



OECD Ülkeleri için Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC)'nin Geçerliliğine İlişkin Bir Analiz

Işıl DEMİRTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü,
Giresun

isil.demirtas@giresun.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-7534-4911>

Makale Başvuru Tarihi : 20.07.2023

Makale Kabul Tarihi : 19.09.2023

Makale Yayın Tarihi : 10.10.2023

Makale Türü : Araştırma Makalesi

Doi: 10.5281/zenodo.10003950

Özet

Anahtar Kelimeler:

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC), Ekonomik Büyüme, Kalkınma, Panel Koentegrasyon Analizi, MG (Mean Group), CCE (Common Correlated Effect), AMG (Augmented Mean Group)

Bu çalışma, panel eşbütünleşme testleri kullanarak kişi başı gelirin kirlenici emisyonlar üzerinde bir eşik etkisinin olup olmadığını EKC hipotezi bağlamında incelemektedir. Çalışma, 1998-2019 dönemini kapsayacak şekilde 37 OECD ülkesinden oluşmaktadır. Elde edilen ampirik sonuçlar, kişi başı gelir düzeyi ile CO₂ emisyonu arasında EKC tipi ilişkinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle, bulgular, gelir düzeyinin seviyesine bağlı olarak çevreye olan duyarlılığın değiştiğine işaret etmektedir. Ancak, eşğin üzerinde yaşanan kirlenici emisyonlardaki düşüşlerin, eşğin altındaki bozulmaları dengelediği anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla, politika yapıcıların ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki EKC hipotezi ile ilintili ters U-şeklindeki ilişkiye dayanarak pasif çevre politikaları yerine zarar gören biyoçeşitliliği ve ekolojik sistemleri iyileştiren proaktif politikaları benimsemeleri tavsiye edilmektedir.

An Analysis of the Validity of the Environmental Kuznets Curve for OECD Countries

Abstract

Keywords:

Environmental Kuznets Curve (EKC), Economic Growth, Development, Panel Cointegration Analysis, MG (Mean Group), CCE (Common Correlated Effect), AMG (Augmented Mean Group)

This paper examines whether per capita income has a threshold effect on pollutant emissions in the context of the EKC hypothesis, using panel cointegration tests. The study consists of 37 OECD countries covering the period 1998-2019. The empirical results reveal that the EKC-type relationship is valid between per capita income and CO₂ emissions. From this point of view, the findings indicate that environmental sensitivity changes depending on the level of income level. However, reductions in pollutant emissions above the threshold cannot offset degradation below the threshold. Therefore, it is recommended that policy makers adopt proactive policies that improve damaged biodiversity and ecological systems rather than passive environmental policies based on the inverted U-shaped relationship between economic growth and CO₂ emissions associated with the EKC hypothesis.

GİRİŞ

Ekonomik büyümenin çevreye zarar verdiği düşüncesi çok uzun yıllar genel kabul gören bir yaklaşım oldu. Öncelikli olarak üretim ve gelir artışına odaklanan ülkelerin çevresel sorunları ilk etapta göz ardı etmeleri, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çevresel sorunların oluşmasına sebebiyet verdi (Aydın, Esen ve Aydın, 2019). Bu çerçevede ülkeler için vazgeçilmez bir hedef olan ekonomik büyümenin, çevresel riskleri minimize edecek şekilde değerlendirilmesi bir gereklilik haline geldi. Sürdürülebilirlik kavramı bu kapsamda hem ekonomik büyümeyi önceleyen hem de çevresel sorunları bertaraf edecek yeni bir politika olarak ortaya çıktı.

70'li yıllarda çevresel kirliliğin dikkat çekici bir boyuta ulaşması üzerine 1972 yılında yapılan Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı büyümenin sınırlarına dikkat çekmişti (Meadows vd., 1972). Çevresel sorunların ortadan kalkması için büyümeden taviz verilmesi önerilmekteydi. Çevre ile ekonomik büyüme arasındaki bu ters yönlü ilişki, 1983 yılında Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun Ortak Geleceğimiz raporunda Sürdürülebilir Kalkınma kavramının önerilmesi ile farklı bir boyuta taşındı. Rapor, büyüme ve çevresel sürdürülebilirliği birlikte sağlamanın mümkün olacağını savunmaktaydı (Demirtaş, 2017: 111).

1990'ların başında, Grossman ve Krueger (1991) ile Shafik ve Bandyopadhyay (1992)'ın çalışmaları (Stern, 2004: 1420), ekonomik gelişmişlik ile çevre arasındaki ilişkinin ters U biçiminde olduğunu ileri sürdü. Böylece Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi olarak literatüre geçen söz konusu ilişki ülkelerin ekonomik büyümeyi gerçekleştirirken aynı zamanda çevresel kirlilik ile de mücadele etmelerinin mümkün olduğunu destekledi. Ancak EKC hipotezi, ülkelerin ekonomik büyüme ve çevreyi birlikte önceleyebilmelerinin belirli bir eşik gelir düzeyinin aşılmasından sonra mümkün olabileceğini ileri sürmektedir.

EKC yaklaşımı, akademik ve politik yazında çekici gibi görünse de son zamanlardaki teorik ve ampirik çalışmalar EKC hipotezi ve onunla ilintili politika çıkarımları hakkında sorgulamalar ve eleştiriler getirmeye başlamıştır. Bu eleştirilerden bazıları, tipik bir EKC eğrisinin şeklinin, çevre kirliliğinin kümülatif olmadığı veya etkilerinin tersine çevrilebileceği varsayımına dayanmaktadır. Çünkü gerek bireysel gerekse toplumun tamamı için gelir seviyesi ve yaşam standardının yükselmesiyle çevreye duyarlılık artabilir, ama bu süreçte kaybedilen biyoçeşitlilik gibi çevresel sorunlar geri döndürülemez olabilir (Arrow vd., 1995; Tisdell, 2001, Fodha ve Zaghdoud, 2010; Aydın, Esen ve Aydın, 2019; Esen, Yıldırım ve Yıldırım, 2020; Aydın, Esen ve Aydın, 2022). Çevre ile ekonomik gelişmişlik düzeyi ilişkisi halen güncelliğini koruyan bir tartışma olmayı sürdürmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunları günümüzde artan bir biçimde devam etmektedir. Ülkeler, çevre sorunları ile gerek ulusal düzeyde gerekse uluslararası düzeyde mücadelelerini sürdürmektedir. 2012 yılında Rio+20 konferansında sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir. Öte yandan 2000 yılında imzalanan Birleşmiş Milletler Binyıl Deklarasyonu ile Binyıl Kalkınma Hedeflerine, 2015'e kadar ulaşılması amaçlanmıştır. 2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda ise 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile ülkelerin ekonomik, sosyal ve çevresel alanlarda sürdürülebilirliği yakalayabilmeleri için uzlaşmıştır (Yıldırım, Demirtaş ve Yıldırım, 2022).

