



Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi

The International Journal of Economic and Social Research

2024, 20(2)

Türkiye’de Yük Kapasite Faktörünün Belirleyicileri Nelerdir? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı

What are the Determinants of Load Capacity Factor in Türkiye? Augmented ARDL Test Approach

N. Melis ESENYEL İÇEN¹

Geliş Tarihi (Received): 07.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 12.08.2024

Yayın Tarihi (Published): 30.12.2024

Özet: Sürdürülebilir kalkınma ve çevresel baskının azaltılması, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ortak sorunudur. Araştırmacılar çevresel bozulma ve kirlilik kapsamında karbondioksit ile kükürtdioksit emisyonları ve ekolojik ayak izini sıklıkla çevresel bozulma göstergesi olarak kullansalar da çevresel sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi için daha kapsamlı bir ekolojik göstergeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, ekolojik ayak izinin içinde biyolojik kapasitenin payı olarak hesaplanan yük kapasite faktörü, çevresel sürdürülebilirliğin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışmada Türkiye için yük kapasite faktörünün belirleyicilerinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu amaçla 1980-2021 yılları arası dönemde gayrisafi yurtiçi hasıla, ticari açıklık, yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji tüketimi değişkenleri yıllık frekansta ele alınmıştır. Bu değişkenlerin yük kapasite faktörü üzerindeki etkisinin belirlenmesi için Genişletilmiş Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeli model (AARDL) yaklaşımı kullanılmıştır ve değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişki araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, ele alınan değişkenler ile yük kapasite faktörü arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çalışmada Yük Kapasite Eğrisi (Load Capacity Curve-LCC) hipotezinin geçerliliğinin araştırılması için Narayan ve Narayan (2010) tarafından önerilen doğrusal yaklaşım kullanılmıştır. Buna göre, uzun ve kısa dönem gelir esnekliği incelendiğinde, Türkiye için ele alınan dönemde, LCC hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik ayak izi, Yük kapasite faktörü, Enerji tüketimi, Ekonomik büyüme, Genişletilmiş ARDL

&

Abstract: Sustainable development and the reduction of environmental pressure are common concerns for both developed and developing countries. Researchers often use carbon dioxide and sulfur dioxide emissions, as well as ecological footprint, as indicators of environmental degradation and pollution. However, a more comprehensive ecological indicator is needed to assess environmental sustainability. In this context, the load capacity factor, calculated as the share of biological capacity within the ecological footprint, enables a more comprehensive evaluation of environmental sustainability. This study aims to identify the determinants of the load capacity factor for Türkiye. For this purpose, gross domestic product, trade openness, renewable and non-renewable energy consumption have been analyzed annually from 1980 to 2021. The Augmented Autoregressive Distributed Lag (AARDL) model approach has been used to determine the effect of these variables on the load capacity factor and investigate the long and short-term relationships between the variables. The findings reveal cointegration relationship between the variables and the load capacity factor. Furthermore, to investigate the validity of the Load Capacity Curve (LCC) hypothesis, a linear approach proposed by Narayan and Narayan (2010) has been used. When examining long and short-term income elasticity, it can be stated that the LCC hypothesis is valid for Türkiye during the period considered.

Keywords: Ecological footprint, Load capacity factor, Energy consumption, Economic growth, Augmented ARDL

Atıf/Cite as: Esenyel İçen, N.M. (2024). Türkiye’de Yük Kapasite Faktörünün Belirleyicileri Nelerdir? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 20(2), 299-312.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2005 – Bolu

¹ Dr. Arş. Gör. N. Melis Esenyel İçen, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, melis.esenyel@istanbul.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1150-2535

1. Giriş

Büyük ölçekli enerji kullanımının çevre üzerindeki olumsuz etkisi bilinen bir gerçektir. Özellikle fosil kaynaklardan elde edilen enerjinin çevre kirliliğine olumsuz etkisi görece daha fazladır. Petrol, kömür, doğal gaz gibi yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarından enerji üretilmesi, insan faaliyetleri, küresel ekonomik faaliyetler, fabrika atıkları vb. atmosferdeki sera gazı emisyonlarının artmasına ve dolayısıyla yeryüzü sıcaklığının normalden daha yüksek seviyelerde seyrederek küresel ısınma olarak bilinen olgunun oluşmasına sebebiyet vermektedir. Son yüzyılın en önemli çevre sorunu olan küresel ısınma, hem ekonomileri hem de insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Hoegh-Guldberg vd., 2019). Bu sebeple uluslararası kuruluşlar tarafından küresel ısınmaya ilişkin tedbir ve hedeflere yönelik bazı organizasyonlar kurulmuştur. Viyana Sözleşmesi, Montreal Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması bu organizasyonlardan bazılarıdır.

Çevre kirliliğinin düzeyini belirleyebilmek için çeşitli göstergelerden yararlanılmaktadır. Literatür incelendiğinde kirlilik göstergesi olarak en fazla CO₂ emisyonunun kullanıldığı görülmektedir. Ancak CO₂ emisyonu, büyük ölçekli enerji tüketiminden kaynaklanan etkinin sadece küçük bir parçasıdır (Al-Mulali vd., 2013). CO₂ emisyonu sadece hava kirliliği hakkında bilgi sağlarken, su ve toprak kirliliğini göz ardı etmektedir. Bu sebeple kirliliği tüm boyutlarıyla ele alan daha kapsamlı gösterge ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, ilk olarak Rees (1992) tarafından ekolojik ayak izi (Ecological Footprint-EF) kavramı öne sürülmüştür. EF, tüketimin doğal kaynaklar üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlayan ve aynı anda hava, su ve toprak kirliliğini temsil eden bir bileşik endeks olarak tanımlanmaktadır (Solarin, 2019) ve son zamanlarda çevre kirliliğinin değerlendirilmesi için araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılan bir gösterge haline gelmiştir (Ulucak ve Apergis, 2018; Solarin ve Bello, 2018; Solarin, 2019; Yılcı vd., 2019; Haider ve Akram, 2019; Işık vd., 2021). Biyokapasite (Biocapacity-BC) ise, ekosistemlerin yeniden üretme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. EF, küresel hektar (gha) cinsinden doğanın talep tarafını temsil ederken, BC doğanın arz tarafını ifade etmektedir (Galli, 2015). Dolayısıyla çevresel bozulma göstergesi olarak EF alındığında, ekosistemin arz tarafı ihmal edilmektedir. Bu ihmali gidermek için EF ve BC'nin eş zamanlı olarak değerlendirildiği gösterge ihtiyacı doğmuştur. Bu kapsamda EF/BC oranı ile hesaplanan ekolojik ayak izi baskı endeksi (Ecological Footprint Pressure Index-EFPI) ekolojik gösterge olarak değerlendirilebilir (Esenyel İçen vd., 2022). EFPI, 0 ile 1 arasında ise, ekolojik kaynak arzının talebi aştığı güvenli durumu ifade etmektedir. Arz-talep eşitliği söz konusu olduğunda diğer bir ifadeyle, EFPI=1 olduğunda kritik durum oluşmaktadır. Ekolojik kaynak talebinin arzı aştığı durumda (EFPI>1) ise çevresel güvenliğin tehlikeli durumda olduğu anlamını taşımaktadır. Bununla birlikte, BC/EF oranı da yük kapasite faktörü (Load Capacity Factor-LCF) olarak bilinmektedir ve yukarıda bahsedilen çevresel bozulma göstergelerinin aksine, çevre kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. LCF, mevcut çevre durumunun sürdürülebilirliğinin bir göstergesidir ve 1'den küçük olması mevcut durumun sürdürülebilir olmadığını göstermektedir (Siche vd., 2010). Aynı zamanda LCF, ülkenin çevre üzerindeki yükünü ve çevresel mallara olan talebin ne ölçüde karşılandığını göstererek, çok daha kapsamlı bir çevresel değerlendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda LCF, CO₂ emisyonu ve EF ile karşılaştırıldığında daha kapsamlı bir gösterge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, ekosistemin arz ve talep tarafının eş zamanlı olarak değerlendirildiği LCF, çevresel kalitenin bir göstergesi olarak ele alınmıştır.

