

OECD Ülkelerinin Yeşil Ekonomi Verilerinin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine Göre Test Edilmesi

The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis on Green Economy Indicators of OECD Countries

Ayşe ÇAY ATALAY¹
Yusuf AKAN²

¹Atatürk Üniversitesi, Akademik Yazım Destek Ofisi, Erzurum, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Erzurum, Türkiye

Bu çalışma, Prof. Dr. Yusuf AKAN danışmanlığında, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde yürütülen 'OECD Ülkelerinin Yeşil Ekonomik Göstergelerinin Çevresel Kuznets Eğrisi ve Mekânsal Analiz Yöntemleri ile Test Edilmesi' başlıklı doktora çalışmasından türetilmiştir.

This study, under the supervision of Prof. Dr. Yusuf AKAN, it is derived from the doctoral study titled 'Testing Green Economic Indicators of OECD Countries with Environmental Kuznets Curve and Spatial Analysis Methods' conducted at Atatürk University Social Sciences Institute.

Geliş Tarihi/Received: 16.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 02.10.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 24.01.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Ayşe ÇAY ATALAY
E-mail: ayatalay@atauni.edu.tr

Cite this article as: Çay Atalay A, Akan Y. (2023). The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis on Green Economy Indicators of OECD Countries. *Trends in Business and Economics*, 37(1), 57-67.

Öz

Bu çalışmanın amacı 37 OECD ülkesinin verileri Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile test edilerek, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisinin belirlenmesidir. OECD ülkelerine ait 1990-2015 yıllarını kapsayan dönemde enerji tüketimi, kişi başı reel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), kişi başı reel GSYH'nin karesi, kentleşme oranı, ticari serşme ve CO₂ emisyonu ilişkisi ÇKE hipotezi ile analiz edilmiştir. ÇKE hipotezi, kişi başı gelir ile çevresel tahribat arasında ters-U biçiminde bir ilişkinin var olduğunu kabul etmektedir. Analiz sonucunda; enerji tüketiminin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Enerji tüketimi genel olarak karbon emisyonu üzerinde pozitif etkilidir serbestleşmedeki artış bazı ülkelerde karbon emisyonunu artırırken, bazı ülkelerde karbon emisyonunu azaltmıştır. Kentleşme oranındaki artışın bazı ülkelerde karbon emisyonunu azaltırken, bazı ülkelerde pozitif yönlü etki yaratmıştır. Dışa açıklık endeksinin ise karbon emisyonu üzerinde genel olarak negatif etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda 14 ülkede ÇKE hipotezi geçerli bulunmuş, 23 ülkede ise ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Jel Kodları: C23, C31, Q20, Q56, Y1

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, OECD, Panel Veri Analizi, Yeşil Ekonomi

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the relationship between economic growth and environmental pollution by testing the data of 37 OECD countries with the Environmental Kuznets Curve (ÇKE) hypothesis. The relationship between energy consumption, per capita real gross domestic product (GDP), per capita real GDP squared, urbanization rate, trade liberalization and CO₂ emissions in the period of 1990-2015 in OECD countries were analyzed with the EKC hypothesis. The EKC hypothesis accepts that there is an inverted-U-shaped relationship between per capita income and environmental damage. As a result of the analysis; The coefficient of energy consumption was found to be positive and statistically significant. While energy consumption has a positive effect on carbon emissions in general, the increase in trade liberalization has increased carbon emissions in some countries and decreased carbon emissions in others. While the increase in the rate of urbanization reduces carbon emissions in some countries, it has a positive effect in some countries. It has been observed that the openness index has a negative effect on carbon emissions in general. As a result of the study, the EKC hypothesis was found to be valid in 14 countries, and it was concluded that the EKC hypothesis was not valid in 23 countries.

Jel Codes: C23, C31, Q20, Q56, Y1

Keywords: Environmental Kuznets Curve, OECD, Panel Data Analysis, Green Economy

Giriş

Yeşil ekonomi son elli yıldır irdelenen bir kavramdır. Kavram tartışmaların odağında iki ayak üzerine oturtulmaktadır: Birincisi üretim ve tüketim kaynaklı çevresel olumsuzlukları ve kaynak kullanımını azaltmanın yolları ikincisi refah seviyesinin artması ve ekonomik kalkınmayı destekleyen ekosistemlerin



yapı ve işlevselliğinin sürdürülmesidir (Satır, 2014). Çevre sorunları uzun yıllardan beri devam etmektedir. Günümüzde bu kadar üzerinde durulmasının nedeni ise çevre sorunlarının küresel ölçekte olup, yerel ölçekte hazırlanan çözümlerin yeterli olmasıdır. Örneğin iklim değişikliği insanlığı ve dünya üzerindeki tüm canlı yaşamı tehdit eden önemli bir ekolojik krizdir. Ekolojik krizler, 2007 ve sonrasında yaşanan küresel mali krizler, çevresel ve ekonomik sorunlar, sürdürülebilir kalkınma kapsamında yeşil büyüme, yeşil ekonomi, düşük karbonlu ekonomi, sürdürülebilir üretim ve tüketim gibi kavramların doğmasına neden olmuştur. (Yılmaz, 2018). Birleşmiş Milletler'in 1992 yılında düzenlediği Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (BMÇKK) sürdürülebilir kalkınma beş dayanak üzerine oturtulmuştur. Bu dayanaklar; geri dönüştürülebilir atık, finansal sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji, ekosistem ve insan hizmetlerinin sürekliliğidir (Pezikoğlu, 2016). Bu gelişmeler ışığında yeşil ekonominin herkes tarafından kabul edilmiş ortak bir tanımı bulunmamaktadır. Yazarlara göre yeşil ekonomi, biyolojik çeşitliliği koruyan ve türlerin zarar görmesini engelleyen, kaynaklar ve enerjinin etkin kullanılmasına izin veren, karbondioksit emisyonu ve çevre kirliliğini azaltan sosyal yatırımlar sayesinde insan refahında artış meydana getiren ve istihdam yaratan bir ekonomidir (Al, 2019).

19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın ilk yarısına kadar uzanan dönemde hızlı sanayileşme, paralelinde kitle üretimi geçiş, doğal yaşamın hızlı yok edilmesi, fosil yakıtların (petrol ve kömürün) üssel yani matematiksel olarak sabit miktarlarda artan bir fonksiyonla hızlı kullanımı sonucu, aynı hızla artan ekonomik büyüme, şehirleşme ve tüketim kültürünün yarattığı küresel ekolojik kriz gibi olumsuz öncüllerin sonucu olarak, yeşil düşünce ortaya çıkmıştır (Şahin, 2015). Sanayi Devrimi ile birlikte artan sanayi faaliyetleri, dünya nüfusu ve refah seviyesi sonucu ortaya çıkan kaynak kullanımını ve kirlilik, birçok çevre sorunu beraberinde getirmiştir. İnsanlık tarihinin en önemli çevre sorunlarından biri olarak görülen ve çok hızlı ilerleyen küresel ısınmaya bağlı olarak, iklim değişikliği ve diğer çevre sorunları kısa zamanda tüm dünya ülkelerinin ortak sorunu haline gelmiştir (Binboğa, 2018).

Sürdürülebilir kalkınma hakkında çok sayıda tanım bulunsun da Brundtland Raporunda; "Bugünkü ihtiyaçlarımızı karşılarken, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama hakkını tehlikeye düşürmemektir" şeklinde tanımlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme kavramları birbirine çok benzer olsa da bu iki kavram birbirinden farklıdır. Yeşil büyüme; kişilerin refahını artırmak için çevrenin devamlılığını göz ardı etmeden, ekonomik büyüme ve kalkınmayı doğal kaynakların kullanımı esnasında sağlayarak, gerçekleştirilmesini ifade etmektedir (OECD, 2011). Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ancak toplumsal bilincin gelişmesiyle, çevresel kalkınma ve ekonomik büyümenin oluşturduğu bir dinamiktir.