2021 yılı verilerine göre enerji kaynaklı CO₂ emisyonlarının %33'ü OECD ülkeleri kaynaklıdır (BP, 2022: 12). OECD ülkelerinin ortalama kişi başına karbon salınımı 2019 yılı itibarıyla 8.3 ton ile dünyanın geri kalanının kişi başına karbon emisyonunun (4.4 ton) oldukça üzerindedir. Ancak OECD ülkeleri 2000 yılından beri ekonomileri büyürken, enerji kaynaklı karbon emisyonlarını azaltmayı başarmaktadır. Bu gelişmede endüstriyel yapıdaki dönüşümler, enerji verimliliğine ve yenilenebilir enerjiye yönelik köklü değişiklikler ve yeni politikalar etkili olmuştur (OECD.Stat, 2023). OECD ülkelerinde 2021 yılında 2020 yılına göre birincil enerji tüketimi %0.2 azalırken, enerji kaynaklı karbon emisyonundaki azalma %1.3 olmuştur. Ancak OECD ülkelerinin tüketim mallarının üretimini önemli bir bölümünü dünyanın geri

kalanına taşıdığı düşünüldüğünde, OECD ülkelerinin çevresel kirliliğin daha büyük bir kısmından sorumlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla küresel ısınma ve iklim değişikliğine ilişkin sorunlar ve hedefler göz önüne alındığında uygulanan politikaların hedeflere ulaşmada ne derece etkili olacağı tartışmalı görünmektedir. OECD, ekolojik kaynakların kullanımında etkinliği artırabileceği için çevresel inovatif faaliyetleri teşvik eden çevre politikası yaklaşımlarını desteklemektedir (Yıldırım, Esen ve Yıldırım, 2022). Dolayısıyla, bu çalışmada 1998-2019 yılların için 37 OECD ülkesinde EKC hipotezinin geçerliliği Panel Koentegrasyon Testleri ile analiz edilmektedir.

Bu amaç doğrultusunda çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir: Birinci bölümde EKC hipotezinin teorik çerçevesi ele alınmaktadır. Ardından ikinci bölümde söz konusu alanda yapılan benzer çalışmaların yer aldığı bir literatür çalışmasına yer verilmektedir. Üçüncü bölümde metodolojik kısmın açıklanmasının ardından ise çalışmadan elde edilen bulgular açıklanmaktadır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise söz konusu çalışmadan çıkan sonuca ilişkin politika önerilerinden bahsedilmektedir.

TEORİK ÇERÇEVE

Kuznets (1955), gelir eşitsizliği ile kişi başına düşen gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir. Bu ilişkiye göre kişi başına gelir düzeyi arttıkça gelir eşitsizliği başlangıçta artmakta, daha sonra ise azalmaya başlamaktadır. Kuznets Eğrisi olarak literatüre geçen bu eğrinin, 1990'lı yıllarda çevre kalitesi ile gelir düzeyi arasındaki ilişkiyle benzerlik göstermesi üzerine çevresel kirlilik ile gelir düzeyi arasındaki ters-U ilişkisi de literatüre Çevresel Kuznets Hipotezi (EKC) olarak geçmiştir (Churchill vd., 2018: 389).

EKC hipotezi, Grossman ve Krueger'in (1991) NAFTA üzerine olan çalışmalarını ile Shafik ve Bandyopadhyay (1992)'ın Dünya Kalkınma Raporuna dair çalışmalarına dayanmaktadır (Stern, 2004: 1420). Grossman ve Krueger (1991) çalışmalarında çevresel kirlilik ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğunu tespit etmiştir (Shahbaz vd., 2013: 495).

Ehrlich ve Holdren (1972) tarafından geliştirilen çevresel etki IPAT eşitliğine göre çevresel etki (I); nüfus (P), refah (A) ve teknolojiye (T) bağlıdır. Bu formüle göre ekonomilerin refahının artması gerektiği düşünüldüğünde ve nüfus da zamanla arttığına göre çevresel etkiyi azaltacak faktör olarak teknoloji kalmaktadır (Ucal, An ve Kurnaz, 2017: 381). Ekonomide yapısal ya da teknolojik olarak herhangi bir değişiklik yoksa ekonomideki ölçek etkisi nedeniyle büyüme, çevresel kirlilik ile sonuçlanacaktır. Ancak EKC hipotezi, ekonomik gelişmişlik düzeyine göre ekonomide farklı etkilerin ortaya çıkacağını varsayar. Yüksek gelişmişlik düzeyi, çevresel farkındalığı artırırken çevresel regülasyonları ve çevre dostu teknolojilerin kullanımını da teşvik eder. Yüksek gelişmişlik düzeylerinde çevresel farkındalığın gelişmesi ile çevresel bozulmaların azalması beklenir. Böylece kişi başına düşen gelirin belirli bir düzeye eriştiği koşulda, eğilim tersine dönebilmekte ve dolayısıyla yüksek gelir seviyelerinde ekonomik büyüme, çevresel iyileşmeye katkı sağlayabilmektedir. Bu durumda, çevresel etkilerin, kişi başına düşen gelirin ters U-şekilli bir fonksiyonu olduğu anlamına gelmektedir (Stern, 2017: 8; Stern, 2004: 1421). Gelişmişlik düzeyi aynı zamanda eğitim düzeyinin de artması ile çevresel farkındalık üzerinde olumlu etki yaratır.

