



JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joeeep>



Araştırma Makalesi • Research Article

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Sektörel Analizi: OECD Ülkeleri Örneği*

Sectoral Analysis of the Environmental Kuznets Curve: Evidence from OECD Countries

Sedat Alataş^{a, **}

^a Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 09010, Efeler/Aydın/Turkey.
ORCID: 0000-0002-3764-8746

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 10 Mart 2021

Düzeltilme tarihi: 3 Nisan 2021

Kabul tarihi: 10 Nisan 2021

Anahtar Kelimeler:

Çevresel Kuznets Eğrisi

Sektörel CO2 Emisyonları

Panel Veri

OECD

ARTICLE INFO

Article history:

Received: March 10, 2021

Received in revised form: April 3, 2021

Accepted: April 10, 2021

Keywords:

Environmental Kuznets Curve

Sectoral CO2 emissions

Panel Data

OECD

ÖZ

Bu çalışmanın temel amacı çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin geçerliliğini OECD ülkeleri için sektör düzeyinde incelemektir. Çalışmada analiz edilen beş farklı sektör bulunmaktadır: enerji, konut, ulaştırma, sanayi ve diğer. Çalışma kapsamında yürütülen ampirik analiz eşbütünleşme testleri ile ortalama grup tahmincilerine dayanmakta ve 28 OECD ülkesi ile 1971-2018 dönemini kapsamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, gelir-çevre ilişkisi sektörel farklılık göstermektedir. EKC hipotezi enerji ve ulaştırma sektörleri için geçerlidir; fakat konut, sanayi ve diğer sektörleri için geçerli değildir. Diğer bir ifadeyle, gelirin çevre kirliliği üzerindeki etkisi, sadece enerji ve ulaştırma sektörleri için, önce azalan sonra artan bir etkiye sahiptir. Şehirleşmenin sektörel emisyonlar üzerindeki etkisi sadece sanayi, diğer ve ulaştırma sektörleri için negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Enerji tüketimi değişkenine ait tüm katsayılar istatistiksel olarak anlamlı ve sektörel CO2 emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahip iken, küreselleşmenin CO2 emisyonları üzerindeki etkisi sadece enerji sektörü için pozitifdir.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the validity of the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis in the OECD countries at the sectoral level. We cover five different sectors: power industry, buildings, transport, other industrial combustion, and other. We conduct our empirical analysis for the 28 OECD countries over the period 1971-2018 by using the cointegration tests and mean group estimators. The results reveal that the income-environment nexus varies across sectors. The EKC hypothesis is valid for the power and transport sectors, but not for the buildings, industrial combustion, and other sectors. In other words, the income has an inverted U-shaped impact on environmental degradation only for the power and transport sectors. The effect of urbanization on sectoral emissions is negative for the industry, other, and transport sectors. While energy consumption positively affects sectoral emissions, the effect of globalization on emissions is positive only for the energy sector.

1. Giriş

19. yüzyılda başlayan ve hızla ilerleyen sanayileşme ile birlikte çeşitli çevresel tehditlere tanıklık ediyoruz. Küresel iklim değişikliği bu tehditler arasında en önemlisi olarak karşımıza çıkmakta ve ekolojik sistemin bir parçası olan hem çevreyi hem de insanı tehlikeli bir geleceğe sürüklemektedir. Çünkü, üretim seviyelerinin hızla

yükselmesi, enerji talebini ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarını artırarak yaşam alanımıza ciddi bir biçimde zarar vermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) küresel enerji ve (karbondioksit) CO₂ durumu raporuna göre (IEA, 2019), 2018 yılı küresel enerji tüketiminin, güçlü küresel ekonomi ve dünyanın bazı bölgelerinde daha yüksek ısıtma ve soğutma ihtiyaçları nedeniyle, 2010 yılından bu yana, ortalama büyüme oranının neredeyse iki katı arttığı

* Bu çalışma 7-8 Nisan 2021 tarihlerinde Ankara, Türkiye’de gerçekleştirilmiş olan Uluslararası İşletme, Ekonomi & Eğitim Sempozyumunda (ISBE 2021)’de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

** Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: sedat.alatas@adu.edu.tr

görülmektedir. Bu durum, ekonomik büyüme sürecinin çevre üzerindeki etkilerini analiz etmenin veya “ekonomik büyüme çevreyi kötüleştirir mi?” sorusuna cevap aramanın ne kadar önemli olduğunu açık şekilde ortaya koymaktadır (Özcan ve Öztürk, 2019).

Çevresel Kuznets eğrisi (EKC) olarak bilinen ve Grossman ve Krueger (1991, 1995) tarafından çevreye uyarlanan Kuznets eğrisi yaklaşımı (Kuznets, 1955) çevre-ekonomi ilişkisini anlamak için, özellikle ampirik çevre ekonomisi literatüründe sıklıkla test edilen bir hipotezdir. Bu hipoteze göre, çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında önce artan, belirli bir dönüm noktasından sonra ise azalan ters U şeklinde bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla, ekonomik büyüme süreci ile çevre kirliliği önce artmakta; fakat bu olumsuz etki, daha sonra olumluya dönerek çevre açısından bir sorun oluşturmamaktadır (Bhattacharya, 2019; Panayotou, 1994, 1997; Shafik, 1994; Stern, 2004). Ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisinin olumsuzdan olumluya geçişi ölçek, yapısal ve teknolojik olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, daha fazla üretimin neden olduğu enerji kullanımının çevreyi kirlilemesi sonucu ortaya çıkan ölçek etkisidir. İkinci aşama olan yapısal etki, ekonomik büyümenin devam etmesi sonucu, ekonomide yaşanan yapısal dönüşümün çevreyi olumlu yönde etkilemesini ifade etmektedir. Son aşama ise, teknolojik etkidir ve çevreyi kirlileten eski teknolojiler yerine yeni ve temiz teknolojilerin gelmesini ve çevresel kaliteyi artırmasını ifade etmektedir (Koçak, 2014).

Mevcut literatürde çevre-ekonomi ilişkisini EKC yapısı altında toplam CO₂ emisyonlarını kullanarak analiz eden birçok çalışma bulunmaktadır (Aslan, Dogan ve Altinoz, 2019; Bhattacharya, 2019). Bizim çalışmamız, söz konusu bu çalışmalardan, EKC hipotezini sektör düzeyinde inceleyerek ayrılmaktadır. EKC hipotezinin sektör düzeyinde incelenmesi oldukça önemlidir. Çünkü, sektörlerin toplam emisyonları içindeki payı ve bunların zaman içindeki trendi önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Örneğin, OECD ülkelerinin sera gazı emisyonları bazı sektörler için şu şekildedir: enerji sektörü %29, ulaştırma %24, tarım %8 ve sanayi %7. Ayrıca, enerji sektörünün toplam emisyonları içindeki payı 2005 yılından bu yana azalırken, ulaştırma ve tarım sektörleri sera gazı emisyonları bağlamında yükselen ve endişe verici bir trende sahiptir (OECD, 2020). Bu yüzden, bazı sektörlerin gelirdeki değişimlere duyarlılığı, diğerlerinden farklı olabilir. Diğer bir ifadeyle, çevre-ekonomi ilişkisi sektörel heterojenlik gösterebilir. Dolayısıyla, sektör düzeyinde yürütülmemiş ve toplam emisyonlar üzerinden yapılan bir EKC hipotezi testi, sektöre yönelik politikalar üretilmesine engel olur, gerçek sorumlu sektörlerin tespit edilmesini zorlaştırır (Fatima vd., 2020; Karakaya vd., 2020; Khan vd., 2020; Lin ve Xu, 2018; Morales-Lage vd., 2019; Sözen vd., 2016) (Önemle belirtmek gerekir ki, söz konusu sektörel farklılıklar sadece OECD ülkeleri için geçerli değil. Tüm dünyada enerji kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ emisyonları %1,7 artarak 33.1 Gt (gigaton) gibi tarihi yüksek bir seviyeye ulaştı ve enerji sektörü bu emisyon artışının neredeyse içte

ikisinden tek başına sorumlu (IEA, 2019). Bu bağlamda, EKC hipotezinin sektörel analizi, hangi sektörlerin ekonomik büyümeye daha fazla duyarlılığı olduğunu, hangi sektörler için hangi politikaların uygun olacağını göstermesi açısından önemli bir role sahiptir.