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi, ekonomik büyüme ile çevre arasında bağlantı kuran modeller içinde, büyümenin çevreye verdiği zararları yorumlamak için kullanılan bir yöntemdir. ÇKE hipotezine göre, büyümeyle doğru orantılı olarak önce gelir artmakta, gelir artışı çevre kirliliğini artırmakta bu artış belli bir süre devam ettikten sonra hem gelir artışı hem de çevre kirliliği azalmaktadır. Dolayısıyla ÇKE hipotezi başlangıçta ekonomik büyüme ile çevrenin gördüğü zararın ilerleyen süreçte, büyümenin aşamaları ile düzeleceğini ifade etmektedir (Şekil 1) (Bozkurt, 2015). Yani, çevre ile kişi başı gelir arasında ters-U biçimli bir ilişki meydana gelmektedir. İlk olarak, Grossmann ve Krueger tarafından (1991, 1993) yıllarında yapılan çalışmalarda ampirik bulgularla

desteklenen ÇKE hipotezi, sonraki yıllarda çevre sorunlarındaki artış sebebiyle, konuya olan ilgiyi artırmıştır.

Son yıllarda ekonomik büyümenin çevre üzerinde yarattığı değişikliklerle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalarda, çevresel kirlenmeyi temsilen (CO₂ emisyonu) ile ekonomik büyüme ilişkisi bağlamında ülkeler tek başına ya da belirli kıstaslara göre oluşturulan gruplar dahilinde, farklı veya aynı değişkenler kullanılarak modelleme yapıp, ampirik bulgular elde edilmiştir. Bu çalışma; üyelerinin tamamının yüksek gelirli ya da yüksek orta gelirli ülkelerden oluşan, OECD ülkeleri üzerine yapılmıştır. OECD'ye üye 37 ülkenin (1990–2015) yılları arasında ekonomik anlamda büyümelerinin çevresel etkileri araştırılarak, ÇKE hipotezinin geçerliliği sorgulanmıştır. Araştırmada uzun dönemli değişikliklerin gözlemlenmesi için 1990 yılı başlangıç yılı olarak kabul edilirken, veri kısıtlaması nedeniyle 2015 yılı bitiş yılı olarak kabul edilmiştir. Bu noktada yakın zamana ait verilerin kullanılması, verilerin güncelliği ve önceden yapılmış benzer çalışmalarda ki bulgularla karşılaştırma açısından literatüre katkı sağlayacaktır. Çalışmada; CO₂ emisyonu bağımsız değişken, reel GSYH, reel GSYH'nin karesi, kişi başı enerji tüketimi, ticari açıklık oranı ve kentleşme oranı değişkenleri bağımlı değişken olarak belirlenip, aralarındaki ilişki incelenmektedir.

Literatür

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine kurulan modeller, uygulanan testler, kullanılan değişkenler ve uygulandığı zaman aralığı her çalışma da farklılık göstermektedir. ÇKE hipotezi, Simon Kuznets tarafından oluşturulan, sanayileşmekte olan ülkelerde büyüme ile gelir dağılımı adaletsizliği arasındaki ilişkiyi gösteren, klasik Kuznets Eğrisinin çevreye uyarlanmış halidir. İlk defa Grossman ve Krueger (1991 ve 1993) tarafından yapılan çalışmada kişi başına düşen gelir ile çevre kalitesi arasındaki ters-U biçimindeki ilişki ortaya konulmuştur. Sonraki yıllarda ise ÇKE hipotezi gerek ülkeler bazında gerekse ülkelerarası bazda birçok çalışmada ampirik olarak test edilmiştir.

Literatürde, çalışmanın ilk yapıldığı yıl olan 1990 ve sonraki yıllarda konu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada güncellik sağlanabilmesi için son 10 yıllık süreçte yapılan çalışmalardan bir kısmı, Tablo 1'de özetlenmiştir. Ayrıca bu çalışmanın modeli belirlenirken literatürde yapılan diğer çalışmalarda modellerin bağımlı ve bağımsız değişkenleri dikkate alınmıştır. Bu çalışmaların çoğunda, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu saptansa da hipotezin geçersiz olduğu çalışmalarda önemli bir yer tutmaktadır.

Model ve Metodoloji

Ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarla uyumlu olarak bu çalışmadaki ekonometrik model aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$\ln CO_2 = \beta_0 + \beta_1 \ln ENK + \beta_2 \ln GSYH + \beta_3 \ln GSYH^2 + \beta_4 \ln DAE + \beta_5 \ln KO + \varepsilon \quad (1)$$

Bu (1) nolu bağıntıda; CO₂, karbondioksit emisyonunu (metrik ton /kişi), ENK→enerji kullanımı (petrol eşdeğeri kg /kişi), GSYH kişi başı reel gayri safi yurt içi hâsılayı (2010 yılı sabit fiyatlarıyla US\$), GSYH² kişi başı reel gayri safi yurt içi hâsılanın karesini (2010 yılı sabit fiyatlarıyla US\$), DAE dışa açıklık endeksini (ihracat ve ithalatın gayrisafi yurtiçi hâsıla içindeki payı), KO kentleşme oranı (kent nüfusunun toplam nüfus içindeki payı) olarak ifade etmektedir.

Tablo 1.
ÇKE Hipoteziyle İlgili Literatür Taraması

Yazar / yazarlar	Çalışmanın yapıldığı dönem ve ülke(ler)	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Kullanılan Yöntem	ÇKE Hipotezi Sonucu
Ivata vd. (2010)	Fransa (1960-2010)	CO ₂	GDP, ENC (Nükleer)	ARDL testi	ÇKE geçerli
Narayan ve Narayan (2010)	GOÜ (1992-2004) 43 ülke ele alınmıştır.	CO ₂	GDP	Panel eşbütünlük, Panel uzun dönem tahmin teknikleri	ÇKE ülkelerin %35'inde geçerli
Hossain (2011)	Yeni Sanayileşen Ülkeler (1971-2007)	CO ₂	ENC, GDP, DAE, URB	Johansen eşbütünlük testi	ÇKE geçerli değil
Saatçi ve Dumrul (2011)	Türkiye (1950-2007)	CO ₂	GDP	Birim kök ve eşbütünlük testleri	ÇKE geçerli
Saboori vd. (2012)	Malezya (1980-2009)	CO ₂	ENC, GDP	ARDL testi, VECM Granger nedensellik	ÇKE geçerli
Shahbaz vd. (2013)	Romanya (1980-2010)	CO ₂	ENC, GDP	ARDL testi ve eşbütünlük	ÇKE geçerli
Sulaiman vd. (2013)	Malezya (1980-2009)	CO ₂	ENC, GDP	ARDL testi	ÇKE geçerli
Shahbaz vd. (2013)	Romanya 1980-2010	CO ₂	ENC, GDP	ARDL testi	ÇKE geçerli
Cho vd. (2014)	22 OECD ülkesi 1971-2000	CO ₂	ENC, GDP	Pedroni eşbütünlük, FMOLS	ÇKE geçerli
Bozkurt ve Akan (2014)	Türkiye 1960-2010	CO ₂	ENC, GDP	ADF Birim Kök Testi, Johansen, Leselius Eşbütünlük Testi	ÇKE geçerli
Begum vd. (2015)	Malezya (1970-2009)	CO ₂	GDP, ENC, POPG	ARDL testi, Asimetrik nedensellik	ÇKE geçerli
Apergis ve Öztürk (2015)	14 Asya ülkesi (1990-2011)	CO ₂	GDP, ENC, Endüstri Payları, Nüfus Yoğunluğu, Arazi	Johansen, eşbütünlük, FMOLS, Granger nedensellik, VECM	ÇKE geçerli
Bozkurt vd.	BRICTS Ülkeleri	CO ₂	GDP, ENC, DAE, Turist Sayısı	Perdoni (2009) Eşbütünlük Testi	ÇKE geçerli değil
Karhan (2016)	Seçilmiş 7 türk Cumhuriyet	CO ₂	GDP	Panel birim kök, panel eşbütünlük, panel FMOLS	ÇKE geçerli değil
Bento ve Moutino (2016)	İtalya (1960-2011)	CO ₂	Yenilenebilir Ve Yenilenemeyen Elektrik Enerjisi, GDP, DAE	ARDL testi, birim kök, eşbütünlük, Granger nedensellik	ÇKE geçerli
Ozokcu ve Ozdemir (2017)	İspanya (1874-2011)	CO ₂	GDP, GDP ² , Petrol fiyatları	ARDL testi	ÇKE geçerli
Marques vd. (2017)	43 ülke (1971-2013)	Enerji Büyümesi	GDP, Küreselleşme	ARDL testi, Birim kök, Eşbütünlük, FMOLS, DOLS, CCR	ÇKE geçerli
Mikayilov vd. (2018)	Azerbaycan (1992-2013)	CO ₂	GDP	ARDL testi, Birim kök testi, Eşbütünlük, FMOLS, DOLS, CCR	ÇKE geçerli değil
Allard vd. (2018)	74 ülke (1994-2012)	CO ₂	GDP, REN, ARGE, URB, DAE, Sivil Özgürlük,	Panel kantil regresyon analizi	N- şekilli ÇKE geçerli
Aydın vd. (2019)	Türkiye il bazlı (2004-2014)	Toplam Atık	GDP	Yumuşak geçişli regresyon modeli	ÇKE geçerli değil
Rafindadi ve Usman (2019)	Güney Afrika (1971-2014)	Ekolojik Ayakizi	ENC, DAE ve GDP	FMOLD ve ARDL testi	ÇKE geçerli
Arshad Ansari vd. (2020)	37 Asya ülkesi (1991-2017)	CO ₂	ENC, Küreselleşme	Panel veri analizi	ÇKE geçerli ve geçerli değil
Güzel, (2020)	Türkiye ekonomisi üzerine (1960-2015)	CO ₂	GDP, ENC	ARDL testi, eşbütünlük testi	ÇKE geçerli
Tunçbilek ve Ulucak (2021)	15 Gelişmekte olan ülke (1970-2016)	Ekolojik Ayakizi	ENC, DAE ve GDP	Panel birim kök testleri, panel eşbütünlük testleri ve panel eşbütünlük tahminçileri	ÇKE geçerli

