolojik açık oluşmaktadır (Yurtkuran, 2020:193).

Aşağıda yer alan grafikde ASEAN-5 ülkelerine ait 1973-2017 dönemine ait kişi başına düşen ekolojik ayak izi gösterilmektedir.

Grafik 1: ASEAN Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi (EF) Karşılaştırması



Kaynak: <http://data.footprintnetwork.org/#/>



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Grafik 1’de yer alan kişi başına düşen ekolojik ayak izine (EF) göre, Endonezya ve Filipinler’de, neredeyse yatay görünümle en küçük değerlere sahiptir. 1973 yılı sonrası Tayland’da seyreden yatay görünüm, 1987 yılı ve sonrasında artış trendine girmiştir. Singapur ve Malezya’nın en yüksek değerlere sahip ülkeler olduğu görülmektedir. ASENAN-5 içinde Singapur’un en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Singapur’da EF’nin en yüksek değere 2000 yılında ulaştığı görülmektedir. 2017’deki EF’nin, 1973 yılından fazla olduğu görülmektedir.

Son yıllarda ASEAN-5 ülkelerinin büyüme oranları hızla artmaktadır. Bunun bir sonucu olarak söz konusu ülkelerde çevre baskısı yükselmekte buna bağlı olarak da çevre kirliliği artmaktadır. Bundan dolayı ülkelerde “ekolojik açık” oluşmaktadır. Bu durum, ekolojik ayak izi durağanlığının incelenmesini gerekli kılmaktadır.

3. Ampirik Literatür

Literatürde yer alan çalışmaların büyük bölümünde, CO₂ emisyonu yakınsamasının ele alındığı görülmektedir. Bu noktada, en fazla AB, OECD, ABD, Çin gibi ülke veya ülke grupları örneklem olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak ASEAN-5 ülkeleri incelenmiştir.

Son dönemdeki çalışmalara bakıldığında, ekolojik ayak izinin çevresel bozulmaları daha geniş kapsamlı ele alması sebebiyle, daha yoğun incelendiği görülmektedir. Bu nedenle, çalışmaya dair ampirik literatür CO₂ emisyonu yakınsaması ve ekolojik ayak izi yakınsaması olarak iki kategoride incelenmiştir. CO₂ emisyonu yakınsamasına ilişkin ampirik çalışmalar şunlardır:

CO₂ emisyonu yakınsamasına ilişkin ampirik literatürde yer alan çalışmaların büyük kısmında örneklem OECD, G7, G18 gibi ülke gruplarından oluşmaktadır. Buna karşın, çalışmaların diğer bölümünde seçilmiş ülkeleri ele alan çalışmalar yer almaktadır. Ezcurra (2007), Li & Lin (2013) ve Yazıcı & Çil (2021) çalışmaları bu grupta sayılabilir.

Ezcurra (2007) çalışmasında, 1960–1999 dönemi verileri kullanarak kişi başına CO₂ emisyonu yakınsamasını incelemiştir. 87 ülkenin ele alındığı çalışma neticesinde, yakınsamanın varlığı ortaya konulmuştur. Buna karşın Li & Lin (2013) çalışmalarında, 110 ülkeyi içeren tam örneklemde mutlak yakınsamaya dair çok az kanıt ulaşılmıştır. Yani 1971-2008 döneminin ele alındığı çalışmada, tam olarak mutlak yakınsama varlığı ortaya konulamamıştır. Yazıcı & Çil (2021) çalışmalarında, Avrupa ülkelerinde CO₂ emisyonu yakınsamasını araştırmışlardır. 1965-2019 dönemi verileri Fourier koentegrasyon yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışma neticesinde, Türkiye, Romanya, Norveç, Hollanda, Lüksemburg, Finlandiya, Danimarka, Çekya, Bulgaristan ve Avusturya’ya ait kişi başı CO₂ emisyonu ile Avrupa’daki ortalama kişi başı CO₂ emisyonu arasında koentegre ilişkisi doğrulanırken; İngiltere, İsviçre, İspanya, Slovakya, Portekiz, Polonya, İtalya, İrlanda, Macaristan, Almanya ve Kıbrıs’ta söz konusu ilişkisi doğrulanamamıştır.

CO₂ emisyonu yakınsamasında diğer kategoride yer alan çalışmalar şu şekildedir:

Aslan (2009) çalışmasında, Merkezi ve Güney Amerika, Merkezi Avrupa, Merkezi Asya, Afrika, Orta Doğu, Uzak Doğu, Okyanusya ve Batı Avrupa ile Kuzey Amerika ülkeleri arasında kişi başı CO₂ emisyonları kalıcılığı ile yakınsamasını analiz etmiştir. 1950–2004 dönemi verilerin ele



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

alındığı çalışmada, panel birim kök testiyle söz konusu değişkenin, birim köklü olduğu ortaya konulmuştur.

Jobert vd. (2010) çalışmalarında, 1971-2006 dönemi için CO₂ emisyonu yakınsamasını incelemişlerdir. Çoğunlukla OECD üyesi olan 22 ülkedeki yakınsama analizi neticesinde, mutlak yakınsama ve koşullu yakınsama için kanıtlara ulaşılmıştır.