Bu çalışma, EKC hipotezinin geçerliliğini sektör düzeyinde 1971-2018 yıllarını kapsayan dönemde panel veri yöntemi ile 28 İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) ülkesi için test etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişki enerji, konut, ulaştırma, sanayi ve diğeri olmak üzere 5 farklı sektör özelinde incelenmektedir. Her bir sektörün kişi başı CO₂ emisyon değeri tahmin edilen modellerin bağımlı değişkenidir. Bağımsız değişken olarak modele dahil edilen ana değişken kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ve bu değişkenin karesidir. EKC hipotezinin geçerli olabilmesi için, her bir sektör için tahmin edilen kişi başı gelir ve kişi başı gelirin karesi değişkenlerine ait katsayıların hem istatistiksel olarak anlamlı hem de sırasıyla pozitif ve negatif olarak elde edilmesi gerekmektedir. Çevre kalitesini etkileyen kişi başı gelir değişkeninin dışında, literatürde sıklıkla kullanılan şehirleşme, enerji tüketimi ve küreselleşme, kontrol değişkeni olarak tahmin edilen modellere dahil edilmiştir (Amin vd., 2020; İnglesi-Lotz, 2019; Özpolat, 2020; Ulucak vd., 2020).

Çalışma kapsamında OECD ülkelerini analiz etmemizin birkaç nedeni bulunmaktadır. Birinci ve en önemlisi, literatürde OECD ülkeleri için sektörel düzeyde yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Bildiğimiz kadarıyla, mevcut literatürde bu çalışmaya konu olan sektörlerin ampirik açıdan ve karşılaştırılmalı olarak EKC hipotezi bağlamında analiz edildiği başka bir çalışma bulunmamaktadır. Sektör düzeyinde yürütülen çalışmalar genellikle ya tek ülke için ya da farklı ülke grupları için yürütülmüştür (Alper ve Onur, 2016; Gavriljeva vd., 2020; Kharbach ve Chfadi, 2017; Özpolat, 2020; Wang vd., 2017) (Daha detaylı bilgi için literatür bölümünü inceleyiniz). İkinci olarak, OECD ülkeleri toplam küresel emisyonların %35’ den sorumludur. Bu değer, 1990 yılındaki %50’lik oranla karşılaştırıldığında, OECD ülkelerinin emisyon azaltımı bağlamında ne kadar önemli bir başarı elde ettiklerini açık şekilde ortaya koymaktadır. Fakat, son yıllarda enerji kullanımında gözlemlenen yükselme nedeniyle, sera gazı emisyonlarında artış olması beklenmektedir. Bu yüzden, elde edilen bu başarı küresel iklim değişikliği ile mücadele için yeterli görünmemektedir (OECD, 2020).

Bildiğimiz kadarıyla, mevcut literatürde bu çalışmada analiz edilen sektörlerin OECD ülkeleri için EKC hipotezi geçerliliğini ampirik olarak araştıran ve elde ettiği sonuçları karşılaştırılmalı olarak sunan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın planı şu şekilde belirlenmiştir: çalışmanın izleyen ikinci bölümü EKC hipotezini ampirik olarak test eden çalışmaları incelemektedir. Üçüncü bölüm, çalışmada kullanılan veri, model ve yöntemi tanıtırken, dördüncü bölüm elde edilen

sonuçları sunmaktadır. Son olarak, beşinci bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

2. Literatür

EKC hipotezinin geçerliliğinin ampirik olarak test edilmesi çevre ekonomisi literatürünün en çok çalışılan konularından biridir. Bu yüzden, literatürde özellikle ülke düzeyinde toplam CO₂ emisyonları temel alınarak yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları EKC hipotezinin geçerli olduğunu bulurken, diğer bazıları istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymaktadır (Daha önce belirtildiği üzere, bu çalışmanın temel amacı EKC hipotezinin geçerliliğini sektör düzeyinde test etmektir. Bu yüzden, EKC hipotezini toplam CO₂ emisyonları kullanarak ampirik olarak test eden çalışmalar bu bölümde çok fazla detaylandırılmamıştır. Bu çalışmalar hakkında daha detaylı bilgi için Bhattacharya (2019) ve Aslan vd. (2019) incelenebilir).

Ang (2007) emisyonlar, enerji tüketimi ve çıktı arasındaki nedensellik ilişkisini Fransa için 1960-2000 dönemi verileri kullanarak araştırmıştır. Elde edilen ampirik bulgular, ekonomik büyümenin çevre kirliliği ve enerji kullanımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Benzer bir ampirik analiz Soytaş vd. (2007) ve Apergis ve Payne (2009) tarafından ABD ve Orta Amerika ülkeleri için yapılmıştır. Soytaş vd. (2007) gelirin karbon emisyonlarına neden olmadığını bulurken, Apergis ve Payne (2009) reel çıktı ile emisyonlar arasındaki ters U şeklindeki ilişkiyi doğrulamakta ve EKC hipotezini desteklemektedir. Nasir ve Ur Rehman (2011) emisyonlar, gelir, enerji tüketimi ve ticaret arasındaki dinamik ilişkiyi Pakistan ekonomisi için 1972-2008 dönemi verilerini kullanarak analiz etmektedir. Elde edilen ampirik sonuçlar, EKC hipotezinin Pakistan ekonomisi için geçerli olduğunu göstermektedir. Shahbaz vd., (2013) ve Ozturk ve Al-Mulali (2015) EKC hipotezinin geçerliliğini, sırasıyla Türkiye ve Kamboçya ülkeleri için test etmektedir. Bulgular EKC hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğunu gösterirken, GMM ve TSLS tahmincileri Kamboçya ekonomisi için tam tersi sonuç ortaya koymaktadır. Benzer bir ampirik analiz Tiwari vd., (2013) tarafından Hindistan ekonomisi için yapılmıştır. Yapısal kırılmaların dikkate alındığı çalışmada kömür tüketimi, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve CO₂ emisyonları arasında kısa ve uzun dönemli istatistiki olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Aydın ve Esen (2017) EKC hipotezinin geçerliliğini Türkiye için 1971-2014 dönemi verilerini kullanarak yumuşak geçiş regresyon (STR) modeli ile test etmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular EKC hipotezini desteklemektedir. Tam modifiye edilmiş en küçük kareler (FMOLS) yöntemini kullanan Rahman, Karim, Ahmed ve Acet (2021) Bangladeş ekonomisi için ters U şeklindeki EKC hipotezini doğrulamaktadır. Dogan ve Turkekul (2016) EKC hipotezinin ABD ekonomisi için geçerli olmadığını gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır (ARDL) testini kullanarak göstermiştir.

Ozcan (2013) EKC hipotezini 12 Orta Doğu ülkesi için test etmiş ve sadece 5 Orta Doğu ülke için geçerli olduğunu bulmuştur. Kasman ve Duman (2015) emisyonlar, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, açıklık ve şehirleşme arasındaki nedensellik ilişkisini AB ülkeleri için analiz etmektedir. Elde edilen sonuçlar EKC hipotezinin AB ülkeleri için geçerli olduğunu göstermektedir. Benzer bir analiz 17 OECD ekonomisi için 1977-2010 dönemi verileri ve FMOLS ve DOLS tahmincileri kullanılarak Bilgili vd., (2016) tarafından yapılmıştır. Ampirik bulgular kişi başı gelir ve kişi başına gelirin karesinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin istatistiki olarak anlamlı ve sırasıyla pozitif ve negatif olduğunu göstermektedir. Abid (2017) EKC hipotezini 58 Orta Doğu & Afrika ve 41 AB ülkesi için kurumsal kalite farklılıklarını dikkate alarak test etmektedir. GMM tahmincisi sonuçları CO₂ emisyonları ile GSYİH arasında monoton olarak artan bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Dogan vd., (2017) emisyonlar, gelir, enerji tüketimi, ticaret ve turizm arasındaki ilişkiyi EKC yapısı altında incelemiş ve söz konusu hipotezinin aksine gelir ve gelirin karesi için sırasıyla negatif ve pozitif değerler elde etmiştir. Ulucak ve Bilgili (2018) EKC hipotezinin geçerliliğini düşük, orta ve yüksek gelirli ülkeler için ekolojik ayak izi göstergesini kullanarak ikinci nesil panel veri teknikleri kullanarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçları ters U şeklindeki EKC hipotezini doğrulamaktadır. Ekolojik ayak izi göstergesinin kullanıldığı bir diğer çalışma Aydın, Esen ve Aydın (2019) tarafından yürütülmüştür. Ekonometrik yöntem olarak, panel STR modelini kullanan çalışma, farklı ekolojik ayak izi alt kategorileri için ters U şeklindeki EKC hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymuştur. Benzer bir sonuç Dogan, Ulucak, Kocak ve Isik (2020) tarafından BRICST ülkeleri için FMOLS, dinamik OLS ve AMG tahmincileri ile elde edilmiştir.