Not: Tablo yazar tarafından hazırlanmıştır.

Modellerde kullanılan tüm değişkenler logaritmik hale getirilerek logaritmik analiz kullanılmıştır. 1 no'lu modelde β_0 katsayısı sabit bir terimdir ve modele alınmayan diğer değişkenleri temsil eder. β_1 katsayısı, enerji tüketimindeki %1 lik değişim karşısında

karbondioksit emisyonunda meydana gelen değişimi gösterir. β_2 katsayısı GSYH'daki %1 lik değişim karşısında karbondioksit emisyonunda meydana gelen değişimi, β_3 katsayısı ise GSYH'daki %1'lik artışın karbondioksit emisyonu üzerindeki yüzdellik etkiyi

temsil eder. β_4 katsayısı dışa açıklık endeksini gösterir ve karbon-dioksit emisyonu üzerindeki %1 lik etkiyi temsil eder. Son olarak, β_5 katsayısı kentleşme oranındaki yüzde birlik değişimin karbon-dioksit emisyonu üzerindeki etkisini göstermektedir. Ters -U şeklindeki ÇKE hipotezinin kabulü için, β_2 katsayısının (+) işaretli β_3 katsayısının (-) işaretli olması gerekmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler yıllık bazda olup, 1990-2015 yıllarını kapsamaktadır. Analizde kullanılan CO₂ emisyonu, GSYH, enerji kullanımı, dışa açıklık endeksi, nüfus ve kentleşme oranı verileri Dünya Bankası 'World Development Indicators' (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. Dışa açıklık endeksi, ülkelere ait ihracat ve ithalat rakamlarının toplamının ilgili yıla ait GSYH değerine bölünmesiyle tek tek hesaplanmıştır. Çalışmada E-Views ve Satata programları kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemin aşamaları şöyledir: İlk aşamada panel veri setini oluşturan gruplar arasında yatay kesit bağımlılığının tespiti için, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil testlerin, test istatistikleri uygulanmıştır. Sonraki aşamada katsayı homojenliği incelenerek sonuçlara uygun olarak ikinci nesil panel kök Westerlund (2007) Eşbütünlüşme Testi, daha sonra heterojenliği ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı saptanmış olan ampirik modele ait uzun dönem koentegrasyon vektörü 'Ortak İlişkili Etkiler Modeli Tahmincisi' (Common Correlated Effects Model-CCE) uygulanmıştır (YerdelenTatoğlu, 2020). Elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Panel veri analizlerinin yapıldığı çalışmalarda, paneli oluşturan yatay kesit birimlerinin (ülkelerin) birbirlerinden bağımsız olması durumu, analiz sonuçları üzerinde oldukça etkindir. Yatay kesit bağımsızlığı, paneli oluşturan birimlerden herhangi birinde meydana gelen bir şoktan tüm ülkelerin etkilenme derecelerinin aynı kabul ederken, ülkelerin herhangi birinde ortaya çıkan bir makroekonomik şoktan paneli oluşturan diğer ülkelerin etkilenmediği varsayımına dayanmaktadır. Günümüz dünyasında küreselleşmenin, uluslararası ticaret düzeyinin ve çoklu entegrasyonun oluşturduğu koşulları dikkate alındığı zaman, yatay kesit bağımlılığı dikkate alınmadan yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar sapmalı ve tutarsız olacaktır (Koçbulut & Barış, 2016). Bu yüzden analizin başlangıç aşamasında yatay kesit bağımlılık testleri yapılmıştır.

Yatay kesit bağımlılığı, birimler arası korelasyon ve bu amaç için türetilmiş olan testlerden herhangi birisi kullanılarak test edilmektedir (Baltagi ve ark., 2012; Breusch & Pagan, 1980; Pesaran, 2004). Bundan dolayı analiz yapılırken serilerde yatay kesit bağımlılığının varlığının test edilmesi gerekmektedir. Panel veri setlerinde yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan yöntemler ise aşağıdaki gibidir (Göçer ve ark, 2012).

Breusch-Pagan LM Testi

Yatay kesit bağımlılık testlerinden ilki, Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve eşitlik (2)' de görülen Lagrange Multiplier (Lagrange Çarpanı, LM) testidir. Bu test esasen, kesitlerin (bu çalışmada ülkelerin) hata terimleri arasında korelasyon olmadığını iddia eden H₀ hipotezini sınamaktadır. Birçok durumda asimptotik normalliğine dayanan Wald (W) testi, parametrelerin sınırsız tahminlerinden ve tahmin edilen kovaryans matrislerinden oluşturulduğu tercih edilmektedir. LM testi, parametrik kısıtlamalar olarak dayatılan hipotez ile tahmine dayanır, bu nedenle, W testi veya LM arasında bir seçimin, sıfır ve alternatif hipotezler altında göreceli tahmin kolaylığına dayalı olması makul görünmektedir.

Kısıtlı modeli tahmin etmek daha kolay olduğunda, LM testi genellikle daha faydalı olmaktadır (Breusch & Pagan, 1980).

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

2. eşitlikte, $\hat{\rho}$, kalıntıların ikili korelasyonunun örnek tahminidir. Bu testte H₀ hipotezi yatay kesitler arasında ilişkinin olmadığını ve $T \rightarrow \infty$ iken N sabit ise $N(N-1)/2$ serbestlik derecesinde ki-kare asimptotik dağılıma sahip olduğu ve testin, zaman boyutu T'nin, yatay kesit boyutu N'den büyük olduğu durumlarda kullanılacağı varsayılmaktadır (Demir, 2019). Kullanılan panelde T>N koşulunu sağlamsa da Stata Programı otomatik çıktı verdiği için, tabloda yer verilmiştir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1)} \quad (3)$$

Pesaran Ölçeklendirilmiş Lagrange Çarpanı Testi

Breusch-Pagan LM Testi, kesit sayısının büyük olması durumunda yetersiz kalabilmektedir. Bunun üzerine, Pesaran (2004), aşağıdaki gibi LM istatistiğinin standardize edilmiş bir türevini geliştirmiştir. Breusch-Pagan LM testi, panel veride yatay kesit boyutunun (N) zaman (T) boyutundan büyük olduğu durumlar için uygun bir birim kök testi değildir. Bu sebeple Pesaran, Breusch-Pagan LM testinin bu eksikliğini gidermek amacıyla test istatistiğini 2 numaralı eşitlikte tanımladığı şekliyle önermiştir (Pesaran, 2004)

$$LM_S = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1)} \rightarrow N(0,1) \quad (4)$$

Pesaran (2004), bu testte yer alan $(Tij \hat{\rho} ij^2 - 1)$ ifadesinin beklenen değerinin ise zaman boyutunun kısa olduğu durumlarda asimptotik olarak sıfıra yakınsamaya yol açtığını, hatta kesit sayısının fazla olduğu durumlarda daha da kötü sonuçlar verebildiğini belirtmiştir. 4 numaralı eşitlikte N yatay kesit sayısı, T zamanı, ise yatay kesitler arasındaki korelasyon katsayısının karesini ifade etmektedir. Denklemdaki test istatistiği öncelikle $Tij \rightarrow \infty$ için ve sonra $N \rightarrow \infty$ için standart normal dağılıma yakınsamaktadır. Breusch-Pagan LM testi için kullanılan kritik değerler χ^2 dağılımı ile karşılaştırılırken Pesaran Scaled LM testinin sonuçları ise standart normal dağılım tablosu ile karşılaştırılmaktadır (Demir, 2019; Pesaran, 2004; Yıldız, 2020).