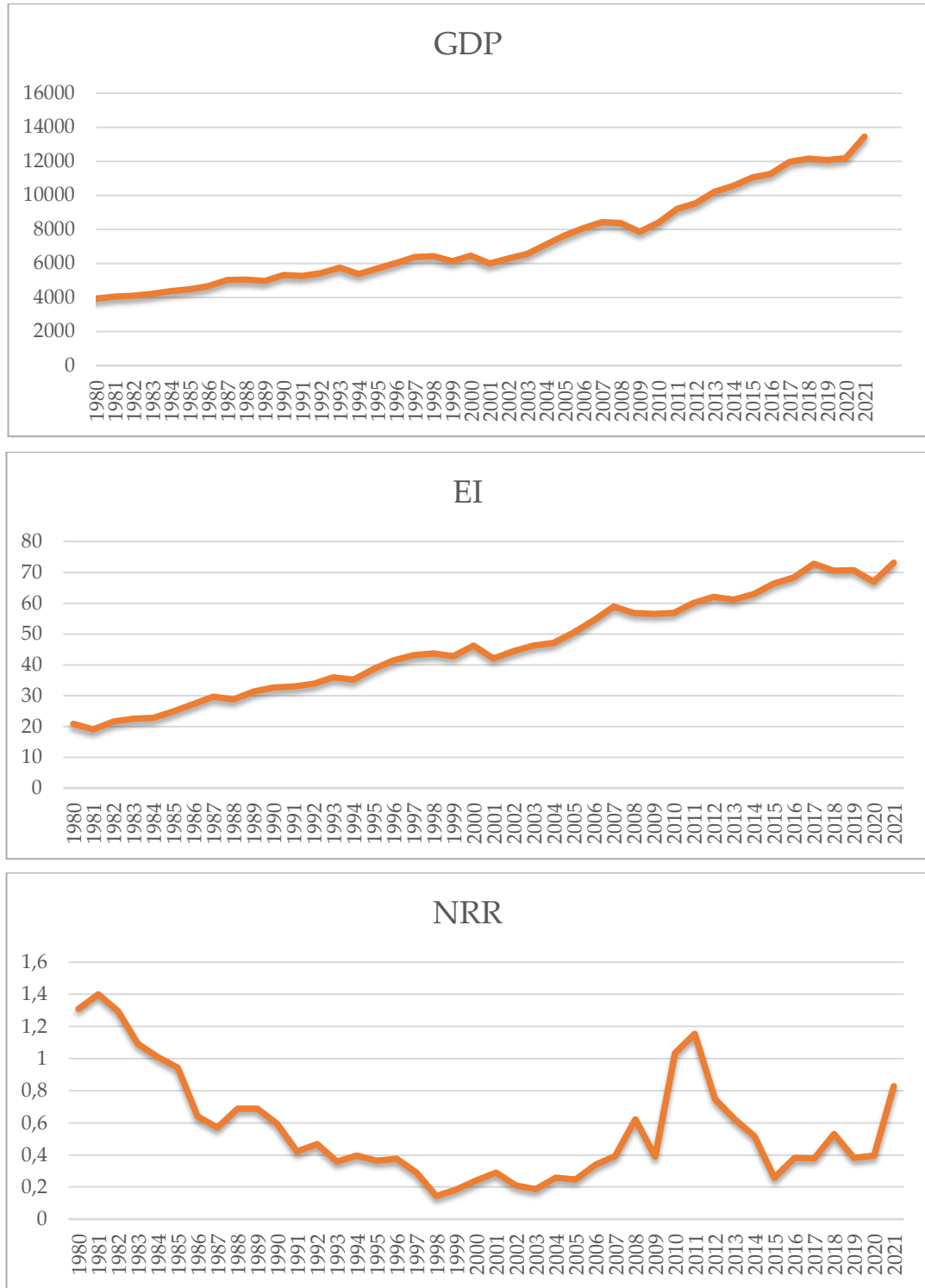
Kuznets (1955) çalışması ile ortaya konulan ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasındaki ters-U şeklindeki ilişkinin çevreye uyarlanması, Grossman ve Krueger (1991) tarafından öne sürülmüştür. Grossman ve Krueger (1991)'e göre, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma göstergesi arasında da benzer ilişki söz konusudur. Bu ilişkiye göre, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel kirlilik ölçek etkisi sebebiyle önce artacak, ancak belirli bir büyüme seviyesine eriştikten sonra teknolojiye ve yeşil enerji kullanımına yönelik girişimler ile birlikte kirliliği azaltıcı yönde etki yapacaktır. Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki bu ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve-EKC) hipotezi olarak bilinmektedir. EKC hipotezi sınanırken ele alınan temel model kuadratik olmakla birlikte, kübik model tahminleri de literatürde oldukça fazla uygulama alanı bulmaktadır (Brajer vd., 2008; Baek, 2015; Allard vd., 2018; İçen, 2020). EKC hipotezi sınanırken kuadratik ve kübik modellerin yanı sıra, doğrusal