Ülke düzeyinde toplam CO₂ emisyonları dikkate alınarak yürütülen çalışmalarla karşılaştırıldığında, sektör düzeyinde yürütülen ampirik çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Fakat, özellikle 2015 yılı ve sonrası, sektörel farklılıkları dikkate alarak yapılan çalışmaların sayısında ciddi bir artış olduğu önemle belirtilmelidir. Çin ekonomisinin farklı alt sektörleri için EKC hipotezini test eden Alper ve Onur (2016), 1977-2013 dönemi için Çin'in bazı sektörleri için EKC hipotezini doğrularken, diğer bazı sektörleri için bu hipotezin geçersiz olduğunu göstermiştir. Çin ekonomisi için yapılan başka bir çalışma elektrik ve ısı üretim sektörü için ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasında ters U şeklinde ilişki bulurken, bu bulgunun imalat sektörü için geçerli olmadığını ortaya koymuştur (Wang vd., 2017). Karbon emisyonlarındaki sektörel farklılıkları dikkate alan başka bir çalışma Congregado vd. (2016) ve Aslan vd. (2018) tarafından ABD ekonomisi için yürütülmüştür. Aslan vd., (2018) ters U şeklindeki EKC hipotezinin sadece toplam, sanayi, elektrik ve konut sektörleri için geçerli olduğunu gösterirken, bu ilişkinin ticaret ve ulaştırma sektörü için desteklenmediğini ortaya koymuştur. Ampirik analizinde yapısal kırılmaları dikkate alan Congregado vd., (2016) ise, ABD için diğer sektörlerden farklı davranışlar

sergilen sanayi sektörüne vurgu yapmaktadır. Kharbach ve Chfadi (2017) ve Gavrilyeva vd. (2020) EKC hipotezini sırasıyla Fas ve Saha Cumhuriyeti için araştırmıştır. Kharbach ve Chfadi (2017) tarafından elde edilen ampirik analiz sonuçlar Fas'ın ulaştırma sektörü için EKC hipotezini doğrulamaktadır.

Mevcut ampirik literatürde emisyonlardaki sektörel farklılıkları dikkate alan panel veri çalışmaları da mevcuttur. Pablo-Romero ve Sánchez-Braza (2017) konut sektörü enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi 1990-2013 dönemi ve AB-28 ülkeleri için araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar EKC hipotezinin varlığına işaret etmektedir. Amin vd. (2020) ise, benzer analizi seçilmiş bazı Avrupa ülkelerinin ulaştırma sektörü için yürütmüş ve Pablo-Romero ve Sánchez-Braza (2017) ile aynı sonuca ulaşmıştır. Seçilmiş G20 ülkeleri için yürütülen bir başka çalışma ise Erdoğan vd. (2020)' dir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, enerji ve ulaştırma sektörleri için EKC hipotezi geçerli değildir. Moutinho vd. (2020) EKC hipotezinin varlığını OPEC ülkeleri için 1992-2015 dönemi verilerini kullanarak test etmektedir. Elde edilen sonuçlar sektörlere bağlı olarak farklılaşmaktadır. Phuc Nguyen vd. (2020) 33 yükselen ekonomi için doğrudan yabancı yatırımlar ve ticari açıklığın emisyonlar üzerindeki etkisini EKC yapısını kullanarak 1996-2014 dönemi için incelemektedir. Elde edilen sonuçlar çalışmaya konu olan dört sektör için EKC hipotezini doğrulamaktadır. Ozkan vd. (2019) EKC hipotezini 8 gelişmekte olan 8 gelişmiş ülke için 1980-2013 dönemi verilerini kullanarak test etmektedir. 2001-2013 dönemi için elde edilen ampirik bulgular, ulaştırma sektörü için EKC hipotezini desteklemektedir. Erdogan vd. (2020) en fazla havayolu taşımacılığı yapan 10 ülke için 1995-2014 dönemi verilerini kullanarak EKC hipotezinin geçerliliğini test etmiştir. Bulgular EKC hipotezini geçerli olduğunu göstermektedir. Özpolat (2020) ikinci nesil panel veri analizi yöntemlerini kullanarak toplam, üretim ve ulaştırma sektörü CO₂ emisyonları ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi kentleşme ve enerji kullanımının emisyonları üzerindeki etkisini kontrol ederek analiz etmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, EKC hipotezi toplam ve üretim sektörü için geçerlidir.

3. Veri, Model ve Yöntem

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada, EKC hipotezinin geçerliliği 1971-2018 yıllarını kapsayan dönemde panel veri yöntemi ile 28 OECD ülkesi için test edilmiştir. Söz konusu ülkeler ve dönem verilerin ulaşılabilirliğine göre belirlenmiştir (Çalışmada kullanılan kişi başı gelir, küreselleşme indeksi ve enerji tüketimi verileri Çek Cumhuriyeti, Estonya, Kolombiya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Slovakya ve Slovenya ülkeleri için bazı yıllarda eksiktir. Bu yüzden, bu ülkelerde ampirik analizin dışında bırakılmıştır). Çalışmada kullanılan ülkeler ve veri seti sırasıyla Tablo 1 ve 2'de rapor edilmektedir.

Çalışmada kullanılan 5 farklı sektör bulunmaktadır: enerji (LPOW), konut (LBUI), ulaştırma (LTRA), sanayi (LOIC) ve diğer (LOTH). Sektörel CO₂ emisyonları Küresel Atmosfer Araştırmaları Emisyon Veritabanı'ndan (EDGAR) elde edilmiştir (Crippa vd., 2020).

Tablo 1. Ampirik analizde kullanılan ülkeler

ABD	Finlandiya	İsveç	Meksika
Almanya	Fransa	İsviçre	Norveç
Avustralya	Güney Kore	İtalya	Portekiz
Avusturya	Hollanda	İzlanda	Şili
Belçika	İrlanda	Japonya	Türkiye
Birleşik Krallık	İspanya	Kanada	Yeni Zelanda
Danimarka	İsrail	Lüksemburg	Yunanistan

EKC hipotezinin test edilebilmesi için tahmin edilen modellere kişi başı GSYİH (LGDP) ve bu değişkenin karesi (LGDP2) eklenmiştir. Kişi başı GSYİH verisi Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri veri tabanından alınmıştır (WDI, 2021). Çalışmada kullanılan 3 farklı kontrol değişken bulunmaktadır: şehirleşme (LURB), enerji tüketimi (LEC) ve küreselleşme (LKOF). Şehir nüfusunun toplam nüfus içindeki payı (LURB) Dünya Bankası Kalkınma Göstergelerinden alınırken (WDI, 2021), KOF küreselleşme indeksi (LKOF) ve toplam nihai enerji tüketimi (LEC) verileri için sırasıyla Gygli vd., (2019) ve Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2020) kullanılmıştır. Tablo 3 çalışmada kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikleri sunarken, Tablo 4 bu değişkenler arasındaki korelasyon matrisini rapor etmektedir.

Tablo 2. Veri içeriği ve kaynağı

Değişken	Veri İçeriği	Kaynak
LPOW	Enerji sektörü kişi başı CO ₂ emisyonu	Crippa vd. (2020)
LBUI	Konut sektörü kişi başı CO ₂ emisyonu	Crippa vd. (2020)
LTRA	Ulaştırma sektörü kişi başı CO ₂ emisyonu	Crippa vd. (2020)
LOIC	Sanayi sektörü kişi başı CO ₂ emisyonu	Crippa vd. (2020)
LOTH	Diğer sektörü kişi başı CO ₂ emisyonu	Crippa vd. (2020)
LGDP	Kişi başı GSYİH (sabit fiyatlarla 2010 US\$)	(WDI, 2021)
LGDP2	Kişi başı GSYİH karesi (sabit fiyatlarla 2010 US\$)	(WDI, 2021)
LURB	Şehir nüfusunun toplam nüfus içindeki payı	(WDI, 2021)
LEC	Toplam nihai enerji tüketimi	(IEA, 2020)
LKOF	KOF küreselleşme indeksi	Gygli vd. (2019)

Not: WDI ve IEA Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri ve Uluslararası Enerji Ajansı ifade etmektedir.

Daha önce belirtildiği üzere, çalışmanın yatay-kesit ve zaman boyutu sırasıyla 28 ve 48'dir. Bu nedenle, tüm değişkenler için gözlem sayımız 1344 olarak belirlenmiştir. Beklentilerle uyumlu olarak, en yüksek ortalama ve standart hata kişi başı gelirin karesi (LGDP2) için rapor

edilmektedir. Bu veri için rapor edilen minimum ve maksimum değerler bu gözlemi doğrulamaktadır. Sektörel emisyonlar bağlamında en yüksek ortalama ulaştırma sektörüne ait iken, en yüksek standart sapma enerji sektöründe gözlenmektedir. Korelasyon matris sonuçlarına göre, hem kişi başı gelir (LGDP) hem de kişi başı gelirin karesi (LGDP2) ile sektörel emisyonlar arasında pozitif ilişki bulunmaktadır.

