



## Fourier Shin Eşbütünleşme Testi ile Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği AB ve Çin Uygulaması

Validity of Environmental Kuznets Curve By Means of Fourier Shin Co-Integration Test: EU and China Applications

Yeşim KUBAR<sup>1</sup> , Meryem KIL<sup>2</sup> 

**Geliş Tarihi (Received):** 26 Nisan 2022

**Kabul Tarihi (Accepted):** 21 Haziran 2022

**Yayın Tarihi (Published):** 30 Haziran 2022

**Öz:** Çağımızın önemli çevresel sorunları arasında küresel ısınma ve iklim değişiklikleri bulunmaktadır. Sera gazı salınımına katkısından kaynaklı artan karbondioksit salınım seviyesi çevresel sorunları tetikleyici nitelikte olduğundan bu sorunları azaltıcı politikalar ve önlemler alınmalıdır. Çevre ve ekonomi arasındaki ilişkinin şeklini açıklayan ve literatürde yaygın olarak kullanılan araç Çevresel Kuznets Eğrisi'dir. Grossman ve Krueger tarafından popüler hale gelen Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi (ÇKE) ilk kez Panayotou tarafından kullanılmıştır. Hipoteze göre; ekonomik büyümenin ilk evrelerinde, gelir seviyesinin olması gereken düzeye ulaşması çevre kirliliğinde artışa neden olurken, belirli bir dönüm noktasından itibaren temiz teknolojilerle birlikte çevresel kirliliğin azalması gerektiği savunulmaktadır. Çalışmada, Avrupa Birliği (AB) ve Çin'de 1970-2020 dönemi kişi başı karbondioksit emisyonu ve kişi başı GSYİH verileri kullanılarak Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliğini test etmek amaçlanmıştır. Hipotezin geçerliliğini test etmek için Christopoulos ve León-Ledesma (2010) tarafından geliştirilen Fourier ADF (F-ADF) birim kök testi, Becker, Enders ve Lee (2006) tarafından geliştirilen Fourier KPSS (F-KPSS) birim kök testi, geleneksel KPSS birim kök testi, geleneksel ADF birim kök testi ve Tsong vd. tarafından geliştirilen Fourier-Shin (FSHIN) eşbütünleşme testi kullanılmıştır. F-ADF ve F-KPSS birim kök testlerinin çıktı sonuçlarına göre değişkenlerin düzeyde birim kök içerdikleri, birinci farklarının alınmasıyla durağan hale geldikleri sonucuna ulaşılmıştır. F-ADF ve F-KPSS testlerinin desteklenmesi amacıyla geleneksel ADF ve KPSS birim kök testleri kullanılmış olup değişkenlerin birinci farklarında durağan hale geldikleri görülmüştür. Birim kök sonuçlarına göre değişkenlerin farklarında durağan olmaları analize eşbütünleşme testi ile devam edilmesine neden olmuştur. FSHIN eşbütünleşme testine göre; Avrupa Birliği'nde eşbütünleşme ilişkisi ve uzun dönem katsayılarının anlamlı olması nedeniyle Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin geçerli olduğu, Çin'de ise sadece eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ve ÇKE Hipotezi'nin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Çke Hipotezi, Ekonomik Büyüme, Fourier ADF Birim Kök Testi, Fourier KPSS Birim Kök Testi, Fourier SHIN Eşbütünleşme Testi.

&

**Abstract:** Global warning and climatic changes are among the important problems of our age. Since the increasing carbon dioxide level due to greenhouse emission has a feature triggering environmental problems, the policies reducing these problems [should be determined], and precautions should be taken. The instrument, which describes the shape of relationship between environment and economy and is commonly used in the literature, is Environmental Kuznets Curve. Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis, made popular by Grossman and Krueger, was first used by Panayotou. According to the hypothesis, in the first phases of economic growth, while that income level reaches to the desirable level causes an increase in environmental pollution, beginning from a certain turning point, it is argued that it is necessary to reduce environmental pollution together with clean technologies. In the study, using the data of per capita CO<sub>2</sub> emission and per capita GDP in EU and China for the period 1970-2020, it was aimed to test the validity of Environmental Kuznets Curve. Hypothesis. In order to test validity of hypothesis, Fourier ADF (F-ADF) Unit Root Test, developed by Christopoulos and León-Ledesma (2010), Fourier KPSS (F-KPSS) Unit Root Test, developed by Becker, Enders ve Lee (2006), Traditional KPSS Unit Root Test, Traditional ADF Unit Root Test, Fourier-Shin (FSHIN) Co-integration Test, developed by Tsong et al., were used. According to the output results of the F-ADF and F-KPSS Unit Root Tests, it was concluded that the variables contained unit root at the level and that they became stationary by taking their first differences. In order to support F-ADF and F-KPSS tests, Traditional ADF and KPSS Unit Root Tests were used and it was seen that the variables became stationary in their first differences. According to the results of Unit Root Test, that the variables became stationary in their differences led to continue the analysis with co-integration test. According to FSHIN Co-integration Test, due to the fact that co-integration relationship and long term coefficients are significant in European Union, it was concluded that Environmental Kuznets Curve Hypothesis was valid, while in China, it was concluded that there was only co-integration relationship and that EKC relationship was not valid.

**Keywords:** EKC Hypothesis, Economic Growth, Fourier ADF Unit Root Test, Fourier KPSS Unit Root Test, Fourier SHIN Co-Integration Test.

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi Yeşim KUBAR, Fırat Üniversitesi, İktisat Bölümü, (ykubar@firat.edu.tr), ORCID: 0000-0002-3439-9430.

<sup>2</sup>Yük.Lis.Öğr. Meryem KIL, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, (mrym\_12\_12@outlook.com), ORCID: 0000-0002-1620-0184 (Sorumlu Yazar).

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

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

## 1. Giriş

Dünya ekonomilerinin temel hedefi büyümede ve kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Ekonomilerin bu hedeflerine ulaşmalarında ise çevre faktörünün önemi giderek artmaktadır. Endüstri Devrimi'nden bu yana enerjiye olan talepteki artışlar, çevre üzerinde tahrip edici etkilere neden olmuştur. Büyük kısmı insanlardan kaynaklı olan bu etkiler, endüstrileşme, teknolojiye meydana gelen gelişmeler ve toplam nüfustaki artışla birlikte hız kazanmış ve insanların refah düzeylerindeki artışlarla daha da belirgin bir hal almıştır. Enerjiye olan talebin artması ve bu enerjinin büyük kısmının fosil yakıtlardan karşılanması sebebiyle karbon salınımlarının yüksek miktardaki artışı çevre kirliliği sorunu karşımıza çıkarmaktadır. Ekonomiler 1990'lı yıllarda büyüme ve kalkınma amaçlarına ulaşmak için çevreyi ihmal etmişler ancak artan ekonomik faaliyetlerle çevresel kirliliğinin yüksek boyutlara ulaşması sonucu bozulan dengeyi düzeltmek amacıyla çevre politikalarını uygulamaya koymuşlardır. Çevre politikaları uygulaması için uluslararası konferanslar düzenlenerek, küresel çapta çevre kirliliğine engel olabilmek amaçlanmıştır. Bunun için ekonomilerin birlikte hareket etmeleri ve yükümlülüklerini sağlayabilmelerini hedefleyen protokoller düzenlenmiştir. Literatürde en fazla yer alan protokol ise, Kyoto protokolü olarak bilinen III. Taraflar Konferansı'dır. Protokol Rusya'nın onaylamasıyla, 2005 Şubat ayında yürürlüğe girmiştir. Protokolü imzalayan 38 endüstrileşmiş ülke, 1990 yılı emisyon miktarlarını 2012 yılına kadar toplam %5,2 oranında azaltmayı onaylamışlardır. Protokole taraf olan ancak onaylamayan ekonomi ise Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'dir. ABD, emisyon miktarındaki azalmadan ziyade temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirmenin çevre için daha iyi olduğunu savunmaktadır. Bu savunma, emisyon miktarını azaltmak için bir çözüm olsa dahi, birçok ekonomi tarafından salınan sera gazı miktarı dünya kapasitesini güçlendireceği için karbon salınımlarında azaltma yapılmadan tek başına bir çözüm sunmayacaktır. Çevre için önemli anlaşmalardan bir tanesi de dünya çapında temiz enerjiye geçiş için tüm ekonomilere yol gösteren ilk çok uluslu anlaşma niteliğinde olan Paris İklim Anlaşması'dır. Kasım 2015'te Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı ile kabul edilen anlaşma, 4 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Anlaşmanın temel hedefi, küresel ısınma ve iklim değişiklikleriyle ilgili olan mücadeleleri, dünya çapında gerçekleştirilmesi gereken bir çaba haline getirmektir. Paris Antlaşması'nın diğer önemli bir hedefi, 21. yüzyılda küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altına düşürerek, küresel sıcaklık artış tehdidine karşı, küresel tepkiyi arttırmak ve sıcaklık artışını 1.5°C ile sınırlandırma uğraşlarını sürdürmektir (<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>).