Standart EKC regresyon modeli eşitlik (1)'deki gibi ifade edilmektedir (Stern, 2017: 13):

$$E_{it} = \alpha_{it} + \gamma_t + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Buradaki E, kişi başına emisyonların doğal logaritmasını; Y, kişi başına gayri safi yurt içi hasılanın doğal logaritmasını, ε rastgele bir hata terimini, i ülkeleri ve t ise zamanı temsil etmektedir.

Çevresel kirlilik ile çıktı arasında geçerli olan üç ilişki, EKC'nin hipotezinin geçerliliğini etkilemektedir (Apergis, 2016: 263). Bu etkilerden birincisi ölçek etkisidir. Ekonomik aktivitenin artması, CO₂ emisyonlarını arttırmaktadır. EKC hipotezine göre ekonomik gelişmenin erken aşamalarında ekonomik faaliyet arttıkça ortaya çıkan ölçek etkisi CO₂ emisyonlarının artmasına ve çevresel bozulmaya yol açar. Ekonominin yapısında veya teknolojisinde herhangi bir değişiklik olmasaydı, ekonominin ölçeğindeki saf büyüme, kirlilik ve diğer çevresel etkilerde orantılı bir büyüme ile sonuçlanacaktı. Ekonomik kalkınma ve çevresel kalitenin çelişen hedefler olduğu şeklindeki geleneksel görüş, yalnızca ölçek etkisini yansıtmaktadır (Stern, 2017: 10). Ancak kompozisyon etkisi nedeniyle ekonomik gelişmenin sonraki aşamalarında GSYİH karesinin negatif olması beklenmektedir. Bu durum bize ekonominin hizmet sektörüne ve hafif sanayiye kaymasının etkisiyle çevresel kalitenin iyileştiğini ifade eder (Churchill vd., 2018: 390). Ürünler temiz üretim yöntemleri ile üretildiğinde kirlilik azalmaktadır. Farklı endüstriler farklı kirlilik yoğunluklarına sahiptir ve ekonomik gelişme ile birlikte endüstriyel gelişme sağlandıkça kirlilik yoğunlukları azalan endüstrilere geçiş sağlanır (Stern, 2017:10). Diğer bir etki ise teknik etkidir. Teknoloji düzeyinin gelişmesi, üretimdeki verimliliği arttırarak kirliliği azaltmaktadır. Çevreye daha az zarar veren girdilerin çevreye daha fazla zarar verenlerle ikame edilmesiyle üretimdeki verimlilik artarak çıktı başına düşen kirletici girdi miktarını azaltır. Teknik etki, çevresel düzenlemeler ve yenilik politikaları tarafından yönlendirilir (Stern, 2017:10; Apergis, 2016: 263; Churchill vd., 2018: 390). EKC hipotezinin geçerliliği bu etkilerin derecesine bağlıdır. Kompozisyon ve teknik etkinin ölçek etkisine belirli bir gelir düzeyi sonrasında baskın olması durumunda EKC hipotezi geçerli olacaktır (Tenaw ve Beyene, 2021: 2).

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde EKC hipotezini analiz eden çalışmalardan elde edilen bulgular farklılık göstermektedir. Çalışmalardan bir kısmı ülke gruplarını ele alarak standart EKC regresyon modeli ile çevre- ekonomik büyüme ilişkisini analiz etmektedir. Örneğin, Churchill vd. (2018), 20 OECD ülkesinde 1870-2014 döneminde panelin geneli için EKC hipotezini destekler bulgular elde etmiştir. Ülke bazlı sonuçlara bakıldığında ise 20 OECD ülkesinden 9'unda EKC'yi destekler sonuçlara ulaşılmaktadır. Apergis (2016), CO₂ emisyonu ile kişi başına reel GSYİH arasında kantil eşbütünleşme yaklaşımı ile 1960–2013 dönemi için 15 ülkeden 12'sinde EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Diğer üç ülkede de belirli kantillerde EKC'nin geçerliliği ortaya çıkmıştır. Al-Mulali, Tang ve Öztürk (2015), Latin Amerika ve Karayip ülkelerinde 1980–2010 dönemi için Panel Fully Modified OLS yöntemi ile GSYİH büyümesi CO₂ emisyonu arasında EKC hipotezini destekler sonuçlara ulaşmıştır. Tenaw ve Beyene (2021), 1990-2015 dönemi için 20 Sahraaltı Afrika ülkesinde Panel ARDL yöntemi ile EKC hipotezinin geçerliliğini test etmiştir. Çalışmada, çevresel bozulma endeksi ve ekolojik ayakizi bağımlı değişkenler olarak kullanılarak EKC hipotezi modifiye edilmiştir. Ayrıca kişi başına GSYH yerine Beşerî Sermaye Endeksi (HDI) değişkeni ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar her iki modelde de EKC hipotezini doğrulamıştır. Ayrıca Sahraaltı Afrika ülkeleri kaynak yoğunluklarına göre sınıflandırılarak da EKC test edilmiştir. Kaynak zengini ülkelerde EKC hipotezinin geçerli olduğu, kaynak yoğun olmayan ülkelerde ise geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır. Ulucak (2017), 1995-2014 döneminde AB28 için EKC'yi etkileyen ölçek, kompozisyon ve teknoloji faktörlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkilerini ayrı ayrı test etmiştir. Panel DOLS ve FMOLS tahmincileri ile tahmin edilen modelde değişkenler arasındaki ilişki EKC hipotezinin geçerliliğini doğrulamaktadır. Erataş ve Uysal (2014), 1992-2010 yıllarını kapsayan dönem için BRIC-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ülkelerinde EKC hipotezinin varlığını Westerlund ECM eşbütünleşme testi ve Breitung İki Aşamalı EKK tahmincisi ile sınamıştır. Güriş ve Tuna (2011), 88 ülkenin 1971-2008 verilerini kullandığı çalışmada parametrik panel veri modeli EKC'nin geçerliliğini doğrulamıştır. Buna karşın Aydın, Esen ve Özçoban (2019), EKC hipotezinin geçerliliğini 65 net enerji ithal eden ülke için PSTR yaklaşımı kullanarak analiz etmişler. Analiz sonuçları EKC hipotezinin iddia ettiği gibi yüksek gelir düzeylerinin çevre kirliliğine çözüm olduğunu göstermezken, belirli bir eşğin üzerinde gelir artışıyla birlikte sadece emisyon düzeyinin artış hızında bir düşüş yaşandığını ortaya koymuştur. Al-Mulali, Saboori ve Öztürk (2015) de 1981-2011