Barassi vd. (2011) çalışmalarında, CO₂ emisyonu yakınsamasını 18 OECD ülkesi için incelemişlerdir. Kesirli entegrasyon yaklaşımının ele alındığı çalışmada, 1870-2004 dönemi incelenmiştir. Yapılan analiz neticesinde, 3 ülkede kısmi entegrasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yavuz & Yılandı (2013) çalışmalarında, 1960–2005 dönemi için G7 ülkelerine ait kişi başına düşen CO₂ emisyonu yakınsamasını araştırmışlardır. Panel TAR veri analizinin kullanıldığı çalışma neticesinde, birinci rejimde koşullu yakınsama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmed vd. (2017) çalışmalarında, 162 ülke için CO₂ emisyonu yakınsamasını incelemişlerdir. 1960-2010 döneminin ele alındığı çalışma neticesinde, 38 ülkede (5 düşük gelirli, 13 orta gelirli, OECD dışı 2 yüksek gelirli ve 18 yüksek gelirli OECD kapsamında ülkelerde) yakınsamanın varlığı doğrulanmıştır.

Lin vd. (2018) çalışmalarında, CO₂ emisyonu yakınsamasını incelemişlerdir. 1950-2013 dönemi verilerinin ele alındığı çalışmada, G18 ülkeleri ele alınmıştır. Çalışma neticesinde, ülkelerin beşinde (Hindistan, Almanya, Kanada, Brezilya ve Avustralya) yakınsama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Churchill, Inekwe & Ivanovski (2020) çalışmalarında, yükselen piyasa ekonomilerinde 1921-2014 dönemi için kişi başına göreli CO₂ emisyonundaki stokastik yakınsamayı araştırmışlardır. LM ve RALS-LM birim kök testlerinin kullanıldığı çalışma neticesinde, incelenen on yedi ülkeden on biri için stokastik yakınsama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ekolojik ayak izi yakınsaması dair ampirik literatür, CO₂ emisyonu yakınsamasında olduğu gibi örneklem grubu bakımından iki farklı kategoriye ayrılabilir. İlk grupta yer alan çalışmalarda örneklemi seçilmiş ülkeler oluştururken; ikinci grupta yer alan çalışmalarda örneklemi OECD, N11, G7 gibi ülke grupları oluşturmaktadır. Buna göre ilk grupta yer alan çalışmalar şunlardır:

Haider & Akram (2019) çalışmalarında, 1961–2014 dönemini kapsayan 77 ülkeden oluşan örneklem için kişi başına ekolojik ayak izinin ve kişi başına karbon ayak izinin yakınsama hipotezini araştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda kulüp yakınsaması hipotezini destekleyen kanıtlara ulaşılmıştır.

Özcan vd. (2019) çalışmalarında, yüksek gelirli ülkelerde ekolojik ayak izinin yakınsamasını araştırmışlardır. Panel birim kök testlerinin kullanıldığı çalışma neticesinde, ekolojik ayak izi yakınsamasının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Erdoğan & Okumuş (2021) çalışmalarında, farklı gelir grupları için ekolojik ayak izi yakınsamasının varlığını araştırmışlardır. 1961-2016 döneminin ele alındığı çalışma neticesinde, kulüp yakınsamasının varlığı ortaya konulmuştur.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Tillaguango vd. (2021) çalışmalarında 16 Latin Amerika ülkesi için ekolojik ayak izinin yakınsamasını araştırmışlardır. 1990-2016 dönemi verilerinin ele alındığı çalışma neticesinde, kulüp yakınsamanın varlığını destekler kanıtlara ulaşılmıştır.

Diğer grupta yer alan çalışmalar şunlardır:

Solarin (2019) çalışmasında, CO₂ emisyonları, karbon ayak izi ve ekolojik ayak izi yakınsamasını araştırmıştır. 27 OECD ülkesi için yapılan regresyon analizi sonucunda, kişi başına CO₂ emisyonları için 12 ülkede, kişi başına karbon ayak izi için 15 ülkede ve ayrıca kişi başına ekolojik ayak izi için 13 ülkede koşullu yakınsama olduğunu ortaya konulmuştur.

Yılcı & Pata (2020) çalışmalarında, ASEAN-5 ülkeleri arasında 1961-2016 dönemi için kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsamasını araştırmışlardır. Panel TAR veri analizinin kullanıldığı çalışma neticesinde, Endonezya, Malezya, Filipinler, Tayland ve Vietnam'da mutlak yakınsamayı destekler kanıtlara ulaşılmıştır. Bu durum, ASEAN-5 ülkelerinde çevresel bozulmayı önlemek için ortak politikalar uygulamasının önemini ortaya koymaktadır.

Yurtkuran (2020) çalışmasında, N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsamasının varlığını araştırmıştır. 1971-2016 döneminin ele alındığı çalışmada Fourier durağanlık testleri ile yakınsamanın varlığı analiz edilmiştir. Çalışma neticesinde, Vietnam, Güney Kore, Nijerya, Meksika, İran, Mısır, Bangladeş ve Türkiye'de çevresel kirlilikte oluşan şokların etkisinin kalıcı olduğu ortaya konulmuştur.

