

Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği ve yeşil lojistik: Türkiye örneği

The validity of environmental Kuznets curve hypothesis and green logistic: The case of Turkey

Gönderim Tarihi / Received : 05.02.2021

Kabul Tarihi / Accepted : 31.05.2021

Doi: <https://doi.org/10.31795/baunsobed.874990>

Süleyman YURTKURAN¹

ÖZ: Bu çalışma çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezi kapsamında 1995-2016 döneminde Türkiye’de lojistik, ekonomik büyüme ve karbondioksit (CO₂) salımı arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Bu çalışmada Fourier otoregresif gecikmesi dağıtılmış (ADL) eşbütünleşme testi, tam değiştirilmiş en küçük kareler (FMOLS), kanonik eşbütünleşme regresyonu (CCR) uzun dönem tahmincileri ve Toda-Yamamoto (TY) ve Fourier TY nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Fourier ADL eşbütünleşme yöntemine göre seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Uzun dönem tahmincilerinden elde edilen sonuçlara göre Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, dönüm noktaları ilgili periyodun dışındadır. Bu nedenle Türkiye, CO₂ salımını azaltmak için gerekli ekonomik büyüme düzeyine henüz ulaşmamış durumdadır. Bunun yanında lojistik uzun dönemde kişi başına düşen CO₂ salımını pozitif yönde etkilemektedir. Ampirik sonuçlara göre ulaşım altyapısındaki gelişim CO₂ salımına neden olmaktadır. Son olarak, Fourier TY yöntemine göre ekonomik büyüme-CO₂ salımı ve Lojistik-CO₂ salımı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Yeşil lojistik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve CO₂ salımının azaltılması için Türkiye’de uygun yapısal reformların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Ekonomik büyüme, CO₂ salımı.

ABSTRACT: This study analysed the relationship between logistics, economic growth, and carbon dioxide (CO₂) emissions within the framework of the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis from 1995 to 2016 in Turkey. The study uses a Fourier autoregressive distributed lag (ADL) cointegration test, fully modified ordinary least squares (FMOLS), canonical cointegration regression (CCR) long-term estimators, and Toda-Yamamoto (TY) and Fourier TY causality methods. According to Fourier ADL cointegration method, there is a long-run relationship between the series. The results of long run estimators demonstrate that the EKC hypothesis is valid for Turkey. However, the turning points lie outside the sample period. Therefore, Turkey has not yet reached the level of economic growth necessary

¹Dr., Milli Eğitim Bakanlığı, suleymanyurtkuran@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7085-9203>

to reduce CO₂ emissions. In addition, an increase in logistic has a positive effect on per capita CO₂ emissions in the long term. The empirical results reveal that an improvement in the transportation infrastructure conditions causes CO₂ emissions. Finally, according to the Fourier TY method, there is a two-way causality relationship between economic growth-CO₂ emissions, and logistics-CO₂ emissions. To realize green logistic activities and reduce CO₂ emissions, appropriate structural reforms are required in Turkey.

Keywords: Logistics, Economic growth, CO₂ emissions.

EXTENDED ABSTRACT

Literature Review

Logistics involves business processes that plan, control, and apply the flow of products and related information between points of production and consumption to meet customer requirements. The logistics industry contributes greatly to economic growth by supporting goods and services through complex global supply chain networks. Environmental factors can play a dominant role in the realization of logistics services. CO₂ emissions account for 70% of global greenhouse gases. CO₂ emissions caused by the global logistics sector represent approximately 13% of total CO₂ emissions. Therefore, increasing logistics activities and other macroeconomic variables have attracted research attention.

Modern logistics, which is intertwined with all industries, is the most important pillar of national economies. With the developing technology, contemporary knowledge and new management ideas have emerged in the field of logistics. This situation favours the development of logistics sector in specialization and scale. However, with the great increase of logistics management, vehicles and equipment, the impact of logistics system on ecological environment becomes more and more serious. Today, environmentalists from some countries have proposed the call Green Development. Paying more attention to living with less pollution has become a green revolution. Currently, a green wave is being promoted in all regions of the world. In this context, developed countries have created the concept of green logistics, also known as ecological logistics, to eliminate the impact of traditional logistics activities. A new concept, green logistics, emerged in the mid-1990s. The term “green” here refers to the environmental impact of protecting the activities, actions, plans and ideas associated with economic development. Therefore, green logistics activities have become more and more a subject of interest and research. This study analyzed the relationship between logistics, economic growth and CO₂ emissions under the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis from 1995 to 2016 in Turkey.

Methodology

The study uses a Fourier ADL cointegration test, FMOLS, CCR long-term estimators, and TY and Fourier TY causality methods. In the Fourier ADL test, it is not necessary to determine the number and duration of structural breaks beforehand because low-frequency components are also included in the model. The model set up for this cointegration test is included in Equation 1.

$$\Delta y_t = \delta_0 + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_3 \Delta y_{t-1} + \delta_4 \Delta x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_5 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_6 \Delta y_{t-i} + v_t \quad (1)$$

In the equation, δ_0 is the constant term, $\delta_{1,2,3,4,5,6}$ are the coefficients, v_t is the error term, k is a single frequency, T is the total number of observations, and t is the trend. For optimal lag lengths p and r , Banerjee et al. (2017) used the Akaike information criterion (AIC). If the obtained t -statistics value is greater than the critical value of the table constructed by Banerjee et al. (2017), it is concluded that there is a cointegration relationship between the series.

In Granger (1969) causality test based on VAR models, first differences of non-stationary series are taken. However, taking the difference of a series causes long-term loss of information. Toda and Yamamoto (TY) (1995) developed a causality test to eliminate this problem. However, Granger and TY tests ignore structural changes. Nazlioglu et al. (2016) developed the TA test that includes structural changes based on the Fourier approach.

Findings and discussion

According to Fourier ADL cointegration method, there is a long-run relationship between the series. The results of long run estimators demonstrate that the EKC hypothesis is valid for Turkey. However, the turning points lie outside the sample period. Therefore, Turkey has not yet reached the level of economic growth necessary to reduce CO₂ emissions. In addition, an increase in logistics has a positive effect on per capita CO₂ emissions in the long term. The empirical results reveal that an improvement in the transportation infrastructure conditions causes CO₂ emissions. Finally, according to the Fourier TY method, there is a two-way causality relationship between economic growth-CO₂ emissions, and logistics-CO₂ emissions.

Results and recommendations

In carrying out economic growth activities in Turkey, it is of great importance to prevent environmental pollution and achieve the technological impact phase, which is the third phase of the EKC hypothesis. For this reason, effective and innovative policies should be implemented at the global level that will have a positive impact on the environment. Therefore, policy makers have a great responsibility to realize production with clean technology, raise public awareness and ensure that per capita economic growth exceeds the tipping point. The implementation of structural reforms and disciplined and consistent adherence to these reforms are at the forefront of these tasks. When considering the relationship between logistics and CO₂ emissions, the same

results were obtained using both causality methods and it was found that there is a bidirectional causality between the series. These results show the need to design long-term strategies for green supply chain management that help to protect natural resources and solve environmental problems for a healthy and clean environment. Logistical support acts as a carrier to destroy the pollutants in climate change that damage the global natural flora. While measures to conserve natural resources and reduce greenhouse gas emissions are possible by strengthening the logistics sector, robust, sustainable policies are needed to promote supply chain management that helps achieve the green logistics agenda across the country. Therefore, stronger environmental regulations and policies are needed to control the relationship between transportation and CO₂ emissions. The use of clean vehicle technologies, optimization of logistics networks, and implementation and enforcement of green building programs are among the important measures. In addition, sourcing goods from more efficient production facilities can significantly reduce carbon emissions from onward transportation. Finally, increasing recycling and reducing the use of packaging materials are considered to offer very important opportunities for pollution prevention.

Giriş

Ekonomik gelişme ve sosyal ilerlemeyle birlikte, insan yaşam tarzında büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Bu durum, aynı zamanda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında rekabet oluşturmuştur. Bu nedenle ülkeler refahlarını artırmak, fiziksel ve beşeri sermayelerini geliştirmek için büyük çaba sarf etmektedir (Shahbaz vd., 2016). Gelişmekte olan ülkelerdeki refah seviyesi, özellikle son yirmi yılda, teknolojik gelişmenin etkisiyle istikrarlı bir şekilde artmıştır (Sarkodie vd., 2019). Bununla birlikte, ekonomik faaliyetlerin genişlemesi ile enerji tüketiminde büyük artışlar meydana gelmiştir (Pata vd., 2016: 255). Aynı zamanda insanlar hızlı nüfus artışı ve doğa teknolojisinin ilerlemesi gibi bazı küresel sorunlarla yüzleşmek zorunda kalmıştır. Bu gelişmeler, doğal kaynaklara yönelik insan talebini ve madencilik kapasitesini kademeli olarak artırmaktadır. Buna ek olarak, insanın çevre bilinci hala zayıftır. Son yıllarda bir takım insan faaliyetleri sonucunda ekolojik çevreye büyük zararlar verilmiştir. Bu durum, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi sorunları da beraberinde getirmiştir. 2015'ten 2018'e kadar ortalama yıllık sıcaklık değerleri, tarihteki en yüksek değerler olmuştur ve bu da küresel ısınmanın ne kadar arttığını gözler önüne sermektedir (World Meteorological Organization, 2019). Bu nedenle çevresel kirlilikte artışlar yaşanmakta ve Dünya'da hızlı bir şekilde sera etkisi ortaya çıkmaktadır.