döneminde Vietnam'da ARDL analizi ile EKC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Uzun ve kısa dönemde GSYİH ve kirlilik arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Eğitim düzeyi çevresel farkındalık yaratarak çevresel kaliteyi iyileştirmede etkili olabilmektedir. Nitekim EKC hipotezinin sınındığı bir kısım çalışmada beşerî sermaye de bu doğrultuda ele alınmaktadır. Williamson (2017), 181 ülkenin 2012 yılına ait verilerinden yararlanarak karbondioksit ve metan emisyonlarını ikinci dereceden bir fonksiyon ile tahmin ettiği çalışmasında ortalama eğitim yılı verisini de modele dahil etmiştir. Çalışmada, yüksek eğitim düzeyinde çevresel Kuznets'i doğrulayan bir sonuca ulaşmamıştır. Mehmood (2021), G11 ülkelerinin 1990-2019 yılı verilerinden yararlanılarak eğitim, doğal kaynaklar, doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYİH'nın CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Orta öğretim kaydı eğitimi temsilen modelde yer almıştır. Çalışmada ikinci nesil panel birim kök testleri CADF ve CIPS, Westerlund and Edgerton koentegrasyon testi, FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Square), DOLS (Dynamic Least Squares Method) ve PMG (Pool Mean Group) ARDL testlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular eğitim düzeyindeki artışın CO₂ emisyonlarını azalttığını ortaya koymuştur. Diğer taraftan (doğrudan yabancı yatırımlar) DYY ve ekonomik büyüme, EKC hipotezini doğrulamaktadır. Yani ekonomik büyümenin erken aşamalarında DYY, doğal kaynaklar ve ekonomik büyüme hava kalitesini bozarken, eşik seviyesini aştıktan sonra her iki değişken de CO₂ emisyonunu azaltıcı yönde etki göstermektedir. Aynı zamanda eğitim düzeyi için de aynı koşullar geçerlidir. Yani EKC hipotezini doğrulayan sonuçlar söz konusudur. Sapkota ve Bastola (2017), 14 Latin Amerika ülkesinde 1980-2010 yıllarına ait dönemde DYY'nin ve gelirin CO₂ emisyonu üzerindeki etkilerini, panel sabit ve rassal etkiler modeli ile test etmiştir. DYY stoku ve enerji yoğun üretim ve nüfus yoğunluğu CO₂ emisyonunu Latin Amerika ülkelerinde arttırmaktadır. Gelir düzeyi ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkide ülkelerin tamamı ele alındığında EKC hipotezinin varlığı doğrulanmaktadır. Diğer taraftan çalışmada ülkeler düşük ve yüksek gelirli olmak üzere iki ayrı gruba ayrılarak da test edilmiştir. Kişi başına düşen CO₂ emisyonu oranı ile beşerî sermaye ilişkisinin ele alındığı çalışmada, beşerî sermayeyi temsilen eğitime erişim kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre düşük gelirli ülke grubunda eğitime erişim ile kirlilik arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yüksek gelirli ülkelerde ise eğitim ile kirlilik arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Khan (2020), 1980-2014 döneminde 122 ekonomi için CO₂ emisyonları ile kişi başına düşen reel GSYİH, kişi başına düşen reel GSYİH'nın karesi, finansal gelişme, yatırım, ticari açıklık, nüfus büyüklüğü ve beşerî sermaye değişkenleri arasındaki ilişkiyi Hansen Eşikdeğer modeli ile test etmiştir. Eğitim düzeyi, 15 yaş ve üzeri nüfus için ilk, orta, yükseköğretim ve ortalama eğitim süresi olmak üzere dört gösterge kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgularla, eğitim düzeyi ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkide bir eşik değer var olduğu ve EKC hipotezinin doğrulandığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmalardan bir kısmı ise ülke bazında EKC hipotezini test etmektedir. Shahbaz vd. (2013), 1970-2010 döneminde Türkiye'de CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, küreselleşme ve enerji yoğunluğu ilişkisini VECM Granger Nedensellik yaklaşımı ve ARDL Koentegrasyon testi ile analiz etmiştir. Çalışma EKC hipotezini doğrulamaktadır. Balaguer ve Cantavella (2018), Avustralya'nın 1950-2014 yılları arasındaki verilerinden yararlanarak eğitim ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ile test etmiştir. EKC yaklaşımını dikkate alarak elde edilen bulgulara göre yükseköğretim düzeyi dikkate alındığında 1969 yılı dönüm noktası olarak ifade edilmektedir. 1969 öncesinde hem yüksek öğrenim düzeyindeki hem de kişi başına gelir düzeyindeki artış, emisyon oranını arttırmaktadır. 1969 yılından 2011 yılına kadarki süreçte ise eğitim düzeyindeki artış, ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini bertaraf etmekte iken, 2012 yılından itibaren ise hem ekonomik büyüme hem de eğitim düzeyindeki artış çevre üzerinde olumlu etkiye neden olmaktadır. Managi ve Jena (2008), 1991-2003 döneminde Hindistan'da çevresel verimlilik ve gelir arasındaki ilişkiyi panel veri ile test etmiştir. Çevresel bilinç düzeyinin bir göstergesi olarak kullanılan eğitim endeksi daha yüksek eğitim düzeyine sahip olan eyaletlerin daha az çevresel kirliliğe maruz kaldığını göstermektedir. Bunun yanında Aydın ve Esen (2017) Türkiye'de EKC hipotezinin geçerliliğini 1971-2014

dönemi için Smooth Transition Regression (STR) modeli ile incelemiştir. Sonuçlar, çevresel kirliliğin kalkınmanın ilk evrelerinde ekonomik büyümeyle birlikte yükselme eğiliminde olduğunu ancak 8.022 \$'lık bir eşik seviyesinin aşılmasıyla birlikte kirlilik artış oranının yavaşladığını ama düşmediğini göstermektedir.