Baltagi, Feng, ve Kao Sapması-Düzeltilmiş Ölçeklendirilmiş Lagrange Çarpanı Testi

Baltagi ve ark. (2012), Pesaran Scaled LM testinin zaman boyutunun kısa olması durumunda hata terimlerinin doğru tahmin edilememesinden kaynaklı olarak sapmalı sonuçlar vereceğini ifade etmiş ve bu sapmanın düzeltilmesi için yeni bir LM test istatistiği önermişlerdir. Baltagi ve ark. (2012) tarafından geliştirilen yatay kesit bağımlılığı testinde, Pesaran CD testine de alternatif olacak yeni bir test geliştirmişlerdir. Teste ait istatistik aşağıda 5 numaralı denklemde verilmiştir. Baltagi ve arkadaşlarının $Tij \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ ve $N/Tij \rightarrow aij \in (0, \infty)$ durumlarında oluşturulan sabit etkili homojen panel veri modelinde Pesaran Scaled LM testindeki sapmayı düzeltmek amacıyla, test istatistiğine $N/(2(T-1))$ sapma terimini eklemiştirler (Baltagi ve ark., 2012; Yıldız, 2020).

$$LM_{BC} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T_{ij} \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) - \frac{N}{2(T-1)} \rightarrow N(0,1) \quad (5)$$

Pesaran Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Breusch-Pagan LM ve Pesaran Ölçeklendirilmiş LM testlerinin boyuta bağlı olarak dirençsizlik göstermesi durumuna karşın Pesaran (2004), benzer bir şekilde, kesitler arası korelasyon katsayılarının ($\hat{\rho}_{ij}$) ortalamalarına dayanan alternatif bir test istatistiği geliştirmiştir. Bu teste göre; $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ olduğu durumda yatay kesit bağımlılığının olmadığı varsayılır. Ancak bu test N büyük, T sonlu olduğu durumda, tutarlılık özelliğini kaybetmektedir. Yine $N > T$ olduğu durumlarda ise CD LM testi önemli düzeyde bozulmalar göstermekte ve N büyüdükçe sapmalar daha da artmaktadır. Bu yüzden Pesaran (2004), $N > T$ olduğu durumlarda yatay kesit bağımlılığı için CD testini geliştirmiştir. (6) nolu eşitlikte görülen bu test N'nin T'den büyük olması ($N > T$) durumunda kullanılmaktadır”.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (6)$$

Bu test yatay kesit kalıntıları arasındaki korelasyon katsayılarının toplamına dayandırılmaktadır. Yatay kesitler arasında ilişkinin olmadığını gösteren H_0 hipotezi altında bu test istatistiği standart normal dağılım gösterir. Çalışmada yatay kesit bağımlılık testi sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 için, yatay kesit bağımlılık test sonuçlarına göre $0,05 > 0,000$ güçlü bir şekilde H_0 hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla paneldeki seriler arasında kesitsel bağımlılık vardır. Yani, OECD ülkelerinden herhangi birisine gelebilecek bir şok, gruptaki diğer ülkeleri de etkileyebilecektir. Buradan hareketle, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan CIPS birim kök testi kullanılarak serilerin birim kök test sınaması yapılmıştır.

Analizin ilerleyen aşamalarında uygulanacak olan birim kök testleri, eşbütünleşme testleri ve katsayı tahmin edicisi yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran teknikler arasından seçilmiştir. Aksi takdirde, uygulanan bu test ve yapılan tahminlerin gücü düşmekte; bunlardan elde edilen sonuçlar ise sapmalı olabilmektedir.

3.2. Eğim Homojenliği Testi

Panel veri analizlerinde homojenlik testi ile ilgili ilk çalışmalar Swamy (1970) tarafından yapılmıştır ve (7) nolu eşitlik Swamy testini (S) göstermektedir.

$$\check{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \check{\beta}_{WFE}) \frac{X_i'}{\sigma_i^2} (\hat{\beta}_i - \check{\beta}_{WFE}) \quad (7)$$

Swamy'nin bu testi, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilerek delta (Δ) testi olarak adlandırılmıştır (Pesaran & Yamagata, 2008). Bu teste göre;

$Y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \epsilon_{it}$ gibi bir eşbütünleşme denkleminde β_i gibi bir eğim katsayısını ifade eder ve Δ testine ilişkin oluşturulacak hipotezler oluşturulmaktadır.

$H_0: \beta_i = \beta$ ise eğim katsayıları homojendir.

$H_1: \beta_i \neq \beta_j$ ise eğim katsayıları homojen değildir.

Tablo 2.
Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

Değişken	Test Adı	İstatistik	d.f.	Prob
InCO2	Breusch-Pagan LM	5509.456	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	132.7099		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	131.9699		0.0000
	Pesaran CD	26.34180		0.0000
InENK	Breusch-Pagan LM	4597.052	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	107.7102		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	106.9702		0.0000
	Pesaran CD	22.21103		0.0000
InGDP	Breusch-Pagan LM	15666.95	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	411.0235		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	410.2835		0.0000
	Pesaran CD	124.9155		0.0000
InGDP_K	Breusch-Pagan LM	15657.66	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	410.7690		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	410.0290		0.0000
	Pesaran CD	124.8731		0.0000
InURB	Breusch-Pagan LM	13069.30	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	339.8483		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	339.1083		0.0000
	Pesaran CD	40.74350		0.0000
InDAE	Breusch-Pagan LM	8872.502	666	0.0000
	Pesaran scaled LM	224.8568		0.0000
	Bias-corrected scaled LM	224.1168		0.0000
	Pesaran CD	85.39238		0.0000

Pesaran ve Yamagata (2008) bu hipotezleri test etmek için eşitlik (8) ve (9)'daki test istatistiklerini geliştirmişlerdir (Koçbulut & Altıntaş, 2016).

$$\text{Büyük örneklem için: } \check{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \check{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (8)$$

$$\text{Küçük örneklem için: } \check{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \check{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (9)$$

Burada N; yatay kesit sayısını, S; Swamy test istatistiğini, k; açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir. Bu eşitliklerde, H_0 hipotezi altında $(N, T) \rightarrow \infty, \sqrt{N}/T \rightarrow \infty$ olduğunda hata terimleri serbest dağılımı ifade etmektedir. (Pesaran & Yamagata, 2008).

Tablo 3' de bu model için eğim homojenliği iddia eden H_0 hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Yani eğim katsayıları heterojendir.

Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) Panel Birim Kök Testi

Yerdelen Tatoğlu (2020) de “Bir serinin zaman içerisinde ortalaması, varyansı, otokovaryansı sabit olması halinde ifade

Tablo 3.
Eğim Homojenliği Test Sonuçları

Test	Test istatistiği
$\bar{\Delta}$	21.892[0.000]
$\bar{\Delta}_{adj}$	25.609[0.000]

edilebilecek durağanlık kavramı serinin değerinin uzun dönemde bir değere yaklaşması ya da beklenen değer etrafında dalgalanması anlamına gelir. Bu nedenle panel verilerde her bir birim için zaman boyutu arttığında tahmine geçilmeden önce durak sınaması serinin birim kök olmadığından belirlenmesi açısından önem taşır. Panel birim kök testleri birimler arası korelasyon olup olmasının durumuna göre 1. ve için 2. kuşak olarak belirlenir. Otoregresif parametrelerin homojenlik durumuna göre ise homojen veya heterojen olma durumuna göre testler sınanır. Peseran (2007) faktör yükleri tahmin etmek yerine birimler arası korelasyonu yok etmek için basit bir yöntem geliştirilmiştir. Tahmin edilen ortak faktörlerden fark alan birim kök testi yerine bireysel serilerin gecikme düzeylerinin ve birinci farklarının yatay kesit ortalamalarını DF ya da ADF regresyona faktörler olarak ilave etmiştir. Dolayısıyla bu yöntemde ADF regresyonun gecikmeli yatay ortalamaları ile genişletilmiş hali kullanılmaktadır. Bu regresyonun birinci farkı birimler arası korelasyonu yok etmektedir. Bu test Yatay Kesit Genişletilmiş Dikey Fuller (CADF) olarak adlandırılır. Otokorelasyonun olmadığı durumda dinamik heterojen panel veri modeli şöyledir.

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \rho_i Y_{it-1} + \gamma_i f_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \rho_i^* Y_{it-1} + d_0 \bar{Y}_{t-1} + d_1 \bar{Y}_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$t_i(N, T) = \frac{\Delta Y_i \bar{M}_w Y_{i-1}}{\hat{\sigma}_i (Y_{i-1} \bar{M}_w Y_{i-1})^{1/2}} \quad (12)$$

Peseran 2007'de Y_{it} in yatay kesit ortalaması \bar{Y}_t ve gecikmeli değerlerini \bar{Y}_{t-1} , \bar{Y}_{t-2} olmak üzere ortak faktör f_t için araç değişken olan kullanmıştır. u_{it} 'nin otokorelasyonsuz $\Delta \bar{Y}_t$ ve \bar{Y}_{t-1} değerleri gözlenemeyen ortak faktörünün etkisi asimptotik olarak

filtrelemeye yeterlidir. Otokorelasyon yok iken, CADF regresyonu; IPS testinin yatay kesit genişletilmiş türü olarak ele alınırken, CIPS istatistiği ise formül 13'deki CADF istatistiğinin ortalamasından başka bir şey değildir.

$$CIPS(N, T) = \bar{t} - \bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (13)$$

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (14)$$

Genişletme derecesi bir bilgi kriteri ya da ardışık testler ile seçilmelidir. CADF regresyonu tahmin edildikten sonra, CIPS, CIPS*, P ve Z istatistikleri elde edilir. Bu istatistikler birleşik asimptotik limitte standart değerlidir ve kritik değerler çeşitli T ve N çiftleri için Peseran (2007) hesaplanır. Peseran (2007) testinin tek faktör varken küçük örnek özelliklerinin iyi olduğunu, fakat ortak faktör sayısının birden fazla olduğu durumda bozulma gösterdiği saptanmıştır (Peseran, 2007; Yerdelen Tatoğlu, 2020).

Tablo 4 sabitli ve sabitli ve trendli CIPS panel birim kök test bulgularını göstermektedir. CIPS test istatistiği sonuçları hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde bütün serilerde H_0 hipotezinin reddedilemediğini göstermektedir. Ayrıca düzey değerler için H_0 hipotezi kabul olması, serilerin eşbütünleşme derecesinin 1 (1) olduğunu ifade etmektedir.

Panel Eşbütünleşme Testi

Panel eş bütünleşme analizine geçmeden önce modele ait yatay kesitsel bağımlılığa bakılmalıdır. Uygun eşbütünleşme yönteminin tespiti için modelde yatay kesit bağımlılığının olup olmadığının tespit edilmesi gerekir. Modelde yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için Westerlund (2007) eş bütünleşme analizinin kullanılmasına karar verilmiştir. Tablo 5'deki sonuçlara göre genel olarak yatay kesitsel bağımlılığın olmadığını gösteren H_0 hipotezinin reddedildiği, yani modelde yatay kesitsel bağımlılığın olduğu görülmektedir.

Serilerde birim kök tespit edilmesi halinde, seriler arası uzun dönemli bir ilişkinin varlığı, ancak eşbütünleşme testleri ile

Tablo 4.
CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	CIPS (Sabitli)	PP Değerleri (Sabitli)			CIPS (Sabitli+Trendli)	PP Değerleri (Sabitli+Trendli)		
		*1%	**5 %	***10%		*1%	**5 %	***10%
ln CO ₂	-1.56321	-2.29	-2.14	-2,06	-1.97918	-2,79	-2.65.	-2,57
ln ENK	-2.00297	-2.29	-2.14	-2,06	-2.02072	-2,79	-2.65.	-2,57
ln GSYH	-1.76047	-2.29	-2.14	-2,06	-1.92471	-2,79	-2.65.	-2,57
ln_GSYH_K2	-1.76475	-2.29	-2.14	-2,06	-1.92151	-2,79	-2.65.	-2,57
ln KO	-0.99551	-2.29	-2.14	-2,06	-1.55733	-2,79	-2.65.	-2,57
ln DAE	-2.03512	-2.29	-2.14	-2,06	-2.13218	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln CO ₂	-2.94162***	-2.29	-2.14	-2,06	-3.23635***	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln ENK	-2.65421***	-2.29	-2.14	-2,06	-2.70223**	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln GSYH	-2.33757***	-2.29	-2.14	-2,06	-2.68943**	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln_GSYH_K2	-2.32090***	-2.29	-2.14	-2,06	-2.66710**	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln KO	-2.51625***	-2.29	-2.14	-2,06	-3.26490**	-2,79	-2.65.	-2,57
Δ ln DAE	-2.75531***	-2.29	-2.14	-2,06	-2.85342***	-2,79	-2.65.	-2,57

Tablo 5.
Modele Ait Yatay Kesitlerin Bağımlılık Test Sonuçları

Test	Test istatistiği
Breusch-Pagan LM	1052[0.000]
Bias-corrected scaled LM	13.44[0.000]
Pesaran CD	0.4583[0.6468]

Not: Köşeli parantez değerleri, olasılık değerlerini ifade etmektedir.

bulunabilir. Eşbütünleşme, belirli bir trend gösteren (durağan olmayan) değişkenlerin doğrusal bileşimlerinin durağan olmasıdır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için Westerlund (2007) tarafından geliştirilen ve 4 adet panel eşbütünleşme testinden oluşan test yapılmıştır. Bu testler ile hata düzeltme teriminin negatif ve anlamlı olup olmadığını incelemektedir. Elde edilen sonuçlar negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ise bir eşbütünleşmenin varlığı kabul edilmektedir. Hesaplanan testlerden ikisi (Ga ve Gt) kısa dönem katsayıların ağırlıklandırılmış ortalamasına, diğer ikisi ise panele (Pa ve Pt) dayalı test istatistikleridir (Bektaş, 2017; Westerlund, 2007).

Westerlund (2007) modele ait yatay kesit bağımlılığını dikkate alan bir test önermiş ve bu test için dirençli p değerleri hesaplamıştır. Bu sonuçlar Tablo 6'da verilmektedir. Sonuçlar, Gt ve Pt istatistiklerine göre eş bütünleşmenin olmadığını gösteren boş hipotezinin reddedildiğini, böylece değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.

Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) Tahmircisi

Heterojenliği, yatay kesit bağımlılığı ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığı saptanmış olan ampirik modele ait uzun dönem eşbütünleşme vektörü olan 'Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmircisi' (Common Corelated Effects Model-CCEMG) ile tahmin edilmiştir. CCE tahmircisi CCEP ve CCEMG olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Burada CCEMG tahmircisinin tercih nedeni $N > T$ ve $N < T$ durumlarında kullanılabilmesi ve yatay kesit bağımlılığını dikkate almasından kaynaklanmaktadır. Eğimin, yatay kesitten yatay kesite değişmesine izin verilmektedir (Pesaran, 2006; Pesaran ve Yamagata, 2008).