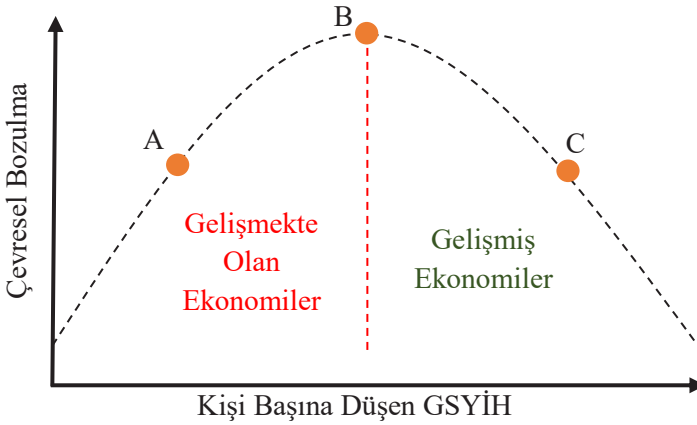
Çevre ekonomisi çalışmalarında, son dönemde üç ana araştırma faaliyet üzerinde durulmuştur. Bunlar çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezi, durağanlık analizleri ve kirlilik sığnağı hipotezidir (Yilanci vd., 2019: 270; Yurtkuran, 2020: 194). ÇKE hipotezinin temeli kapsamında ilk olarak Grossman ve Krueger (1991), ekonomik büyümenin çevre kirliliğini ilk başta arttırdığını, ilerleyen yıllarda ise azaltmaya başladığını tespit etmişlerdir. Panayotou (1993) tarafından da bu ilişki ÇKE hipotezi olarak adlandırılmış, daha sonra bu hipoteze ait birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadan sonra da ÇKE hipotezini test eden birçok çalışma yapılmıştır (Alper ve Onur, 2016; Pata ve Yurtkuran, 2018; Destek ve Sarkodie, 2019; Dogan ve Inglesi-Lotz, 2020).

ÇKE hipotezinin ölçek etkisi, yapısal etki ve teknolojik etki olmak üzere üç safhası bulunmaktadır (Grossman ve Krueger, 1991). Ölçek etkisine göre gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik büyüme faaliyetleri gerçekleştirilirken çevresel kirlilik göz ardı edilmektedir. Bu süreçte endüstrileşme ve enerji talebi artmaktadır. Başta fosil yakıtlar olmak üzere enerji tüketimindeki hızlı artış, çevre kirliliğine sebebiyet vermektedir. İkinci safha olan yapısal etki aşamasında köklü değişiklikler meydana gelmektedir. Bu süreçte çevre kirliliğinde artış devam etmekte, fakat bu kirlilik belli bir dönüm noktasına kadar artmaktadır. Bu dönüm noktasından sonra ekonomik büyüme faaliyetleri devam ederken

çevre kirliliğinde azalışlar gerçekleşmektedir. Toplumlar daha bilinçli hale gelmekte ve temiz bir çevre talebi giderek artmaktadır. Yapısal etki safhasında ağır sanayi sektörü giderek azalmakta ve bu sektör yerini çevre kirliliğine daha az sebebiyet veren hizmet sektörüne bırakmaktadır. Üçüncü ve son aşama olan teknolojik etki safhasında araştırma geliştirme faaliyetlerine ağırlık verilmekte, gelir seviyesi giderek artmakta ve çevre dostu temiz teknolojilerden yararlanılmaktadır. Bu safhada çevre kirliliğinde gözle görülür düşüşler meydana gelmektedir. Çünkü üretim sürecinde yapılan köklü değişikliklerle çevre kirliliğine sebebiyet vermeyen ürünlerin kullanılması tercih edilmektedir. Bu durum Şekil 1’de ifade edilmektedir.

Şekil 1’de dikey eksenle bağımlı değişken olarak ifade edilen çevresel bozulma bulunmaktadır. ÇKE hipotezi kapsamında bağımlı değişken olan çevresel bozulma; hava kirleticisinin salımı, yoğunluğu veya ormansızlaştırma gibi bir değişken olabilmektedir. Bağımsız değişken olan ekonomik büyüme değişkeni ise kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) değerini ifade etmektedir. Şekil 1’de A, B ve C olmak üzere üç farklı durum mevcuttur. A noktasında bulunan bir ülkede kişi başına düşen GSYİH değeri artarken çevresel bozulmada da artışların yaşanacağı görülmektedir. Bu durum dönüm noktası olan B’ye kadar devam edecektir. Bu noktadan sonra toplumlar bilinçlenecek, temiz çevreye olan talep artacaktır. Bu noktadan sonra da C’de ekonomik büyüme gerçekleşirken çevre kirliliğinde de azalmalar meydana gelecektir (Panayotou vd., 2000).

Şekil 1: Çevresel Kuznets eğrisi

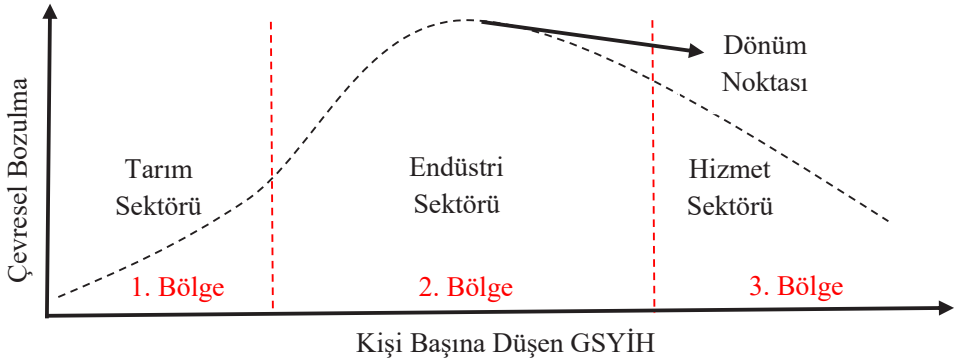


Kaynak: (Panayotou vd., 2000)

Şekil 2’de ise tarım ve sanayi sektöründen hizmet sektörüne geçişte meydana gelen çevre kirliliği ile GSYİH arasındaki ilişki yer almaktadır. Şekil 2’de üç bölge bulunmaktadır. Birinci bölgede tarım sektörü yer almaktadır. Bu böl-

gede GSYİH değeri arttıkça çevre kirliliği de artmaktadır. İkinci bölgede ise sanayi sektörü yer almaktadır. Bu bölgede iki farklı durum söz konusudur. İlk başta ekonomik büyüme değerleri artarken çevre kirliliğinde de artışlar meydana gelmektedir (ölçek etkisi). Fakat temiz enerji kaynaklarının kullanılması ve toplumların bilinçlenmesiyle çevre kirliliği değeri belli bir dönüm noktasından sonra azalma eğilimine girmektedir (yapısal etki). Üçüncü bölge olan hizmet sektöründe ise ekonomik büyüme faaliyetleri gerçekleşirken çevre kirliliğinde azalışlar meydana gelmektedir (teknik etki) (Panayotou, 2000).

Şekil 2: Çevresel Kuznets eğrisinin sektörlere göre dağılımı



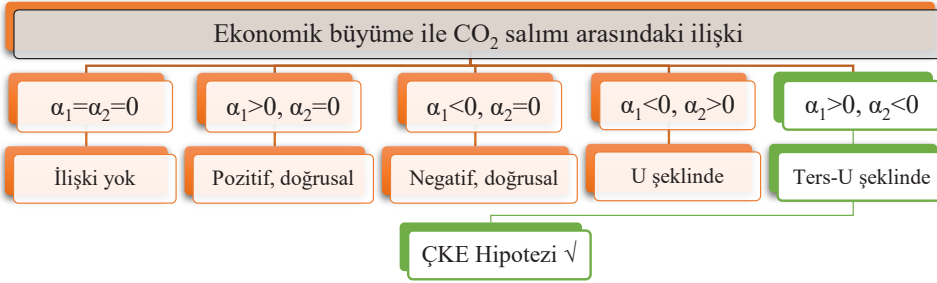
Kaynak: (Panayotou, 2000)

ÇKE hipotezinin geçerliliğini test etmek için gerçekleştirilen çalışmalardan Kaika ve Zervas (2013), Tutulmaz (2015), Yurttagüler ve Kutlu (2017) ve Pata (2019) CO₂ salımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Literatürde sıklıkla kullanılan bu temel model denklem 1'de yer almaktadır.

$$CO_t = \alpha_0 + \alpha_1 E_t + \alpha_2 E_t^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu modelde sabit terimi, katsayıları, CO CO₂ salımını, E kişi başına düşen GSYİH değerini ve hata terimlerini göstermektedir. Denklem 1'den elde edilen muhtemel sonuçlar Şekil 3'te yer almaktadır.