EKONOMETRİK YÖNTEM

Çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkinin sınılanması için öncelikle serilerin durağanlık düzeylerinin belirlenmesi gerekmektedir. Durağanlık düzeylerinin belirlenmesinde uygun birim kök testinin seçimi ise yatay kesit bağımlılığının olup olmamasına bağlıdır. Yatay kesit bağımlılığının olmadığı yani paneli oluşturan kesitlerin birbirlerinden bağımsız olduğu durumlarda birincil nesil panel birim kök testleri, paneli oluşturan yatay kesitler arasında korelasyon olduğu durumda ise ikincil nesil birim kök testleri kullanılmaktadır. Çalışmada yatay kesit bağımlılığının varlığı Pesaran (2004) CD testi ile analiz edilmiştir. CD testi, ADF tipi regresyondan elde edilen OLS artıklarının ikili regresyon katsayılarını analiz etmektedir (Yıldırım, Esen ve Yıldırım, 2022: 4).

Yatay kesit bağımlılığının varlığı söz konusu olduğunda heterojen panel verilere daha uygun olan Kesitsel Im-Pesaran-Shin (CIPS) testi uygulanmaktadır (Yıldırım, Esen ve Yıldırım, 2022:4). Pesaran (2007), IPS testini CA yöntemiyle genişleterek yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Cross-Sectionally Augmented IPS (CIPS) testini önermiştir. Bu test, kesitlerin ilk farkları ve gecikmeli değerleri ile standart ADF regresyonunu panel verilere genişletir. Hem $T > N$ hem de $N > T$ 'de kullanılabilir (Yıldırım vd. 2021; 7).

Pesaran (2007) birim kök testi eşitlik (2)'deki gibi ifade edilmektedir:

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de yer alan N , ülke sayısını ve T ise zaman periyodunu temsil etmektedir. Ayrıca, $t_i(N, T)$, yatay kesit istatistiğini temsil etmektedir.

Çalışmada seriler arasında uzun dönemli ilişkisinin olup olmadığı Pedroni (1999) ve Westerlund (2005) testleri ile analiz edilmiştir. Pedroni (1999) testinde, çok değişkenli regresyon modellerine izin verilmektedir. Koentegrasyon vektörleri boyunca hataların heterojenliği söz konusu olabilmektedir. Dinamik ve sabit etkiler, panelin yatay kesitleri arasında farklıdır (Akbaş ve Şentürk, 2013: 51). Pedroni koentegrasyon testi, değişkenler arasında koentegrasyon olmadığı sıfır hipotezini sınamaktadır. Sıfır hipotezi bu şekilde belirlendiği takdirde, uzun dönem durağan durum dengeden sapmalara yol açan şokların kalıcı olduğunda bu testlerin gücü düşebilmektedir. Bu nedenle koentegrasyon vardır sıfır hipotezini sınamak üzere geliştirilen testlerin de uygulanması önemlidir (Özcan, 2015:2010). Bu amaçla çalışmada Westerlund (2005) testi de uygulanmıştır. Westerlund (2005), boş hipotezde koentegrasyonun olduğunu, alternatif hipotezde ise koentegrasyonun olmadığını ifade etmektedir (Özşahin, Mucuk ve Gerçekler, 2016: 124).

Çalışmada uzun dönemli parametreler MG (Mean Group) (Pesaran ve Smith, 1995), CCE (Common Correlated Effect) (Pesaran, 2006) ve AMG (Augmented Mean Group) (Eberhardt ve Teal, 2010) olmak üzere üç farklı panel tahmincisi kullanılarak tahmin edilmiştir. MG tahmincisi, heterojenliğe izin verir, ancak yatay kesit bağımlılığını ele almamaktadır (Topçu ve Payne, 2018: 162). MG, kesişimlerin, eğimlerin ve hata varyanslarının gruplar arasında farklılık göstermesine izin verir. Her grup için ayrı bir model ele alır ve katsayıların aritmetik ortalamasını hesaba katar. Zaman serisi boyutu yeterince uzunsa, MG tahmincisi tutarlı tahminler üretir (Atasoy, 2017: 737).

CCE ve AMG modelleri heterojen ve yatay kesit bağımlılığı olan panel veri kümelerinde kısa ve uzun dönem tahminleri için uygundur. Pesaran (2006) tarafından önerilen CCE, ortak faktörleri temsil etmek için kesit

ortalama değerleri panel hata düzeltme modeline eklenir. Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen AMG tahmin edicisinde ise modele zaman yapay değişkenleri eklenerek birinci fark yöntemleri ile model tahmin edilir. Bu tahminler her hata düzeltme modeline eklenir. AMG tahminicisini elde etmek için birim bazında ortalaması alınır (Erdoğan vd., 2020: 6).

AMG, ülke regresyonuna ortak bir dinamik etki dahil ederek yatay kesit bağımlılığını açıklar. Bu değişken, ilk farklarda havuzlanmış bir regresyonun yıl kukla katsayılarından çıkarılır ve tüm ülkelerde gözlemlenmemiş ortak faktörlerin düzey eşdeğer ortalama gelişimini temsil eder. Gözlemlenmemiş ortak faktörlerin ülkeye özgü eş bütünleşme ilişkisinin bir parçasını oluşturması koşuluyla, artırılmış ülke regresyon modeli, ülkeler arasında farklılık göstermesine izin verilen eş bütünleşme ilişkisini kapsar (Bond ve Eberhardt, 2013: 3).

CCE tahminicisi, gözlemlenmemiş faktörlerin ve bireye özgü hataların durağanlığına izin verir. Ayrıca, gözlemlenmeyen faktörlerin sayısını tahmin etmeye gerek yoktur. CCE ve AMG yöntemleri, içsellik ve yapısal kırılmaların varlığında bile heterojenlik veya homojenlik durumunda tutarlı tahminler verir (Erdoğan ve Acaravcı, 2022: 1875). İlk olarak Pesaran (2006) tarafından ortaya atılan ve Kapetanios vd. (2011) tarafından geliştirilen CCE tahminicisi ayrıca yapısal kırılmalara ve durağan olmayan gözlemlenmemiş ortak faktörlere karşı dayanıklıdır (Atasoy, 2017: 736). CCE için ortalama grup tahminicisi, her bir regresyon üzerinden her bir katsayının ortalaması hesaplanarak elde edilir (Atasoy, 2017: 737).