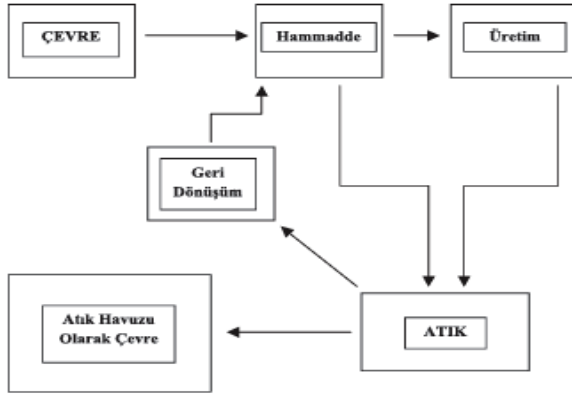
Giderek önemi artmakta olan çevresel sorunlar ve iktisadi büyüme karşılıklı bir ilişki halindedir. İktisadi faaliyetlerin hız kazanması çevresel sorunlara neden olurken, çevresel sorunlarda iktisadi gelişme ve iktisadi yapıyı negatif etkilemektedir. Çevre sorunları ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak gerekirse, iktisadi gelişmeler çevre kirliliğinin artmasına, çevre kirliliği ise iktisadi gelişmelerin ekonomik ve sosyal açıdan maliyet artışına neden olmaktadır. Çevre sorunlarını ekonomiden bağımsız tutmak imkansızdır. Sürdürülebilir bir iktisadi büyüme için, çevresel faktörlerin etkin ve bilinçli şekilde kullanımı oldukça önemlidir. İktisat biliminde, iktisadi büyüme ve çevre arasındaki ilişkiye yön veren üç bakış açısı bulunmaktadır; kazan-kazan bakış açısına göre; uzun vadede hem iktisadi kalkınmanın hem de çevre kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir. Bu hedefle doğal kaynakların optimal kullanımı gerçekleşmekte, böylece ekonomiler ve çevre birlikte kazanmaktadır. Kazan-kaybet bakış açısına göre; kısa vadeli olarak iktisadi büyümenin amaçlanması, uzun vadede hammadde kaynaklarının tükenmesine ve çevresel sorunlarda da artışa neden olmaktadır. Böylece kısa vadede kazanılırken uzun vadede kaybedilmektedir. Kaybet-kaybet bakış açısına göre; ekonomiler kısa vadede ekonomik büyümeyi uzun vadede de yalnızca ekonomik kalkınmayı hedeflediklerinde, tükenen doğal kaynaklar ve çevre kirliliği yüzünden

kaybetmektedirler. Bu çalışmada ilk olarak; çevre ve ekonomi ilişkisi açıklanmış daha sonra Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ne yönelik literatür taraması yapılmış ve son olarak AB ve Çin için zaman serisi analiziyle Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) Hipotezi'nin geçerliliği sınanmıştır. AB ve Çin, iki üretim merkezi olarak kabul edilmektedir. Üretim aşamasında çevreye verilen zararlar sonucunda meydana gelen karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasında bir ilişkinin olup olmadığı incelenmiştir.

## 2. Çevre ve Ekonomi İlişkisi

Dünyanın ekosistemleri; canlı varlıklar, atmosfer ve bitki örtüsünün döngü halinde olduğu coğrafi bir alanı kapsamaktadır. Ekosistemlerin barındırdıkları tüm bileşimler birbiriyle harika bir uyum ve denge içerisinde. Bu uyum ve denge ekosistem dengesi olarak ifade edilmektedir. Ekosistem dengesi; sel, çığ, erozyon, kuraklık vb. doğal ve insan kaynaklı unsurlardan etkilenebilmektedir. Ekosistem dengesinin bozulması çevresel zararlara neden olmaktadır. Dengesizlikler toprak verimsizleşmesiyle ekosistemde gıda kıtlığına yol açmakta ve tüm ekosistem bileşimleri dengenin bozulmasından zincirleme şekilde etkilenebilmektedir. Meydana gelen bozulmalar sonrası ekosistem dengesi eski konumuna gelebilmektedir. Ancak ekosistem dengesi beşeri unsurlardan dolayı bozuluyorsa çevrede oluşan zararlar kalıcı hale gelmekte, birçok tür bundan olumsuz etkilenebilmektedir. Ekolojik dengenin korunmasında kilit rolü insanoğlu oynamakta, ekolojik dengenin korunmasında etkilerde bulunabilmektedir. Ekosistemlerin uzun dönemde sürdürülebilirliği için insanoğlunun ekosistemin doğal süreçlerine uyması gerekmektedir. Çevre, insanların ve toplulukların yaşamını etkileyen dış etkenlerin bütünüdür. Çevre; bütün canlıların hayatları boyunca birbirleriyle etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamların bütünüdür (<https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/cevre-20180222082618.pdf>). Çevre, iktisadi faaliyetlerde sürekliliğin sağlanması için olmazsa olmaz bir girdi olarak üretim sürecinde yer almaktadır. Ancak üretim ve özellikle de tüketim aşamasında ortaya çıkan atıklar çevresel tahribatlara neden olmaktadır. Atıkların bir bölümü geri dönüşüm yoluyla tekrar üretim sürecine dahil olurken, geri dönüşümü gerçekleştirilemeyen atıklar ise çevre kirliliğine yol açmaktadır. Çevre ve ekonomi arasındaki ilişki, çevrenin üretim sürecinde hem hammadde hem de toprak sağlamanın yanı sıra iktisadi refah unsuru olmasından da kaynaklanmaktadır. Çevre ve ekonomi ilişkisinin anlatıldığı durum Şekil-1'de yer almaktadır.