Şekil 3: Ekonomik büyüme ile CO₂ salımı arasındaki olası ilişkiler



Kaynak: Kaika ve Zervas (2013)'in çalışmasına dayanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3'e bakıldığında ÇKE hipotezinin geçerli olduğu durumda α_1 katsayısının pozitif işaretli olması, GSYİH artarken CO₂ salımının da artacağını; α_2 katsayısı negatif olması ise belirli bir dönüm noktasının var olduğunu ve bu noktadan sonra GSYİH artarken CO₂ salımının azalacağını ifade etmektedir. Dönüm noktası değeri $-\alpha_1/2\alpha_2$ formülüyle hesaplanmaktadır.

ÇKE hipotezinde farklı değişkenler de analize dahil edilmiştir. ÇKE hipotezi için yapılan çalışmalarda enerji tüketimi, dışa açıklık, finansal gelişme, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, kentleşme ve sanayileşme gibi değişkenler de kullanılmıştır.

Bu çalışmada da ÇKE hipotezi kapsamında lojistik sektörü, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Literatürdeki Türkiye'ye ait ÇKE hipotezi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, lojistik sektörünün analize dahil edilmediği görülmektedir. Halbuki dünyada tüm sektörler içerisinde lojistik sektörünün CO₂ emisyonlarının artışı üzerindeki etkisi yaklaşık %13 seviyesindedir (World Economic Forum, 2009). Bu yüzden bu çalışmada lojistik sektörü de gerçekleştirilen analizde kullanılmıştır. İkinci olarak son zamanlarda geliştirilen Fourier fonksiyonlarının kullanıldığı yöntemler bu çalışmada da bulunmaktadır. Yeni geliştirilen bu yöntemlerle elde edilen sonuçlar daha güçlü olmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın literatürdeki bu boşluğu dolduracağı öngörülmektedir.

Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde lojistik sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi ve yeşil lojistik kavramından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde literatür çalışmaları yer almıştır. Dördüncü bölümde veri seti tanımlanmıştır. Beşinci bölümde metodoloji ve elde edilen ampirik sonuçlardan bahsedilmiştir. Sonuç bölümünde ise politika yapıcılara öneriler sunulmuştur.

Yeşil lojistik

Lojistik, müşteri talebini karşılamak için üretim ve tüketim noktaları arasındaki mal akışını ve ilgili bilgileri planlayan, kontrol eden ve uygulayan iş süreçlerini kapsamaktadır (Çevik ve Kaya, 2010: 23). Lojistik yönetimi de bilgi işleme, yük taşımacılığı, malzeme taşıma, envanter depolama ve ürünlerin taşınmasında yer alan tedarik zinciri üyeleriyle bilgi paylaşımını kapsayan bir dizi entegre faaliyetleri içermektedir (Khan vd., 2019: 1011). Lojistik endüstrisi, karmaşık küresel tedarik zinciri ağları aracılığıyla mal ve hizmetlere destek sağladığı için ekonomik büyümeye büyük katkı sağlayabilmektedir. Bunun yanı sıra bugün ekonomik yarışta ülkeler ayakta kalabilmek için yeni akıllı üretim sistemlerini çok daha hızlı benimsemektedir. Shirley ve Winston (2004), lojistik altyapısına yapılan yatırımların firmaların envanterlerini düşürerek ekonomiye fayda sağladığını belirtirken; Hong (2007), lojistiğin trafik hacimlerini iyileştirerek, seyahat süresini ve maliyetini azalttığını ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ev sahibi ülkenin çekiciliğini olumlu etkilediğini ifade etmiştir.

Lojistik hizmetleri gerçekleştirilirken çevresel faktörler de ön plana çıkabilmektedir. Ürünler, lojistik ağ aracılığıyla üretim yerlerinden varış noktalarına giderken, fosil yakıtlarla (örneğin dizel, benzin) çalışan taşıtlarda (örneğin uçaklar, kamyonlar, gemiler, motosikletler) taşınırlar. Motorun yanma işlemi sırasında, görünür ve görünmez gazlar; yerel hava, su veya toprak kirliliğinden küresel iklim değişikliğine kadar yerel, bölgesel ve küresel atmosferik bileşimi etkileyen egzoz borularından yayılır. Malların depolanması ve taşınması sırasında kullanılan enerji, her zaman doğrudan olmasa da dolaylı olarak yenilenemeyen enerji kullanımı yoluyla atmosferi etkiler. Atmosferi etkileyen sera gazlarının ise %70'ini CO₂ gazı oluşturur (Yılcı ve Pata, 2020). Bu yüzden CO₂ emisyonları ile diğer makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki, ekonomik faaliyetin çevre üzerindeki etkileri ve bu etkileri azaltmanın yolları bilim adamları, yazarlar ve politika yapımcılar arasında en çok tartışılan konular haline gelmiştir (Iwata vd., 2012; Kaika ve Zervas, 2013; Dogan ve Turkecul, 2016; Pata, 2018a). Öte yandan, dünya genelinde lojistik sektörünün neden olduğu CO₂ emisyonları, tüm CO₂ emisyonlarının yaklaşık %13'ünü oluşturmaktadır (World Economic Forum, 2016). 2019 yılında lojistik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazlarının tarihsel payı artarak %12 seviyesine kadar yükselmiştir. Lojistik faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlara en büyük katkı, karayolu taşımacılığına aittir (Air Transport Action Group, 2020). Bu yüzden diğer makroekonomik değişkenlerin yanında giderek artan lojistik faaliyetlerinin de çevre kirliliği üzerindeki etkisi, araştırmacıların dikkatini çekmektedir.

Modern lojistik, bütün endüstrilerle iç içe olarak ulusal ekonomilerin temel direği durumundadır. Gelişen teknoloji ile birlikte lojistik alanında çağdaş

bilgi ve yeni yönetim fikirleri ortaya çıkmıştır. Bu durum, lojistik sektörünün uzmanlaşma ve ölçekte gelişmesini teşvik etmektedir. Ancak, lojistik yönetiminin, araçlarının ve tesislerinin miktarındaki büyük artış nedeniyle lojistik sistemin ekolojik çevre üzerindeki etkisi giderek daha ciddi hale gelmektedir. Günümüzde, bazı ülkelerden gelen çevre gönüllüleri, Yeşil Kalkınma'nın cazibesini öne sürmüşlerdir. Çevre kirliliğinin az olduğu yaşama daha fazla dikkat edilmesi, yeşil bir devrim olarak ortaya çıkmıştır (Li, 2007). Şu anda, dünyanın tüm bölgeleri bir yeşil dalgayı teşvik etmektedir (Zailani vd., 2011). Bu bağlamda gelişmiş ülkeler, geleneksel lojistik faaliyetlerinin etkisini ortadan kaldırmak için ekolojik lojistik olarak da bilinen yeşil lojistik kavramını oluşturmuşlardır. Yeni bir kavram olan yeşil lojistik, 1990'ların ortalarında ortaya çıkmıştır. Buradaki yeşil ifadesi, ekonomik kalkınmada yer alan faaliyetleri, eylemleri, planları ve fikirleri korumanın ekolojik etkisini ifade etmektedir. Bu yüzden de yeşil lojistik faaliyetleri, giderek daha fazla ilgi ve araştırma konusu haline gelmiştir (Maas vd., 2014). Yeşil lojistik hala yeni bir kavramdır ve aynı zamanda olgun teori sisteminden yoksundur, ancak bu kavramın sosyal ve ekonomik değeri giderek artmaktadır (Xiu vd., 2012). Genel olarak, yeşil lojistik ile ilgili mevcut araştırmalar; esas olarak karayolu taşımacılığı, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarına odaklanmaktadır. Demiryolu ve su taşımacılığı gibi lojistik süreçteki diğer ulaştırma türleri için nadiren çalışılmaktadır.

Yeşil lojistik kavramı üzerine bilim adamlarının farklı tanımlamaları mevcuttur. Bu kavram en basit tabirle lojistiğin çevre üzerindeki etkisini azaltma süreci olarak adlandırılmaktadır. Wu ve Dunn (1995) yeşil lojistiğin çevreye duyarlı bir lojistik sistem olduğuna inanmaktadır. Yeşil lojistik, hammadde alımından, ürün üretiminden, paketlemeden, nakliyeden, depolamadan ve atık geri dönüşümden son kullanıcıya kadar olan süreci içermektedir. Bununla birlikte bu kavram, lojistik faaliyetlerin çevreye vermiş olduğu zararın en aza indirilmesi ve kaynaklardan etkili ve verimli bir şekilde yararlanılması olarak da tanımlanmaktadır. Geleneksel lojistik faaliyetleriyle birlikte ekonomik büyüme gerçekleşirken ekolojik zararlar da artmaktadır. Buna karşın, yeşil lojistik kavramı bu noktada geleneksel lojistikten ayrılmaktadır. Yeşil lojistik kavramına göre ekonomik kalkınmayla birlikte sosyal kalkınma da gerçekleşmektedir. Lojistik sektörünün sürekli bir gelişimi söz konusudur ve bu gelişim aşamasında ekonomik-çevresel çıkarlar göz önünde bulundurulur. Yeşil lojistik çerçevesinde ekonomik gelişimin yanı sıra çevresel sürdürülebilirliğin artırılmasıyla, insan yaşamının geliştirilmesi için modern anlamda lojistik tesislerine öncelik verilmektedir. Geleneksel lojistik ile yeşil lojistik arasındaki temel farklar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Geleneksel lojistik ve yeşil lojistik arasındaki temel farklar