VERİ VE AMPİRİK SONUÇLAR

Bu çalışmada 37 OECD ülkesi için Çevresel Kuznets eğrisinin geçerliliği analiz edilmektedir. Tahmin denklemi, Eşitlik (3)'te görülmektedir.

$$co2_{it} = \beta_0 + \beta_1gdp_{it} + \beta_2gdp2_{it} + \beta_3urban_{it} + \beta_4ec_{it} + \beta_5hdi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te, co_2 , karbon emisyonu; gdp , kişi başı hasılayı; $urban$, kent nüfusunu; ec , enerji tüketimini ve hdi ise beşerî sermayeyi temsil etmektedir. Ayrıca ε_{it} , hata terimlerini, $i: 1, \dots, N$ ve $t: 1, \dots, T$ ülkeleri ve yılları temsil etmektedir. Veriler Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de görülmektedir. Çalışmada ikincil veriler kullanıldığından, etik kurul onayı gerekmemektedir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Açıklama	Göz.	Ort.	Std. Hata	Min.	Maks.
co2	CO ₂ emisyonu (kişi başına metrik ton)	814	8.073	4.339	1.244	25.604
gdp	Kişi başına düşen GSYİH (sabit 2015 ABD doları)	814	33358.6	21973.8	3953.6	112417.9
urban	Kent Nüfusu	814	76.047	11.175	50.701	98.041
ec	Toplam Enerji Tüketimi (quad Btu)	814	6.198	16.000	0.076	101.244
hdi	İnsani gelişim indeksi	814	0.863	0.063	0.640	0.957

Tablo 1'deki istatistikler incelendiğinde karbon emisyonunun ortalama değerinin 8.073 olduğu görülmektedir. Diğer yandan gdp , urb , ec ve hdi değişkenler ortalama değerleri sırası ile 33358.6, 76.04, 6.19 ve 0.86'dır. Seriler arasındaki ilişkilere yönelik Pearson Korelasyon Matrisi Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo.2 Pearson Korelasyon Matrisi

	co2	gdp	urb	ec	hdi
co2	1				
gdp	0.552***	1			
urb	0.2571***	0.4152***	1		
ec	0.4055***	0.1542***	0.1233***	1	
hdi	0.4585***	0.7236***	0.3782***	0.1567***	1

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde karbon emisyonu üzerinde tüm değişkenlerinin korelasyon katsayılarının %1 seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Değişkenlerin hepsinin karbon emisyonu ile arasındaki korelasyon pozitifdir.

Serilerin durağan olmaması, sahte regresyon sorununa neden olabilmektedir. Bu nedenle tahmin denkleminin durağan serilerle araştırılması gerekmektedir. Serilerin durağanlığını araştırmak için uygun birim kök testinin seçilmesi yatay kesit bağımlılığına bağlıdır. Tablo 3'te değişkenlerin birim kök ve yatay kesit bağımlılık testi sonuçları görülmektedir.

Tablo 3. Birim Kök ve Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları

Değişkenler	Birim Kök Testi		Yatay Kesit Bağımlılığı	
	Sabitli Model	Sabitli ve Trendli Model	CD	P-Value
co2	-1.921	-2.612	39.02	0.000
lngdp	-2.087	-2.083	97.46	0.000
lnurban	-1.05	-1.469	58.93	0.000
lnec	-1.656	-3.475	17.24	0.000
hdi	-2.196	-2.435	116.47	0.000
Kritik Değerler				
		10%	5%	1%
Sabitli Model		-2.08	-2.16	-2.3
Sabitli ve Trendli Model		-2.58	-2.65	-2.78

Not: Maksimum gecikme 8 olarak seçilmiştir. Optimum gecikme uzunluğu F testi ile seçilmiştir.

Tablo 3'te Pesaran (2004) yatay kesit bağımlılık (CD) testi sonuçlarına göre yatay kesit bağımlılığının olmadığı sıfır hipotezi tüm seriler için reddedilmektedir. Böylece tüm serilerin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğuna karar verilir. Yatay kesit bağımlılık testi sonuçlarına göre ikinci nesil birim kök testinin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanılan CIPS testi (cross-sectional IPS) tercih edilmektedir. CIPS testi sonuçlarına göre, lnco2, lngdp ve lnurban serileri için birim kökün mevcut olduğunu öne süren sıfır hipotezi reddedilememektedir. lnco2, lngdp ve lnurban serilerinin hem sabit hem de sabit ve trend modelleri için durağan olmadığına karar verilmektedir. Diğer yandan lnec serisi için sabitli ve trendli modele göre ve hdi serisi için sabitli modele göre sıfır hipotezi reddedilmekte ve serilerin durağan olduğuna karar verilmektedir. Seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin araştırılması için Panel Koentegrasyon Test Sonuçları ele alınmaktadır. Literatürde Panel Koentegrasyon Testi için yaygın olarak kullanılan Pedroni (1999) ve Westerlund (2005) testleri tercih edilmiştir. Test sonuçları Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. Panel Koentegrasyon Test Sonuçları

Pedroni Koentegrasyon Testi	İstatistik	Olasılık
Modified Phillips–Perron t	4.616	0.000
Phillips–Perron t	-5.900	0.000
Augmented Dickey–Fuller t	-6.619	0.000
Westerlund Koentegrasyon Testi		
	İstatistik	Olasılık
Variance ratio	-2.4623	0.0069

Tablo 4'teki sonuçlar incelendiğinde hem Pedroni (1999) hem de Westerlund (2005) testleri için koentegrasyon ilişkisinin mevcut olmadığını öne süren temel hipotez reddedilmekte ve seriler arasında bir uzun dönemli ilişkinin mevcut olduğuna karar verilmektedir. Uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olmasının görülmesinin ardından seriler arasındaki ilişkilerin yönünün ve büyüklüğünün tespit edilebilmesi için uzun dönemli katsayılar incelenmektedir. Test sonuçları Tablo 5'de görülmektedir.