Küreselleşme ile birlikte ülkeler arasındaki bağımlılık artmış, böylelikle bir ülkede meydana gelen çok diğer ülkeleri de etkiler hale gelmiştir. Pesaran, paneli oluşturan yatay kesitler arasında bağımlılığı dikkate alan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmircisini (CCEMG) geliştirmiştir. Bu tahmirci, panel veri analizinde çeşitli yöntemlerle yatay kesit birimleri için tahmin edilen regresyon katsayılarının her bir yatay kesit birimi için tek tek elde edilmesini sağlamaktadır. Bu modele ait tahmirciler, ekonometrik modele dahil edilmeyen faktörlerin etkisini, her bir yatay kesit birimine ait

Tablo 6.
Panele Ait Eşbütünleşme Test Sonuçları

İstatistik	Değeri	Z-değeri	P-değeri	Dirençli P-değeri
Gt	-2.764	0.668	.748	.043
Ga	-5.154	8.592	1.000	.993
Pt	-14.893	1.090	.862	.053
Pa	-4.057	6.946	1.000	.923

Not: Olasılık değerleri 500 tekrarlı bootstrap dağılımdan elde edilmiştir.

zaman vektörü ile çoğaltılmış regresyon denklemleri ile dikkate almaktadır (Pesaran, 2006).

CCE yöntemi aşağıdaki heterojen panel veri regresyon modeline dayanmaktadır:

$$y_{it} = a_i d_t + \hat{b}_i x_{it} + e_{it} \quad (15)$$

$$e_{it} = \gamma f_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

Yukarıda yer alan denklemlerde yer alan d ve f harfleri sırasıyla gözlenebilen (sabit, trend, mevsimsel kuklalar vs. gibi) ve gözlenemeyen ortak etkileri temsil etmektedir. CCE tahmircileri bağımsız değişkenler ve gözlenemeyen ortak etkilerin durağan ve dışsal olduğunu varsaymakla birlikte, bunların durağan I(0), birinci dereceden eşbütünleşik (veya koentegre) I(1) olduğu durumlarda da tutarlıdır (Pesaran, 2008). CCE modelinde yatay kesit bağımlılığı altında açıklayıcı değişkenlere ait uzun dönem regresyon katsayılarının tahmin edilmesini sağlayan iki ayrı tahmirci geliştirilmiştir: Bunlardan ilki Ortak İlişkili Etkiler Ortalama tahmircisi (CCEMG), diğeri ise Ortak İlişkili Etkiler Havuzlanmış (CCEP) tahmircisidir. CCEMG ve CCEP yaklaşımında panel eşbütünleşme katsayısı sırasıyla aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Pesaran, 2008):

$$\tilde{b}_{CCEMG} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \tilde{b}_i \quad (17)$$

$$b_{CCEMG} = \left(\sum_{i=1}^N \theta_i x_i M_w x_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i x_i M_w y_i \quad (18)$$

Pesaran (2006) Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmircisi (CCEMG). Mevcut tüm katsayılar gruplar arası ortalamaları temsil etmektedir. Her bir değişkene ait ağırlıksız ortalamalar olarak hesaplanan katsayıların ortalamalarıdır. CCEMG tahmircisinden hareketle, panele ait her bir ülke için elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmaktadır.

Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmircisi (CCEMG) sonucuna bakıldığında zaman; OECD'ye üye 37 ülke için, sonuçları şöyledir. Avusturya, Kanada, Şili, Estonya, İsrail, Meksika, Hollanda, Norveç, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, İsveç, İsviçre, Türkiye ve ABD'nin de aralarında bulunduğu 14 ülkede ÇKE hipotezi ters -U biçimindeki ilişki mevcuttur.

Avustralya, Belçika, Kolombiya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Yeni Zelanda, Polonya, Slovenya, İspanya, Birleşik Krallığı'nda içinde bulunduğu 23 ülkede ise ÇKE hipotezinin geçerli değildir.

Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmircisi (CCEMG) tahmircisi total sonuçlarına göre, uzun dönemde enerji kullanım oranındaki %1'lik bir artışın karbon emisyonunu %1,04 oranında arttırmaktadır. Ekonomik büyümedeki %1'lik bir artışın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde %18,61 oranında negatif bir etkisinin olduğu; ekonomik büyümenin karesindeki %1'lik bir artışın ise karbon emisyonu üzerinde %0,32 oranında pozitif yönlü bir etkisinin tespit edilmiştir. Son olarak kentleşme oranındaki %1'lik bir artışın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde %2,37 oranında negatif bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre; OECD ülkelerinde, toplu değerlendirildiği zaman, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmadığı görülmektedir.

Tablo 7.
Ortak İlişkili Etkiler Modeli (CCEMG) Ülkeler İçin Elde Edilen Bulgular

Ülke	LNENK CCE İstatistiği	LNGSYH CCE İstatistiği	LN_GSYH_K2 CCE İstatistiği	LNKO CCE İstatistiği	LNDAE CCE İstatistiği
Avusturya	1,623986***	10,79727	-0,2218535	-1,651904	0,134889
Avustralya	1,094337***	-5,880285	0,1079113	-0,4411144	0,1033666
Belçika	0,8876453***	-20,22951	0,3708125	-1,173849	-0,169644
Kanada	0,6442565***	20,51446	-0,3744738**	-3,454936	0,024421
Şili	1,054378***	35,81206	-0,6999007	-19,12804**	-0,519725
Kolombiya	1,509942***	-67,35409***	1,278543***	6,534543	-0,330046
Çek Cumhuriyeti	0,9037709***	-48,24185***	0,9294524***	-8,990338*	0,0334141
Danimarka	2,238147***	-19,78077	0,3746204	-3,414115	0,0629677
Estonya	0,9378568***	8,947288	-0,1790956	-9,253631**	-0,0508965
Finlandiya	1,930716***	-0,3046895	0,000339	-4,959265	0,1414298
Fransa	1,060713***	-133,834***	2,363893***	-15,79162	0,3150783
Almanya	0,8218453***	-23,36599	0,4181569	-4,676481**	0,0639581
Yunanistan	0,8894817***	-36,11346***	0,6871051***	-7,425348***	0,0276814
Macaristan	0,9139789***	-9,280207	0,1805108	-0,6616782	-0,0684264
İzlanda	-0,2653766	-12,91181	0,2599981	-6,64342	0,3606979
İrlanda	1,189111***	-1,713341	0,0345619	-5,709493	-0,0688728
İsrail	1,187306***	18,86223	-0,3694408	6,866701	-0,0064044
İtalya	0,9688275***	-113,2819***	2,010702***	-0,5608567	-0,0393734
Japonya	0,2070775	-287,2137	4,921841	-0,320515	-0,1805821
Kore	0,9725972***	-38,19268**	0,7130911***	4,146632	0,0112429
Letonya	1,572722***	-18,82155**	0,3790693**	-4,406702	-0,2485505**
Litvanya	0,4728126**	-7,913908	0,1838128	2,646729	-0,1439707
Lüksemburg	1,340599***	-21,48425***	0,4414301***	-0,1374977	-0,14682*
Meksika	0,4324341***	23,27251*	-0,4177579*	-6,52353**	-0,0181201
Hollanda	0,3984021**	33,42042**	-0,6195652**	-2,440165*	-0,4216298**
Yeni Zelanda	1,227411***	-36,72524**	0,7264819**	10,04212*	0,228182*
Norveç	0,9069469***	36,7828	-0,7062522	4,536375	1,153259**
Polonya	0,9742024***	-2,262756	0,0412989	-0,271434	0,0322362
Portekiz	1,136737***	111,8098**	-2,158313**	-1,344046	-0,3319813
Slovak cumhuriyeti	0,8928273***	3,716826	-0,0665256	3,617285	0,1463741*
Slovenya	0,8298445***	-22,78616*	0,4714003*	1,288275	-0,2768828***
İspanya	1,563116***	-37,40794*	0,6595199*	-3,820071	-0,2466852
İsveç	1,181009*	47,1908	-0,8788409	-19,35429**	0,0556338
İsviçre	1,579701***	14,09839	-0,2760718	12,33869	0,0878586
Türkiye	1,035908***	3,186729	-0,059379	-1,476316	-0,0255877
Birleşik Krallık	1,051131***	-106,9963***	1,877926***	-4,680679	0,276679**
Amerika Birleşik Devletleri	1,143798***	14,81648	-0,2469113	-1,114308	-0,0624132

Not: *%10, **%5 ve ***%1 önem düzeylerini göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Büyümenin çevre üzerindeki etkilerini tespit etmek için kullanılan yaygın yöntemlerden birisi de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezidir. Bu hipoteze göre; büyüme ile birlikte çevresel kirlenme önce artış göstermekte, belirli bir noktaya kadar artmakta, bu artış pik noktasına ulaştıktan sonra ise kirlilik oranı tekrar azalmaktadır. Böylece Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini temsil eden ters -U biçimindeki ilişki oluşmaktadır.