	Geleneksel Lojistik	Yeşil Lojistik
Esas Amacı	Çevresel bozulmayı göz ardı ederek ekonomik anlamda yüksek lojistik verimliliği elde etmek	Sürdürülebilir kalkınmaya ve temel olarak lojistiğin teknolojik ilerlemesine ve yeniliğine ulaşmak. Bununla birlikte lojistik sürecin çevreye olan etkisini kademeli olarak ortadan kaldırmak.
Aktörler	Aktörler sadece lojistik işiyle uğraşan kişilerdir	Aktörler sadece lojistik girişimin kendisini değil, aynı zamanda tedarik zincirinin akışındaki imalat ve perakende işletmelerini de içerir. Bu nedenle, aktörler etkin bir sinerji elde edebilir, mevcut kaynakları entegre kullanabilir, kaynak israfını azaltabilir ve kaynak kullanımını iyileştirebilir.
Lojistik Sistem	Sadece kaynak çıkarımından ürüne ve tüketmeye kadar lojistiği dikkate alır ve atık malzemelerin oluşturduğu yenilenebilir kaynakların geri dönüşümünü ihmal eder.	Dairesel özelliklere sahiptir. İleri lojistiğin yeşil yönlerini göz önünde bulundurabilir, aynı zamanda kaynak israfının, atık malzemelerin geri dönüşümü, kaynak atığının toplanması vb. işleri dikkate alır.

Kaynak: (Xiu vd., 2012)

Literatür taraması

ÇKE hipotezine ait birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı panel veri analizi olarak gerçekleştirilirken (Narayan ve Narayan, 2010; Ozcan, 2013; Işık vd., 2019; Destek ve Sarkodie, 2019; Georgatzı vd., 2020; Dogan ve İnglesi-Lotz, 2020; Erdogan vd., 2020), bir kısmı da zaman serisi yöntemleri yardımıyla analiz edilmiştir (Halıcıoğlu, 2009; Shahbaz vd., 2013; Alper ve Onur, 2016; Katircioğlu ve Katircioğlu, 2017; Kharbach ve Chfadi, 2017; Pata ve Yurtkuran, 2018). Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye’de de ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen bazı temel çalışmalar

Yazar(lar)	Zaman aralığı	Ekonometrik yöntemler	Değişkenler	ÇKE hipotezi’nin geçerliliği
Halicioglu (2009)	1960-2005	ARDL, sınır testi, Johansen-Juselius (JJ) eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modeli (ECM)	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji tüketimi, dışa açıklık	X
Shahbaz vd. (2013)	1970-2010	ARDL, sınır testi, JJ eşbütünleşme analizi ve vektör hata düzeltme modeli (VECM)	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji yoğunluğu, küreselleşme	✓
Tutulmaz (2015)	1968-2007	Engle-Granger ve JJ eşbütünleşme testleri	CO ₂ salımı, GSYİH	✓
Bölük ve Mert (2015) 1961-2010 ARDL, sınır testi ve ECM			CO ₂ salımı, GSYİH, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi	✓
Albayrak ve Gökçe (2015)	1975-2010	JJ eşbütünleşme analizi ve en küçük kareler (OLS) yöntemi	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji tüketimi, dışa açıklık	✓
Lebe (2016)	1960-2010	ARDL, sınır testi ve VECM	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji tüketimi, dışa açıklık, finansal gelişme	✓
Çağlar ve Mert (2017)	1960-2013	Gregory Hansen (GH), Hatemi-J (HJ) eşbütünleşme analizleri ve dinamik OLS uzun dönem tahmincisi	CO ₂ salımı, GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi	✓
Yurttagüler ve Kutlu (2017)	1960-2011	JJ eşbütünleşme analizi ve uzun dönem tahmincisi	CO ₂ salımı, GSYİH	✓
Ozatac vd. (2017)	1960-2013	ARDL, sınır testi ve VECM	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji tüketimi, dışa açıklık, kentleşme, finansal gelişme	✓

Tablo 2 (Devamı): Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen bazı temel çalışmalar

Yazar(lar)	Zaman aralığı	Ekonometrik yöntemler	Değişkenler	ÇKE hipotezi’nin geçerliliği
Katircioglu ve Katircioglu (2017)	1960-2013	ARDL, Maki eşbütünleşme testi ve ECM	CO ₂ salımı, GSYİH, enerji tüketimi, kentleşme	X
Pata (2018a)	1974-2014	ARDL, sınır testi, GH ve HJ eşbütünleşme analizleri, tam değiştirilmiş en küçük kareler (FMOLS), kanonik eşbütünleşme regresyonu (CCR) uzun dönem tahmincileri	CO ₂ salımı, GSYİH, finansal gelişme, yenilenebilir enerji tüketimi, kentleşme	✓
Pata (2018b)	1974-2013	ARDL, sınır testi ve ECM	CO ₂ salımı, GSYİH, finansal gelişme, enerji tüketimi, kentleşme, endüstrileşme	✓
Pata ve Yurtkuran (2018)	1981-2014	ARDL, sınır testi ve ECM	CO ₂ salımı, GSYİH, finansal gelişme, nüfus yoğunluğu	✓
Pata (2019)	1969-2017	Bootstrap ARDL, sınır testi, ECM ve Fourier Toda-Yamamoto Granger nedensellik testi	CO ₂ salımı, GSYİH, dışa açıklık	✓

Küresel olarak gerçekleştirilen çalışmalarda birçok kontrol değişkeni kullanılmıştır. Bu değişkenler içerisinde lojistik sektörüne ait çalışmalar çok az bulunmaktadır. Lojistik performans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi bulmak için çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bütün bir sektör olarak lojistiğin önemine rağmen, bu sektörün çevre kirliliği üzerindeki etkisi yeterince incelenmemiştir. Yapılan çalışmalarda genellikle lojistiğin ana alt sektörü olan ulaşım altyapısının çevre kirliliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmalardan;

Zhu vd. (2007), yeşil lojistiğin firmaların çevresel ve finansal performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek için Çin’de regresyon yöntemiyle 2003-2005 dönemi için araştırma yapmışlardır. Yazarlar, yeşil lojistik operasyonun ekonomik performansı artırdığına, ancak çevresel sürdürülebilirlik üzerinde kü-

çük etkilere sahip olduğuna dair kanıt elde etmişlerdir. Vachon ve Mao (2008), çevresel sürdürülebilirlik ve lojistik sistemi arasındaki ilişkiyi 2004-2005 dönemi için regresyon yöntemiyle araştırmışlardır. Yazarlar, iki değişken arasında pozitif bir bağlantı olduğunu tespit etmişlerdir ve lojistik sisteminin yeşil tedarik için çok önemli bir çevresel göstere olduğunu belirtmişlerdir. Song vd. (2012), Çin'de 1978-2007 döneminde korelasyon analizi ve Engle-Granger eşbütünlük yöntemi yardımıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, endüstrinin lojistik faaliyetlerini karayolundan trene kaydırarak bu sektörün büyük ölçüde enerji tükettiğini savunmuşlardır ve karayolu ile seyahat etmenin lojistik enerji kullanımını önemli ölçüde azalttığını, trenle seyahat ederken daha fazla lojistik enerji tükettiğini ve bunun Çin'in çevre kirliliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Large vd. (2013), Almanya'da 750 lojistik yöneticisinin lojistik hizmetlerin tedariki ile ilgili bir saha araştırması yapmışlardır ve lojistik hizmet alıcılarının, ülke genelinde sağlıklı ve zengin lojistiğe yönelik ekonomik kararları entegre etmenin ön koşulu olan sürdürülebilirliğin sosyal ve ekolojik yönlerine ağırlık verdiğini belirlemişlerdir. Azlina vd. (2014), 1975-2011 yılları arasında VECM ile Malezya için yapmış oldukları analizde, karayollarında enerji tüketiminin CO₂ salımını arttırdığını tespit etmişlerdir. Khan vd. (2017), seçilmiş 15 ülkede panel genelleştirilmiş momentler yöntemi ile 2007-2015 döneminde lojistik, ekonomik büyüme, çevre kirliliği ve fosil enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır ve lojistik sektörünün ekonomik büyümeyi arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca yazarlar, lojistiğin kaliteli altyapısının çevresel sürdürülebilirlik üzerinde hiçbir zararlı etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Pereira ve Pereira (2017), 1978-2011 döneminde Portekiz'de vektör otoregresif modelini kullanarak kara yollarına, demiryollarına ve hava limanlarına yapılan yatırımın çevre kirliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yazarlar, karayollarına ve demiryollarına yapılan yatırımın CO₂ salımını azalttığını, havalimanlarına yapılan yatırımın ise bu salımı arttırdığını belirtmişlerdir. Neves vd. (2017), 1995-2014 döneminde sabit etkiler yöntemi ve Driscoll-Kraay tahmincisi yardımıyla 15 Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkesinde demiryolu altyapısı ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır ve demiryolu altyapısına yapılan yatırımların CO₂ salımını arttırdığını bildirmişlerdir. Kharbach ve Chfadi (2017), Fas'ta 2000-2011 döneminde JJ eşbütünlük yöntemi ve regresyon analizi ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, kara yolları sektöründe kullanılan dizel yakıtla araç sayısının CO₂ salımını arttırdığını belirtmişlerdir ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Erdogan vd. (2020), 1995-2014 döneminde panel Pedroni eşbütünlük yöntemi ve FMOLS uzun dönem tahmincisi ile en fazla uçak yolculuğunun yapıldığı 10 ülkede ekonomik büyüme hava yolu, tren yolu ve kentleşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Yazarlar, hava taşımacılığının CO₂ salımını arttırdığını tren yolu taşımacılığının ve kentleşmenin bu salımı azalttığını belirlemişlerdir. Georgatzi vd. (2020), 1994-2014 döneminde 12 Avrupa ülkesinde panel eşbütünleşme testi, FMOLS ve dinamik en küçük kareler uzun dönem tahmincileri ve Granger nedensellik yöntemi yardımıyla gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, demiryolu ve karayolu altyapı yatırımları-çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemişler, demiryolu ve karayolu altyapı yatırımlarının çevre kirliliğini etkilemediğini belirtmişlerdir. Erdogan (2020), 2000-2015 döneminde Pedroni eşbütünleşme yöntemi ve FMOLS uzun dönem tahmincileri yardımıyla 21 OECD ülkesinde kara yolu, hava yolu, tren yolu yatırımları, dışa açıklık, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi kapsamında test etmiştir. Yazar, hava ve kara yolu yatırımlarının çevre kirliliğini arttırdığını, tren yolu yatırımının ise azalttığını belirtmiştir ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Veri seti