Tablo 5. MG, CCE & AMG Test Results

Değişkenler	MG Sonuçları			CCE Sonuçları			AMG Sonuçları		
	Coeff.	z	Prob.	Coeff.	z	Prob.	Coeff.	z	Prob.
lngdp	23.555	2.140	0.032	20.310	1.860	0.064	17.572	1.730	0.084
lngdp2	-1.080	-2.020	0.043	-0.998	-1.880	0.061	-0.843	-1.680	0.092
lnurban	-1.896	-1.730	0.084	-3.993	-1.630	0.102	-0.391	-0.330	0.745
lnec	0.716	7.030	0.000	0.491	4.780	0.000	0.588	6.340	0.000
hdi	-0.832	-1.090	0.277	0.397	0.660	0.512	-0.081	-0.140	0.887
cons	-95.589	-1.570	0.117	-150.934	-1.910	0.056	-82.236	-1.550	0.120

Tablo 5'te literatürde yaygın şekilde kullanılan MG, CCE ve AMG yöntemlerine ilişkin sonuçların yer aldığı görülmektedir. Öncelikle her üç model için çevresel Kuznets eğrisi geçerlidir. Belirli bir eşik değerine kadar hasılanın karbon emisyonu üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi mevcuttur. Ancak bu eşik değerinden sonra hasılanın etkisi negatif ve anlamlı hale gelmektedir. Bu eşik değeri $-\frac{\beta_1}{2*\beta_2}$ şeklinde hesaplanabilmektedir. Buna göre modellerin sonuçları farklılık göstermektedir. MG modelinin sonucuna göre kişi başı gelir 54.453 \$ seviyesine gelinceye kadar gelir artışı karbon emisyonunu artırmakta bu seviyeden sonra gelir artışı karbon emisyonunu azaltmaktadır. CCE modeli için eşik değeri 26.248\$ ve AMG modeli için eşik değeri 33.601\$ olarak tespit edilmiştir.

Diğer yandan kentleşme ve beşerî sermaye serilerinin karbon emisyonu üzerinde %5 anlamlılık düzeyine göre bir etkisinin mevcut olmadığı görülmektedir. Son olarak enerji tüketimi serisinin de teorik beklentiye uygun olarak karbon emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

SONUÇ

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, ülkelerin karşılaştığı temel sorunlardan birisidir. Ülkeler ekonomik büyümelerini sürdürmeye çalışırken çevresel kirlilik ile de mücadele etmek zorundadır. Ekonomik büyüme ile çevresel kirlilik arasındaki ilişkinin geleneksel olarak ters yönde olduğu anlayışı ülkeleri ekonomik gelişmişlik-çevre arasında bir seçim yapmaya itmiştir. Ancak ekonomik gelişmişlik düzeyinin belirli bir düzeye eriştikten sonra çevre kalitesini iyileştirmesi ülkeleri hem ekonomik hem de çevresel sorunları eşanlı

olarak çözecek politikaların mümkün olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme-çevre kalitesi arasındaki ilişkinin yönü hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır.

Söz konusu çalışmada 37 OECD ülkesinin 1998-2019 yılları verilerinden yararlanılarak EKC'nin varlığı analiz edilmiştir. Hem Pedroni (1999) hem de Westerlund (2005) testleri ile elde edilen sonuçlar, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin yönünün ve büyüklüğünün tespit edilebilmesi için uzun dönemli katsayılar MG, CCE ve AMG yöntemleri ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar her üç yöntemde de EKC'nin varlığını doğrulamaktadır. Ancak modellerde gelir düzeyinin eşik değeri farklılık göstermektedir. Gelir düzeyinin karbon emisyonunu düşürücü etkisi, MG modelinin sonucuna göre kişi başı gelir 54.453 \$, CCE modeli için 26.248\$ ve AMG modeli için ise 33.601\$ olarak gerçekleşmektedir.

Analiz sonucu elde edilen bulgular, kişi başına düşen GSYİH düzeyi ile CO₂ emisyonu arasında EKC tipi bir ilişkinin geçerli olduğunu doğrulamaktadır. Bu sonuçlar, gelir düzeyinin seviyesine bağlı olarak toplumda çevresel duyarlılığın da değiştiğini göstermektedir. Buna karşın, bu durum belirli bir gelir eşığının üzerinde görülen kirlenici emisyonlardaki düşüşlerin, eşığın altındaki bozulmaları dengelediği anlamı taşımamaktadır. Diğer bir deyişle, belirli gelir düzeyine ulaşan ekonomilerin ekolojik dengeye daha duyarlı oldukları ve çevreye daha az zarar veren üretim ve tüketim kalıplarını tercih ettikleri görülmektedir. Ancak, bu süreç kaybolan ekolojik dengenin düzeldiği anlamını taşımamaktadır. Dolayısıyla, politika yapıcılara EKC hipotezine dayanarak pasif çevre politikaları yerine zarar gören biyoçeşitliliği onaran ve ekolojik sistemleri iyileştirmeyi amaçlayan proaktif politikaları benimsemeleri tavsiye edilmektedir. Böylece ekonomik büyümenin çevreyi olumsuz etkileyen yönleri de tespit edilerek (Tenaw ve Beyene, 2021: 8), çevre dostu büyümeye öncelik veren politikalar hayata geçirilmelidir. Bu çerçevede sürdürülebilir kaynak kullanımı için kaynak kullanımının ekonomik büyümeden ayrıştırılması etkin bir yol olarak görülmektedir (Ucal, 2017: 373). Ekonomik büyümenin çevre üzerinde olumsuz etki yarattığı düşünüldüğünde bu etkinin minimize edilmesi için daha az kaynak kullanılması ve çevreye duyarlı inovatif faaliyetlerin desteklenmesi etkin bir yol olacaktır. Dolayısıyla daha az kaynak kullanımı sağlayan teknolojik gelişmeyi sağlayıcı politikalar bu noktada büyük önem kazanmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akbaş, Y., & Şentürk, M. (2013). MENA Ülkelerinde Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Karşılıklı İlişkinin Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (41), 45-67.
- Al-Mulali, U., Saboori, B., & Ozturk, I. (2015). Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, 76, 123-131.
- Al-Mulali, U., Tang, C. F., & Ozturk, I. (2015). Estimating the Environment Kuznets Curve Hypothesis: Evidence From Latin America and the Caribbean Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 918-924.
- Apergis, N. (2016). Environmental Kuznets Curves: New Evidence on Both Panel and Country-Level CO₂ Emissions. *Energy Econ*, 54, 263-271.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., Jansson, B., Levin, S., Mäler, K., Perrings, C., & Pimentel, D. (1995). Economic growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Economics*, 15(2), 91-95. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00059-3](https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00059-3)
- Atasoy, B. S. (2017). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis Across the US: Evidence from Panel Mean Group Estimators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 731-747.
- Aydın, 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.