Şekil 1: Çevre ve Ekonomi İlişkisi



**Kaynak:** Ulucak ve Erdem, 2012, s.80

Endüstri devrimiyle meydana gelen kitle üretim miktarı üretim için kullanılan kaynakların daha fazla kullanılmasını ifade etmektedir. Üretimin artması, gelir seviyesini artırıp tüketim miktarının artmasına sebep olmakta ve bu durum çevresel sorunlara yol açmaktadır. Üretim ve tüketim miktarlarındaki aşırılık durumunun yol açtığı çevresel sorunlara örnek olarak; atmosfere ulaşan gazlar sonucu meydana gelen sera gazı emisyonları, hava kirliliği, su kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gösterilebilir (Bayraktutan ve Uçak, 2011, s.18). Ekonomi ve çevre ilişkisi ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre farklılıklar

göstermektedir. Çevresel sorunlara önem veren gelişmiş ekonomiler gerekli olan tüm maliyetlere katlanabilir durumda iken gelişmekte olan ekonomilerde çevresel sorunlara pek önem verilmemektedir. Gelişmekte olan ekonomilerin endüstrileşme döneminde yüksek miktarda kirliliğe neden olan ve karşılaştırmalı üstünlük sağlayamadıkları endüstriyel faaliyetlere önem verdikleri belirtilmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki tüketicilerin çevrenin temiz olması gerektiğini vurgulamaları ve küresel çapta çevreye yönelik yapılan yasal düzenlemeler kirli sanayi maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Gelişmekte olan ekonomilerde tüketicilerin çevreye olan duyarlılıklarının yetersiz olması ve bu ekonomilerdeki yasal düzenlemelerin az olması sonucu kirli sanayilerin gelişmiş ekonomilerden gelişmekte olan ekonomilere göç etmesine neden olmakta, bu durum "Kirlilik Sığınağı Hipotezi" olarak ifade edilmektedir (Akbostancı vd., 2006, s.3). Gelişmiş ülkelerde uygulamada olan çevre politikaları, bu ekonomilerde faaliyette olan firmaların üretim maliyetlerinde artışa neden olmaktadır. Gelişmekte olan ekonomilerde ise iktisadi karar mercilerinin öncelikli hedeflerinin, gelir seviyelerinin artırılması ve ekonomik büyüme olması, çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu ülkelerde çevreye verilen zararlara rağmen sürdürülebilir büyüme hedeflenmektedir. Gelişmekte olan ekonomilerde, çevre kalitesi ve standartlarının az olması; gelir seviyelerinin düşüklüğü, endüstri faaliyetlerine gereksinimlerinin fazla olması, çevre bilinci ve çevre duyarlılığının sağlanmamış olmasından kaynaklanmaktadır (Akyıldız, 2008, s.157).

Dünyanın ikinci büyük ekonomisi olan Çin, ucuz işgücü ve kümelenme nedeniyle dünyanın üretim üssü konumundadır. Dünya ekonomisinin %16'sı gibi büyük bir payına sahip olduğu için Çin'de, enerji talebi her geçen yıl artmaktadır. Kömür açısından zengin bir ülke olan Çin, diğer fosil yakıtlar bakımından yeterli rezervlere sahip değildir. Bu durum Çin'de kömür tüketiminin, birincil enerji tüketimi içerisinde yaklaşık olarak % 70'lik bir orana ulaşmasına sebep olmuştur. Çin'de elektrik üretiminin %73'ü kömürden elde edilmektedir. Bu durum Çin'i aynı zamanda dünyanın en çok sera gazı salınımı yapan ülkesi konumuna getirmektedir (<https://www.dunyaenerji.org.tr/bp-2020-dunya-enerji-raporu-ozeti/>). Çin, çevre kirliliğini azaltabilmek için 2000 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmayı hedeflemiştir. Böylelikle bir yandan enerji arz güvenliğini sağlamak, diğer taraftan ciddi boyutlara ulaşan çevre kirliliği sorununu çözmeye çalışmaktadır (Cao vd., 2016: 121). Çin'in yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği politikaları; enerji arz güvenliği, iklim değişikliği, ekonomik rekabet, kirlilik, yaşam kalitesi gibi kavramlar ile ele alınmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle oluşturulan komisyonlar ve alınan protokoller nedeniyle Çin üzerinde önemli bir uluslararası baskının varlığından söz etmek mümkündür. Çin, sanayi açısından önemli atılımlar yapmış, var olan teknoloji, ucuz işgücü ile birleştirildiğinde önemli bir rekabet avantajı elde etmiştir. Rüzgâr türbinleri ve güneş enerjisi için photovoltaik pil üretiminde Çin özel sektörü önemli miktarlarda yatırım yapmaktadır.

### 3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Simon Kuznets(1955), başlangıçta kişi başı GSYİH 'da ki artış ile gelir dağılımında bir artış olacağını, kişi başı GSYİH dönüm noktasına ulaştığında ise gelir dağılımında bir azalma olacağını ifade etmektedir. Kuznets'e göre bu ilişkide ortaya çıkan eğrinin durumu ters U şeklinde ve eğrinin adı ise Kuznets Eğrisi olarak literatürde yer almıştır. 1990'lı yıllarda Grossman ve Krueger'in çevre kirliliği ile iktisadi büyümeyi ilişkilendirdikleri, ekonomik büyümede meydana gelen artışların çevresel kirliliği arttırdığı, dönüm noktasından itibaren temiz teknolojilerin ve yenilenebilir enerjilerin kullanımıyla çevresel kirliliğin azaldığı eğri, Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılmaktadır. Deacon ve Norman(2004), ekonomik büyümeyle birlikte; düşük gelirli ekonomilerde çevresel tahribatın arttığı, yüksek gelirli ekonomilerde tahribatın azaldığı, orta gelirli ekonomilerde ise ilişkinin ters-U şeklinde olduğu yorumunu yapmışlardır. ÇKE ile yapılan çalışmalar sonucunda eğrinin sabit bir şeklinin olmadığı görülmektedir. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığının farklı formlarda belirlenmesi için genel kabul gören eşitlik aşağıda yer almaktadır.

$$C_{it} = \alpha_i + \alpha_1 GDP_{it} + \alpha_2 GDP_{it}^2 + \alpha_3 GDP_{it}^3 + \alpha_4 E_{it} + \varepsilon_{it}$$

Eşitlikte C; çevre kirliliğini ifade eden değişken, GDP; kişi başı ekonomik büyüme, GDP<sup>2</sup>; kişi başı ekonomik büyümenin karesi, E; çevreye etkisi olan diğer değişkenler, i; ülke, t; zaman ve  $\varepsilon_{it}$ ; hata terimini ifade etmektedir. Eğrinin şekline karar vermek amacıyla matematiksel gösterimler bulunmaktadır. Gösterimler ve açıklamaları aşağıda yer almaktadır.

- i.  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında ilişki yoktur.
- ii.  $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında monoton artan / lineer ilişki vardır.
- iii.  $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında azalan ilişki vardır.
- iv.  $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 < 0$  ve  $\alpha_3 = 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde ilişki vardır. ÇKE Hipotezi geçerlidir.
- v.  $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 > 0$  ve  $\alpha_3 = 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında U şeklinde ilişki vardır.
- vi.  $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 < 0$  ve  $\alpha_3 > 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki vardır.
- vii.  $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 > 0$  ve  $\alpha_3 < 0$ ; İktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasında Ters-N şeklinde bir ilişki vardır.

Tablo-1'de ÇKE hipotezine yönelik literatür taraması yer almaktadır.