Tablo 3. Tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Gözlem	Ort.	Std. Hata	Min.	Mak.
LPOW	1344	0.447	1.282	-4.667	2.336
LBUI	1344	0.213	0.789	-2.217	1.562
LTRA	1344	0.626	0.618	-1.721	2.740
LOIC	1344	0.572	0.634	-1.318	3.505
LOTH	1344	-0.252	0.550	-1.775	1.744
LGDP	1344	10.25	0.669	7.572	11.63
LGDP2	1344	105.4	13.28	57.34	135.2
LURB	1344	4.323	0.163	3.662	4.585
LEC	1344	7.831	0.607	6.025	9.126
LKOF	1344	4.268	0.184	3.502	4.511

Tablo 4. Korelasyon matrisi

	LPOW	LBUI	LTRA	LOIC	LOTH	LGDP	LGDP2	LURB	LEC	LKOF
LGDP	0.1304	0.5095	0.8044	0.4496	0.4416	1.000	-	-	-	-
LGDP2	0.1144	0.5030	0.8012	0.4415	0.4376	0.9988	1.000	-	-	-
LURB	0.1151	0.1678	0.4838	0.2936	0.2602	0.4184	0.4124	1.000	-	-
LEC	0.1077	0.7064	0.8579	0.7542	0.6974	0.7955	0.7902	0.4843	1.000	-
LKOF	0.2727	0.3719	0.6131	0.2414	0.1381	0.8060	0.8002	0.3547	0.5896	1.000

Not: Bütün serilerin doğal logaritması alınmıştır.

Bu bağlamda, çalışma kapsamında tahmin edilen regresyonlar şu şekilde yeniden yazılabilir.

$$LPOW_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LGDP2_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \beta_5 LKOF_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$$LBUI_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LGDP2_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \beta_5 LKOF_{it} + u_{it} \quad (3)$$

$$LTRA_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LGDP2_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \beta_5 LKOF_{it} + u_{it} \quad (4)$$

$$LOIC_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LGDP2_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \beta_5 LKOF_{it} + u_{it} \quad (5)$$

$$LOTH_{it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LGDP2_{it} + \beta_3 LURB_{it} + \beta_4 LEC_{it} + \beta_5 LKOF_{it} + u_{it} \quad (6)$$

Çalışmada kullanılan tüm değişkenler, doğal logaritması alındıktan sonra model tahminine dahil edilmiştir. Bu dönüşüm hem serilerin ölçeklendirme farklılıklarını ortadan kaldırdığı için daha verimli tahminler elde etmemizi sağlamakta, hem de tahmin edilen katsayıları esneklik katsayısı cinsinden yorumlamamıza olanak vermektedir. Daha önce belirtildiği üzere, EKC hipotezinin geçerli olabilmesi için her bir sektör için kişi başı gelir (LGDP) ve kişi başı gelirin karesi (LGDP2) değişkenlerine ait tahmin edilen katsayıların (sırasıyla β_1 ve β_2) hem istatistiki olarak

Not: Bütün serilerin doğal logaritması alınmıştır.

3.2. Model

Bu çalışmada çevre (*ENV*) ile gelir (*GDP*) arasındaki ilişki EKC yapısı altında test edilmektedir. Bu yüzden, çalışma kapsamında tahmin edilen genel model, ampirik literatürde EKC hipotezini test eden birçok çalışmaya uyumlu olarak (Alper ve Onur, 2016; Amin vd., 2020; Erdoğan vd., 2020; Phuc Nguyen vd., 2020) şu şekilde yazılabilir (EKC model yapısı ile ilgili olarak daha detaylı bilgi için Sinha vd. (2019) incelenebilir).

$$ENV_{it} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 (GDP_{it})^2 + \beta_3 Z_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Modelde yer alan i , t , u_{it} ve Z_{it} sırasıyla yatay-kesit, zaman, hata terimi ve kontrol değişkenleri ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan 5 farklı sektör bulunmaktadır. Bu yüzden, 1 numaralı denklemde gösterilen genel model 5 farklı sektör için 3 farklı kontrol değişkeni kullanılarak tahmin edilmektedir (Kontrol değişkenlerle genişletilmiş EKC yapısı için Inglesi-Lotz (2019) incelenebilir).

anamlı hem de sırasıyla pozitif ve negatif olarak elde edilmesi gerekmektedir.

3.3. Yöntem

Çalışmanın ampirik analizi dört aşamadan oluşmaktadır (*i*) yatay-kesit bağımlılığının test edilmesi; (*ii*) serilerin durağanlığının araştırılması; (*iii*) eşbütünlük ilişkisinin varlığının tespit edilmesi; (*iv*) uzun dönem katsayı tahminlerinin yapılması.

Yatay-kesit bağımlılığı ülke sepetinde yer alan bir ülkede yaşanan bir şokun diğer ülkeleri etkileyip etkilemediği ile ilgilenmektedir. Ayrıca, panel veri analizlerinde yatay-kesit bağımlılığının test edilmesi elde edilecek sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir. Çünkü, kullanılacak birim kök ve eşbütünlük testleri seçilirken, serilerin yatay-kesit bağımlılığı sonuçlarına göre karar verilmektedir (Henningsen ve Henningsen, 2019; Tugcu, 2018). Bu çalışmada, yatay-kesit bağımlılığının test edilmesi Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testi ile yapılmıştır. CD testi şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (7)$$

Denklem (7)' de yer alan N , T ve $\hat{\rho}_{ij}$ sırasıyla yatay-kesit,

zaman boyutu ve modelin artık terimlerinden elde edilen korelasyon katsayılarını göstermektedir. Bu teste göre, sıfır hipotezinin reddedilmesi, yatay-kesitler (ülke sepetinde yer alan ülkeler) arasında bağımlılık olduğunu göstermektedir (Pesaran, 2004).

Panel verilerin en önemli özelliklerinden biri birim köke sahip olmasıdır. Bu nedenle, çalışmada yatay-kesit bağımlılığını test edilmesinin ardından, serilerin durağanlık araştırılması yapılmıştır. Bu çalışmada iki farklı birim kök testi uygulanmıştır: Pesaran (2007) ve Breitung ve Das (2005). Yatay-kesit bağımlılığını dikkate alan ve Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ikinci nesil panel birim kök testi, standart genişletilmiş DF birim kök testini serilerin gecikmeli değer yatay kesit ortalamaları ve birinci farkları ile geliştirmektedir.

$$\Delta y_{it} = \omega_0 + \omega_1 y_{i,t-1} + \omega_2 \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^m \beta_{1ij} \Delta \bar{y}_{i,t-j} + \sum_{k=0}^n \beta_{2ij} \Delta y_{t-j} + \mu_{it} \quad (8)$$

Pesaran (2007) birim kök test istatistiği, serilerin durağan olmadığını gösteren sıfır hipotezi altında, denklem 8’de yer alan ω_1 katsayısının EKK ile tahmininden elde edilen t-istatistiğidir.

DF test istatistiğinin bir diğer versiyonu ise, Breitung ve Das (2005) tarafından geliştirilen birim kök testidir. Breitung ve Das (2005) birim kök testi, yatay-kesit bağımlılığını panellerin kovaryans matrisi ile eş zamanlı olarak ilişkilendirilmesine izin vererek dikkate almaktadır. Sıfır hipotezinin reddedilmesi, seride birim kök sorunu olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla hem Pesaran (2007) hem Breitung ve Das (2005) için sıfır hipotezi serilerde birim kök olduğunu (serilerin durağan olmadığını), alternatif hipotez ise birim kök olmadığını, yani serilerinin durağan olduğunu göstermektedir.

Üçüncü aşamada, sektörel emisyonlar ile onun belirleyicileri arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı test edilmiştir. Bu aşama oldukça önemlidir. Çünkü durağan olmayan seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilirse, serilerin ilk farklarının kullanılması sonucu kaybedilmesi muhtemel bilgi kaybedilmeyecek ve değişkenlerin düzey değerleri ile bilgi kaybı yaşamadan yapılacak regresyon tahmini güvenilir sonuçlar üretecektir (Tugcu, 2018). Bu çalışmada iki farklı eşbütünleşme testi kullanılmaktadır: Pedroni (1999, 2004) ve Westerlund (2007).

Pedroni (1999, 2004) tarafından geliştirilen yöntem 7 farklı test istatistiği üretmektedir. Artık terime dayalı bu tüm test istatistiklerinin sıfır hipotezi değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını göstermekte ve parametre heterojenliğini izin vermektedir. Söz konusu test istatistikleri iki gruba ayrılmaktadır: grup ve panel istatistikleri. Ayrıca hem grup hem de panel istatistikleri için parametrik olmayan (ρ ve t) ve parametrik (ADF ve v) test istatistikleri hesaplanmaktadır (Neal, 2014) (Test istatistiklerinin detaylı gösterimi için Pedroni (1999) ve Neal (2014) incelenebilir).