Işık vd. (2021) çalışmalarında, ABD, Kanada ve Meksika'yı içeren USMCA (Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması) ülkeleri için 1961-2016 dönemi için kişi başına düşen ekolojik ayak izinin yakınsamasını araştırmışlardır. TAR (eşik otoregresif) panel birim kök testinin yöntem olarak tercih edildiği çalışma neticesinde, ikinci rejimde ekolojik ayak izi yakınsaması olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yılcı, Görüş & Solarin (2021) çalışmalarında, 1961-2016 döneminde G7 ülkelerinde kişi başına karbon ve ekolojik ayak izlerinin yakınsamasını araştırmışlardır. Fourier Threshold birim kök testi neticesinde, mutlak yakınsama hipotezinin G7 ülkelerinde her iki rejim için de geçerli olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.

4. Analiz

Analiz başlığı altında, öncelikle yöntem ve veri setine dair bilgi verilecektir. Daha sonra çalışmada kullanılan yöntem hakkında detaylı bilgi verildikten sonra analiz sonuçlarına yer verilecektir.

4.1. Yöntem ve Veri Seti

Çalışmada analiz yöntemi olarak SUR modeli temelli panel birim kök testleri kullanılmıştır. SURADF ve SURKSS birim kök testleriyle ekolojik ayak izi yakınsaması sınanmıştır. Veriler 1973-2017 dönemini (yıllık) kapsamaktadır. Çalışmadaki zaman aralığı, ülkelerin veri durumuna göre tercih edilmiştir. Kişi başına düşen ekolojik ayak izi, ekolojik ayak izi yakınsamasını test etmek için tercih edilmiştir. Söz konusu veri, Global Footprint Network veri tabanından temin edilmiştir. Analizler ASEAN-5 (Endonezya, Filipinler, Malezya, Singapur ve Tayland) ülkeleri için

yapılmıştır. ASEAN-5 ülkelerinde 2016 yılı sonrasında, ekolojik ayak artmıştır. Bu durum, söz konusu ülkeler açısından uygulanacak etkin politika önlemleri noktasında ekolojik ayak izinin durağanlığının analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca ekolojik ayak izi çalışmalarının bu ülke grubu için daha kısıtlı olması, çalışma örnekleminin belirlenmesinde etkili olmuştur.

4.2. SURADF Birim Kök Testi

Breuer vd. (2001, 2002) çalışmalarında SURADF birim kök testini ortaya koymuşlardır. SURADF birim kök testinde otokorelasyon ve değişen varyans dikkate alınmaktadır. Paneli meydana getiren birimler için tek tek denklem oluşturularak, her bir birime ait hipotez meydana getirmektedir.

SURADF testine ait söz konusu denklemler aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 + (\rho_1 - 1)y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_1} \delta_i \Delta y_{1,t-i} + \mu_{1,t} \quad (1)$$

$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2 + (\rho_2 - 1)y_{2,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_2} \delta_i \Delta y_{2,t-i} + \mu_{2,t} \quad (2)$$

·
·
·

$$\Delta y_{N,t} = \alpha_N + (\rho_N - 1)y_{N,t-1} + \sum_{i=1}^{\rho_N} \delta_i \Delta y_{N,t-i} + \mu_{N,t} \quad (3)$$

SUR modelindeki test istatistikleri standart olmayan dağılımlara sahip olduğundan, kritik değerler Monte Carlo simülasyonları aracılığıyla üretilmektedir. Monte Carlo simülasyonlarında, gecikmeli farklar ve kovaryans matrisi, SUR tahmininden elde edilmektedir (Liao, Huang & Wang, 2011:681).

4.3. SURKSS Birim Kök Testi

Verilerin meydana geldiği süreç doğrusal olmadığı zaman, doğrusal birim kök testlerini tercih etmek sonuçların yanlı olmasına neden olabilir (Yılancı, 2012:382). Bu noktada, Wu & Lee (2009) göre, doğrusal olmayan panel birim kök testleri daha güçlü olmaktadır. Wu & Lee (2009) tarafından literatüre kazandırılan bu testte, SUR prosedürü ile serilerde doğrusal olmayan yapıya vurgu yapılmıştır. Bu testte, SURADF panel birim kök testinde ele alınan ADF denklemleri yerine, Kapetanios vd. (2003) çalışmalarında önerdiği doğrusal olmayan regresyon formu tercih edilmiştir.

SURKSS birim kök testine ait model şu şekilde gösterilmektedir (Wu & Lee, 2009, 592):

$$\Delta y_{k,t} = \alpha_k + \beta_k y_{k,t-1} + \sum_{j=1}^{\rho_k} \phi_{kj} \Delta y_{k,t-j} + \varepsilon_{k,t} \quad (4)$$

$$t = 1, 2, \dots, T \quad \text{ve} \quad k = 1, 2, \dots, N.$$

Breuer vd. (2002), boş ve alternatif hipotezi analiz etmek için $SURAFDF^k$ istatistiklerini ortaya koyarak, hipotezleri şu şekilde ifade etmişlerdir:

$$H_0^k: \beta_k = 0$$

$$H_1^k: \beta_k < 0$$

Kapetanios vd. (2003), aşağıdaki yer alan yardımcı denklemden yararlanmışlardır:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^{\rho} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Kapetanios vd. (2003), doğrusal olmayan birim kök testini bir panel çerçevesine genelleştirmek bir paneldeki her seri için durağanlığın analiz edilmesine imkan tanımak için aşağıdaki denklemler dikkate alınmaktadır.

$$\Delta y_{k,t} = \delta_k y_{k,t-1}^3 + \sum_{j=1}^{\rho_k} \eta_{k,j} \Delta y_{k,t-j} + \varepsilon_{k,t}, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

Yukarıda yer alan eşitlik tahmin edildikten sonra, $\hat{\delta} = 0$ hipotezine dair t istatistiği durağanlığın test edilmesi için meydana getirilir (Wu & Lee, 2009, 593).