- Aydın, C., Esen, Ö., & Aydın, 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, 543-555. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.034>
- Aydın, C., Esen, Ö., & Aydın, R. (2022). Analyzing the Economic Development-Driven Ecological Deficit in the EU-15 Countries: New Evidence from PSTR Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 15188–15204. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-16773-3>
- Aydın, C., Esen, Ö., & Özçoban, D. (2019). Economic Development as a Driver of Environmental Pollution in Net Energy-Importing Countries? New Evidence from a PSTR Model. In: Aydın, C., Darici, B. (Eds.), *Handbook of Energy and Environment Policy*. Berlin, Germany: Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/b16348>
- Balaguer, J. & Cantavella, M. (2018). The Role of Education in the Environmental Kuznets Curve, Evidence from Australian Data. *Energy Economics*, 70(1), 289-296.
- Bond, S., & Eberhardt, M. (2013). Accounting for Unobserved Heterogeneity in Panel Time Series Models. *University of Oxford*, 1-11.
- BP (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*. (Erişim Tarihi: 10.05.2023), <https://www.bp.com>
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyth, R. (2018). The Environmental Kuznets Curve in the OECD: 1870–2014. *Energy Economics*, 75, 389-399.
- Demirtaş, I. (2017). Ekolojik ve Ekonomik Krizlere Alternatif Çözüm Olarak Yeşil Ekonomi Politikaları. *Alternatif Politika*, 9(Special), 107-132.
- Ehrlich, P. and Holdren, J. (1972). A Bulletin Dialogue on the ‘Closing Circle’: Critique: One-Dimensional Ecology. *Bulletin of Atomic Scientists*, 28(5): 16–27.
- Erataş, F., & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “BRIC” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- Erdoğan, S., & Acaravcı, A. (2022). On the Nexus Between Institutions and Economic Development: An Empirical Analysis for Sub-Saharan African Countries. *The European Journal of Development Research*, 34(4), 1857-1892.
- 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, 110637.
- Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2020). Threshold Effects of Economic Growth on Water Stress in the Eurozone. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 31427-31438. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-09383-Y>
- Fodha, M., & Zaghoud, O. (2010). Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 38(2), 1150-1156. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.002>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research Working Paper 3914*, NBER, Cambridge MA.
- Güriş, S., & Tuna, E. (2011). Çevresel Kuznets Eğrisi'nin Geçerliliğinin Panel Veri Modelleriyle Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 173-189.
- Kapetanios G, Pesaran MH, & Yamagata T. (2011). Panels with Non-stationary Multifactor Error Structures. *J Econ*;160(2): 326–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2010.10.001>.
- Khan, M. (2020). CO₂ Emissions and Sustainable Economic Development: New Evidence on the Role of Human Capital. *Sustainable Development*, 28 (5), 1279-1288. <https://doi.org/10.1002/sd.2083>
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *Am. Econ. Rev.* 45 (1), 1–28.
- Managi, S. & Jena P. R. (2008). Environmental Productivity and Kuznets Curve in India. *Ecological Economics*, 65, 432-440.

- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Behrens, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Mehmood, U. (2021). Contribution of Renewable Energy Towards Environmental Quality: The Role of Education to Achieve Sustainable Development Goals in G11 Countries. *Renewable Energy*, 178, 600-607.
- OECD.Stat (2023). OECD Environment Statistics. (Erişim Tarihi: 10.05.2023), <https://stats.oecd.org/>
- Özcan, C. C. (2015). Türkiye’de Turizm Gelirinin Makroekonomik Belirleyicileri: Panel Veri Analizi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 203-220.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxf. Bull. Econ. Stat.* 61, 653–670.
- Pesaran, H., M. (2007), A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics*, No. 435 and CESifo Working Paper, No. 1229.
- Pesaran, M.H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure. *Econometrica* 74, 967–1012.
- Sapkota, P. & Bastola, U. (2017). Foreign Direct Investment, Income, and Environmental Pollution in Developing Countries: Panel Data Analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64, 206-212.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Crosscountry Evidence. *Background Paper for the World Development Report*, The World Bank, Washington, DC.
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T., & Ali, A. (2013). Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 25, 494-502.
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Stern, D. I. (2017). The Environmental Kuznets Curve After 25 Years. *Journal of Bioeconomics*, 19, 7-28.
- Teal, F., & Eberhardt, M. (2010). *Productivity Analysis in Global Manufacturing Production*.
- Tenaw, D., & Beyene, A. D. (2021). Environmental Sustainability and Economic Development in Sub-Saharan Africa: A Modified EKC Hypothesis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110897.
- Tisdell, C. (2001). Globalisation and sustainability: environmental Kuznets curve and the WTO. *Ecological Economics*, 39(2), 185-196. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00234-8)
- Topcu, M., & Payne, J. E. (2018). Further Evidence on the Trade-Energy Consumption Nexus in OECD Countries. *Energy Policy*, 117, 160-165.
- Ucal, M., An, N. & Kurnaz, L. (2017). İklim Değişikliği Sürecinde Ekonomideki Yeni Kavramlar ve Yaklaşımlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 373-402.
- Ulucak, R. (2017). Ölçek, Kompozisyon ve Teknik Etkilerin Kirlilik Düzeyindeki Rolü: AB Ülkeleri İçin Ampirik Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 756-769.
- Westerlund, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297-316.
- Williamson, C. (2017). Emission, Education, and Politics: An Empirical Study of the Carbon Dioxide and Methane Environmental Kuznets Curve. *The Park Place Economist*. 25, 9.
- Yıldırım, D. Ç., Esen, Ö., & Yıldırım, S. (2022). The Nonlinear Effects of Environmental Innovation on Energy Sector-Based Carbon Dioxide Emissions in OECD Countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121800. <https://doi.org/10.1016/J.Techfore.2022.121800>

Yıldırım, S., Demirtaş, I., & Yıldırım, D. C. (2022). A Review of Alternative Economic Approaches to Achieve Sustainable Development: The Rising Digitalization and Degrowth Post COVID-19. *Handbook of Research on Sustainable Development Goals, Climate Change, and Digitalization*, 288-307.