model de kullanılmaktadır. Narayan ve Narayan (2010) çalışmasında, kuadratik ve kübik modellerde, gelir, gelirin karesi ve kübü değişkenlerinin aynı anda içerilmesinin çoklu doğrusal bağlantı problemine sebep olacağını vurgulamıştır. Bununla birlikte, modellerdeki bu çoklu doğrusal bağlantı problemi, gerçek olmayan dönüm noktası sorununa yol açarak doğru olmayan çıkarımların yapılmasına sebebiyet verecektir (Narayan ve Narayan, 2010). Bu sebeplerden dolayı Narayan ve Narayan (2010), EKC hipotezinin sınanmasına alternatif bir yaklaşım getirmiştir. Buna göre, gelirin uzun dönem esnekliği kısa dönem esnekliğinden küçükse EKC hipotezinin geçerli olduğu söylenebilmektedir. Bununla birlikte, EKC hipotezinden farklı olarak, çevresel kalite ile ekonomik büyüme arasında U şeklinde bir ilişki beklenmektedir. Diğer bir ifadeyle, büyümenin ilk aşamaların LCF azalmaktadır, ancak gelir belirli bir seviyeye geldikten sonra çevresel kalite artmaya başlayacaktır. Doğan ve Pata (2022) çalışmasında, bu ilişkiyi Yük Kapasite Eğrisi (Load Capacity Curve-LCC) hipotezi olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada, Türkiye için LCC hipotezinin geçerliliği doğrusal yaklaşım kullanılarak araştırılmıştır.

Çalışmada çevresel kalitenin belirleyicileri olarak kişi başı gelir, doğal kaynak gelirleri ve enerji yoğunluğu değişkenleri ele alınmıştır. Bir ülkede kömür, petrol vb. doğal kaynakların çıkarılması ile elde edilen gelir, altyapı ve sermaye yatırımı yapmak yerine mevcut doğal kaynak tüketimini desteklemek için kullanıldığında çevresel kirliliği artırıcı yönde etki yapmaktadır (Jarvis vd., 2011). Doğal kaynak tüketiminin artmasıyla ülkenin sahip olduğu biyokapasite azalırken, ekolojik ayak izi artacak ve dolayısıyla yük kapasite faktörünün azalmasına sebep olacaktır. Doğal kaynak gelirlerinin çevresel kalite üzerindeki bahsedilen etkisinden dolayı modele dahil edilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte enerji üretiminde yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarından ziyade yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının, sürdürülebilir çevreye katkısı ve karbon emisyonunu azaltan etkisi bilinen bir gerçektir. Bu sebeple araştırmacılar tarafından bu iki değişkenin çevresel bozulmaya ve çevresel kaliteye etkisi sıklıkla değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, belirli bir GSYİH seviyesini üretmek için kullanılan enerji miktarı olarak tanımlanan enerji yoğunluğu (Song vd., 2015), ülkedeki gelir etkisini de gösterdiği için yenilenebilir olmayan enerji tüketimine kıyasla daha iyi bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Shahbaz vd., 2015). Enerji yoğunluğu ile çevresel kalite göstergesi arasında ters yönlü bir ilişki beklenmektedir. Diğer bir ifadeyle, çevresel sorunların başarılı yönetimi ve düzenlenmesi, enerji yoğunluğunu azaltarak sağlanabilir (He ve Lin, 2019; Pata ve Işık, 2021).

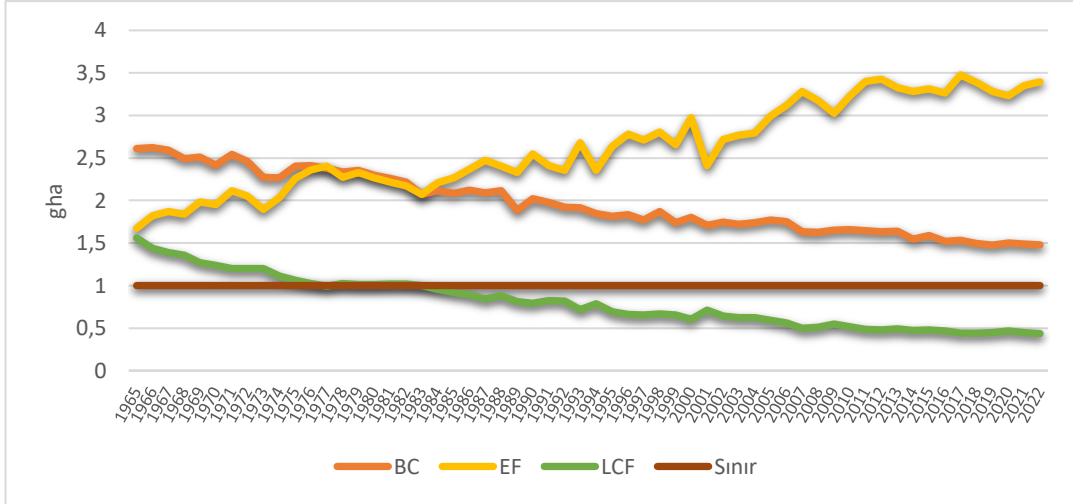
Değişkenlerinin zaman içindeki seyri Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1: Değişkenlerin zaman içindeki değişimi



Not: Grafiklerde GDP; kişi başı gayrisafi yurt içi hasılayı, EI; enerji yoğunluğunu, NRR; doğal kaynak gelirlerini ifade etmektedir.