4.4. Analiz Sonuçları

Literatürde yer alan çalışmalarda genellikle, SURADF ve SURKSS testleriyle yakınsama hipotezinin sınındığı görülmektedir. Örneğin Konat, Gökçe & Kızılkaya (2019) çalışmalarında AB ülkelerindeki yakınsama hipotezini SURADF ve SURKSS testleriyle test etmiştir. Bu çalışmada da ekolojik ayak izi yakınsaması, SURADF ve SURKSS panel birim kök testleriyle analiz edilmiştir. Çalışmaya dair analiz sonuçlarına Tablo 1 ve Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 1’de ASEAN-5 ülkelerine ait doğrusal SURADF test sonuçları gösterilmektedir. Buna göre, boş hipotez %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde reddedilememiştir. Yani hiçbir ülkede karbon ayak izi durağan bulunamamıştır.

Tablo 1: SURADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Test İstatistiği	%1	%5	%10
<i>Endonezya</i>	-2.951	-5.679	-4.911	-4.576
<i>Malezya</i>	-2.518	-6.094	-5.360	-5.015
<i>Filipinler</i>	-2.545	-5.784	-4.977	-4.524
<i>Singapur</i>	-2.271	-6.023	-5.281	-4.868
<i>Tayland</i>	-3.380	-4.843	-4.198	-3.844

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 göre anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Kritik değerler 10.000 Bootstrap döngüyle elde edilmiştir.

Tablo 2’de ASEAN-5 ülkelerine ait doğrusal olmayan SURKSS test sonuçları gösterilmektedir. Buna göre, boş hipotez %1 anlamlılık düzeylerinde reddedilmiştir. Yani test istatistikleri ile kritik değerler kıyaslandığında sıfır hipotezinin reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle, ASEAN-5 ülkelerinin tamamının durağan bir yapı sergilediği ortaya konulmuştur.

Tablo 2: SURKSS Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Test İstatistiği	%1	%5	%10
<i>Endonezya</i>	-5.111***	-2.600	-1.790	-1.377
<i>Malezya</i>	-6.202***	-2.754	-1.708	-1.295
<i>Filipinler</i>	-3.500***	-2.393	-1.645	-1.257
<i>Singapur</i>	-6.917***	-2.299	-1.678	-1.324
<i>Tayland</i>	-6.457***	-2.543	-1.651	-1.327

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 göre anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Kritik değerler 10.000 Bootstrap döngüyle elde edilmiştir.

Literatüre bakıldığında, doğrusal olmayan tekniklerin doğrusal tekniklere kıyasla daha üstün performans sergilediği kabul edilmektedir. Bu noktada, sabit bir seriye ait ayarlama sürecini yanlışsız bir şekilde tahmin etmede ve durağan süreçleri tespit etmede doğrusal olmayan tekniklerin daha başarılı olduğu kabul edilmektedir (Konat, 2021:1730). Bu bakış açısı doğrultusunda, ASEAN-5 ülkelerinde ekolojik ayak izinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Diğer bir deyişle ASEAN-5 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması söz konusudur.

5. Sonuç

İnsan faaliyetlerinin çevre üzerinde yarattığı baskı, çevre kirliliği ile birlikte, geri dönülmez bir noktaya gelmesine sebep olmaktadır. Bu noktada çevre kirliliğini ele alan çalışmaların büyük bölümü CO₂ salınımını incelemektedir. Ancak bu değişken çevre kirliliğini incelemeye tek başına yetersiz kalmaktadır. Çünkü petrol stokları, madencilik ve arazi kullanımı gibi diğer faaliyetlerde çevreye zarar vermektedir. Bu sebeple, çevresel sürdürülebilirlik faaliyetlerini analiz etmek için, karbon ayak izi incelenmektedir (Yurtkuran, 2020:204).

Bu çalışmada, ASEAN 5 ülkeleri için ekolojik ayak izi yakınsaması analizi yapılmıştır. 1973-2017 döneminin ele alındığı çalışmada, SURADF ve SURKSS birim kök testi yapılmıştır. Doğrusal SURADF ve doğrusal olmayan SURKSS testi sonuçları raporlanmıştır. SURADF birim kök testi sonucunda, hiçbir ülkede yakınsama tespit edilmemiştir. SURKSS birim kök testi sonucuna göre ise, ülkelerin tamamının durağan bir yapı sergilediği ortaya konulmuştur. Yani söz konusu ülkelerde, yakınsamanın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Günümüzde insanlık önündeki en ciddi tehditlerin başında, iklim değişikliği ve küresel ısınma gelmektedir. Bu noktada, dünyadaki tüm ülkeler için sera gazı azaltılması, yenilenemeyen enerji kaynaklarının azaltılması ve yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının ikame edilmesi,



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

çevre kirliliğinin azaltılması konuları önemli hale gelmektedir. Ancak bu noktada, izlenecek politikaların küresel çapta olması ve sorunlara küresel boyutta çözüm aranması gerekmektedir. Dolayısıyla etkin politikaların hayata geçirilmesi, ülkeler bazında değil küresel bazda zaruriyet haline gelmiştir. Yakınsama olgusu ve bu olgunun ampirik olarak araştırılması ortak çevre politikaları etkinliğine yönelik dayanak oluşturmaktadır. Ahmed vd. (2017) çalışmalarında, CO₂ emisyonlarını azaltılması noktasında uluslararası iş birliği mekanizmalarının geliştirilmesinin önemi vurgulamışlardır. Bununla birlikte çalışmalarında, çevreye yönelik ortak politikaların izlenmesi gerektiğinin önemine değinmişlerdir.