Bu çalışmada Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı analiz edilmiştir. Uygulanan serilerden CO kişi başına düşen CO₂ salımını (milyon ton eş değer petrol), E kişi başına düşen GSYİH’yı (2010 \$ sabit fiyatlar), E² kişi başına düşen GSYİH’nın karesini, L lojistik sektörünü ifade etmektedir. Lojistik sektörüne ait direkt olarak veri elde edilemediği için çeşitli çalışmalarda lojistik sektörünü temsil etmek adına farklı değişkenler kullanılmıştır. Örneğin, Clark vd. (2004) ve Micco ve Serebrisky (2006) liman ve havaalanı altyapılarının kalitesinden yararlanmışlardır. Yazarlar altyapı kalitesinin, lojistik fonksiyonunun kalitesini ortaya çıkardığını iddia etmişlerdir. Chu (2012) lojistik sektöründeki toplam yatırımları kullanmıştır. Lean vd. (2014) deniz yolu, kara yolu ve tren yolu yatırımlarından yararlanmışlardır. Saidi vd. (2020) bireysel internet kullanıcı sayılarından faydalanmışlardır.

Kara yolu altyapı yatırımları lojistik sektöründeki performansın önemli bir belirleyicisidir ve bu iki faktör birbiriyle sürekli etkileşim halindedir (OECD, 2020; Saidi vd., 2020: 279). Ayrıca, kara yolu taşımacılığı hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde en fazla kullanılan taşımacılık şeklidir (Park, 2020: 56). Bu yüzden bu çalışmada lojistik sektörünü temsilen kara yolu altyapı yatırımları verileri kullanılmıştır. Lojistik sektörüne ait veriler OECD (2020) istatistiklerinden, CO₂ salımına ve ekonomik büyümeye ait veriler ise World Bank-World Development Indicators (WDI) (2020)’den derlenmiştir. Lojistik sektörüne ait veriler 1995 yılından başladığı, CO₂ salımına ait veriler 2016 yılında bittiği için bu çalışma 1995-2016 dönemini kapsamaktadır. Analizde kullanılan veriler logaritmik forma dönüştürülmüştür. Erdogan (2020) ÇKE hipotezini test etmek için temel değişkenlerin yanında lojistik değişkenlerini de

modele eklemiştir. Bu çalışmada da kurulan model Erdogan (2020)'ın kurmuş olduğu modele dayanmaktadır. Kurulan model Denklem 2'de ifade edilmiştir.

$$\ln CO_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln E_t + \alpha_2 \ln E_t^2 + \alpha_3 \ln L_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Denklem 2'de CO kişi başına düşen CO₂ salımını, E kişi başına düşen GSYİH değerini, L ise lojistik değerini ifade etmektedir. ÇKE hipotezinin geçerli olması için katsayısının pozitif, katsayısının ise negatif olması gerekmektedir. Lojistik değişkenini ifade eden L'nin ise ülkenin gelişmişlik seviyesine göre negatif veya pozitif olması öngörülmektedir.

Metodoloji

Fourier ADF birim kök testi

Serilerin durağanlıklarının belirlenmesi için birim kök testleri kullanılmaktadır. Genişletilmiş-Dickey-Fuller (ADF) (1981), Phillips-Perron (PP) (1988), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992) ve Dickey-Fuller genelleştirilmiş en küçük kareler (DF-GLS) (1996) gibi yöntemlerde serilerin sert değişimleri dikkate alınmamaktadır. Bu durum da sonuçların tutarsız ve tartışmalı çıkmasına sebebiyet vermektedir. Perron (1989) yapısal kırılmaların dışsal olarak tahmin edildiği ve tek bir sert değişime müsaade eden yöntem geliştirmiştir. Geliştirilen yöntem literatürde dönüm noktası olmuştur. Zivot ve Andrews (1992), Perron'un aksine modelin içerisinde yer alan ve tek bir yapısal kırılmanın olduğu birim kök testi gerçekleştirmiştir. Lumsdaine ve Papell (1997) ve Lee ve Strazicich (2003) de içsel olarak belirlenen ve iki yapısal kırılmaya izin veren birim kök testi geliştirmişlerdir. Tek ve iki yapısal kırılmaya izin veren bu testlere yöneltilen temel eleştiri ise yapısal kırılmaların önsel olarak tespit edilebilmesidir. Yani tek yapısal kırılmanın yaşandığı veya hiç yapısal kırılmanın yaşanmadığı bir seriye Lumsdaine ve Papell (1997) veya Lee ve Strazicich (2003) birim kök testini uygulamak ya da tersi durumda diğer birim kök testlerini koşturmak sonuçların hatalı çıkmasına sebebiyet vermektedir. Diğer bir sorun da bu testlerde serilerin biçimi de önceden tespit edilmektedir. Bahsi geçen bu problemleri ortadan kaldırmak için Gallant'ın (1981) esnek Fourier fonksiyonlarını modele dahil eden Enders ve Lee (2012a) Lagrange çarpanı (LM) ve Rodrigues ve Taylor (2012) DF-GLS yöntemlerini temel alan birim kök testi geliştirmişlerdir. Bu testlerdeki temel mantık bir veya birden fazla yapısal kırılmanın yaşandığı seride Fourier yaklaşımıyla birlikte düşük frekanslı bileşen kullanılması ve yapısal kırılmaların bu şekilde elde edilmesidir. Bu çalışmaların dışında Enders ve Lee (2012b) ise doğrusal olmayan fonksiyona sahip DF testine dayalı Fourier birim kök testi geliştirmiştir. Bu testlerle birlikte modelde bulunan yapısal kırılmaların tarihleri, sayıları ve biçimleri önceden

tahmin edilmemekte; bunun yerine trigonometrik terimler modele eklenmektedir. Denklem 3'te deterministik terimin yeniden düzenlendiği ve ADF birim kök testine ait kurulan model yer almaktadır.

$$\Delta y_t = \alpha(t) + \delta t + \beta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \sigma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem 3'te deterministik terim ; optimal gecikme uzunluğu p ; katsayılar δ , β σ ve hata terimi ile gösterilmektedir. 'nin gecikmeli değerleri modele dahil edilerek otokorelasyon problemi ortadan kaldırılmaktadır. Denklem 3'te deterministik terimin bilinmemesi ve doğru çıkarmaması durumunda $\delta=1$ için bulunan değerlerde sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Enders ve Lee, 2012b). Bu sorunları ortadan kaldırmak için trigonometrik terimlerin dahil olduğu Fourier fonksiyonu modele eklenmektedir. Bu durum Denklem 4'te gösterilmektedir.

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^p \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (4)$$

Denklem 4'te frekans sayısı p , trend t , gözlem sayısı T , kalıntı kareler toplamının (SSR) en küçük değeri k , trigonometrik terimlerin katsayıları ve ile gösterilmektedir. sayısının değeri 3,1416'dır. Kümülatif frekanslı Fourier ADF birim kök testi Denklem 4'te yer alan değişkenlerin Denklem 3'e eklenmesiyle oluşturulan yeni model Denklem 5'te gösterilmektedir.

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \gamma t + \sum_{k=1}^p \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^p \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^p \sigma_i \Delta y_{t-i} + \beta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Uygulanan regresyon modellerinde gecikme uzunlukları için kullanılan büyük değerler çeşitli sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu problemleri ortadan kaldırmak için tek frekansa sahip Fourier fonksiyonu Denklem 5 revize edilerek Denklem 6'da gösterilmektedir.