Şekil 2: Türkiye’de yük kapasite faktörünün 1965-2022 yılları arasındaki değişimi



Kaynak: Global Footprint Network

Şekil 2, Türkiye’nin 1965-2022 yılları arası EF, BC ve LCF değişkenlerinin seyrini göstermektedir. Buna göre, 1965 yılında yaklaşık olarak 1.67 gha olan EF, 2022 yılında 3.39 gha’ya ulaşmıştır. Benzer şekilde 1965 yılında 2.61 gha olan BC, 2022 yılına gelindiğinde 1.48 gha düzeyine düşmüştür. Türkiye 1965-1977 yılında ekolojik fazla vermiş olsa da, 1983 yılından itibaren EF’nin BC’yi aştığı görülmektedir. EF ile BC arasındaki fark olarak tanımlanan ekolojik açığın (ecological deficit) bu tarihten itibaren sürekli büyüdüğü görülmektedir. Türkiye’nin LCF değeri 1983 yılından itibaren 1’in altına düşmüştür. 1965’teki LCF değeri 1.56 iken 2022’de ise 0.43’e düşmesi, Türkiye’nin mevcut üretim ve tüketim kalıplarını sürdürmesi için doğal kaynak arzının yetersiz olduğunu göstermektedir. Buna göre, Türkiye’nin büyük çevre sorunlarıyla karşı karşıya olduğu ve çevresel koşulların sürdürülebilir olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla, çevresel kalitenin göstergesi olarak LCF’nin analiz edilmesi ve belirleyicilerinin ortaya konulması ile ilgili çevre politikalarının tasarımına ilişkin bilgi sağlayacağı düşünülmektedir. Bilindiği kadarıyla, Türkiye için LCF’nin belirleyicilerinin ortaya çıkarılması ve EKC ya da LCC hipotezinin geçerliliğinin tespit edilmesine yönelik yapılan yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Türkiye için mevcut çalışmalar ile karşılaştırma yapılması sağlanarak literatüre katkı sunulması amaçlanmaktadır.

2. Literatür

Uluslararası düzeyde iklim değişikliği politikalarının oluşturulmasında, daha iyi stratejiler ve hedeflerin belirlenmesinde kritik öneme sahip olduklarından dolayı, çevre kirliliği ya da çevresel bozulma göstergelerinin kullanımı oldukça yaygındır. Literatürde çevre kirliliğinin analizi için CO₂, SO₂, EF gibi göstergelerden yararlanan birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmalarda genel olarak EKC hipotezinin geçerliliği üzerine yoğunlaşmıştır. Strazicich ve List (2003), Lanne ve Liski (2004), Aldy (2006), Westerlund ve Basher (2008), Herrerias (2013), Yavuz ve Yılcı (2013), Acar ve Lindmark (2016), Apergis ve Payne (2017), Tatoğlu ve İçen (2019), İçen (2020), Tatoğlu ve Polat (2021) çalışmalarında çevresel bozulma göstergesi olarak CO₂ emisyonunu kullanmışlardır. CO₂ emisyonunun gösterge olarak alınmasının daha önce bahsedilen dezavantajlarından dolayı literatürde çevresel bozulma göstergesi olarak EF’nin kullanımı nispeten daha yenidir. Ulucak ve Lin (2017), Ulucak ve Apergis (2018), Bilgili ve Ulucak (2018), Solarin ve Bello (2018), Bilgili vd. (2019), Solarin (2019), Solarin vd. (2019), Yılcı vd. (2019), Haider ve Akram (2019), Ozcan vd. (2019), Erdoğan ve Okumuş (2020), Işık vd. (2021) çalışmaları, çevresel bozulma göstergesi olarak EF’yi kullanan çalışmalardan bazılarıdır. EF’nin ekosistemin sadece talep tarafını temsil etmesinden ve arz tarafını ihmal etmesinden dolayı eleştirilmesi üzerine ise son zamanlarda çevresel kalite göstergesi olarak LCF kullanılmaya başlanmıştır. Tablo 1’de bu çalışmalar özetlenmiştir. LCF’nin belirleyicilerinin tespit edilmesi ve EKC hipotezinin sınanmasına yönelik yapılan çalışmalardan olan Pata ve Balsalobre-Lorente

(2022) çalışmasında, LCF'nin belirleyicileri olarak gelir, gelen turist sayısı, enerji tüketimi değişkenlerini ele almışlardır ve dinamik ARDL yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen bulgulara göre 1965-2017 arası dönemde LCF ve gelir, gelen turist sayısı, enerji tüketimi değişkenleri arasında eşbütünlük ilişkisi vardır. Bununla birlikte Türkiye'de ele alınan dönemde, doğrusal yaklaşımı kullanarak EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Güneysu (2023) çalışmasında ise, LCF'nin belirleyicileri olarak gelir, sanayileşme, finansal küreselleşme endeksi, finansal gelişme değişkenlerini ele almışlardır ve dinamik ARDL yöntemini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu ve kareli model değerlendirmesine göre LCC hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Tablo 1: Yük kapasite faktör belirleyicilerine yönelik yapılan çalışmalar

Yazar	Ülke	Dönem	Yöntem	Belirleyici
Pata (2021)	ABD, Japonya	1980-2016	AARDL	GDP, HEXP, REC
Xu vd. (2022)	Brezilya	1970-2017	ARDL	GDP, NREC, REC, FGLO, URB
Pata ve Işık (2021)	Çin	1981-2017	Dinamik ARDL	EI, HC, GDP, NRR
Fareed vd. (2021)	Endonezya	1965-2014	Fourier kantil nedensellik	EXDIV, REC, FEC, GDP
Pata ve Lorente (2022)	Türkiye	1965-2017	Dinamik ARDL	GDP, EC, TA
Doğan ve Pata (2022)	G7	1986-2017	CS-ARDL	GDP, GDP ² , RD, ICT, REC
Akadiri vd. (2022)	Hindistan	1970-2017	ARDL	GDP, FGLO, REC, NRR
Pata ve Samour (2022)	Fransa	1977-2017	Fourier ARDL	GDP, REC, NEC
Agila vd. (2022)	Güney Kore	1970-2018	Kantil eşbütünlük	GDP, STC, TGLO, REC, NREC
Pata ve Samour (2023)	OECD	1990-2018	MMQR	GDP, RES, I
Çağlar vd. (2023)	APEC	1992-2018	Westerlund eşbütünlük testi	EG, ENR, HC, REC, TO
Pata ve Tanrıöver (2023)	10 turizm ülkesi	2004-2018	CS-ARDL	GDP, GDP ² , TA, FD
Güneysu (2023)	Türkiye	1970-2018	Dinamik ARDL	GDP, GDP ² , FGLO, IND, FD
Altıntaş vd. (2023)	MENAT	1984-2018	Westerlund eşbütünlük testi	GDP, GDP ² , FEC, REC
Güloğlu vd. (2023)	OECD	1980-2018	Westerlund eşbütünlük testi	GDP, GDP ² , NRR, URB, REC, HC
Dam ve Sarkodie (2023)	Türkiye	1965-2018	ARDL	GDP, GDP ² , REC, TO
Çağlar vd. (2024)	Türkiye	1986-2022	Fourier AARDL	GDP, GDP ² , EFF, HC, NRR
Pata vd. (2024)	Portekiz	1980-2018	Fourier ADL	GDP, GDP ² , RD, REC
Dai vd. (2024)	Asya ülkeleri	1986-2018	Pedroni, Westerlund eşbütünlük	GDP, GDP ² , GEN, HC, PDT