Analizden elde edilen bulgularda, enerji kullanımı, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında birbirlerini destekleyen ilişkiler mevcuttur. Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmincisi (CCE-MG) tahmincisi total sonuçlarına göre, uzun dönemde enerji kullanım oranındaki %1'lik bir artışın karbon emisyonunu %1,04 oranında arttırmaktadır. Ekonomik büyümedeki %1'lik bir artışın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde %18,61 oranında negatif bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 8). Son olarak kentleşme oranındaki %1'lik bir artışın uzun dönemde karbon emisyonu

Tablo 8.
CCEMG Tahmincisi Total Bulguları

In CO2	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf.	Interval]
In ENK	1,040816***	0,0762549	13,65	0,000	0,8913592	1,190273
In GSYH	-18,61806*	10,53064	-1,77	0,077	-39,25774	2,021614
LN_GSYH_K2	0,3285972*	0,186785	1,76	0,079	-0,0374947	0,6946891
In KO	-2,373197**	1,118776	-2,12	0,034	-4,565958	-0,1804362
In DAE	-0,0026282	0,0455946	-0,06	0,954	-0,0919919	0,0867356

Not: *%10, **%5, ve ***%1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

üzerinde %2,37 oranında negatif bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre; OECD ülkelerinde, ülkeler tek tek ele alındığı zaman, 14 ülkede Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi geçerli 23 ülkede ise hipotez geçerli değildir. Ülkeler toplu değerlendirildiği zaman ise OECD ülkelerinde, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmadığı görülmektedir.

2019 yılında Birleşmiş Milletler ve Dünya Meteoroloji Örgütünün ortak deklarasyonunda dünyanın en fazla 0,5 C° daha sıcaklık artışını kaldıracacağı, CO₂ salınımının bu hızla devam etmesi durumunda küresel ısınmanın 2030 ile 2052 yılları arasında 1,5 C° artış göstereceğini açıklamıştır. 2 C° sıcaklık artışı, canlı türlerinin %5'inin yok olması anlamına gelmektedir. Dünyada en fazla CO₂ salınımına sebep olan ülkeler; Çin 10 buçuk milyar ton, ABD 5 milyar ton, Avrupa Birliği ülkeleri 3,5 milyar ton olarak sıralanmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde OECD ülkelerinin bir kısmının olması ve ortak ülkelerde (ABD, Kanada, Portekiz, Avusturya, Hollanda, İsveç, İtalya, Avusturya) Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerli olması sonucu desteklemektedir. Ancak Avrupa Birliğini oluşturan 25 ülkenin tamamında CO₂ salınımının 3,5 milyar ton olması ve bu miktarın, Çin, ABD, Hindistan gibi ülkelere düşük olması, OECD ülkelerinin toplu değerlendirmesinde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmaması sonucu ile yine örtüşmektedir. Aynı şekilde, büyüyen ülkeler kategorisinde Japonya 1,2 milyar ton, Almanya 0,8 milyar ton ile dünya sıralamasında 6 ve 7. sıralara düşerken, bu ülkelerin tekli analiz sonuçlarında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi geçerli değildir.

Bu çalışmada; gelir artışı ve kirlilik ilişkisi OECD ülkeleri açısından ele alınsa da CO₂ salınımı tüm dünyanın ortak sorunudur. Ayrıca yukarıda belirtilen sıcaklık değerleri dikkate alındığında, konu devletlerin inisiyatiflerine bırakılmayacak kadar ciddi durumdur. Devletlerin kritik zaman aralığına girilen bu dönemde, çevreyi korumak için gönüllülük esasına yerine yaptırımlarla desteklenen ve zorunluluk içeren uygulamaları bir an evvel uygulamaya koymaları esastır. Bu noktadan hareketle tüm dünyada CO₂ salınımını azaltmak için yapılması gerekenler konusunda şu öneriler dikkate alınabilir. Her ne kadar büyümek teknolojiyi geliştirip, hayatımızı kolaylaştırırsa da CO₂ salınımını azaltmak için yeşil büyüme tercih edilmelidir. Bunun için ulaşım tercihleri hızla doğayla uyumlu hale getirilmelidir. Özellikle havayolu ulaşımı dünyada en fazla CO₂ salınımına yol açan unsurların başında gelmektedir. Fosil yakıt içeren enerji kullanım oranları düşürülmeli, güneş ve rüzgar enerjisi gibi temiz enerji kaynaklarına yönelim artırılmalıdır. Çok sayıda ve çok yönlü elektronik ürünler kısıtlanmalıdır. İnsanlar beslenme tercihlerini, et, rafine yağ, alkol ve şeker gibi ürünler yerine organik ve yerli tarımsal ürünlere yönünde kullanılmalıdır. Tek kullanımlık ürünler risk faktörü barındıran yerler dışında kullanılmamalıdır. İstek tüketimi yerine ihtiyaç tüketimi yaşam biçimi olmalıdır. Çöpleri ayrıştırmak ve geri dönüşümün geleceğimiz için zorunlu şekilde

uygulanması, organik atıkların yeniden toprağa kazandırılması, kaynakların kirlenmemesi için gerekirse yasalarla desteklenmelidir. Önümüzdeki 30 yıllık süreçte hayattır. Dünyada insanların aynı alışkanlıklarla yaşamaya devam etmesi demek, dünya gibi 2,5 gezegene ihtiyacımız olduğu anlamına gelir. Bugüne kadar çevreyle ilgili yapılan çalışmalarda bir dizi kararlar alınsa bile çoğu, büyük devletlerin katılım göstermemesi yüzünden ya da uygulamaya geçen devletlerin sonradan uygulamadan vazgeçmesi nedeniyle gerekli sonuca ulaşamamıştır. Bu nedenle tüm ülkeler birlikte hareket etmedikçe alınan önlemler, sunulan politikalar anlam ifade etmeyecektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- A.Ç.A., Y.A.; Tasarım - A.Ç.A.; Denetleme - Y.A.; Kaynaklar - A.Ç.A.; Malzemeler - A.Ç.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - A.Ç.A.; Analiz ve/veya Yorum - A.Ç.A.; Literatür Taraması - A.Ç.A.; Yazıyı Yazan - A.Ç.A.; Eleştirel İnceleme - Y.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - A.Ç.A., Y.A.; Design - A.Ç.A.; Supervision - Y.A.; Resources - A.Ç.A.; Materials - A.Ç.A.; Data Collection and/or Processing - A.Ç.A.; Analysis and/or Interpretation - A.Ç.A.; Literature Search - A.Ç.A.; Writing Manuscript - A.Ç.A.; Critical Review - Y.A.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Al, İ. (2019). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi: Türkiye için bir endeks önerisi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 112-124.
- Apergis, N., & Ozturk, I. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52, 16-22. [\[CrossRef\]](#)
- Arshad Ansari, M., Haider, S., & Khan, N. A. (2020). Environmental Kuznets curve revisited: An analysis using ecological and material footprint. *Ecological Indicators*, 115, 106416. [\[CrossRef\]](#)
- Aydın, C., Darıcı, B., & Şahin Kutlu, Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı? *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 197-202. [\[CrossRef\]](#)
- Aşıcı, A. A., & Şahin, Ü. (2012). Yeşil Ekonomi. Yeni İnsan Yayınevi 1. Basım, İstanbul.
- Baltagi, B. H., Feng, Q., & Kao, C. (2012). A Lagrange multiplier test for Cross-sectional Dependence in a Fixed Effects Panel Data Model. *Journal of Econometrics*, 170(1), 164-177. [\[CrossRef\]](#)
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO 2 emissions, energy consumption, economic and population growth in

- Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594–601. [\[CrossRef\]](#)
- Bektaş, V. (2017). Gelişmekte olan ülkelerde cari açıkların sürdürülebilirliği: Bir panel veri analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 51–66.
- Binboğa, G. (2018). Sürdürülebilirlik ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik bir araştırma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 0–3. [\[CrossRef\]](#)
- Bozkurt, C. (2015). Türkiye'de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Ticari Serbestleşme ve Nüfus Yoğunluğunun Co 2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri : Yapısal Kırımlı Eşbütünleşme Analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 23–35.
- Bozkurt, C., Akan, Y., & Okumus, I. (2016). *Environmental Kuznets curve hypothesis in Bricts: The role of tourism* (p. 59). Economic and Social Development: Book of Proceedings.
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2017). Gelişmiş Ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Test Edilmesi: Kyoto Protokolünün Rolü. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 5(4), 57–67. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iicder/issue/49867/639272>
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics [Lagrange Çarpım Testi ve Ekonomide Model Belirtimi için Uygulamaları]. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239–253. [\[CrossRef\]](#)
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to Model specification tests in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239–253.
- Cerdeira Bento, J. P. C., & Moutinho, V. (2016). CO2 emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 142–155. [\[CrossRef\]](#)
- Çetin, M., & Saygın, S. (2019). Çevresel Kuznets eğrisi Hipotezinin ampirik analizi: Türkiye Ekonomisi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26(2), 529–546.
- Cho, C. -H., Chu, Y. -P., & Yang, H. -Y. (2014). An environment Kuznets curve for GHG emissions: A panel cointegration analysis. *Energy Sources, Part B*, 9(2), 120–129. [\[CrossRef\]](#)
- Demir, C. (2019). Dışa açılma ve kamu harcamaları: OECD ülkeleri için panel veri analizi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 80–96.
- Göçer, İ., Mercan, M., & Hotunluoğlu, H. (2012). Seçilmiş OECD ülkelerinde cari işlemler açığının sürdürülebilirliği: Yatay kesit bağımlılığı altında çoklu yapısal kırılmalı panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 163, 449–470.
- Greene, W. (2012). *Econometric analysis* (7th ed). Prentice Hall.
- Güzel, F. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisinde geçerliliğinin ampirik analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 30, 59–76.
- Hashem Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93. [\[CrossRef\]](#)
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2010). Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO 2 in France: The role of nuclear energy. *Energy Policy*, 38(8), 4057–4063. [\[CrossRef\]](#)
- Karhan, G. (2016). Türki Cumhuriyetlerde çevresel Kuznets eğrisi hipotezi testi: Panel veri analizi. *Turan-S.Am. Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 8(32), 11–17.
- Koçbulut, Ö., & Barış, S. (2016). Avrupa birliği ülkelerinde ihracat ve doğrudan yabancı yatırımların kadın istihdamı üzerindeki etkisi: Panel veri analizi. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 22–39.
- Marques, L. M., Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2017). Augmented energy-growth nexus: Economic, political and social globalization impacts. *Energy Procedia*, 136, 97–101. [\[CrossRef\]](#)
- Mikayilov, J. I., Galeotti, M., & Hasanov, F. J. (2018). The impact of economic growth on CO2 emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1558–1572. [\[CrossRef\]](#)
- Birleşmiş Milletler Türkiye (2019). Erişim tarihi: Ocak 2022. Retrieved from <https://turkey.un.org>.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, 38(1), 661–666. [\[CrossRef\]](#)
- OECD İlibrary (2011). Erişim Tarihi: Haziran 2021. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/>.
- Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*. Cambridge Working Papers in Economics, No:435.
- Pesaran, M. H. (2006). *A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence* (pp. 1–64). Cambridge University & usc.
- Pezikoğlu, F. (2016). “Yeşil Ekonomi Göstergeleri ve Yeşil Etiketler”. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yalova. *Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, XII, 1389–1398.
- Rafındadi, A. A., & Usman, O. (2019). Globalization, energy use, and environmental degradation in South Africa: Startling empirical evidence from the maki-cointegration test. *Journal of Environmental Management*, 244, 265–275. [\[CrossRef\]](#)
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-bütünleşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 65–86.
- Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013). Environmental degradation, economic growth and energy consumption: Evidence of the environmental Kuznets curve in Malaysia. *Energy Policy*, 60, 892–905. [\[CrossRef\]](#)
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic growth and CO 2 emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 51, 184–191. [\[CrossRef\]](#)
- Satır Reyhan, A. (2014). Sürdürülebilir üretim ve tüketim politikaları çerçevesinde “yeşil ekonomi” üzerine bir değerlendirme. *Memleket Siyaset Yönetim (MSY)*, 9(22), 327–347.
- Shahbaz, M., Mutascu, M., & Azim, P. (2013). Environmental Kuznets curve in Romania and the role of energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 165–173. [\[CrossRef\]](#)
- Sulaiman, J., Azman, A., & Saboori, B. (2013). The Potential of renewable energy: Using the environmental Kuznets curve model. *American Journal of Environmental Sciences*, 9(2), 103–112. [\[CrossRef\]](#)
- Tunçbilek, N., & Ulucak, R. (2021). Gelişmekte olan ülkelerde küreselleşmenin çevre üzerine etkileri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(2), 452–465. [\[CrossRef\]](#)
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data, [Panel Verilerde hata düzeltme testi]. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709–747.
- Wooldridge, J. M. (2013). Giriş ekonometrisi: Modern bir yaklaşım (5. baskı). Güney-batı, Cengage Learning.
- World, B. Climate Change indicators (WDI online veritabanı). Erişim Adresi <http://www.data.worldbank.org> (Erişim Tarihi: Kasım, 2020).
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *Panel zaman Serileri analizi*. Beta Yayınları
- Yıldız, F. (2020). Türkiye'de Gelir Eşitsizliği Suç İlişkisi Panel Veri Analizi Yaklaşımı. *İnsan & Toplum*, 10(4), 111–143. [\[CrossRef\]](#)
- Yılmaz, V. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme arasındaki ilişki. *Journal of International Management Educational and Economics Perspectives*, 6(2), 79–89.

Extended Summary

Research Problem

Since 1990, when the first empirical study on the Environmental Kuznets Curve (EKC) was made, many studies have been carried out. This study aimed to test the green economic data of 37 OECD member countries with current figures according to the Environmental Kuznets Curve hypothesis.

Research Questions

While preparing this study, the following questions were asked: What will be the difference between this study from other studies? How will the equation for the research be established? How will we choose dependent and independent variables? By what method or methods will the data be analyzed? How long will the work take? By what method or methods will the result be evaluated?

Literature Review

The EKC hypothesis is an environmental adaptation of the classic Kuznets Curve created by Simon Kuznets, which shows the inequality between growth and income distribution in industrializing countries. In the study conducted by Grossman and Krueger (1991 and 1993), for the first time, the inverted-U-shaped relationship between income distribution and economic growth was revealed. In the following years, the EKC hypothesis was tested empirically in many studies, on both country basis and cross-country basis. Although it has been determined in the literature that the EKC hypothesis is generally valid, there are studies where the hypothesis is invalid. The most commonly used methods in the literature can be listed as Autoregressive Distributed Lag (ARDL), Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLs), and Common Correlated Effects Model Groups (CCEMG).

Methodology

The methodology used in the study includes a four-stage process. In the analysis, the panel data method was preferred because it makes it possible to work with large volumes of data with higher degrees of freedom. A cross-sectional dependency test was performed for inter-unit correlation and cross-sectional dependence. Then, slope homogeneity test was performed. From the coefficient results obtained, it was accepted that the data were heterogeneous. CIPS and Westerlund (2007) estimator techniques from cointegration tests were chosen to detect the presence of unit root in the panel. The panel has a unit root. Variables have non-stationary processing properties. The results were interpreted with the long-run cointegration vector CCEMG.

Results and Conclusions

In this study, the validity of the EKC hypothesis (1990–2015) for OECD countries was tested. The long-run relationship between CO₂, real gross domestic product per capita, squared real gross domestic product per capita, energy consumption, trade liberalization, and urbanization is tested. In accordance with the established model, the (β_2) coefficient estimator, the sign of per capita income (+), the (β_3) coefficient estimator, and the square of per capita income (–) reveal the validity of the EKC hypothesis. While 14 out of 37 countries meet this condition, the EKC hypothesis is not valid in 23 countries.