Çevre kirliliğinin kontrol altına alınması noktasında, ülkeler arası ortak çabalar son derece önemlidir. Çevresel kalite anlayışında yaklaşan ülkelerde, ortak çevre politikaları gibi uluslararası iş birliği mekanizmaları geliştirmesi gerekmektedir (Bilgili & Ulucak, 2018:35413). Ekolojik ayak izinin ekosistem üzerindeki rolünün doğru değerlendirilmesi ve ülkeler arasındaki farklılıkları göz önüne alan çevre ve enerji politikalarının geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu noktada yakınsama olgusu, literatürde çoğu çalışmadan farklı olarak ekolojik ayak izinin analizi üzerinden açıklanmaya çalışılmıştır. Yine çalışmanın örneklem ve analiz yöntemi açısından konuya dair ampirik literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Çevre sorunlarının önemli risk teşkil ettiği ASEAN ülkeleri çalışma örneklemini oluşturmaktadır. Bu noktada, Güneydoğu Asya Uluslar Birliğinde bulunan 5 üye ülke (ASEAN-5) analiz edilmiştir.

Çevresel bozulmaların etkisini araştırmaya yönelik literatürde yer alan çalışmalardan Li & Lin (2013) çalışmalarında tam olarak mutlak yakınsamanın varlığı ortaya konulamazken, Yazıcı & Çil (2021) çalışmalarında, kişi başı CO₂ emisyonu ile Avrupa'daki ortalama kişi başı CO₂ emisyonu arasında koentegre ilişki İngiltere, İsviçre, İspanya, Slovakya, Portekiz, Polonya, İtalya, İrlanda, Macaristan, Almanya ve Kıbrıs'ta doğrulanamamıştır. Buna karşın çalışma sonuçları itibarıyla, yakınsamanın olgusunun varlığını ortaya koyan literatürdeki diğer çalışmaları destekler niteliktedir. Solarin (2019), Yılcı & Pata (2020), Işık vd. (2021) ve Yılcı, Görüş & Solarin (2021) çalışmaları sonuçları itibarıyla benzer çalışmalardan bazılarıdır. Çalışmanın literatürdeki çoğu çalışmayı destekler nitelikte olması, çevresel bozulmayı önlemek için ortak politikalar uygulamasının önemini ortaya koymaktadır.

Yakınsama olgusunun varlığı, çevre korunmasına ilişkin küresel politikalara vurgu yapmaktadır. Küresel politikalar bağlamında, doğal kaynakların yoğun kullanımının azaltılması ve ekonomik verimliliğinin artırılmasına yönelik uygulamalar ve adımlar atılmalıdır. Özellikle sürdürülebilir büyümeye katkı sağlayan yeni stratejilerle, çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlanmalıdır. Ayrıca karbon vergisi uygulamaları, ar-ge yatırımlarının artırılması ve enerji kaynaklarında fosil yakıt oranlarının azaltılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması başlıca hayata geçirilecek uygulamalar arasında yer almaktadır.

Uluslararası Para Fonu'nun tahminleri, iklim değişikliğinin Güneydoğu Asya'nın genel GSYİH'sini %11'in üzerinde azaltabileceğini öngörmektedir (Prakash, 2018:22). Bu durum iklim değişikliğine en duyarlı bölgeler arasında yer alan Güneydoğu Asya'da, emisyonları azaltma noktasında çevre politikalarının önemini gözler önüne sermektedir.

ASEAN ülkelerinde emisyonların azaltılması ve sürdürülebilir endüstri için çeşitli çabalar oluşturulsa da (ASEAN enerji merkezi ve Kuala Lumpur ulaşım stratejik planı gibi), çevresel



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

performansları diğer bölgelerin altında kalmaktadır. Bu durum, daha agresif politikaların gerekliliğini ortaya koymaktadır (Ding & Beh, 2022:15).

ASEAN ülkelerine olumlu iklim senaryolarının gerçekleşmesi tarım ve enerji sektörleri gibi kilit sektörlerde performansa bağlıdır. Ormansızlaşmanın en büyük itici güç olduğu tarım sektöründeki yüksek karbon ayak izi, önemli kavram haline gelmektedir. Ekolojik ayak izi kavramının ASEAN ülkelerindeki rolü düşünüldüğünde, toplumsal farkındalığın artırılması konularında araştırma çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu noktada, yükseköğretim kurumlarının geleceği şekillendirmedeki öneminden hareketle, üniversiteler çevre koruma, ekolojik ayak izi ve sürdürülebilirlik yönetim sisteminin geliştirilmesine katkı sağlamalıdır. Devlet çalışanlar ve topluma yönelik çevre eğitimi programlarının uygulanmasını yaygınlaştırmalıdır. Bununla birlikte, aşırı tüketimin yaratacağı olumsuzlukları göz önüne alan programlara da öncelik verilmelidir. Kalite, sürdürülebilirlik ve sosyal sorumluluk bilinci kavramlarının, kurumların izlediği politikalara daha fazla entegre edilmek suretiyle etkinliği arttırılmalıdır.