Not: EC; enerji tüketimi, EFF; enerji verimliliği, EG; ekonomik büyüme, EI; enerji yoğunluğu, ENR; çevresel düzenlemeler, EXDIV; ihracat ürün çeşitliliği, FD; finansal gelişme, FEC; fosil kaynak tüketimi, FGLO; finansal küreselleşme endeksi, GDP; gayrisafi yurtiçi hasıla, GEN; kişi başı yeşil enerji toplamı, GPR; jeopolitik risk, HC; beşeri sermaye, HEXP; sağlık harcamaları, I; toplam sigorta (% GDP), ICT; bilgi ve iletişim teknolojisi, IND; sanayileşme, MMQR; momentler yöntemi kantil regresyon, NEC; nükleer enerji tüketimi, REC; yenilenebilir enerji tüketimi, NRR; doğal kaynak kiralari, PDT; nüfus yoğunluğu, RD; Ar-Ge harcamaları, REC; yenilenebilir enerji tüketimi, RES; toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı, STC; yapısal değişiklik, TA; gelen turist sayısı, TGLO; ticari küreselleşme, TO; ticari açıklık, URB; kentleşme.

3. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada LCF’yi etkilediği düşünülen reel gayrisafi yurtiçi hasıla, enerji yoğunluğu ve doğal kaynak kiralari değişkenleri ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti 1980-2021 dönemi yıllık frekanstadır ve değişkenler, değişkenlerin kısaltmaları, ölçü birimleri ve verinin alındığı kaynak Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Değişkenlerin Açıklamaları

Kısaltma	Değişkenin adı	Ölçü birimi	Kaynak
<i>BC</i>	Biyolojik kapasite	Gha	GFN
<i>EF</i>	Ekolojik ayak izi	Gha	GFN
<i>LCF</i>	Yük kapasite faktörü	BC/EF	GFN
<i>GDP</i>	Reel GSYİH	Sabit 2015 USD\$	WDI
<i>EI</i>	Enerji yoğunluğu	Nüfus (MMBtu/kışı)	EIA
<i>NRR</i>	Doğal kaynak gelirleri	% GDP	WDI

Not: GFN: Global Footprint Network, WDI: World Development Indicators, EIA: Energy Information Administration

Tablo 3’te verilen özet istatistikler incelendiğinde, LCF, GDP ve NRR değişkenlerinin pozitif çarpıklığa sahip olduğu görülmektedir. Jarque-Bera normallik testine göre tüm değişkenler normal dağılıma sahiptir.

Tablo 3: Özet İstatistikler

Değişkenler	lnLCF	lnGDP	lnEI	lnNRR
Ortalama	4.49451	8.834553	3.754009	-0.7416
Medyan	4.507472	8.76424	3.783811	-0.89221
Maksimum	5.049415	9.506729	4.292322	0.336533
Minimum	4.030203	8.276765	2.945501	-1.93849
Std. sapma	0.275498	0.35745	0.391268	0.585796
Çarpıklık	0.099644	0.273295	-0.41666	0.093436
Basıklık	1.984145	1.926641	2.077575	2.239587
Jarque-Bera	1.875436	2.539003	2.704233	1.073012
p-değeri	0.39152	0.280972	0.258692	0.584788

LCF ve belirleyicilerinin uzun dönemli ilişkisinin araştırılacağı model Denklem (1)’deki gibidir.

$$\ln LCF = f(\ln GDP, \ln EI, \ln NRR) \quad (1)$$

Çalışmada öncelikle serilerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Bunun için ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Tablo 4’te verilmiştir. Bağımsız değişkenler I(0) ve I(1) oldukları için eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasında Pesaran vd. (2001)’in önermiş olduğu ARDL sınır testi uygundur.

Tablo 4: Birim Kök Test Sonuçları

	ADF		PP	
	Düzyey	1. Fark	Düzyey	1. Fark
<i>lnLCF</i>	-4.752*	-9.897*	-4.773*	-10.524*
<i>lnGDP</i>	-2.179	-6.539*	-2.179	-7.387*
<i>lnNRR</i>	-1.829	-6.893*	-1.689	-6.966*
<i>lnEI</i>	-2.153	-9.192*	-1.986	-13.158*

Pesaran vd. (2001)'in önermiş yaklaşımıyla uzun dönem ilişkinin araştırıldığı modelin bu çalışmaya uyarlanmış hali aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \Delta \ln LCF_t = & \rho \ln LCF_{t-1} + \theta_1 \ln GDP_{t-1} + \theta_2 \ln NRR_{t-1} + \theta_3 \ln EI_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta \ln LCF_{t-j} \\ & + \sum_{j_1=0}^{q_1-1} \phi_{j_1} \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{j_2=0}^{q_2-1} \phi_{j_2} \Delta \ln NRR_{t-j} + \sum_{j_3=0}^{q_3-1} \phi_{j_3} \Delta \ln EI_{t-j} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

Tablo 4 incelendiğinde bağımlı değişkenin düzeyde durağan olduğu görülmektedir. Geleneksel ARDL sınır testi yaklaşımında bağımlı değişkenin I(1) olma kısıtı Genişletilmiş ARDL (Augmented ARDL-AARDL) yaklaşımında kaldırılmıştır. Dejenere durumlarda eşbütünleşmenin varlığını test ederken yanlış sonuçlara sebebiyet vermemek için Sam vd. (2019) yaklaşımı önerilmektedir. Dolayısıyla çalışmada eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinde Sam vd. (2019) tarafından önerilen AARDL yaklaşımı kullanılmıştır.