**Tablo 1:** Literatür Taraması

Yıl	Yazar(lar)	Örneklem	Analiz Yöntemi	Hipotez Sonucu
2007	Lise ve Montfort	1970-2003 döneminde Türkiye için	Granger Nedensellik testi	Hipotez geçerli değildir
2010	Acaravcı ve Öztürk	1995-2005 döneminde 19 Avrupa ülkesi için	ADF Birim kök testi, F Testi, ARDL Modeli, Granger Nedensellik	Danimarka ve İtalya'da hipotez geçerli iken diğer ülkelerde geçerli değildir
2011	Jalil ve Feridun	1953-2006 döneminde Çin için	ADF Birim Kök Testi, Granger Nedensellik, ARDL Modeli	Hipotez geçerlidir
2011	Saatçi ve Dumrul	1950-2007 döneminde Türkiye için	Yapısal kırılmalı birim kök testi ve Kejrival eşbütünleşme testi	Hipotez geçerlidir
2012	Saboori vd.	1980-2009 döneminde Malezya için	ARDL Sınır Testi	Hipotez geçerlidir
2015	Begum vd.	1970-2009 döneminde Malezya için	ARDL Sınır testi	Hipotez geçerli değildir
2016	Alam vd.	1970-2012 döneminde Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan için	ARDL Sınır Yaklaşımı	Brezilya, Çin ve Endonezya'da hipotez geçerlidir
2016	Azam ve Khan	1975-2014 döneminde ABD, Çin, Guetamala, Tanzanya için	Johansen Eşbütünleşme Testi	ABD ve Çin için Hipotez geçerli değildir
2016	Kılıç ve Akalın	1960-2011 döneminde Türkiye için	ARDL Sınır Testi	Hipotez geçerlidir
2016	Lebe	1960-2010 döneminde Türkiye için	ARDL Sınır Testi	Hipotez geçerlidir
2016	Uysal ve Yapraklı	1968-2011 döneminde Türkiye için	Hatemi-J Eşbütünleşme testi	Hipotez geçerlidir
2017	Aydın ve Esen	1971-2014 döneminde Türkiye için	Yumuşak geçişli regresyon modeli	Hipotez geçerli değildir
2017	Korkmaz vd.	1971-2013 döneminde Suudi Arabistan, Venezuela, Katar ve Endonezya için	Johansen Eşbütünleşme Testi	İncelenen tüm ülkeler için hipotez geçerlidir

2017	Riti vd.	1970-2015	döneminde	ARDL, FMOLS, DOLS	Çin için	Hipotez geçerlidir
2018	Ravanoğlu vd.	1990-2013	döneminde	ARDL Sınır Testi	Kırgızistan için	Hipotez geçerlidir.
2018	Yurtkuran ve Terzi	1971-2015	döneminde	ARDL sınır testi yaklaşımı, Bayer Hanck Eşbütünleşme testi, Hatemi-J Nedensellik testi	Meksika için	Hipotez geçerlidir
2019	Öztürk ve Gülen	1960-2014	döneminde	ARDL Sınır Testi	Türkiye için	Hipotez geçerlidir
2021	Polat	1970-2016	döneminde	Banerjee vd. Eşbütünleşme Testi, DOLS ve FMOLS uzun dönem katsayı tahminçileri	Türkiye için	Hipotez geçerlidir

Literatürdeki yer alan çalışmalar incelendiğinde ÇKE Hipotezi, kullanılan analiz yöntemlerine, kullanılan değişkenlere ve çalışmaya konu olan ekonomilere göre farklılık göstermekte ve bundan kaynaklı hipotezle ilgili genel kabul gören net bir sonuca ulaşılamamaktadır. Hipotez dışında da analizde kullanılan değişkenlerin birbiriyle olan ilişkisi merak edilmiş ve birçok çalışma yapılmıştır.

#### 4. Model ve Veri Seti

Çalışmada, Çin ve AB Topluluğu için ÇKE hipotezinin geçerliliği 1970-2020 dönemi yıllık verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada kişi başı karbondioksit emisyonu bağımlı, kişi başına gayrisafi yurtiçi hasıla, kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılanın karesi ise bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Değişkenlere ait bilgiler ve kısaltmalar tablo-2’de yer almaktadır.

**Tablo 2:** Değişkenler ve Kısaltmaları

Değişken Kısaltmaları	Değişken Adı	Kaynak
KCO <sub>2</sub>	Karbondioksit Emisyonu (kişi başı)	WDI
KGDP	Kişi Başına GSYİH (2015 sabit fiyatlarıyla \$)	WDI
KGDP <sup>2</sup>	Kişi Başına GSYİH karesi	Hesaplanmıştır

Çalışmada kullanılan değişkenler Dünya Bankası veri tabanından alınmış, kişi başı GSYİH’nın karesi hesaplanmıştır. Tüm değişkenler logaritmik olarak kullanılmıştır. ÇKE hipotezini test edebilmek için aşağıdaki regresyon modelleri tercih edilmiştir:

$$\text{Model1: } LKCO_{it}^2 = \beta_1 d_t + \beta_2 LKGD P_{it} + u_{it}$$

$$\text{Model2: } LKCO_{it}^2 = \beta_1 d_t + \beta_2 LKGD P_{it} + \beta_3 LKGD P_{it}^2 + u_{it}$$

Denklemden,  $d_t$ ; gözlemlenen ortak etkileri,  $u_{it}$ ; ise hata terimini ifade etmektedir.

Denklemlerde  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , katsayıları sırasıyla kişi başı gayrisafi yurtiçi hasılanın kişi başına karbondioksit salınımına etkisini, kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılanın karesinin kişi başına karbondioksit salınımına etkisini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle kişi başına karbondioksit salınımının; kişi başına gayrisafi yurtiçi hasıla esnekliğini, kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılanın karesi esnekliğini ifade etmektedir.

## 5. Metodoloji ve Analiz Bulguları

Zaman serisi analizinde, herhangi bir sahte regresyon sorunu ile karşılaşılması için, değişkenlerin birim köklü olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir (Gujarati, 2006, s. 713). Ayrıca ikinci bir sorun seride otokorelasyon probleminin varlığıdır. Otokorelasyon sorununun aşılabilmesi için Geliştirilmiş Dickey Fuller (ADF) testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Dickey ve Fuller, 1979). Bu nedenle çalışmamızda geleneksel birim kök testlerinden ADF ve KPSS, Fourier birim kök testlerinden FADF ve FKPSS birim kök testleri tercih edilmiştir. ADF testi için hipotezler;

$H_0$  hipotezi: birim kök vardır

$H_1$  hipotezi: birim kök yoktur şeklinde ifade edilmektedir.

Geleneksel ADF birim kök testinde, test istatistik değerleri Mac-Kinnon kritik değeriyle karşılaştırılmakta ve t-istatistik değeri mutlak değerce kritik değerden küçük olduğunda, temel hipotez reddedilememekte ve serinin birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. T-istatistik değeri mutlak değerce kritik değerden büyük olduğunda, temel hipotez reddedilmekte ve serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Hipotezlerden  $H_0$ 'ın kabul edilmesi durumunda, değişkene fark alma işlemi uygulanmalıdır. Geleneksel KPSS birim kök testi, diğer birim kök testlerinden farklı olarak  $y_t$  zaman serisinin durağanlığını, durağanlık yokluk hipotezine dayanarak test etmektedir. KPSS testi için hipotezler;

$H_0$  hipotezi: seri durağandır

$H_1$  hipotezi: seri durağan dışıdır şeklinde ifade edilmektedir.

KPSS test istatistiği değeri, kritik değerden büyük olduğunda  $H_0$  reddedilmekte, yani serinin durağan dışı bir seri olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Hipotezlerden  $H_0$ 'ın reddedilmesi durumunda, değişkene fark alma işlemi uygulanmalıdır.