Uygulanacak politikalarla fosil yakıt kullanımını azaltacak politikalara öncelik verilmelidir. ASEAN-5 ülkelerinde özellikle 2016 yılı sonrasında artan karbon ayak izinin azaltılması için, yenilenebilir enerji kullanımının devletin izleyeceği politikalarla teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu noktada, politika yapıcılarının kullanılan enerjinin kaynağına göre emisyonları bilmesini son derece önemlidir. Ancak bu durumda, iklim değişikliğini önlemek için alternatif enerjilerin kullanımına yönelik politikalar tasarlanabilmektedir.

Kaynakça

- Ahmed, M., Khan, A. M., Bibi, S. & Zakaria, M. (2017). Convergence Of Per Capita CO2 Emissions Across the Globe: Insights Via Wavelet Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 86-97.
- Alkan, G. & Kocabaş, C. (2020). ASEAN Ülkeleri İhracatına Ait Sosyal Ağ Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (41), 138-149.
- ASEAN Secretariat. (2017). Fifth ASEAN State of the Environment Report.
- Aslan, A. (2009). Kişi Başına Karbondioksit Emisyon Yakınsama Analizi: 1950-2004. *Ege Academic Review*, 9(4), 1427-1439.
- Barassi M. R., Cole M. A. & Elliott R. J. (2011). The Stochastic Convergence of CO2 Emissions: A Long Memory Approach. *Environ Resour Econ*, 49(3), 367–385.
- Barro, R. (1989). Economic Growth in A Cross-Section of Countries. *NBER Working Papers 3120*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass.
- Barro, R. J. & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223–251.
- Bhat, J. A. (2018). Renewable And Non-Renewable Energy Consumption—Impact on Economic Growth And CO2 Emissions In Five Emerging Market Economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 35515-35530.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

- Bilgili, F. & Ulucak, R. (2018). Is There Deterministic, Stochastic, and/or Club Convergence in Ecological Footprint Indicator Among G20 Countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(35), 35404-35419.
- Breuer, J. B., McNown, R. & Wallace, M. (2002). Series-Specific Unit Root Tests with Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64(5), 527-546. doi:10.1111/j.1467-9396.2006.00588.x
- Breuer, J. B., McNown, R. & Wallace, M. S. (2001). Misleading Inferences from Panel Unit-Root Tests with an Illustration from Purchasing Power Parity. *Review of International Economics*, 9(3), 482-493. doi: 10.1111/1467-9396.00294
- Brock, W. A. & Taylor, M. S. (2003). The Kindergarten Rule of Sustainable Growth. *NBER No. Working Paper 9597*, Massachusetts.
- Churchill, S. A., Inekwe, J. & Ivanovski, K. (2020). Stochastic Convergence In Per Capita CO2 Emissions: Evidence from Emerging Economies, 1921–2014. *Energy Economics*, 86, 104659.
- Ding, D. K. & Beh, S. E. (2022). Climate Change and Sustainability in ASEAN Countries. *Sustainability*, 14(2), 999.
- Erdoğan, S. & Okumuş, I. (2021). Stochastic and Club Convergence of Ecological Footprint: An Empirical Analysis for Different Income Group of Countries. *Ecological Indicators*, 121, 107123.
- Ezurra, R. (2007). Is there Cross-Country Convergence in Carbon Dioxide Emissions?. *Energy Policy*, 35(2), 1363-1372.
- Global Footprint Network (2022). *Ecological Footprint*. Retrieved from <http://data.footprintnetwork.org/#/>
- Haider, S. & Akram, V. (2019). Club Convergence Analysis of Ecological and Carbon Footprint: Evidence from A Cross-Country Analysis. *Carbon Management*, 10(5), 451-463.
- Herrerias, M. J. (2013). The Environmental Convergence Hypothesis: Carbon Dioxide Emissions According to The Source of Energy. *Energy Policy*, 61, 1140-1150.
- Islam, N. (2003). What Have We Learnt From The Convergence Debate?. *Journal Of Economic Surveys*, 17(3), 309-362.
- Işık, C., Ahmad, M., Ongan, S., Özdemir, D., Irfan, M. & Alvarado, R. (2021). Convergence Analysis of The Ecological Footprint: Theory and Empirical Evidence from The USMCA Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Jobert, T., Karanfil, F., & Tykhonenko, A. (2010). Convergence Of Per Capita Carbon Dioxide Emissions In The EU: Legend Or Reality?. *Energy Econ.*, 32(6), 1364–1373.
- Jones, L. & Manuelli, R. (1990). A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Policy Implications. *Journal of Political Economy*, 98(5), 1008-1038.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaoeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