Eşbütünleşme ilişkisinin analiz edilmesi için gerekli hipotezler şu şekilde tanımlanmaktadır:

- I. $H_0 : \rho = \theta_i = 0 \quad i = 1,2,3$
 $H_1 : \text{En az biri sıfırdan farklıdır.}$
- II. $H_0 : \rho = 0$
 $H_1 : \rho \neq 0$
- III. $H_0 : \theta_i = 0$
 $H_1 : \theta_i \neq 0$

Burada (I) ve (II) numaralı hipotezlerin reddedilmesi ve (III) numaralı hipotezin reddedilememesi durumunda dejenere gecikmeli bağımsız değişken sorunu söz konusu olmaktadır. (I) ve (III) hipotezlerin reddedilmesi ve (II) numaralı hipotez reddedilememesi durumunda ise dejenere bağımlı değişken sorunu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla her üç hipotezin de reddedilmesi gerekmekte olup, aksi halde eşbütünleşme ilişkisi yoktur (Sam vd., 2019). AARDL eşbütünleşme test sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Eşbütünleşme Testi Bulguları

Test İstatistiği	$F_{overall}$		t_{DV}		F_{IDV}	
	Alt Sınır	Üst sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
	10.15238		-6.939723		5.563782	
$p = 0.10$	3.334	4.438	-3.13	-4.04	2.11	3.72
$p = 0.05$	3.958	5.226	-3.41	-4.36	2.63	4.54
$p = 0.01$	5.376	7.092	-3.96	-4.96	3.94	6.55

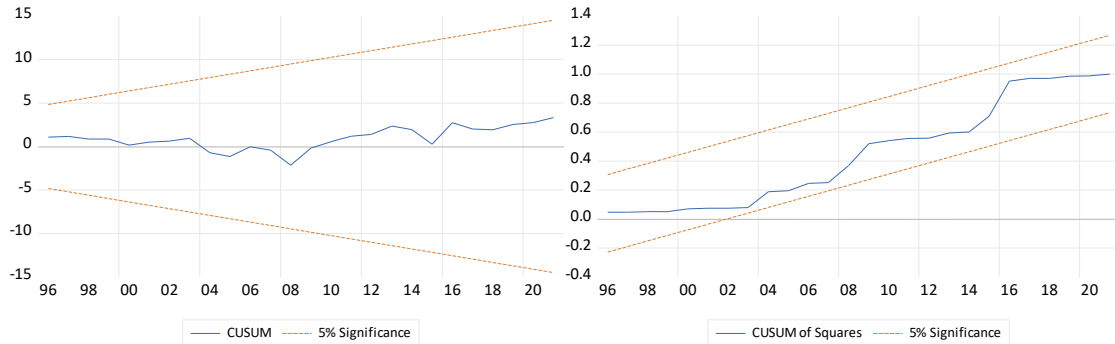
Not: Kritik değerler $k=4$ ve Case V (kısıtsız sabit ve kısıtsız trendli model) için verilmiştir. Tablo değerleri $F_{overall}$ için Narayan (2005), t_{DV} için Pesaran vd. (2001) ve F_{IDV} için Sam vd. (2019)’dan alınmıştır. [...] olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 6: Varsayımların Kontrolü

Tanı testleri	Test istatistiği	p-değeri
LM	1.5732	0.2213
BPG	0.7276	0.7029
Jarque-Bera	3.6780	0.1590
Ramsey-Reset	0.1851	0.6707

Tablo 5’te görüldüğü üzere, üç teste göre de enerji yoğunluğu, doğal kaynak gelire, gayri safi yurtiçi hasıla ve yük kapasite faktörü arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. ARDL sınır testinin uygulanmasında genelden özele yaklaşımı benimsenmekte olup gecikme uzunlukları Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile belirlenmiştir. ARDL modelinde katsayıların kararlılığının ve hata terimlerinin özelliklerinin araştırılması için yapılan LM, BGP, Ramsey-Reset ve Jarque-Bera tanı testlerinin sonuçlarına göre modelde değişen varyans, otokorelasyon, spesifikasyon hatası ve normal dağılım varsayımları ile ilgili bir sorun olmadığı görülmektedir. Testlere ait özet sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir. Bununla birlikte CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri Şekil 3’te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde, ARDL modelinin zaman içinde kararlı olduğunu söylenebilmektedir.

Şekil 3: CUSUM Grafikleri



Tablo 7: A-ARDL bulguları

ARDL(1,3,0,4) için Uzun dönem katsayılar			
<u>Değişkenler</u>	<u>Katsayılar</u>	<u>Standart Hatalar</u>	<u>t-istatistikleri</u>
<i>lnGDP</i>	-0.2052**	0.0964	-2.1292
<i>lnNRR</i>	-0.0512*	0.0158	-3.2480
<i>lnEI</i>	-0.4038*	0.0930	-4.3400
Kısa dönem katsayılar			
<u>Değişkenler</u>	<u>Katsayılar</u>	<u>Standart Hatalar</u>	<u>t-istatistikleri</u>
$\Delta lnGDP$	-0.5339**	0.2059	-2.5926
$\Delta lnEI$	0.3648**	0.1771	2.0601
<i>ect</i>	-0.9821*	0.1486	-6.6094

Not: *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Eşbütünleşme ilişkisinin ve varsayımların kontrolünün ardından AARDL modelinin uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir ve sonuçlar Tablo 7'de raporlanmıştır. Buna göre, ekonomik büyüme, doğal kaynak gelirleri ve enerji yoğunluğundaki artış yük kapasite faktörünü azaltmaktadır. Doğal kaynak gelirlerindeki % 1'lik bir artış yük kapasite faktörünü % 0.05, enerji yoğunluğundaki % 1'lik bir artış ise % 0.40 oranında azaltmaktadır. Bununla birlikte AARDL modeli bulgularına göre, gelirdeki % 1'lik artışın çevresel kaliteyi uzun dönemde % 0.21 ve kısa dönemde % 0.53 azalttığı görülmüştür. Bu, zamanla çevresel baskının azaldığını göstermektedir ve buradan hareketle Türkiye için LCC hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir. Bu sonuç, Pata ve Balsalobre-Lorente (2022), Güneysu (2023), Dam ve Sarkodie (2023) ve Çağlar vd. (2024) bulgularıyla uyumludur.

4. Sonuç

Çalışmada, Türkiye'de LCC hipotezinin geçerli olup olmadığı, yük kapasite faktörü ve ele alınan açıklayıcı değişkenler arasında doğrusal model yaklaşımı kullanılarak araştırılmıştır. Kişi başı gelir, enerji yoğunluğu ve doğal kaynak gelirleri değişkenleri ile yük kapasite faktörü arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığının belirlenmesi için AARDL testi kullanılmıştır. AARDL testine göre, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenlerin eşbütünleşik olduğunun tespit edilmesinin ardından, uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, kişi başı gelir, enerji yoğunluğu ve doğal kaynak gelirleri değişkenlerinin yük kapasite faktörü üzerinde anlamlı ve ters yönlü etkiye sahip olduğu söylenebilmektedir.