Zaman serileri ekonometrisinde serilerin durağanlığının incelendiği birim kök testleri, yeni düşünceler ile sürekli gelişim göstermektedir. Bu gelişimlerden biri de tahmin denkleminde Fourier terimlerinin eklenmesiyle geliştirilen Fourier birim kök testleridir. Fourier dönüşümü ile serinin zaman boyutundaki bilgi frekans boyutuna dönüştürülmektedir. Fourier testleri ile bu dönüşüm aracılığıyla model denkleminde trigonometrik terimler ilave edilmekte bu sayede olası yapısal kırılmaların sayısı, formu ve zamanı hakkında önsel varsayımlarda bulunma gerekliliği ortadan kalkmaktadır (Enders ve Lee, 2004: 2). Çalışmada, Christopoulos ve León-Ledesma (2010) tarafından geliştirilen FADF ve Becker, Enders ve Lee (2006) tarafından geliştirilen FKPSS birim kök testleri kullanılmıştır. FADF birim kök testi, iki aşamalı bir test yapısını ifade etmekte ve buna göre Fourier terimlerinin anlamlılığının sınanması serinin durağan olarak belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. FADF birim kök fonksiyonu aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir;

$$\Delta v_t = \alpha_1 v_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta v_{t-j} + u_t$$

Denklemden boş hipotez birim kök sürecini ( $\alpha_1 = 0$ ) gösterirken, alternatif hipotez FADF testi için doğrusal formda durağanlığı ifade etmektedir. Değişkenlerin birim köklü olup olmadıklarını inceledikten sonra Fourier trigonometrik terimlerin anlamlılığının sınanması gerekmektedir. F test istatistik değeri kritik değerden küçük ise F trigonometrik terimi anlamsız olmakta bu nedenle geleneksel ADF birim kök testi ile desteklenmesi gerekmektedir. FKPSS birim kök testi, zaman serilerinde bilinmeyen formlarda ve sayılarda meydana gelen kademeli kırılmalar ile deterministik bileşenlerinin tespiti için kullanılmaktadır. FKPSS birim kök testi durağanlık sınaması yaparken Fourier tipi bir fonksiyonun frekans bileşenini kullanmaktadır. FKPSS testine ait denklem aşağıda yer almaktadır;

$$\Delta v_t = \delta_1 v_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta v_{t-j} + u_t$$

Denklemden doğrusal olmayan trendin yokluğunu gösteren temel hipotez ( $\delta_1 = 0$ ) gösterirken, alternatif hipotez birim kökün varlığını ifade etmektedir. FKPSS testinde değişkenlerin durağanlıklarını incelemeye önce, F(k) değerlerinin Fourier kritik değerlerinden büyük olup olmadığı belirlenmelidir. F(k) değeri % 5 kritik değerden küçük olduğunda, doğrusal olmayan trendin anlamsız olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilememekte, doğrusal dışı trendin yokluğu (doğrusallık) kabul edilmektedir. FKPSS birim kök testinde, F(k) değerinin anlamlı bulunması halinde değişkenlerin durağan olup olmadıkları yorumlanmaktadır. Aksi halde geleneksel birim kök testlerinden, KPSS birim kök testine başvurulmaktadır. FKPSS birim kök testinde, hesaplanan test istatistik değerleri kritik tablo değerlerinden küçük ise, temel hipotez reddedilemez diğer bir ifade ile seride birim kök bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Çalışmada öncelikle FADF ve FKPSS birim kök testleri uygulanmış, geleneksel ADF birim kök testi ve KPSS birim kök testleri ise sırasıyla; FADF ve FKPSS birim kök testlerini desteklemek için kullanılmıştır. Tablo 3'te AB için FADF birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 3:** AB için FADF Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY								
Değişkenler	S. FADF	k	O. G.	F(k)	S-T. FADF	k	O. G.	F(k)
LKCO <sub>2</sub>	1.07707	1	0	21.79548	-2.34516	1	0	13.34772
LGDP	-1.90189	1	1	33.45240	-2.44908	1	0	30.38257
1.FARK								
Değişkenler	S. FADF	k	O. G.	F(k)	S-T. FADF	k	O.G.	F(k)
ΔLKCO <sub>2</sub>	-7.10327	2	1	3.18541	-7.12145	2	1	2.85579
ΔLGDP	-5.11093	3	0	6.35095	-5.87918	3	1	5.20804
<b>Kritik Değ.</b>	%1	%5	%10					
	0.043	0.043	0.042					

Tablo 3'te yer alan "k" sütunu minimum frekans sayısını; O.G. sütunu optimal gecikme uzunluğunu; F(k) değeri ise trigonometrik terimlerin anlamlılığı için hesaplanan F istatistiği değerini; S. FADF sabitli durum ve S-T. FADF ise sabitli-trendli durumda birim kök test istatistiği değerini, Kritik Değ. ise %1 %5 ve %10 anlamlılık düzeylerindeki tablo değerlerini ifade etmektedir. FADF birim kök testinde, F trigonometrik terimlerinin kullanılabilmesi için serilerin düzeyde durağan bulunması gerekmektedir. Tablo- 3'de AB'ye ait değişkenlerde FADF birim kök testi sonuçları yer almaktadır. Hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde değişkenlerinin S.FADF değerleri %5 tablo değeri olan 0.043 değerinden büyük olduğu için serilerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Serilerin birim köklü olması fark alma işlemini gerektirmekte aynı zamanda Fourier terimlerinin anlamlılığının test edilmesini engellemektedir. Değişkenlere fark alma işleminin uygulanmasıyla durağan hale geldikleri görülmektedir. Tablo 4'te AB için FKPSS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 4:** AB için FKPSS Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY						
Değişkenler	S. FKPSS	k	F(k)	S-T. FKPSS	k	F(k)
LKCO <sub>2</sub>	0.25115	1	24.14446	0.20639	2	13.49651
LGDP	0.29106	1	50.41595	0.37669	3	26.10749
1. FARK						
Değişkenler	S. FKPSS	k	F(k)	S-T. FKPSS	k	F(k)
ΔLKCO <sub>2</sub>	0.41850	5	2.73528	0.02921	1	2.74841
ΔLGDP	0.32789	2	0.94118	0.05260	1	2.71321
<b>Kritik Değ.</b>	%1	%5		<b>Kritik Değ.</b>	%1	%5
	6.73	4.92			6.87	4.97
<b>S.FKPSS</b>	K=1 için; 0.1720			<b>S-T.FKPSS</b>	K=1 için; 0.0546	
<b>Kritik</b>	K=2 için;0.4152			<b>Kritik</b>	K=2 için; 0.1321	
<b>Değ.</b>	K=5 için; 0.4626			<b>Değ.</b>	K=3 için; 0.1423	



Tablo 4'te yer alan "k" sütunu minimum frekans sayısını; F(k) değeri ise trigonometrik terimlerin anlamlılığı için hesaplanan F istatistiği değerini; S. FKPSS sabitli durum ve S-T. FKPSS ise sabitli-trendli durumda birim kök test istatistiği değerini, Kritik Değ.; ise Fourier terimlerine ait %1 ve %5 kritik değerlerini ifade etmektedir. Tablo- 4'te AB'ye ait değişkenlerde FKPSS birim kök test sonuçları yer almaktadır. FKPSS birim kök testinin yorumlanabilmesi için ilk olarak Fourier terimlerinin anlamlılığının test edilmesini gerekmektedir. F trigonometrik terimlerinin, kritik değerlerden büyük olması Fourier katsayılarının anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Fourier terimlerinin anlamlı bulunması, değişkenler için FKPSS birim kök testinin uygulanabileceğini belirtmektedir. Tablo-4'te yer alan AB'ye ait değişkenlerde F(k) değerleri, %5 kritik değerden (4.92) büyük olduğu için Fourier terimlerinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fourier terimlerinin anlamlı bulunması halinde FKPSS birim kök test sonuçlarını yorumlamak mümkündür. LKCO<sub>2</sub> ve LGDP değişkenlerine ait; sabitli durum için S. FKPSS değeri, tablo değerinden büyük olduğu için değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sabitli ve trendli durum için S-T. FKPSS değeri, tablo değerinden büyük olduğu için değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenlerin durağanlaşması için fark alma işlemi uygulanmıştır. Sabitli durum için fark alındığında değişkenlerin, S. FKPSS değeri, tablo değerinden küçük olduğu için durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Sabitli-trendli durum için fark alındığında değişkenlerin, S-T. FKPSS değeri, tablo değerinden küçük olduğu için durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmaya, FADF ve FKPSS testlerini desteklemek için, geleneksel ADF ve KPSS birim kök testleri ile devam edilmiştir. Tablo 5'te geleneksel ADF ve geleneksel KPSS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 5:** AB için Geleneksel ADF ve KPSS Birim Kök Test Sonuçları