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \delta t + \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^p \sigma_i \Delta y_{t-i} + \beta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Denklem 6'da serinin durağan olup olmadığının tespitinde β katsayısının t -istatistik değerine bakılır ve bu değer Enders ve Lee (2012b)'nin tablo kritik değeriyle karşılaştırılır. Tablo kritik değerinde uygun sayıyı bulmak için SSR'nin en küçük değeri olan k 'ye ve gözlem sayısına (T) bakılmaktadır. Bulunan değer tablo kritik değerinden mutlak değer içerisinde büyükse serinin birim kök içermediği (durağan olduğu) sonucuna ulaşılmaktadır.

Fourier ADL eşbütünleşme testi

Geleneksel eşbütünleşme testleri arasında yer alan Engle ve Granger (1987) ile Johansen ve Juselius (1990) yöntemlerinde yapısal kırılmalar dikkate alınmamaktadır. Bu yüzden de elde edilecek sonuçların hatalı çıkması muhtemel olacaktır. İlerleyen yıllarda bir ve iki yapısal kırılmaya içsel olarak izin veren eşbütünleşme testleri geliştirilmiştir. Bu testlerde yapısal kırılma tarihleri, yapısal kırılmaların yapısı ve sayısı önceden belirlenmektedir. Banerjee vd. (2017), Gallant'ın (1981) esnek Fourier formunun basit bir varyantına dayanan ve trigonometrik terimleri modele dahil eden (yumuşak geçişlere izin veren) otoregresif gecikmesi dağıtılmış (ADL) eşbütünleşme testinin bir modifikasyonunu geliştirmişlerdir. Fourier ADL testinde, Fourier genişlemesinin düşük frekanslı bileşenleri de modelde yer aldığı için yapısal kırılma sayısının ve süresinin önceden belirlenmesine gerek duyulmamaktadır. Bu eşbütünleşme testine ait kurulan model Denklem 7'de yer almaktadır.

$$\Delta y_t = \delta_0 + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_3 \Delta y_{t-1} + \delta_4 \Delta x_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_5 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^r \delta_6 \Delta y_{t-i} + v_t \quad (7)$$

Denklemden δ_0 sabit terimi, $\delta_{1,2,3,4,5,6}$ katsayıları, hata terimini, k tek bir frekansı, T toplam gözlem sayısını ve t trendi ifade etmektedir. Optimal gecikme uzunlukları olan p ve r için Banerjee vd. (2017) Akaike bilgi kriteri (AIC)'ni kullanmıştır. Uygun frekans sayısı belirlendikten sonra değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisinin gerçekleşmediğini ifade eden yokluk hipotezi ($H_0: \delta_3=0$), eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu gösteren alternatif hipoteze ($H_{\text{alternatif}}: \delta_3 < 0$) karşı test edilmektedir. Elde edilen t -istatistik değeri Banerjee vd. (2017)'nin oluşturmuş olduğu tablo kritik değerinden büyük olursa seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Fourier Toda–Yamamoto Granger nedensellik testi

VAR modellerine dayalı Granger (1969) nedensellik testinde, durağan olmayan serilerin birinci farkları alınmaktadır. Ancak, bir serinin farkını almak, uzun vadeli bilgi kaybına neden olmaktadır. Toda ve Yamamoto (TY) (1995) bu problemi ortadan kaldırmak için bir nedensellik testi geliştirmiştir. Fakat Granger ve TY testleri yapısal değişiklikleri göz ardı etmektedir (Pata, 2019). Enders ve Jones (2016) ve Nazlıoğlu vd. (2016), Fourier yaklaşımına dayalı olarak yapısal değişiklikleri içerisine alan sırasıyla Granger nedensellik ve TY testi geliştirmişlerdir. Nazlıoğlu vd. (2016), Denklem 8'de olduğu gibi yapısal kırılmaları modele dahil etmek için, sabit terimlerin zaman içinde değişmediği varsayımını genişletmişlerdir.

$$y_t = \alpha(t) + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_{p+dmax} y_{t-(p+dmax)} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Denklem 8’de zamanın bir fonksiyonu olan $\alpha(t)$ sabit terimi y_t ve β ’deki yapısal kaymaları temsil etmektedir. y_t ve sırasıyla katsayı matrislerini, endojen değişkenleri ve beyaz gürültü kalıntılarını ifade etmektedir. Yapısal kırılmaları, bilinmeyen tarih, form ve sayıdan oluşan kademeli bir süreç olarak elde etmek için Denklem 9’daki Fourier yaklaşımı kullanılmıştır.

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \alpha_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (9)$$

Denklem 9’da n , T ve k sırasıyla 1 ile 5 arasında frekans sayısı, gözlem ve frekans değerini belirtmektedir. Bir yandan n için büyük bir değer stokastik parametre varyasyonuna neden olabilir ve bu durum aşırı uyuma sorununa yol açabilir. Öte yandan, tek bir Fourier frekansı bu sorunu, kesintilerin tarihi, sayısı ve şekli ne olursa olsun çözebilmektedir (Nazlıoğlu vd., 2016). Bu model Denklem 10’da gösterilmektedir.

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \alpha_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (10)$$

Tek frekanslı Fourier TY nedensellik testi Denklem 11 yardımıyla elde edilmektedir. Bu nedensellik testinde H_0 hipotezi değişkenler arasında nedensellik olmadığını belirtmektedir.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_{1k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_{2k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_{p+dmax} y_{t-(p+dmax)} + \varepsilon_t \quad (11)$$

Ampirik sonuçlar

Bu çalışmada Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığının belirlenmesi için ilk başta serilere yumuşak geçişlere sahip Fourier ADF birim kök testi uygulanmıştır. Bu sayede eşbütünleşme testinin uygulanıp uygulanamayacağı belirlenecek; TY ve Fourier TY yöntemlerinde maksimum bütünleşme seviyesi tespit edilecektir. Sonuçlar Tablo 3’te yer almaktadır. Tablo 3’e bakıldığında tüm serilerin seviye değerlerinde birim kök içerdiği, birinci fark değerlerinde ise durağan olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3: Fourier ADF birim kök yöntemine ait bulgular

Değişkenler	Seviyesinde		
	Test istatistiği	k (I)	Min SSR
CO	-0,434	2 (0)	0,040
E	1,028	3 (0)	0,027
L	0,011	5 (0)	0,594
Birinci Farkında			
Δ CO	-5,879***	2 (0)	0,035
Δ E	-4,912***	3 (0)	0,027
Δ L	-5,910***	5 (0)	0,501

Not: Tablo kritik değerleri Enders ve Lee (2012: 197)'den elde edilmiştir. k: Optimal frekans değerini, l: Optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir. Optimal gecikme uzunlukları AIC bilgi kriterine göre belirlenmiştir. *** %1'de anlamlılığı ifade etmektedir.

Analize dahil edilecek olan her üç serinin de birinci farkında I(1) durağan olduğu belirlendikten sonra Fourier ADL eşbütünleşme testi ile seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı sınanmıştır. Fourier ADL testine ait bulgular Tablo 4'te gösterilmektedir. Sonuçlara bakıldığında uygun frekans 1 olarak belirlenmiştir. Fourier ADL testine göre uzun dönemde seriler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4: Fourier-ADL eşbütünleşme testi sonuçları

Model	$t_{ADL}^F(\hat{k})$	\hat{k}	AIC
ADL(2,2,1,1)			
$\ln CO=f(\ln E, \ln E^2, \ln L)$	-6,842***	1	-4,892
Tablo kritik değerleri	%1 -5,17	%5 -4,51	%10 -4,17

Not: *** %1'de anlamlılığı göstermektedir. Tek frekanslı Fourier ADL yönteminden yararlanılmıştır.

Uzun dönem katsayılarının belirlenmesi için Phillips ve Hansen (1990)'ın geliştirdiği FMOLS ile Park (1992)'ın uyguladığı CCR yöntemlerinden faydalanılmıştır. Her iki tahminiciden belirlenen katsayı değerleri Tablo 5'te yer almaktadır. Tablo 5'teki sonuçlara göre GSYİH'nın ve GSYİH'nın karesinin sırasıyla pozitif ve negatif bir değere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Dönüm noktası değerlerine bakıldığında ise bu değerlerin analize dahil olan dönemlerin dışında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Türkiye için çalışma yapan ve dönüm noktası değerlerini gözlem dönemleri dışında bulan Bölük ve Mert (2015), Tutulmaz (2015), Pata (2018a), Pata (2018b) ve Pata (2019)'nın sonuçlarıyla benzer nitelik taşımaktadır. Lojistikte gerçekleşen %1'lik bir artışın ise CO₂ salımını uzun dönemde pozitif yönde %0,06 etkilediği belirlenmiştir. Bu-

lunan bu değer Türkiye’de lojistik sektörünün çevre kirliliğine sebebiyet verdiğini göstermektedir. Lojistikle çevre kirliliği arasında elde edilen bu sonuç Azlina vd. (2014) ve Erdogan (2020)’ın çalışmasıyla paralellik göstermektedir.