LCC hipotezinin geçerliliğinin değerlendirilmesi için uzun ve kısa dönem katsayıları incelendiğinde, uzun dönemde gelirdeki % 1'lik artış LCF'yi % 0.21 azaltırken, kısa dönemde gelirdeki % 1'lik artış LCF'yi % 0.53 azalttığı tespit edilmiştir. Buna göre, uzun dönemde LCF üzerindeki baskı azalmaktadır ki bu LCC hipotezi ile tutarlı bir sonuçtur. Türkiye'de ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında daha fazla LCF elde edilmesi, LCC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu bulgulara dayanarak, Türkiye'de çevresel kaliteyi iyileştirmek için bazı politika önerilerinde bulunulabilir. 2021 yılı Dünya Bankası istatistiklerine göre, Türkiye'nin enerji üretiminin %84'ü fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Enerji üretiminde fosil kaynak kullanımının fazlalığı ve nüfus birlikte değerlendirildiğinde, kişi başı enerji tüketimi olarak tanımlanan enerji yoğunluğu da artmaktadır. Enerji yoğunluğu çevresel kaliteyi olumsuz etkilediğinden, politika yapımcıların fosil yakıt kullanımının azaltılmasını teşvik etmeli ve enerji verimliliğini artırmalıdır. Bu, fosil yakıt kullanımı vergilendirilerek ya da yeşil enerji kullanımı ödüllendirilerek sağlanabilir. Fosil yakıt kullanımının azaltılmasının yanı sıra yeşil enerji kaynaklarına geçişin teşvik edilmesi ve yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, hükümetlerin doğal kaynaklardan elde

ettikleri gelirin artmasından dolayı daha fazla kaynağı çıkarmak için artan kaynak tüketimi doğal olarak ekolojik ayak izini artıracak ve LCF’nin azalmasına sebep olacaktır. Dolayısıyla hükümetin doğal kaynaklardan elde ettikleri gelirleri yeşil enerji yatırımlarına aktarması çevre kalitesini artırıcı etki yapabilir. Bu stratejiler, ekonomik büyümeyi sürdürürken çevresel etkileri en aza indirmeyi ve doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamayı hedeflemektedir.

Etik Beyanı

Bu makalede hiçbir insan çalışması sunulmamış olup, makale araştırma ve yayın etiğine uygun hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Makale tek yazarlı olup tüm çalışma yazar tarafından yapılmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazar makalenin potansiyel bir çıkar çatışması olarak yorumlanabilecek ticari veya finansal ilişkileri olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Agila, A. B. T., Khalifa, W. M., Saint Akadiri, S., Adebayo, T. S., & Altuntaş, M. (2022). Determinants of Load Capacity Factor in South Korea: Does Structural Change Matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(46), 69932-69948.
- Acar, S., & Lindmark, M. (2016). Periods of Converging Carbon Dioxide Emissions from Oil Combustion in A Pre-Kyoto Context. *Environmental Development*, 19, 1-9.
- Akadiri, S. S., Adebayo, T. S., Riti, J. S., Awosusi, A. A., & Inusa, E. M. (2022). The Effect of Financial Globalization and Natural Resource Rent on Load Capacity Factor in India: An Analysis Using The Dual Adjustment Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(59), 89045-89062.
- Aldy, J. E. (2006). Per Capita Carbon Dioxide Emissions: Convergence or Divergence?. *Environmental and Resource Economics*, 33(4), 533-555.
- Al-Mulali U., Foon Tang C. (2013). Investigating The Validity of Pollution Haven Hypothesis in The Gulf Cooperation Council (GCC) Countries. *Energy Policy*, 60, 813-819.
- Allard, A., Takman, J., Uddin, G. S., & Ahmed, A. (2018). The N-Shaped Environmental Kuznets Curve: An Empirical Evaluation Using A Panel Quantile Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5848-5861.
- Altuntaş, N., Açıkgöz, F., & Yenyurt, M. (2023). Investigating The LCC Hypothesis in The Middle East, North Africa, And Turkey (Menat): Evidence from Second-Generation Panel Techniques. *Environment, Development and Sustainability*, 1-20.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2017). Per Capita Carbon Dioxide Emissions across US States by Sector and Fossil Fuel Source: Evidence from Club Convergence Tests. *Energy Economics*, 63, 365-372.
- Baek, J. (2015). Environmental Kuznets Curve For CO₂ Emissions: The Case of Arctic Countries. *Energy Economics*, 50, 13-17.

- 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, 35404-35419.
- Bilgili, F., Ulucak, R., & Koçak, E. (2019). Implications of Environmental Convergence: Continental Evidence Based on Ecological Footprint. *Energy and Environmental Strategies in The Era of Globalization*, 133-165.
- Brajer, V., Mead, R. W., & Xiao, F. (2008). Health Benefits of Tunneling Through The Chinese Environmental Kuznets Curve (EKC). *Ecological Economics*, 66(4), 674-686.
- Çaglar, A. E., Pata, U. K., Ulug, M., & Zafar, M. W. (2023). Examining The Impact of Clean Environmental Regulations on Load Capacity Factor to Achieve Sustainability: Evidence from APEC Economies. *Journal of Cleaner Production*, 429, 139563.
- Chen, Y., Wang, Z., & Zhong, Z. (2019). CO2 emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. *Renewable energy*, 131, 208-216.
- Dai, J., Ahmed, Z., Alvarado, R., & Ahmad, M. (2024). Assessing The Nexus Between Human Capital, Green Energy, and Load Capacity Factor: Policymaking for Achieving Sustainable Development Goals. *Gondwana Research*, 129, 452-464.
- Dogan, A., & Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: Testing the LCC hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135038.
- Erdogan, S., & Okumus, I. (2021). Stochastic and Club Convergence of Ecological Footprint: An Empirical Analysis for Different Income Group of Countries. *Ecological Indicators*, 121, 107123.
- Ertugrul, H. M., Cetin, M., Seker, F., & Dogan, E. (2016). The impact of trade openness on global carbon dioxide emissions: Evidence from the top ten emitters among developing countries. *Ecological Indicators*, 67, 543-555.
- Esenyel İcen, N. M., İcen, H., & Uzuner, G. (2022). Evaluation of Ecological Security for The Association of Southeast Asian Nations-5 Countries: New Evidence from The RALS Unit Root Test. *Environmental and Ecological Statistics*, 29(4), 705-725.
- Fareed, Z., Salem, S., Adebayo, T. S., Pata, U. K., & Shahzad, F. (2021). Role Of Export Diversification And Renewable Energy On The Load Capacity Factor In Indonesia: A Fourier Quantile Causality Approach. *Frontiers In Environmental Science*, 9, 770152.
- Galli, A. (2015). On The Rationale and Policy Usefulness of Ecological Footprint Accounting: The Case of Morocco. *Environmental Science and Policy*, 48, 210-224.
- Güneysu, Y. (2023). Türkiye'de Finansal Gelişme, Küreselleşme ve Sanayileşmenin Yük Kapasite Faktörü Üzerindeki Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 934-946.
- Guloglu, B., Çaglar, A. E., & Pata, U. K. (2023). Analyzing The Determinants of The Load Capacity Factor in OECD Countries: Evidence from Advanced Quantile Panel Data Methods. *Gondwana Research*, 118, 92-104.
- Grossman GM, Krueger AB. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement. Working Paper No. 3914. Cambridge: *National Bureau Of Economic Research*.
- 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.

- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Guillén Bolaños, T., Bindi, M., Brown, S., ... & Zhou, G. (2019). The Human Imperative of Stabilizing Global Climate Change At 1.5 C. *Science*, 365(6459).
- Işık, C., Ahmad, M., Ongan, S., Ozdemir, 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*, 28, 32648-32659.
- İçen, H. (2020). Environmental Kuznets Curve in D8 Countries: Evidence from Panel Cointegration. *Ekoist: Journal Of Econometrics And Statistics*, (32), 86-96.
- Jarvis, M., Lange, G.-M., Hamilton, K., Desai, D., Fraumeni, B., Edens, B., Ferreira, S., Li, H., Chakraborti, L., Kingsmill, W., 2011. The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium. Environment and Development. World Bank.
- Kuznets, S. (1955). International Differences in Capital Formation and Financing. In Capital Formation and Economic Growth (Pp. 19-111). Princeton University Press.
- Lanne, M., & Liski, M. (2004). Trends and Breaks in Per-Capita Carbon Dioxide Emissions, 1870-2028. *The Energy Journal*, 25(4), 41-65.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence From Developing Countries. *Energy Policy*, 38(1), 661-666.
- Ozcan, B., Ulucak, R., & Dogan, E. (2019). Analyzing Long Lasting Effects of Environmental Policies: Evidence From Low, Middle and High Income Economies. *Sustainable Cities and Society*, 44, 130-143.
- Pata, U. K. (2021). Do Renewable Energy and Health Expenditures Improve Load Capacity Factor in The USA And Japan? A New Approach to Environmental Issues. *The European Journal of Health Economics*, 22(9), 1427-1439.
- Pata, U. K., & Isik, C. (2021). Determinants of The Load Capacity Factor in China: A Novel Dynamic ARDL Approach for Ecological Footprint Accounting. *Resources Policy*, 74, 102313.
- Pata, U. K., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). Exploring The Impact of Tourism and Energy Consumption on The Load Capacity Factor in Turkey: A Novel Dynamic ARDL Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(9), 13491-13503.
- Pata, U. K., & Samour, A. (2022). Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with The Load Capacity Factor. *Progress in Nuclear Energy*, 149, 104249.
- Pata, U. K., & Samour, A. (2023). Assessing The Role of The Insurance Market and Renewable Energy in The Load Capacity Factor of OECD Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(16), 48604-48616.
- Rees, W. E. (1992). Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Sam, C. Y., McNown, R., & Goh, S. K. (2019). An augmented autoregressive distributed lag bounds test for cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130-141.
- Shahbaz, M., Solarin, S.A., Sbia, R., Bibi, S., 2015. Does energy intensity contribute to CO2 emissions? A trivariate analysis in selected African countries. *Ecol. Indicat.* 50, 215–224.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications*, 281-314.

- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F., & Ortega, E. (2010). Convergence of Ecological Footprint and Emery Analysis as A Sustainability Indicator of Countries: Peru as Case Study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192.
- Solarin, S.A., Bello, M.O. (2018). Persistence of Policy Shocks to An Environmental Degradation Index: The Case of Ecological Footprint in 128 Developed and Developing Countries. *Ecological Indicators*, 89, 35-44.
- 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.
- Solarin, S. A., Tiwari, A. K., & Bello, M. O. (2019). A Multi-Country Convergence Analysis of Ecological Footprint and Its Components. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101422.
- Song, M., Guo, X., Wu, K., Wang, G., 2015. Driving effect analysis of energy-consumption carbon emissions in the Yangtze River Delta region. *J. Clean. Prod.* 103, 620-628.
- Strazicich, M. C., & List, J. A. (2003). Are CO₂ Emission Levels Converging among Industrial Countries?. *Environmental and Resource Economics*, 24(3), 263-271.
- Tatoğlu, F., & İcen, H. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisinin Çok Boyutlu Panel Veri Modelleri ile Analizi. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(1), 26-38.
- Tatoğlu, F. Y., & Polat, B. (2021). Occurrence of Turning Points on Environmental Kuznets Curve: Sharp Breaks or Smooth Shifts?. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128333.
- Ulucak, R., & Lin, D. (2017). Persistence of Policy Shocks to Ecological Footprint of The USA. *Ecological Indicators*, 80, 337-343.
- Ulucak, R., 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. *Environmental Science and Policy*, 80, 21-27.
- Wenlong, Z., Tien, N. H., Sibghatullah, A., Asih, D., Soelton, M., & Ramli, Y. (2023). Impact of energy efficiency, technology innovation, institutional quality, and trade openness on greenhouse gas emissions in ten Asian economies. *Environmental science and pollution research*, 30(15), 43024-43039.
- Westerlund, J., & Basher, S. A. (2008). Testing for Convergence in Carbon Dioxide Emissions Using A Century of Panel Data. *Environmental and Resource Economics*, 40, 109-120.
- Xu, D., Salem, S., Awosusi, A. A., Abdurakhmanova, G., Altuntaş, M., Oluwajana, D., ... & Ojekemi, O. (2022). Load Capacity Factor and Financial Globalization in Brazil: The Role of Renewable Energy and Urbanization. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 823185.
- Yavuz, N. C., & Yılançı, V. (2013). Convergence in Per Capita Carbon Dioxide Emissions Among G7 Countries: A TAR Panel Unit Root Approach. *Environmental and Resource Economics*, 54, 283-291.
- Yılançı, V., Görüş, M. S., & Aydın, M. (2019). Are Shocks to Ecological Footprint in OECD Countries Permanent or Temporary?. *Journal of Cleaner Production*, 212, 270-301.