ADF	Değişkenler	Düzye		Değişkenler	1. Farkta	
		Sabitli	Sabitli-Trendli		Sabitli	Sabitli-Trendli
Birim Kök Testi	LKCO <sub>2</sub>	1.38305	-1.74016	ΔLKCO <sub>2</sub>	-4.03325	-4.65772
	LKGDP	-0.49574	-2.20650	ΔLKGDP	-4.60805	-5.12426
	Kritik Değ.	%1	%5	Kritik Değ.	%1	%5
		-3.56237	-2.91900		-4.14582	-3.49865
KPSS	Değişkenler	Düzye		Değişkenler	1. Farkta	
		Sabitli	Sabitli-Trendli		Sabitli	Sabitli-Trendli
Birim Kök Testi	LKCO <sub>2</sub>	1.16717	0.29791	ΔLKCO <sub>2</sub>	0.43084	0.06340
	LKGDP	0.91882	0.33326	ΔLKGDP	0.06764	0.07469
	Kritik Değ.	%1	%5	Kritik Değ.	%1	%5
	Sabitli	0.739	0.463	Sabitli	0.739	0.463
	Trendli	0.216	0.146	Trendli	0.216	0.146

Tablo 5'te AB için ADF birim kök test sonuçlarına göre, düzey değerlerinde hem sabitli modelde hem de sabitli-trendli modelde test istatistiği değeri, kritik değerden mutlak değer olarak küçük olduğu için temel hipotez reddedilememektedir. Bu sonuç serinin düzeyde birim köklü olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda serinin birinci farkı alınarak hem sabitli hem de sabitli-trendli modelde değişkenlere ait test istatistik değerinin kritik değerlerden mutlak değerce büyük olması istenmektedir. Tablo 5'te ADF birim kök testi için farkı alınmış serilerin test istatistik değerlerinin kritik değerlerden mutlak değerce büyük olduğu ve alternatif hipotezin kabul edildiği görülmektedir. LKCO<sub>2</sub> ve LKGDP değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan olduklarına karar verilmiştir. KPSS testinde diğer birim kök testlerinden farklı olarak temel hipotez seri durağandır şeklinde kurulmaktadır. KPSS birim kök test sonuçlarına göre düzey değerlerinde hem sabitli hem de sabitli-trendli test istatistik değerleri, kritik değerlerden büyük olduğu için temel hipotez reddedilmektedir. Bu sonuç değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda değişkenlerin birinci farkı alınarak hem sabitli hem de sabitli-trendli modellerde değişkenlere ait test istatistik değerinin kritik değerlerden küçük olması istenmektedir. Tablo 5'te KPSS birim kök testi için farkı alınmış serilerin test istatistik değerlerinin kritik değerlerden küçük olduğu için temel hipotezin kabul edildiği görülmektedir. LKCO<sub>2</sub> ve LKGDP değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan olduklarına karar verilmiştir. Değişkenlerin, FADF ve FKPSS birim kök testlerinde I(1) düzeyinde durağan hale geldiği ayrıca

geleneksel birim kök testlerinden ADF ve KPSS testlerinde de I(1) düzeyinde durağan hale geldiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmaya eşbütünlük analiziyle devam edilmesinin uygun olduğu belirlenmiştir. Tablo 6’da Çin için FADF birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 6:** Çin için FADF Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY								
Değişkenler	S. FADF	k	O. G.	F(k)	S-T. FADF	k	O.G.	F(k)
LKCO <sub>2</sub>	1.07707	1	0	21.79548	-2.34516	1	0	13.34772
LGDP	-1.90189	1	1	33.45240	2.44908	1	0	30.38257
1.FARK								
Değişkenler	S. FADF	k	O. G.	F(k)	S-T. FADF	k	O. G.	F(k)
ΔLKCO <sub>2</sub>	-7.10327	2	1	3.18541	-7.12145	2	1	2.85579
ΔLGDP	-5.11093	3	0	6.35095	-5.87918	3	1	5.20804
<b>Kritik Değ.</b>	%1 0.043	%5 0.043	%10 0.042					

Tablo 6 ‘da Çin’e ait değişkenlerde, FADF birim kök test sonuçları yer almaktadır. Hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde değişkenlerinin S.FADF değerleri %5 tablo değeri olan 0.043 değerinden büyük olduğu için serilerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Serilerin birim köklü olması fark alma işlemi gerektirmekte aynı zamanda Fourier terimlerinin anlamlılığının test edilmesini engellemektedir. Değişkenlere fark alma işleminin uygulanmasıyla durağan hale geldikleri görülmektedir. Tablo 7’de Çin için FKPS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 7:** Çin için FKPS Birim Kök Test Sonuçları

DÜZEY						
Değişkenler	S. FKPS	k	F(k)	S-T. FKPS	k	F(k)
LKCO <sub>2</sub>	1.65312	1	26.0325	0.19676	1	41.82136
LGDP	0.20082	1	10.1958	0.19287	2	14.06837
1. FARK						
Değişkenler	S. FKPS	k	F(k)	S-T. FKPS	k	F(k)
ΔLKCO <sub>2</sub>	0.28208	2	0.72107	0.05260	1	2.64243
ΔLGDP	0.29069	4	0.94118	0.04271	1	2.71321
<b>Kritik Değ.</b>	%1 6.73	%5 4.92	<b>Kritik Değ.</b>		%1 6.87	%5 4.97
<b>S.FKPS</b>	K=1 için; 0.1720			<b>S-T.FKPS</b>	K=1 için; 0.0546	
<b>Kritik</b>	K=2 için; 0.4152			<b>Kritik</b>	K=2 için; 0.1321	
<b>Değ.</b>	K=4 için; 0.4592			<b>Değ.</b>		

Tablo 7’de yer alan Çin’e ait değişkenlerde düzeyde F(k) değerleri, kritik değerlerden büyük olduğu için Fourier terimlerinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fourier terimlerinin anlamlı bulunması halinde FKPS birim kök test sonuçlarını yorumlamak mümkündür. LKCO<sub>2</sub> ve LGDP değişkenlerine ait; sabitli durum için S. FKPS değeri, tablo değerinden büyük olduğu için değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sabitli ve trendli durum için S-T. FKPS değeri, tablo değerinden büyük olduğu için değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenlerin durağanlaşması için fark alma işlemi uygulanmıştır. Sabitli durum için fark alındığında değişkenlerin, S. FKPS değeri, tablo değerinden küçük olduğu için durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Sabitli-trendli durum için fark alındığında değişkenlerin, S-T. FKPS değeri, tablo değerinden küçük olduğu için durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada geleneksel ADF birim kök testi, FADF birim kök testini, geleneksel KPSS birim kök testi ise FKPS birim kök testini desteklemek için kullanılmıştır. Tablo 8’de geleneksel ADF ve geleneksel KPSS birim kök test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 8:** Çin için Geleneksel ADF ve KPSS Birim Kök Test Sonuçları