Westerlund (2007) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi,

Pedroni (1999, 2004)’ den farklı olarak, hata düzeltme modeline dayanmaktadır. Söz konusu test 4 farklı eşbütünleşme testi önermektedir. Tüm bu testler normal dağılımlıdır ve eğim katsayısı heterojenliği ile yatay-kesit bağımlılığına izin vermektedir. Panel test istatistiklerinin (P_τ ve P_α) alternatif hipotezi bütün panelin toplu olarak eşbütünleşik olduğunu gösterirken, grup test istatistikleri (G_τ ve G_α) için alternatif hipotez en az bir yatay kesitin eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunu ifade etmektedir (Persyn ve Westerlund, 2008).

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini ortaya koyduktan sonra, son olarak, sektörel emisyonlar ile belirleyicileri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü araştırılmıştır. Bu amaçla, Denklem (2-3-4-5-6)’ da gösterilen regresyonlar her bir sektör için ayrı ayrı Pesaran ve Smith (1995) ortalama grup (MG) ve Eberhardt ve Teal (2010) geliştirilmiş ortalama grup (AMG) tahminicileri kullanılarak tahmin edilmiştir.

Pesaran ve Smith (1995) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilen ortalama grup tahminicileri ilk olarak N tane yatay-kesiti EKK ile tahmin etmektedir. Ardından, bu katsayıların ortalamasını alarak, panel katsayısını hesaplamaktadır. MG tahmincisi yatay-kesit bağımlılığını dikkate almazken, AMG tahmincisi yatay-kesit bağımlılığının olması durumunda, ortak faktörlere izin vermesinden dolayı, daha iyi sonuçlar üretmektedir (Eberhardt, 2012).

4. Ampirik Bulgular

Değişkenler arasındaki ilişkinin tespitine geçmeden önce, çalışmada kullanılan serilere ve modellere yönelik olarak bazı öncül testler gerçekleştirilmiştir. Bu testlerden ilki, daha önce belirtildiği üzere, yatay-kesit bağımlılığının test edilmesidir. Tablo 5 yatay-kesit bağımlılığı test sonuçlarını rapor etmektedir.

Tablo 5. Yatay-kesit bağımlılığı

Değişken	Test istatistiği	Olasılık değeri
LPOW	32.09	0.000
LBUI	31.70	0.000
LTRA	106.28	0.000
LOIC	28.74	0.000
LOTH	21.37	0.000
LGDP	128.89	0.000
LGDP2	128.85	0.000
LURB	86.52	0.000
LEC	45.07	0.000
LKOF	130.88	0.000

Tablo 5’ de rapor edilen sonuçlara göre, tüm değişkenler için sıfır hipotezi güçlü bir biçimde reddedilmektedir. Dolayısıyla, paneli oluşturan ülkeler arasında yatay-kesit bağımlılığı vardır. Diğer bir deyişle, söz konusu ülkelerin birinde ortaya çıkan bir şok, diğerlerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Elde edilen bu sonuç ekonometrik açıdan farklı bir öneme sahiptir. Çünkü, analizin bundan sonraki aşamalarında kullanılacak yöntemler seçilirken, yatay kesit bağımlılığı

durumunda güvenilir sonuçlar üreten test ve tahminciler kullanılacaktır.

Durağan olmayan seriler kullanılarak yapılan tahminler sahra regresyon problemi nedeniyle güvenilir sonuçlar ortaya koymamaktadır. Bu nedenle, yatay-kesit bağımlılığının test edilmesinin ardından, ikinci olarak, serilerin durağan olup olmadıkları araştırılmıştır. Bir önceki bölümde belirtildiği üzere, bu çalışmada durağanlık sınaması için, yatay-kesit bağımlılığını dikkate alan iki birim kök testi kullanılmaktadır: Pesaran (2007) ve Breitung ve Das (2005). Tablo 6 birim kök test sonuçlarını rapor etmektedir.

Pesaran (2007) ve Breitung ve Das (2005) birim kök test istatistikleri, serilerin düzey değerleri için sıfır hipotezini kabul ederken, birinci farkları için bu hipotezi güçlü bir biçimde reddetmektedir. Diğer bir ifadeyle, tüm seriler düzey değerinde durağan değil iken, birinci farkları alındığında durağan hale gelmektedir. Bu analiz sonucuna göre, üçüncü aşamada, değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin var olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 7 eşbütünlüşme test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 6. Birim Kök Testi

	Pesaran (2007)		Breitung ve Das (2005)	
	Düzyey	Birinci fark	Düzyey	Birinci fark
LPOW	-2.273 (0.657)	-4.308*** (0.000)	0.840 (0.799)	-9.520*** (0.000)
LBUI	-2.417 (0.322)	-4.373*** (0.000)	2.0182 (0.978)	-11.057*** (0.000)
LTRA	-2.370 (0.428)	-4.038*** (0.000)	2.062 (0.980)	-7.850*** (0.000)
LOIC	-2.517 (0.143)	-3.508*** (0.000)	2.501 (0.994)	-9.806*** (0.000)
LOTH	-1.902 (0.996)	-4.094*** (0.000)	0.851 (0.803)	-5.982*** (0.000)
LGDP	-2.418 (0.319)	-3.445*** (0.000)	5.457 (1.000)	-5.865*** (0.000)
LGDP2	-2.342 (0.495)	-3.442*** (0.000)	5.471 (1.000)	-5.905*** (0.000)
LURB	-2.044 (0.962)	-2.598* (0.060)	-0.2059 (0.418)	-1.789** (0.037)
LEC	-2.433 (0.287)	-3.981*** (0.000)	2.456 (0.993)	-5.702*** (0.000)
LKOF	-2.367 (0.435)	-4.019*** (0.000)	4.039 (1.000)	-13.658*** (0.000)

Not: Tablo değerleri CADF birim kök testinin sabit ve trendli modeli için %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde sırasıyla -2.580, -2.650 ve -2.780'dir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini rapor etmektedir. ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 7. Eşbütünlüşme testi

	Test	Enerji	Konut	Ulaştırma	Sanayi	Diğer
Pedroni (1999, 2004)	Panel v	2.161**	1.731*	2.212*	1.592	0.7283
	Panel ρ	-1.238	-1.852*	-0.832	-1.541	-0.4219
	Panel t	-4.051***	-5.385***	-3.607***	-4.404***	-3.464***
	Panel ADF	-3.924***	-5.300***	-4.124***	-3.064***	-2.806***
	Grup ρ	0.258	-1.019	0.6009	-0.1127	0.3103
	Grup t	-3.780***	-6.295***	-3.341***	-4.356***	-4.260***
	Grup ADF	-4.978***	-6.196***	-4.741***	-2.829***	-3.345***
Westerlund (2007)	G_{τ}	-3.004***	-3.382***	-2.533**	-3.244***	-2.898***
	G_{α}	-5.774	-8.578	-7.029	-6.924	-6.756
	P_{τ}	-13.167***	-18.139***	-9.343	-15.741***	-9.959
	P_{α}	-6.181	-10.392*	-6.398	-10.462*	-4.232

Not: ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 7'de rapor edilen istatistiklerin büyük bir çoğunluğu eşbütünlüşme olmadığını gösteren sıfır hipotezini farklı anlamlılık seviyeleri için reddetmektedir. Dolayısıyla, OECD ülkeleri için sektörel emisyonlar ve onun belirleyicileri arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır. Tablo 8, 9 ve 10 üç farklı tahminci kullanılarak elde edilen

uzun katsayı tahminlerini rapor etmektedir.

Tablo 8. MG tahmin sonuçları

	Enerji	Konut	Ulaştırma	Sanayi	Diğer
LGDP	21.73*** (6.026)	-6.987 (4.942)	9.526*** (2.820)	-7.550 (6.003)	-0.279 (5.874)
LGDP2	-1.04*** (0.294)	0.327 (0.235)	-0.46*** (0.135)	0.347 (0.284)	0.0329 (0.276)
LURB	-0.120 (1.443)	-1.031 (0.828)	-0.874 (0.559)	-1.708** (0.729)	-2.344** (1.184)
LEC	0.872*** (0.293)	1.299*** (0.160)	0.736*** (0.0982)	1.252*** (0.141)	0.719*** (0.137)
LKOF	0.850*** (0.313)	0.0173 (0.127)	-0.0238 (0.156)	-0.309 (0.262)	-0.810** (0.351)
Gözlem	1344	1344	1344	1344	1344
RMSE	0.1847	0.0757	0.0476	0.0749	0.0837

Not: Parantez içindeki değerler standart hata değerlerini rapor etmektedir. ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

MG tahmincisi kullanılarak elde edilen uzun dönem katsayı tahminleri Tablo 8’de sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre, (i) kişi başı gelir (LGDP) ve kişi başı gelirin karesi (LGDP2) değişkenlerine ait tahminler sadece enerji ve ulaştırma sektörü için istatistiki olarak anlamlıdır. Ayrıca bu katsayı tahminleri, ilgili değişkenler için sırasıyla pozitif (21.73 ve 9.52) ve negatif (-1.04 ve -0.46) olarak rapor edilmektedir. Dolayısıyla, OECD ülkeleri için ters U şeklindeki EKC hipotezi sadece enerji ve ulaştırma sektörleri için geçerlidir. Elde edilen bu sonuç Ozkan vd., (2019) ve Amin vd., (2020) uyumlu iken, çevre-gelir arasındaki ilişkiyi ulaştırma sektörü için U şeklinde bulan Özpölat (2020) ile uyumsuzdur; (ii) konut, sanayi ve diğer sektörleri için elde edilen katsayılar istatistiki olarak anlamsızdır. Görüldüğü üzere, LGDP ve LGDP2 değişkenlerine ait katsayılar, U şeklinde bir çevre-gelir ilişkisi ortaya koymakta ve EKC hipotezinin bu sektörler için geçerli olmadığını göstermektedir. Benzer bir sonuç, Erdoğan vd. (2020) tarafından G20 ülkeleri için yürütülen çalışmada da ortaya konmuştur.