- Kapetanios, G., Shin, Y. & Snell A. (2003). Testing for a Unit Root in the Nonlinear STAR Framework. *Journal of Econometrics*, 112, 359-379. Doi: 10.1016/S0304-4076(02)00202-6.
- Kelly, M. (1992). On Endogenous Growth with Productivity Shocks. *Journal Of Monetary Economics*, 30(1), 47-56.
- Konat, G. (2021). Türki Cumhuriyetlerinde Dış Borç Sürdürülebilirlik Analizi: Doğrusal Olmayan Panel Birim Kök Testi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(3), 1725-1734.
- Konat, G., Gökçe, M. & Kızılkaya, F. (2019). AB Ülkelerinin Yakınsaması: Suradf ve Surkss Birim Kök Testi. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, (31), 63-75.
- Li, X. & Lin, B. (2013). Global Convergence in Per Capita CO2 Emissions. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 24, 357-363.
- Liao, S., Huang, M. & Wang, L. (2011). Mean-Reverting Behavior of Consumption Income Ratio in OECD Countries: Evidence from SURADF Panel Unit Root Tests. *Economics Bulletin*, 31(1), 679-686.
- Lin, J., Inglesi-Lotz, R. & Chang, T. (2018). Revisiting CO2 Emissions Convergence in G18 Countries. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, And Policy*, 13(5), 269-280.
- Lucas, R. E. (1988). On The Mechanics of Economic Development. *Journal Of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Mankiw, N. G., Romer, D. & Weil, D. (1992). A Contribution to The Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407-437.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books. New York. USA.
- Özcan, B., Ulucak, R. & Doğan, E. (2019). Analyzing Long Lasting Effects of Environmental Policies: Evidence from Low-, Middle- and High-Income Economies. *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143.
- Özsoy, C. E. & Dinç, A. (2016). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (619), 35-55.
- Prakash, A. (2018). The Impact of Climate Change in Southeast Asia. *IMF Finance & Development*. Retrieved from <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2018/09/southeast-asia-climate-change-and-greenhouse-gas-emissions-prakash.htm>
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Longrun Growth. *Journal Of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Solarin, S. A. (2019). Convergence in CO2 Emissions, Carbon Footprint and Ecological Footprint: Evidence from OECD Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 6167-6181.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to The Theory of Economic Growth Source. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

- Tillaguango, B., Alvarado, R., Dagar, V., Murshed, M., Pinzón, Y. & Méndez, P. (2021). Convergence Of the Ecological Footprint in Latin America: The Role of The Productive Structure. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13.
- Tosunoğlu, B. T. (2014). Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5), 132-149.
- Wu, J. L. & Lee, H. Y. (2009). A Revisit to The Non-Linear Mean Reversion of Real Exchange Rates: Evidence from A Series-Specific Non-Linear Panel Unit-Root Test. *Journal Of Macroeconomics*, 31(4), 591-601.
- WWF (2012). *Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu*. Türkiye: Türkiye Dünya Doğayı Koruma Vakfı.
- Yavuz, N. C. & Yılcı, V. (2013). Convergence In Per Capita Carbon Dioxide Emissions Among G7 Countries: A TAR Panel Unit Root Approach. *Environmental And Resource Economics*, 54(2), 283-291.
- Yazıcı, B. E. & Çil, N. (2021). Avrupa Ülkelerinde CO2 Emisyonu Yakınsamasının Fourier Koentegrasyon Testi ile Analizi. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, (35), 1-11.
- Yılcı, V. (2012). Mean Reversion in Stock Prices of G7 Countries: Evidence from Panel SURADF and Panel SURKSS Tests. *Актуальні Проблеми Економіки*, (5), 380-385.
- Yılcı, V. & Pata, U. K. (2020). Convergence Of Per Capita Ecological Footprint Among The ASEAN-5 Countries: Evidence from A Non-Linear Panel Unit Root Test. *Ecological Indicators*, 113, 106178.
- Yılcı, V., Görüş, M. S. & Solarin, S. A. (2021). Convergence In Per Capita Carbon Footprint and Ecological Footprint For G7 Countries: Evidence From Panel Fourier Threshold Unit Root Test. *Energy & Environment*, 0958305X211011461.
- Yurtkuran, S. (2020). N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 191-210.

Etik Beyanı: Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Fiscaeconomia Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

Ethics Statement: The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, Fiscaeconomia has no responsibility and all responsibility belongs to the authors of the study.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Ecological Footprint Convergence in ASEAN-5 Countries: SURADF and SURKSS Unit Root Test

Havanur ERGÜN TATAR

Extended Abstract

More than half of the ecological footprint is carbon footprint. Therefore, greenhouse gas emissions are among the ecological footprint components (Yurtkuran, 2020: 193). According to the definition of the World Wildlife Fund (WWF), ecological footprint measures environmental sustainability. In determining the ecological footprint, the ecological footprint of biological capacity and consumption is important. Biocapacity refers to the geographical area's capacity to produce renewable natural resources. The ecological footprint of consumption defines the renewable natural resources used at the point of producing the consumed products. Comparing the ecological footprint of biocapacity per capita and consumption per capita gives an idea about the sustainability of consumption patterns. The fact that the biocapacity per capita is below the ecological footprint of per capita consumption indicates that the consumption patterns cannot be sustained for the people in the region (WWF, 2012:6).

Since 1980, rapid population growth, consequent consumption, and production processes that changed the balance of nature, technological progress, urbanization, and industrialization have caused environmental problems. Increasing environmental problems and the issue of how to meet today's needs without consuming the resources of future generations have gained importance. On the one hand, natural resources related to economic development are used recklessly, while the limited carrying capacity of the ecosystem has been an issue for a while on the other. At this point, "sustainability" has become a frequently expressed concept (Özsoy & Dinç, 2016:36).