ADF	Değişkenler	Düzy		Değişkenler	1. Farkta	
		Sabitli	Sabitli-Trendli		Sabitli	Sabitli-Trendli
Birim Kök Testi	LKCO <sub>2</sub>	1.46419	-1.31268	ΔLKCO <sub>2</sub>	-3.91650	-3.84851
	LKGDP	-2.62847	-3.08289	ΔLKGDP	-5.45670	-5.64393
	Kritik Değ.	%1	%5	Kritik Değ.	%1	%5
		-3.56237	-2.91900		-4.14582	-3.49865
KPSS	Değişkenler	Düzy		Değişkenler	1. Farkta	
		Sabitli	Sabitli-Trendli		Sabitli	Sabitli-Trendli
Birim Kök Testi	LKCO <sub>2</sub>	1.24667	0.28689	ΔLKCO <sub>2</sub>	0.25604	0.09531
	LKGDP	1.21879	0.16793	ΔLKGDP	0.08357	0.04524
	Kritik Değ.	%1	%5	Kritik Değ.	%1	%5
	Sabitli	0.739	0.463	Sabitli	0.739	0.463
	Trendli	0.216	0.146	Trendli	0.216	0.146

Tablo 8’de Çin için ADF birim kök test sonuçlarına göre düzey değerlerinde hem sabitli modelde hem de sabitli-trendli modelde test istatistiği değeri, kritik değerden mutlak değer olarak küçük olduğu için temel hipotez reddedilememektedir. Bu sonuç serinin düzeyde birim köklü olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda serinin birinci farkı alınarak hem sabitli hem de sabitli-trendli modelde değişkenlere ait test istatistik değerinin mutlak değerce kritik değerlerden büyük olması istenmektedir. Tablo 8’de ADF birim kök test sonuçlarına göre farkı alınmış serilerin test istatistik değerlerinin mutlak değerce kritik değerlerden büyük olduğu ve alternatif hipotezin kabul edildiği görülmektedir. LKCO<sub>2</sub> ve LKGDP değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan olduklarına karar verilmiştir. KPSS birim kök test sonuçlarına göre düzey değerlerinde hem sabitli hem de sabitli-trendli test istatistik değerleri, kritik değerlerden büyük olduğu için temel hipotez reddedilmektedir. Bu sonuç değişkenlerin düzeyde birim köklü olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda değişkenlerin birinci farkı alınarak hem sabitli hem de sabitli-trendli modellerde değişkenlere ait test istatistik değerinin kritik değerlerden küçük olması istenmektedir. Tablo 8’de KPSS birim kök testi için farkı alınmış serilerin test istatistik değerlerinin kritik değerlerden küçük olduğu için temel hipotezin kabul edildiği görülmektedir. LKCO<sub>2</sub> ve LKGDP değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan olduklarına karar verilmiştir. Değişkenler I(1) ’de durağan hale geldiği için analize eşbütünleşme yöntemiyle devam edileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan birim kök testleri sonucunda değişkenlerin durağanlaşma derecelerinin I(1) olduğu tespit edilmiş ve aralarındaki uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisinin tespiti için Tsong, Lee, Tsai ve Hu (2016)’nın Fourier eş bütünleşme (FSHIN) testi ile sınanmıştır. Bu eş bütünleşme testinde ilk olarak test istatistiği değerlerinin sonuçlarına bakılıp bu değer Tsong vd. (2016) yılındaki çalışmasında yer alan kritik değerler ile karşılaştırılmalıdır. Test istatistiği değerinin kritik değerden büyük çıkması durumunda eş bütünleşmenin olduğunu savunan H<sub>0</sub> hipotezi reddedilerek eş bütünleşmenin olmadığını savunan H<sub>1</sub> hipotezi kabul edilecektir. Bu durumda Fourier trigonometrik terimlerinin anlamlı olup olmadığına bakmaya gerek kalmamaktadır. Ancak test istatistiği değerinin kritik değerden küçük çıkması halinde eş bütünleşme ilişkisi olduğunu savunan H<sub>0</sub> hipotezi kabul edilecek ve değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılabacaktır. Bu durumda eş bütünleşme ilişkisi bulunan değişkenlerin Fourier trigonometrik terimlerinin anlamlı olup olmadığına bakılmalıdır. Fourier katsayıları Tsong vd. nin (2016) yılındaki çalışmalarında yer alan F-kritik değerleriyle karşılaştırılmalıdır. Fourier katsayıları F-kritik değerlerinden büyük çıkarsa Fourier trigonometrik teriminin anlamsız olduğunu ifade eden temel hipotez reddedilerek Fourier katsayılarının anlamlı olduğu sonucuna ulaşılabacaktır (Tsong vd. ,2016: 1087-1088). Çalışmada, bilinmeyen form ve sayıdaki yapısal kırılmaları modele dahil eden FSHIN eş bütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Tablo 9’da AB için FSHIN eş bütünleşme sonuçları yer almaktadır.

Tablo 9: AB için FSHIN Eş bütünleşme Sonuçları

Modeller	Bağımlı Değ.	Bağımsız Değ.	kmin	Gec. Uz.	Test İstatistiği	Fourier Kat.
Model-1	$\Delta LKCO_2$	$\Delta LKGDP$	2	4	0.191888	30.56272
Model-2	$\Delta LKCO_2$	$\Delta LKGDP,$ $\Delta LKGDP^2$	3	4	0.161337	38.10407

Kmin:2 ve tek bağımsız değişken için kritik değer; 0.276  
Kmin:3 ve iki bağımsız değişken için kritik değer; 0.202  
Fourier kritik değerleri %1, %5 ve %10 için sırasıyla; 5.774, 4.066, 3.352

Tablo 9’da AB için FSHIN eş bütünleşme sonuçlarına göre, modellere ait hesaplanan test istatistik değerlerinin kritik değerlerden küçük olması, eş bütünleşme ilişkisi olduğu temel hipotezini doğrulamaktadır.  $\Delta LKCO_2$  emisyonu ile  $LKGDP$  arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı söz konusudur ve aynı zamanda  $\Delta LKCO_2$  emisyonu ile  $LKGDP$ ’nin uzun dönemde beraber hareket ettikleri görülmektedir. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı serilerin düzey değerleriyle gerçekleştirilecek uzun dönem analizinde sahte regresyon sorunu ortaya çıkarmayacaktır. Değişkenler arasında bulunan eş bütünleşme ilişkisi sonucunda Fourier katsayılarının anlamlı olup olmadığının incelenmesi oldukça önemlidir. Fourier katsayıları anlamlı ise FSHIN eş bütünleşme sonuçlarını kullanarak uzun dönem tahminine geçebiliriz. Fourier hesaplanan test istatistiğinin Fourier kritik değerinden büyük çıkması, Fourier terimlerinin anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Fourier terimlerinin anlamlılığı, FSHIN eş bütünleşme testini kullanacağımızı ve uzun dönemli ilişkiyi sınavacağımızı belirtmektedir. Eş bütünleşme ilişkisi bulunan değişkenlerin uzun dönem katsayıları Stock-Watson (1993) tarafından geliştirilen Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi yani DOLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu yöntem de standart hatalar düzeltilerek modele eklendiği için DOLS yöntemine ait test istatistiği değerlerinin 2.5 ve üzerinde değer alması durumunda %1; 1.96 ve üzerinde değer alması durumunda %5; 1.64 ve üzerinde değer alması durumunda ise %10 kritik değerleriyle tahmin edilip yorumlanmaktadır. AB için DOLS yöntemine ait sonuçlar Tablo 10’da yer almaktadır.