Tablo 9. AMG tahmin sonuçları

	Enerji	Konut	Ulaştırma	Sanayi	Diğer
LGDP	12.42*** (4.431)	-3.010 (5.028)	1.447 (2.153)	-6.560* (3.861)	-2.364 (5.255)
LGDP2	-0.59*** (0.219)	0.116 (0.247)	-0.0502 (0.106)	0.322* (0.190)	0.153 (0.253)
LURB	1.287 (1.080)	1.157** (0.515)	-0.968** (0.465)	0.415 (0.940)	-0.412 (0.979)
LEC	0.421* (0.232)	1.131*** (0.115)	0.574*** (0.0731)	1.085*** (0.132)	0.503*** (0.132)

LKOF	0.525* (0.280)	0.0340 (0.130)	-0.315** (0.148)	0.319 (0.268)	-0.452 (0.371)
Gözlem	1344	1344	1344	1344	1344
RMSE	0.1748	0.0672	0.0388	0.0662	0.0750

Not: Parantez içindeki değerler standart hata değerlerini rapor etmektedir. ***, **, ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 9’da AMG tahmincisi ile elde edilen katsayı tahminleri gösterilmektedir. Açık şekilde görüldüğü üzere, Tablo 9’da rapor edilen sonuçlar, Tablo 8 ile büyük ölçüde uyumludur: (i) enerji sektörü için tahmin edilen katsayılar LGDP ve LGDP2 için hem istatistiki olarak anlamlı hem de sırasıyla pozitif ve negatiftir (12.42 ve -0.59). Dolayısıyla, EKC hipotezi enerji sektörü için geçerlidir; (ii) ulaştırma sektörü için elde edilen katsayılar her ne kadar ters U şeklindeki çevre-gelir ilişkisini doğrulasa da (1.447 ve -0.050), Tablo 8’den farklı olarak, istatistiki olarak anlamsızdır ve EKC hipotezini desteklememektedir. Elde edilen bu sonuç, ABD’ nin ulaştırma sektörü için Aslan vd. (2018) tarafından elde edilen sonuç ile uyumludur; (iii) konut ve diğer sektörleri için bulunan LGDP ve LGDP2 değişkenlerine ait katsayılar istatistiki olarak anlamsızdır, ve EKC hipotezi tarafından öngörülenin aksine, U şeklinde bir çevre-gelir ilişkisi ortaya koymaktadır; (iv) sanayi sektörü için elde edilen gelir katsayıları (-6.50 ve 0.322) istatistiki olarak anlamlı olsa da, gelirin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin önce azalan sonra artan bir etkiye sahip olacağını göstermektedir.

Ters U şeklindeki EKC hipotezini OECD ülkelerinin enerji ve ulaştırma sektörleri için doğrulamak şu şekilde yorumlanabilir. Ekonomik büyüme artışları söz konusu sektörlerin CO₂ emisyonlarını öncelikli olarak artırmakta ve çevre kalitesini düşürmektedir. Fakat, ekonomik büyümenin sürdürülmesi daha sonra söz konusu bu emisyonların düşmesine neden olmakta ve çevre kalitesine önemli pozitif katkılar sunmaktadır. Böyle bir sonucun özellikle enerji ve ulaştırma sektörleri için elde edilmesi oldukça önemlidir. Çünkü, daha önce belirtildiği üzere, toplam emisyonlar içinde en yüksek paya sahip iki sektör enerji ve ulaştırma sektörleridir. Ayrıca, OECD ülkelerin ulaştırma sektörü sera gazı emisyonları yükselen ve endişe verici bir trende sahiptir (OECD, 2020). Bu doğrultuda, gelir artışı bu sektörlerin CO₂ emisyonlarının azaltılması bağlamında önemli bir role sahiptir sonucuna ulaşılabilir. Bununla birlikte, burada önemli bir noktanın altını çizmek gerekir. Söz konusu sektörler için elde edilen LGDP ve LGDP2 değişkenlerine ait katsayılarının büyüklükleri birbirinden farklıdır. Diğer bir ifadeyle kişi başı gelirin enerji ve ulaştırma sektörü CO₂ emisyonlarına olan pozitif etkisi, kişi başı gelirin karesinin negatif etkisinden oldukça yüksektir. Bu yüzden, ekonomik büyüme bu sektörlerin emisyonlarını hızlı şekilde artırırken, aynı hızda düşürmemektedir.

Son olarak, çalışmada üç farklı kontrol değişken kullanılmıştır: şehirleşme, enerji tüketimi ve küreselleşme. Bu değişkenler arasında, en dikkat çeken şüphesiz enerji tüketimidir. Açık şekilde görüldüğü üzere, enerji tüketimi değişkenine ait tüm katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır ve

beklediği gibi sektörel CO₂ emisyonlarını artıracı bir etkiye sahiptir. Örneğin, MG tahmin sonuçlarına göre, enerji tüketimindeki %1' lik artış, diğer tüm değişkenler sabitken, enerji sektörü CO₂ emisyonlarını ortalama olarak %0.87, konut sektörü emisyonlarını %1.29, ulaştırma ve sanayi sektörü emisyonlarını sırasıyla %0.73 ve %1.25 artırmaktadır. Şehirleşmenin sektörel emisyonlar üzerindeki etkisi sadece sanayi, diğer ve ulaştırma sektörleri için negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulunurken (-1.70, -2.34 ve -0.96), bu etki konut sektörü için pozitifdir (1.15). Küreselleşmenin enerji sektörü CO₂ emisyonları üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. MG tahmini bu etkiyi 0.85 olarak rapor ederken, AMG tahmin sonuçlarına göre bu etki 0.52' dir.

5. Sonuç

Yeryüzündeki yaşamı tehdit eden en önemli sorunlardan biri iklim değişikliğidir. İnsanlığın karşı karşıya olduğu bu önemli sorunun arkasında yatan en temel neden ise, ekonomik büyüme, hızlı nüfus artışı ve sanayileşme birlikte artan enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarıdır. Bu yüzden, çevre-gelir ilişkisi, iklim değişikliği ile mücadele, üzerinde en çok tartışılan konulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Literatürde çevre-gelir ilişkisini EKC yapısı altında analiz eden çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmalar genellikle toplam CO₂ emisyonlarına odaklanmakta ve emisyonlardaki sektörel farklılıkları göz ardı etmektedir. Bu çalışma, literatürdeki diğer çalışmalardan, EKC hipotezini sektör düzeyinde analiz etmesi sebebiyle farklılaşmaktadır. Çalışmanın ampirik analizi 1971-2018 dönemini ve 28 İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) ülkesini kapsamaktadır. EKC hipotezinin geçerliliği 5 farklı sektör için test edilmiştir: enerji, konut, ulaştırma, sanayi, ve diğer. Sektörel emisyonlar ile belirleyicileri arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü her bir sektör için ayrı ayrı MG ve AMG tahminleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen modellere, sektörel emisyonlar ve kişi başı gelir dışında, literatürde sıklıkla kullanılan şehirleşme, enerji tüketimi ve küreselleşme değişkenleri eklenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar göre; birincisi, gelir-çevre ilişkisi sektörel farklılık göstermektedir. Gelir artışının emisyonlar üzerindeki etkisi konut ve diğer sektörleri için istatistiki olarak anlamsız iken, enerji, sanayi ve ulaştırma sektörleri için istatistiki olarak anlamlıdır. İkincisi, ters U şeklindeki EKC hipotezi OECD ülkelerinin enerji ve ulaştırma sektörleri için geçerli olduğu görülmektedir. Üçüncüsü, konut, sanayi ve diğer sektörleri için bulunan çevre-gelir ilişkisi istatistiki olarak anlamsızdır ve EKC hipotezi tarafından öngörülen aksine, U şeklinde bir çevre-gelir ilişkisi ortaya koymaktadır.