Ecologically, the concept of sustainability is to meet the needs of the present while not harming the capacity of future generations to meet their needs. In other words, it is the preservation of biological system productivity and the world's renewable resources. In a world that pushes the boundaries of the concept of sustainability, developing countries such as Turkey have important duties. Development, wealth and success indicators defined by Gross Domestic Product should be updated to include environmental and social factors (WWF, 2012:12-13).

The classical approach is concerned with the production and quantitative dimension of the economy. At this point, environmental and social values are mostly ignored. However, the rapidly increasing world population and the needs of this population have started to put pressure on natural resources with globalization. Therefore, the limits of nature's "carrying capacity" are pushed even further and exceeded. At this point, the concept of sustainable development has become debatable (Tosunoğlu, 2014:134).

Factors like industrialization and heavy industry cause environmental destruction (Yurtkuran, 2020: 193). On the other hand, this situation causes an increase in the environmental pollution in countries and causes an increase in the ecological footprint. The data obtained from the Global Footprint Network database shows the ecological footprint per capita for each of the



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

ASEAN-5 countries for the 1973-2017 period graphically. For each ASEAN-5 countries, the ecological footprint per capita for the period 1973-2017 is shown. According to the ecological footprint (EF) per capita in the ASEAN-5 countries, Indonesia and the Philippines have the smallest values, with an almost horizontal appearance. The horizontal view in Thailand after 1973 entered an increasing trend in 1987 and later. It is seen that Singapore and Malaysia are the countries with the highest values. It is displayed that Singapore has the highest values in ASEAN-5. It is shown that EF reached its highest value in 2000 in Singapore. The EF in 2017 appears to be more than in 1973.

Although the number of studies dealing with the ecological consequences of human activities in the literature was few in the past, it has recently started to increase. However, the majority of the studies that deal with environmental degradation focus on pollution. At this point, the ecological footprint is evaluated as an important indicator in terms of considering environmental degradation more comprehensively in evaluating the convergence problem. The study consists of a theoretical framework, empirical literature, and analysis. The first part is about the theoretical framework, while in the second part, information about the literature is given. In the last part, after the results of the analysis are interpreted, policy inferences are made regarding the results of the study. It is thought that the study will contribute to the literature for future studies in terms of analysis method and subject.

When we look at the studies in the literature focusing on environmental pollution, it is seen that most of them deal with CO₂ emissions. Unlike the other studies, ecological footprint is considered as an indicator in this study. The issue of ecological footprint convergence has been studied for ASEAN-5 (Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore and Thailand) countries. Data from the 1973-2017 period are used in the study. The reason for choosing the period above is to consider the availability of data on countries. Ecological footprint per capita is the indicator used to test ecological footprint convergence.

The study uses panel unit root tests based on the SUR model as the analysis method. Ecological footprint convergence is investigated with SURADF and SURKSS unit root tests. Breuer et al. (2001) introduced the SURADF unit root test in their study. In the SURADF unit root test, autocorrelation and variance change are considered. The SURKSS test is a nonlinear unit root test. In order to present the results comparatively in the study, two tests are performed at once.

According to the SURADF unit root test result, the null hypothesis for ASEAN-5 countries is rejected at 1% significance levels. In other words, when the test statistics and critical values are compared, it is concluded that the null hypothesis is rejected. In other words, no convergence is detected in any country as a result of the SURADF unit root test. According to the SURKSS unit root test result, the null hypothesis for ASEAN-5 countries is rejected at 1% significance levels. In other words, when the test statistics and critical values are compared, it is concluded that the null hypothesis is rejected. In other words, it has been concluded that there is convergence in these countries. When the analysis results are compared comparatively, there is convergence in the ASEAN-5 countries according to the results of the SURKSS test, which is a nonlinear unit root test.



Tatar, H. E. (2022). Asean-5 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yansıması: SURADF ve SURKSS Birim Kök Testi. *Fiscaeconomia*, 6(3), 1018-1035. Doi: 10.25295/fsecon.1071194.

Since the population and consumption of countries are different from each other, their ecological footprints also differ from each other. However, the obvious fact is that the ecological footprint of the world is increasing day by day. It doubled between 1961 and 2007. If the growth in the world continues in this way, 2 planets in 2030 and 2,8 planets in 2050 will be needed. This point makes it necessary to reconsider the ecological capacity and lifestyle of the world (Tosunoğlu, 2014:146).

The existence of the phenomenon of convergence emphasizes global policies on environmental protection. In the context of global policies, practices and steps should be taken to reduce the intensive use of natural resources and increase economic efficiency. Especially with the new strategies for contributing to sustainable growth, it is necessary to devote to the reduction of environmental pollution.

In recent years, the growth rates of ASEAN-5 countries have been increasing rapidly. As a result, environmental pressure increases in these countries and environmental pollution is increasing accordingly. Therefore, an “ecological deficit” occurs in countries. This situation necessitates the examination of ecological footprint stagnation.

The realization of favorable climate scenarios for ASEAN countries depends on performance in key sectors such as agriculture and energy sectors. A high carbon footprint in the agriculture sector, where deforestation is the most prominent driving force, is becoming an important concept. Considering the role of the ecological footprint concept in ASEAN countries, research studies on raising social awareness are of great importance. At this point, considering the importance of higher education institutions in shaping the future, universities should contribute to the development of environmental protection, the ecological footprint and a sustainability management system.