Tablo 5: FMOLS ve CCR uzun dönem tahmincisi sonuçları ($CO=f(E,E^2,L)$)

Değişken	FMOLS		CCR	
	Katsayı	t-istatistik değeri	Katsayı	t-istatistik değeri
lnE	8,800**	2,450	8,820**	2,461
lnE ²	-0,452**			-2,336
-2,325				
-0,454**				
lnL	0,055*	1,901	0,059*	1,816
C	-42,581**	-2,570	-42,699***	-2,594
Normallik (Olasılık değeri)		0,56 (0,76)		0,50 (0,78)
ÇKE Hipotezi		✓		✓
Dönüm Noktası		17.002		16.700

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10’da anlamlılığı göstermektedir.

Serilerin maksimum bütünleşme derecesi I(1) olarak belirlendikten sonra CO₂ salımı, GSYİH ve lojistik arasındaki ilişkisinin tespitinde TY ve Fourier TY nedensellik testlerinden yararlanılmıştır. Tablo 6’da sonuçlar gösterilmektedir. TY nedensellik testine göre CO ile E arasında nedensellik ilişkisi bulunmazken Fourier TY yöntemi göre ise iki değişken arasında çift yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. L ile CO arasındaki ilişkiye bakıldığında ise her iki nedensellik yönteminde de seriler arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu tespit edilmiştir. Son olarak hem TY hem de Fourier TY yöntemlerine göre L ile E arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 6: Nedensellik testi sonuçları

Model	Fourier TY Sonuçları				TY Sonuçları		
	Wald İstatistiği	p-değeri	k	l	Wald İstatistiği	p-değeri	l
lnE≠>lnCO	30,116**	0,04	1	4	0,706	0,42	1
lnCO≠>lnE	49,094**	0,02	1	4	1,017	0,33	1
lnL≠>lnCO	3,857*	0,06	1	1	8,239***	0,01	1
lnCO≠>lnL	4,068*	0,06	1	1	3,729**	0,05	1
lnL≠>lnE	13,416	0,15	1	4	1,692	0,19	1
lnE≠>lnL	2,282	0,71	1	4	0,491	0,48	1

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10’da anlamlılığı göstermektedir. k: Optimal frekans değerini, l: Optimal gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Optimal gecikme uzunlukları AIC bilgi kriterine göre belirlenmiştir.

Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada Türkiye’de 1995-2016 dönemine ait lojistik, ekonomik büyüme ve CO₂ salımı arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Fourier ADF birim kök testi sonuçlarına göre bütün seriler birinci farkında durağan çıkmıştır. Fourier ADL eşbütünleşme yöntemine göre seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Uzun dönem katsayılarını tahmin etmek için FMOLS ve CCR tahmincileri kullanılmıştır. Bu tahmincilerden elde edilen sonuçlara bakıldığında, ÇKE hipotezinin Türkiye’de incelenen dönemde geçerli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, lojistik sektörünün çevre kirliliğini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak, değişkenler arasındaki ilişkin yönünü belirlemek için TY ve Fourier TY nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. TY nedensellik testine göre CO₂ salımı ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı tespit edilirken, Fourier TY yöntemi göre ise iki değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye’de ekonomik büyüme faaliyetleri gerçekleştirilirken çevre kirliliğinin önünü geçilmesi ve ÇKE hipotezinin üçüncü safhası olan teknolojik etki safhasına ulaşılması büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, çevresel anlamda pozitif etki oluşturacak küresel düzeyde uygulanan etkin ve yenilikçi politikaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla politika yapıcılara temiz teknolojiye sahip üretimin gerçekleştirilmesi, halkın bilinçlendirilmesi ve kişi başına düşen ekonomik büyümenin dönüm noktasını aşmasını için büyük görev düşmektedir. Bu görevlerin başında da yapısal reformların uygulanması ve bu reformlara disiplinli ve istikrarlı bir şekilde uyulması gelmektedir.

Lojistik ile CO₂ salımı arasındaki ilişkiye bakıldığında ise her iki nedensellik yönteminde de aynı sonuçlar elde edilmiştir ve seriler arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, sağlıklı ve temiz bir çevre için doğal kaynakların korunmasına ve çevresel sorunların çözümüne yardımcı olan uzun vadeli yeşil tedarik zinciri yönetimi politikalarının tasarlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Lojistik destek, küresel doğal flora zarar veren iklim değişikliğindeki kirleticileri yok etmek için bir taşıyıcılık görevi üstlenmektedir. Doğal kaynakları koruma ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik politikalar, lojistik sektörünü güçlendirmekle mümkün olurken, ülke genelinde yeşil lojistik gündemine ulaşmaya yardımcı olacak tedarik zinciri yönetimini teşvik etmek için sağlam, sürdürülebilir politikalar gerekli olmaktadır. Bu nedenle, ulaşım-CO₂ emisyonu ilişkisini kontrol etmek için çevrenin korunmasına ilişkin daha katı düzenlemelere ve politikalara ihtiyaç vardır. Temiz yol aracı teknolojilerinin kullanılması, lojistik ağların optimize edilmesi, yeşil bina programlarının uygulanması ve gerçekleştirilmesi önemli politikalar arasında yer almaktadır. Bunun yanında, malların daha verimli üretim

yerlerinden tedarik edilmesi, daha fazla nakliye işleminden kaynaklanan ve önemli ölçüde ağır basan karbon salımında azaltma sağlayabilir. Son olarak, geri dönüşümün artırılması ve ambalaj malzemelerinin kullanımının azaltılmasının, çevre kirliliğinin önüne geçilmesinde çok önemli fırsatlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışma veya çalışmalarda, lojistik sektörüyle çevre kirliliği arasında Türkiye için farklı değişkenlerden yararlanılabilir. Çevre kirliliği göstergesi olarak CO₂ salımının yanında daha kapsamlı bir değişken olan ve bu salımı da kapsayan ekolojik ayak izi göstergesi kullanılabilir. Bununla birlikte, lojistik sektöründe kara yolları yatırımlarının yanında tren yolu, hava yolu ve deniz yolu yatırımlarıyla gerçekleştirilecek çalışmalar zenginleştirilebilir. Ayrıca Türkiye ile beraber farklı ülkeler arasında panel veri analizi uygulanabilir.

Kaynakça

- Air Transport Action Group (2020). *Fact & Figures*. 14.04.2021 tarihinde <https://www.atag.org/facts-figures.html> adresinden erişildi.
- Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2015). Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik ilişkisi: Çevresel Kuznets eğrisi ve Türkiye örneği, *Social Sciences Research Journal*, 4(2), 279-301.
- Alper, A. ve Onur, G. (2016). Environmental Kuznets curve hypothesis for sub-elements of the carbon emissions in China, *Natural Hazards*, 82(2), 1327-1340.
- Azlina, A. A., Law, S. H. ve Mustapha, N. H. N. (2014). Dynamic linkages among transport energy consumption, income and CO₂ emission in Malaysia, *Energy Policy*, 73, 598-606.
- Banerjee, P., Arčabić, V. ve Lee, H. (2017). Fourier ADL cointegration test to approximate smooth breaks with new evidence from crude oil market, *Economic Modelling*, 67, 114-124.
- Bölük G. ve Mert, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595
- Chu, Z. (2012). Logistics and economic growth: A panel data approach, *The Annals of Regional Science*, 49(1), 87-102.
- Clark, X., Dollar, D. Ve Micco, A. (2004). Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade, *Journal of Development Economics*, 75(2), 417-450.

- Çağlar, A.E. ve Mert, M. (2017). Türkiye’de çevresel Kuznets hipotezi ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salımı üzerine etkisi: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme yaklaşımı, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 24(1), 21-38.
- Çevik, S. ve Kaya, S. (2010). Türkiye’nin lojistik potansiyeli ve İzmir’in lojistik faaliyetleri açısından durum (SWOT) analizi, *İzmir Ticaret Odası, AR-GE Bülten*, 22-28.
- Destek, M. A. ve Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development, *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for an autoregressive time series with a unit root, *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dogan, E. ve Turkekul, B. (2016). CO₂ emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: Testing the EKC hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203-1213.
- Dogan, E. ve Inglesi-Lotz, R. (2020). The Impact of economic structure to the environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis: Evidence from european countries, *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8.
- Elliott, G. ve Rothenberg, T. J. ve Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root, *Econometrica*, 64, 813-836.
- Enders, W. ve Lee, J. (2012a). A unit root test using a fourier series to approximate smooth breaks, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599.
- Enders, W. ve Lee, J. (2012b). The flexible fourier form and dickey-fuller type unit root tests, *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Engle, R.F. ve Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Enders W. ve Jones P. (2016). Grain prices, oil prices, and multiple smooth breaks in a VAR, *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 20(4), 399-419.
- Erdogan, S. (2020). Analyzing the environmental Kuznets curve hypothesis: The role of disaggregated transport infrastructure investments, *Sustainable Cities and Society*, 61, 102338.
- Erdogan, S., Adedoyin, F. F., Bekun, F. V. ve Sarkodie, S. A. (2020). Testing the transport-induced environmental Kuznets curve hypothesis: The role of air and railway transport, *Journal of Air Transport Management*, 89, 101935.