Elde edilen ampirik bulgular OECD ülkelerinin çevre kirliliğini gelir artışı kanalıyla azaltma bağlamında enerji ve ulaştırma sektörleri özelinde başarılı olduğunu göstermektedir. Toplam emisyonlar içinde oldukça yüksek paya sahip bu iki sektör için bunun başarılması iklim

değişikliği ile mücadele için gelir artışının ne kadar önemli olduğunu açık şekilde ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, elde edilen katsayılar ekonomik büyümenin bu sektörlerin emisyonlarını hızlı şekilde artırdığını, fakat aynı hızda düşürmediğini göstermektedir. Bu yüzden, politika yapıcıların, özellikle ulaştırma ve enerji sektörleri için, özel çevresel düzenleme politikaları geliştirmeleri gerekmektedir. Örneğin, ulaştırma sektörü CO₂ emisyonlarında karayolu taşımacılığı emisyonları büyük bir paya sahiptir. Bu sektörün CO₂ emisyonlarını azaltmak için hükümetler hibrit motor ve elektrik araç geliştirmeye yönelik teknolojik araştırmaları destekleyebilir ve çevre dostu ulaşım yöntemlerini teşvik edebilir.

References

- Agarwal, S., Kumar, S., & Goel, U. (2019). Stock market response to information diffusion through Internet sources: A literature review. *International Journal of Information Management*, 45 April, 18-131.
- Abid, M. (2017). Does economic, financial and institutional developments matter for environmental quality? A comparative analysis of EU and MEA countries. *Journal of Environmental Management*, 188, 183-194. doi:10.1016/j.jenvman.2016.12.007
- Alper, A., & Onur, G. (2016). Environmental Kuznets curve hypothesis for sub-elements of the carbon emissions in China. *Natural Hazards*, 82(2), 1327-1340. doi:10.1007/s11069-016-2246-8
- Amin, A., Altinoz, B., & Dogan, E. (2020). Analyzing the determinants of carbon emissions from transportation in European countries: the role of renewable energy and urbanization. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22(8), 1725-1734. doi:10.1007/s10098-020-01910-2
- Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778. doi:10.1016/j.enpol.2007.03.032
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). CO₂ emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286. doi:10.1016/j.enpol.2009.03.048
- Aslan, A., Destek, M. A., & Okumus, I. (2018). Sectoral carbon emissions and economic growth in the US: Further evidence from rolling window estimation method. *Journal of Cleaner Production*, 200, 402-411. doi:10.1016/j.jclepro.2018.07.237
- Aslan, A., Dogan, E., & Altinoz, B. (2019). Single-Country Versus Multiple-Country Studies. *Environmental Kuznets Curve (EKC)* içinde (ss. 25-36). Elsevier. doi:10.1016/b978-0-12-816797-7.00004-7
- Aydin, C., & Esen, Ö. (2017). The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for CO₂ Emissions in Turkey: New Evidence From Smooth

- Transition Regression Approach. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 14(39), 101–116.
- Aydin, C., Esen, Ö., & Aydin, R. (2019). Is the ecological footprint related to the Kuznets curve a real process or rationalizing the ecological consequences of the affluence? Evidence from PSTR approach. *Ecological Indicators*, 98(November 2018), 543–555. doi:10.1016/j.ecolind.2018.11.034
- Bhattacharya, M. (2019). The Environmental Kuznets Curve. *Environmental Kuznets Curve (EKC) içinde* (ss. 9–14). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-816797-7.00002-3
- Bilgili, F., Koçak, E., & Bulut, Ü. (2016, 1 Şubat). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO2 emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.rser.2015.10.080
- Breitung, J., & Das, S. (2005). Panel unit root tests under cross-sectional dependence. *Statistica Neerlandica*, 59(4), 414–433.
- Congregado, E., Feria-Gallardo, J., Golpe, A. A., & Iglesias, J. (2016). The environmental Kuznets curve and CO2 emissions in the USA: Is the relationship between GDP and CO2 emissions time varying? Evidence across economic sectors. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(18), 18407–18420. doi:10.1007/s11356-016-6982-9
- Crippa, M., Oreggioni, G., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Lo Vullo, E., ... Vignati, E. (2020). *Fossil CO2 and GHG emissions of all world countries*. Luxemburg: Publication Office of the European Union. Luxembourg. doi:10.2760/143674, JRC121460
- Dogan, E., Seker, F., & Bulbul, S. (2017). Investigating the impacts of energy consumption, real GDP, tourism and trade on CO2 emissions by accounting for cross-sectional dependence: A panel study of OECD countries. *Current Issues in Tourism*, 20(16), 1701–1719. doi:10.1080/13683500.2015.1119103
- Dogan, E., & 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. doi:10.1007/s11356-015-5323-8
- Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The use of ecological footprint in estimating the Environmental Kuznets Curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence and heterogeneity. *Science of the Total Environment*, 723, 138063. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138063
- Eberhardt, M. (2012). Estimating panel time-series models with heterogeneous slopes, (1), 61–71. doi:10.1177/1536867X1201200105
- Eberhardt, M., & Teal, F. (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production. *Oxford Department of Economics Discussion Paper*, (515), 1–31.
- Erdogan, S., Fatai Adedoyin, F., Victor Bekun, F., & Asumadu Sarkodie, S. (2020). Testing the transport-induced environmental Kuznets curve hypothesis: The role of air and railway transport. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101935. doi:10.1016/j.jairtraman.2020.101935
- Erdoğan, S., Yıldırım, S., Yıldırım, D. Ç., & Gedikli, A. (2020). The effects of innovation on sectoral carbon emissions: Evidence from G20 countries. *Journal of Environmental Management*, 267(December 2019), 1–10. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110637
- Fatima, T., Karim, M. Z. abd ve Meo, M. S. (2020). Sectoral CO2 emissions in China: asymmetric and time-varying analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 64(4), 581–610. doi:10.1080/09640568.2020.1776691
- Gavriilyeva, T., Sugimoto, A., Bochkarev, N., Stepanova, N., Nogovitycyn, A., & Semenova, L. (2020). Economy-related green-house gases emissions and validation of the environmental Kuznets curve for Sakha Republic (Yakutia). *Polar Science*, 23(January), 100507. doi:10.1016/j.polar.2020.100507
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research*, (3914). doi:10.3386/w3914
- Grossman, G., & Krueger, A. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. doi:10.2307/2118443
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N., & Sturm, J. E. (2019). The KOF Globalisation Index – revisited. *Review of International Organizations*, 14(3), 543–574. doi:10.1007/s11558-019-09344-2
- Henningsen, A., & Henningsen, G. (2019). *Analysis of panel data using R. Panel Data Econometrics: Theory*. doi:10.1016/B978-0-12-814367-4.00012-5
- IEA. (2019). *Global Energy & CO2 Status Report: The Latest Trends in Energy and Emissions in 2018*. <https://webstore.iea.org/global-energy-co2-status-report-2018> adresinden erişildi.
- IEA. (2020). No Title. *World Energy Balances (database)*. <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energy-balances-and-statistics> adresinden erişildi.
- Inglesi-Lotz, R. (2019). Recent Studies (Extending Basic Environmental Kuznets Curve Model by Adding More Variables). *Environmental Kuznets Curve (EKC) içinde*

- (ss. 15–23). Elsevier. doi:10.1016/b978-0-12-816797-7.00003-5
- Karakaya, E., Alataş, S., & Yılmaz, B. (2020). Sectoral convergence in energy consumption from developing country perspective: The case of Turkey. *Energy Efficiency*, 13(7), 1457–1472. doi:10.1007/s12053-020-09891-3
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97–103. doi:10.1016/j.econmod.2014.10.022
- Khan, A. N., En, X., Raza, M. Y., Khan, N. A., & Ali, A. (2020). Sectorial study of technological progress and CO2 emission: Insights from a developing economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 151(December 2019), 119862. doi:10.1016/j.techfore.2019.119862
- Kharbach, M., & Chfadi, T. (2017). CO2 emissions in Moroccan road transport sector: Divisia, Cointegration, and EKC analyses. *Sustainable Cities and Society*, 35(July), 396–401. doi:10.1016/j.scs.2017.08.016
- Koçak, E. (2014). Türkiye ' de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği : ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62–73.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1–28. <http://www.jstor.org/stable/1811581> adresinden erişildi.
- Lin, B., & Xu, B. (2018). Factors affecting CO2 emissions in China's agriculture sector: A quantile regression. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94(April), 15–27. doi:10.1016/j.rser.2018.05.065
- Morales-Lage, R., Bengochea-Morancho, A., Camarero, M., & Martínez-Zarzoso, I. (2019). Club convergence of sectoral CO2 emissions in the European Union. *Energy Policy*, 135, 111019. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111019
- Moutinho, V., Madaleno, M., & Elheddad, M. (2020). Determinants of the Environmental Kuznets Curve considering economic activity sector diversification in the OPEC countries. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122642. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122642
- Nasir, M., & Ur Rehman, F. (2011). Environmental Kuznets Curve for carbon emissions in Pakistan: An empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), 1857–1864. doi:10.1016/j.enpol.2011.01.025
- Neal, T. (2014). Panel cointegration analysis with xtpedroni, (3), 684–692. doi:10.1177/1536867X1401400312
- OECD. (2020). *Environment at a Glance Indicators*. Paris. <https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en> adresinden erişildi.
- 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. doi:10.1016/j.enpol.2013.07.016
- Özcan, B., & Öztürk, I. (2019). A Historical Perspective on Environmental Kuznets Curve. *Environmental Kuznets Curve (EKC)* içinde (ss. 1–7). Elsevier. doi:10.1016/b978-0-12-816797-7.00001-1
- Ozkan, T., Yanginlar, G., & Kalayci, S. (2019). Testing the transportation-induced environmental Kuznets curve hypothesis: Evidence from eight developed and developing countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 174–183. doi:10.32479/ijeep.7330
- Özpolat, A. (2020). Sektörel CO2 Emisyonlarını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Gelecek-11 Ülkeleri Örneği. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, (653), 115–136.
- Ozturk, I., & Al-Mulali, U. (2015). Investigating the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis in Cambodia. *Ecological Indicators*, 57, 324–330. doi:10.1016/j.ecolind.2015.05.018
- Pablo-Romero, M. del P., & Sánchez-Braza, A. (2017). Residential energy environmental Kuznets curve in the EU-28. *Energy*, 125, 44–54. doi:10.1016/j.energy.2017.02.091
- Panayotou, T. (1994). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development*. *Pacific and Asian Journal of Energy* (C. 4).
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve : turning a black box into a Demystifying the environmental Kuznets curve : turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics*, 2(4), 465–484. doi:10.1017/S1355770X97000259
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, (Special Issue), 653–670.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis, 20(3), 597–625. doi:10.1017/S0266466604203073
- Persyn, D., & Westerlund, J. (2008). Error-correction – based cointegration tests for panel data, 8(2), 232–241.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13–50. doi:10.1007/s00181-020-01875-7
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312. doi:10.1002/jae.951

- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). *Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. Journal of Econometrics* (C. 68). doi:10.1016/0304-4076(94)01644-F
- Phuc Nguyen, C., Schinckus, C., & Dinh Su, T. (2020). Economic integration and CO2 emissions: evidence from emerging economies. *Climate and Development*, 12(4), 369–384. doi:10.1080/17565529.2019.1630350
- Rahman, M. M., Karim, A. A. M. E., Ahmed, Z., & Acet, H. (2021). Environmental Kuznets Curve (EKC) for Bangladesh: Evidence from Fully Modified OLS Approach. *JOURNAL OF EMERGING ECONOMIES AND POLICY*, 6(2), 5–14.
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46, 757–773.
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T., & Ali, A. (2013, 1 Eylül). Revisiting the environmental Kuznets curve in a global economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.rser.2013.05.021
- Sinha, A., Shahbaz, M., & Balsalobre, D. (2019). Data Selection and Environmental Kuznets Curve Models - Environmental Kuznets Curve Models, Data Choice, Data Sources, Missing Data, Balanced and Unbalanced Panels. *Environmental Kuznets Curve (EKC)* içinde (ss. 65–83). Elsevier. doi:10.1016/b978-0-12-816797-7.00007-2
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3–4), 482–489. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.07.009
- Sözen, A., Cakir, M. T., & Cipil, F. (2016). Sectoral CO 2 emission reductions in Turkey: Preparing for Doha 2020. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 38(7), 905–913. doi:10.1080/15567036.2013.850559
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve, 32(8), 1419–1439. doi:10.1016/j.worlddev.2004.03.004
- Tiwari, A. K., Shahbaz, M., & Adnan Hye, Q. M. (2013, 1 Şubat). The environmental Kuznets curve and the role of coal consumption in India: Cointegration and causality analysis in an open economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Pergamon. doi:10.1016/j.rser.2012.10.031
- ugcu, C. T. (2018). Panel Data Analysis in the Energy-Growth Nexus (EGN). *The Economics and Econometrics of the Energy-Growth Nexus* içinde (ss. 255–271). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-812746-9.00008-0
- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144–157. doi:10.1016/j.jclepro.2018.03.191
- Ulucak, R., Danish ve Khan, S. U. D. (2020). Does information and communication technology affect CO2 mitigation under the pathway of sustainable development during the mode of globalization? *Sustainable Development*, 28(4), 857–867. doi:10.1002/sd.2041
- Wang, Y., Zhang, C., Lu, A., Li, L., He, Y., ToJo, J., & Zhu, X. (2017). A disaggregated analysis of the environmental Kuznets curve for industrial CO2 emissions in China. *Applied Energy*, 190, 172–180. doi:10.1016/j.apenergy.2016.12.109
- WDI. (2021). World development indicators. *World Bank, World Development Indicators*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden erişildi.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709–748. doi:10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x

Extended Summary

Purpose

In this study, we aim to investigate the validity of the EKC hypothesis at the sectoral level. To this end, we focus on five different sectors: power industry, buildings, transport, other industrial combustion, and other sectors. We conduct our empirical investigation for the 28 OECD countries over the period between 1971 and 2018. The empirical investigation of the EKC hypothesis on a sectoral basis becomes important due to the following reasons. First, the sectoral share of CO₂ emissions significantly varies. For example, while the energy industry generates 29% of greenhouse gas emissions in the OECD countries, it is 24% and 7% for the transport and industrial process, respectively. Second, the CO₂ emissions trend of the sectors is not the same. While the share of energy industries has a decreasing trend since 2005, it is opposite, especially for the transport and agriculture sectors. Therefore, the effect of income on emissions might differ depending on the sector covered. In this regard, such an empirical investigation conducted at the sectoral level might enable us to observe sectoral differences and to design sector-specific policies.

Literature Review

The empirical testing of the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis is one of the most studied topics in the energy economics literature to analyze the environment-growth nexus. Therefore, there exist many studies in the existing literature testing the validity of the EKC hypothesis for different country groups and study periods. However, the vast majority of these studies generally focus on total CO₂ emissions by ignoring the sectoral level differences in emissions. This study aims to fill this research gap for the OECD countries. To the best of our knowledge, there is no other study in the literature that empirically investigates the validity of the EKC hypothesis for different sectors of the OECD countries analyzed in our study and compares the results. From this point of view, it is believed that this study will significantly contribute to the literature.

Design/Methodology/Approach

The empirical analysis of this study is based on the panel data cointegration tests and estimators. Our empirical investigation mainly consists of four parts: cross-sectional dependence, unit root properties of data, cointegration tests,

and long-run parameter estimates. We compile our data from four different sources: Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) for sectoral CO₂ emissions (Crippa et al. 2020), World Bank Development Indicators (WDI) for income per capita and urbanization (WDI, 2021), International Energy Agency for energy consumption (IEA, 2020), and Gygli et al. (2019) for globalization index. Our country sample is as follows: Australia, Austria, Belgium, Canada, Chile, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea Rep., Luxembourg, Mexico, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, United Kingdom, and the United States. We begin our empirical investigation by testing cross-sectional dependence. For the empirical testing of the cross-sectional dependence, we perform the technique proposed by Pesaran (2004). We, secondly, test the stationarity properties of panel data by applying unit root tests developed by Pesaran (2007) and Breitung Das (2005). Thirdly, we conduct two different cointegration tests: Pedroni (1999, 2004) and Westerlund (2007). After confirming the long-run relationship between sectoral emissions and its determinants, we estimate the long-run parameters using the mean group estimators developed by Pesaran and Smith (1995) and Eberhardt and Teal (2010).

Findings

The empirical results reveal the following results. First, the EKC hypothesis is valid for the power industry and transport sectors, meaning that income is an important factor in determining the CO₂ emissions of these sectors. Therefore, while an increase in income raises CO₂ emissions from these sectors in the first stage, this effect is expected to be negative after reaching a turning point in the second stage. Second, the estimated parameters for both income per capita and the square of income per capita are found to be statistically insignificant for the buildings, other industrial combustion, and other sectors. Therefore, the EKC hypothesis is not valid for these sectors. Third, energy consumption is an important factor in explaining changes in sectoral emissions. The effect of energy consumption is statistically significant and positive for all sectors. Fourth, while urbanization negatively affects CO₂ emissions from industrial combustion, other, and transport sectors, it is positive for buildings. Fifth, the effect of globalization on power industry emissions is positive and statistically significant.