- Gallant, R. (1981). On the basis in flexible functional form and an essentially unbiased form: The flexible fourier form, *Journal of Econometrics*, 15(1), 211-353.
- Georgatzi, V. V., Stamboulis, Y. ve Vetsikas, A. (2020). Examining the determinants of CO₂ emissions caused by the transport sector: Empirical evidence from 12 european countries, *Economic Analysis and Policy*, 65, 11-20.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424-438.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a north american free trade agreement* (No. w3914). National Bureau of Economic Research.
- Halicioğlu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey, *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Hong, J. (2007). Transport and the location of foreign logistics firms: The chinese experience, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(6), 597-609.
- Işık, C., Oğan, S. ve Özdemir, D. (2019). Testing the EKC hypothesis for ten US states: An application of heterogeneous panel estimation method, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11), 10846-10853.
- Iwata, H., Okada, K. ve Samreth, S. (2012). Empirical study on the determinants of CO₂ emissions: evidence from OECD countries, *Applied Economics*, 44(27), 3513-3519.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with appucations to the demand for Money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Kaika, D. ve Zervas, E. (2013). The environmental Kuznets curve (EKC) theory part a: Concept, causes and the CO₂ emissions case, *Energy Policy*, 62, 1392-1402.
- Katircioğlu, S. ve Katircioğlu, S. T. (2018). Testing the role of urban development in the conventional environmental Kuznets curve: Evidence from Turkey, *Applied Economics Letters*, 25(11), 741-746.
- Khan, S. A. R., Qianli, D., Songbo, W., Zaman, K. ve Zhang, Y. (2017). Environmental logistics performance indicators affecting per capita income and sectoral growth: Evidence from a panel of selected global ranked logistics countries, *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2), 1518-1531.

- Khan, S. A. R., Jian, C., Zhang, Y., Golpira, H., Kumar, A. ve Sharif, A. (2019). Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: From the perspective of South Asian association for regional cooperation countries, *Journal of Cleaner Production*, 214, 1011-1023.
- Kharbach, M. ve Chfadi, T. (2017). CO₂ emissions in Moroccan road transport sector: Divisia, cointegration, and EKC analyses, *Sustainable Cities and Society*, 35, 396-401.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality, *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P. ve Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root, *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- Large, R. O., Kramer, N. ve Hartmann, R. K. (2013). Procurement of logistics services and sustainable development in Europe: Fields of activity and empirical results, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(3), 122-133.
- Lean, H. H., Huang, W. ve Hong, J. (2014). Logistics and economic development: Experience from China, *Transport Policy*, 32, 96-104.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2003). Minimum lagrange multiplier unit root test with two structural breaks, *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Li, H. (2007). Status and development of green logistics in abroad, *Economic Issues*, 12, 170-174.
- Lumsdaine, R. L. ve Papell, D. H. (1997). Multiple trend breaks and the unit-root hypothesis, *Review of Economics and Statistics*, 79(2), 212-218.
- Maas, S., Schuster, T. ve Hartmann, E. (2014). Pollution prevention and service stewardship strategies in the third-party logistics industry: Effects on firm differentiation and the moderating role of environmental communication, *Business Strategy and the Environment*, 23(1), 38-55.
- Micco, A. ve Serebrisky, T. (2006). Competition regimes and air transport costs: The effects of open skies agreements, *Journal of International Economics*, 70(1), 25-51.
- Narayan, P. K. ve Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries, *Energy Policy*, 38(1), 661-666.

- Nazlioglu S., Gormus, N. A. ve Soytaş, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis, *Energy Economics*, 60, 168-175.
- Neves, S. A., Marques, A. C. ve Fuinhas, J. A. (2017). Is energy consumption in the transport sector hampering both economic growth and the reduction of CO₂ emissions? A disaggregated energy consumption analysis, *Transport Policy*, 59(C), 64-70.
- OECD (2020). *OECD data infrastructure investment*, 10.04.2021 tarihinde <https://data.oecd.org/transport/infrastructure-investment.htm#indicator-chart> adresinden erişildi.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K. ve Taspınar, N. (2017). Testing the EKC hypothesis by considering trade openness, urbanization, and financial development: The case of Turkey, *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20), 16690-16701.
- Ozcan, B. (2013). The nexus between Carbon emissions, energy consumption and economic growth in middle east countries: A panel data analysis, *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (No. 992927783402676). International Labour Organization.
- Panayotou, T. (2000). *Economic growth and the environment*, Harvard University and Cyprus International Institute of Management.
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 119-143.
- Park, S. (2020). Quality of transport infrastructure and logistics as source of comparative advantage, *Transport Policy*, 99, 54-62.
- Pata, U. K. (2018a). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.
- Pata, U. K. (2018b). The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: Evidence from ARDL bounds testing procedure, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8), 7740-7747.
- Pata, U. K. (2019). Environmental Kuznets curve and trade openness in Turkey: Bootstrap ARDL approach with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20264-20276.

- Pata, U. K. ve Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu ve finansal gelişmenin CO₂ salımına etkisi: Türkiye örneği, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı*, 303-318.
- Pata, U. K., Yurtkuran, S. ve Kalça, A. (2016). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: ARDL sınır testi yaklaşımı, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(2), 255-271.
- Pereira, A. M. ve Pereira, R. M. (2017). *On the effects of infrastructure investments on industrial CO₂ emissions in Portugal* (No. 0081). Gabinete de Estratégia e Estudos, Ministério da Economia.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis, *Econometrica*, 57(6), 1361-1401.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for unit roots in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rodrigues, P. M. ve Taylor, A. R. (2012). The flexible fourier form and local generalised least squares de-trended unit root tests, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(5), 736-759.
- Saidi, S., Mani, V., Meftteh, H., Shahbaz, M. ve Akhtar, P. (2020). Dynamic linkages between transport, logistics, foreign direct investment, and economic growth: Empirical evidence from developing countries, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 141, 277-293.
- Sarkodie, S. A., Strezov, V., Weldekidan, H., Asamoah, E. F., Owusu, P. A. ve Doyi, I. N. Y. (2019). Environmental sustainability assessment using dynamic autoregressive-distributed lag simulations-nexus between greenhouse gas emissions, biomass energy, food and economic growth. *Science of the Total Environment*, 668, 318-332.
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T. ve Ali, A. (2013). Revisiting the environmental Kuznets curve in a global economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494-502.
- Shahbaz, M., Mahalik, M. K., Shah, S. H. ve Sato, J. R. (2016). Time-varying analysis of CO₂ emissions, energy consumption, and economic growth nexus: Statistical experience in next 11 countries, *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Shirley, C. ve Winston, C. (2004). Firm inventory behavior and the returns from high way infrastructure investments, *Journal of Urban Economics*, 55(2), 398-415.

- Song M., Wang S., Jiang Z., Yang J. ve Wang Y. (2012). Will environmental logistics be promoted by changing industrial structure? A quantitative analysis from 1978 to 2007 in China, *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(1), 5-14.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes, *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Tsoufias, G. T. ve Pappis, C. P. (2008). A model for supply chains environmental performance analysis and decision making, *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1647-1657.
- Tutulmaz, O. (2015). Environmental Kuznets curve time series application for Turkey: Why controversial results exist for similar models?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 73-81.
- Vachon, S. ve Mao, Z. (2008). Linking supply chain strength to sustainable development: A country-level analysis, *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1552-1560.
- World Bank (2020). *World development indicators*. 10.04.2021 tarihinde <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden erişildi.
- World Economic Forum (2009). *Supply chain decarbonization*. 10.04.2021 tarihinde http://www3.weforum.org/docs/WEF_LT_SupplyChainDecarbonization_Report_2009.pdf adresinden erişildi.
- World Economic Forum (2016). *Annual report 2015-2016*. 01.04.2021 tarihinde Committed to Improving the State of the World. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Annual_Report_2015-2016.pdf adresinden erişildi.
- World Meteorological Organization (2019). *WMO statement on the state of the global climate in 2018*. 05.04.2021 tarihinde https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789 adresinden erişildi.
- Wu, H. J. ve Dunn, S. C. (1995). Environmentally responsible logistics systems, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 1-3.
- Xiu, G. ve Chen, X. (2012). Research on green logistics development at home and abroad, *Journal of Cleaner Production*, 7(11), 2765-2772.
- Yilanci, V. ve 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.

- Yurtkuran, S. (2020). N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: Fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 191-210.
- Yurttaguler, I. ve Kutlu, S. (2017). Çevresel Kuznets eğrisi'nin ekonometrik bir analizi: Türkiye örneği, *Alphanumeric Journal*, 5(1), 115-126.
- Zailani, S., Amran, A. ve Jumadi, H. (2011). Green innovation adoption among logistics service providers in Malaysia: An exploratory study on the managers' perceptions, *International Business Management*, 5(3), 104-113.
- Zhu, Q., Sarkis, J. ve Lai, K. H. (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the chinese automobile industry, *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 1041-1052.
- Zivot, E. ve Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(3), 251-270.

Etik kurul onayı

Zaman serisi analizinin gerçekleştirilmesi sebebi ile bu araştırma etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar arasında yer almaktadır.

Araştırmacıların katkı oranı beyanı

Bu çalışma tek yazar tarafından yazılmıştır.

Çıkar çatışması beyanı

Araştırma herhangi bir çıkar çatışmasına sebep olmamaktadır.