Tablo 10: AB için DOLS Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Modeller	Değişkenler	Katsayı	Test İstatistiği
Model-1	LKGDP	0.42772	2.428
	C	-0.01414	-2.973
	SIN	0.00821	2.289
	COS	0.0077	1.773
Model-2	LKGDP	0.55324	2.499
	$LKGDP^2$	-0.45235	-2.499
	C	-0.0576	-1.791
	SIN	-0.0040	-0.455
	COS	-0.0202	-2.406

Tablo 10’da AB’ye ait Model-1 için uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Bağımlı değişken olarak  $LKCO_2$ ’nin seçildiği ve bağımsız değişken olarak  $LKGDP$ ’nin seçildiği modelde hesaplanan test istatistik değerlerinin t-tablo değerinden (1,960) mutlak değerce büyük olması, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Model-1’e ait eşitlik aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Model-1: } \Delta LKCO_2 = 0.4277 \Delta LKGDP \quad (1)$$

Model-1 sonuçlarına göre,  $LKGDP$ ’de meydana gelen %1 lik artış  $LKCO_2$  ‘i %0.42 arttırmaktadır.  $LKGDP$  katsayısının pozitif olması;  $LKGDP$  ile  $LKCO_2$  arasında pozitif artan bir ilişkinin varlığını göstermektedir. ÇKE hipotezinin yorumlanabilmesi için Model-2 kullanılacaktır. Model-2’ye ait eşitlik aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Model-2: } \Delta LKCO_2 = 0.55324 \Delta LKGDP - 0.45235 \Delta LKGDP^2 \quad (2)$$

Model-2 sonuçlarına göre, LKGDP’de meydana gelen %1 lik artış LKCO<sub>2</sub> ‘i %0.55 arttırmaktadır. LKGDP<sup>2</sup>’de meydana gelen %1 lik artış LKCO<sub>2</sub> ‘yi %0.45 azaltmaktadır. LKGDP katsayısının pozitif ve LKGDP<sup>2</sup> katsayısının negatif çıkması ÇKE hipotezinin geçerliliğini destekler niteliktedir. Tablo 11’de Çin için FSHIN eş bütünleşme sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 11:** Çin için FSHIN Eşbütünleşme Sonuçları

Modeller	Bağımlı Değ.	Bağımsız Değ.	kmin	Gec. Uz.	Test İstatistiği	Fourier Kat.
Model-1	$\Delta LKCO_2$	$\Delta LKGDP$	2	4	0.110715	8.04249
Model-2	$\Delta LKCO_2$	$\Delta LKGDP$ , $\Delta LKGDP^2$	2	4	0.099101	29.78364

Kmin:2 ve tek bağımsız değişken için kritik değer; 0.276  
Fourier kritik değerleri %1, %5 ve %10 için sırasıyla; 5.774, 4.066, 3.352

Tablo 11 sonuçlarına göre, modellere ait hesaplanan test istatistik değerlerinin kritik değerlerden küçük olması, eş bütünleşme ilişkisi olduğu temel hipotezini doğrulamaktadır. LKCO<sub>2</sub> emisyonu ile LKGDP arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı söz konusudur. Fourier hesaplanan test istatistiğinin Fourier kritik değerinden büyük çıkması Fourier terimlerinin anlamlı olduklarını ifade etmektedir. Fourier terimlerinin anlamlılığı, FSHIN eş bütünleşme testini kullanacağımızı ve uzun dönemli ilişkiyi sınyacağımızı belirtmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını sınyamak amacıyla uygulanan DOLS uzun dönem katsayı tahminine ait sonuçlar Tablo 12’de yer almaktadır.

**Tablo 12:** Çin için DOLS Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Modeller	Değişkenler	Katsayı	Test İstatistiği
Model-1	LKGDP	-0.11030	-0.679
	C	-0.00758	-0.059
	SIN	0.01782	2.906
	COS	0.00547	0.664
Model-2	LKGDP	0.00154	0.348
	LKGDP <sup>2</sup>	0.00757	-0.348
	C	-0.03517	-1.406
	SIN	0.00757	0.588
	COS	0.02055	1.005

Tablo 12 sonuçlarına göre, hesaplanan test istatistik değerlerinin t-tablo değerinden (1,960) küçük olması değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmadığını belirtmektedir. Bu ilişkinin yorumlanabilmesi için Çin için Model-1 kullanılacaktır Model-1’e ait eşitlik aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Model-1: } \Delta LKCO_2 = -0.11030\Delta LKGDP \quad (1)$$

Model-1 de yer alan LKGDP değişkeninin test istatistik değeri t-tablo değerinden küçük olduğu için uzun dönemli ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Model-2’ye ait eşitlik aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Model-2: } \Delta LKCO_2 = 0.00154\Delta LKGDP + 0.00757 \Delta LKGDP^2 \quad (2)$$

Model-2 de yer alan LKGDP ve LKGDP<sup>2</sup> değişkenlerinin test istatistik değerleri t-tablo değerinden küçük olduğu için uzun dönemli ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Uzun dönem tahmini gerçekleştiremediğimizden dolayı Çin için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. AB ve Çin’i karşılaştırmış olduğumuz çalışmamızda, elde edilen bulgular sonucunda AB’nin ÇKE Hipotezini desteklemesi, üretimini yaparken temiz teknoloji kullanarak çevreyi koruduğunu, sürdürülebilir kalkınmaya önem verdiğini, gelecek nesilleri koruduğunu göstermektedir. Ekonomi formlarında Dünyayı en çok kirleten ülkelerin ABD, Çin ve Hindistan olduğu ifade edilmektedir. Çalışmanın sonucunda Çin’in ÇKE Hipotezini desteklememesi bu ifadeyi doğrular niteliktedir.

## 6. SONUÇ

1990'lı yıllardan günümüze kadar küresel ısınma ve iklim değişiklikleri, gündem de yer alan konular arasındadır. İklim değişikliklerinin ülkelere olan etkisi, politikacıların iktisadi büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye vermiş oldukları önemi arttırmıştır. Politikacıların vermiş oldukları önemin yanı sıra çeşitli kuruluşlar, iklim değişikliklerini ön plana almak için çeşitli faaliyetler düzenleyerek atmosferdeki sera gazı ve karbondioksit salınım miktarının azaltılması gerektiğini vurgulamaktadırlar. 1997 yılında hazırlanan ve Birleşmiş Milletler' in öncü olduğu Kyoto Protokolü, bu amacı gerçekleştirmek için ekonomilerin onayına sunulmuştur. Kyoto Protokolü gibi küresel bağlayıcı anlaşmaların olmasına rağmen, dünyadaki sera gazı salınımı artmaya devam etmektedir. Özellikle 1990'lı yılların sonrasında, gelişmiş ekonomilerde hem çevre kirliliğini baz alan yasal düzenlemeler hem de bireylerin çevreye olan tutum ve davranışlarının arttığı bir gerçektir. Politikacılar iktisadi büyüme hedefleriyle ülke refahını artırırken, çevreye yönelik gereken yasal düzenlemeleri yaparak çevrenin zarar görmemesini veya minimum düzeyde zarar görmesini hedeflemektedirler.

Çevresel kirliliğin yol açacağı bozulmalar dikkate alınmadan yalnızca iktisadi büyümeye odaklanması, gelecekte çevresel bozulmada artışa neden olacaktır. Çevrede meydana gelen bozulmalar, tarıma dayalı üretimi, insan sağlığını ve doğal düzeni zincirleme şekilde etkileyerek doğal afetlere yol açacaktır. Tüm çevresel olumsuzluklar ülke ekonomileri için de sorun oluşturmaktadır. 1990'lı yıllardan itibaren çevresel kirliliği ve sorunlarının artması dünya gündemini çevresel konulara yöneltmiştir. Bu konuyu temel alan Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, ülkelerin iktisadi büyümelerini arttırmalarının çevresel sorunları azaltacağı temeline dayanmaktadır.

Bu çalışmada, ÇKE hipotezinin geçerliliği AB ve Çin ekonomileri için 1970-2020 dönemine ait zaman serileriyle FSHIN eş bütünlüme analizi ve DOLS uzun dönem katsayı tahmincisi kullanılarak incelenmiştir. AB için, 1970-2020 döneminde FADF, FKPSS, geleneksel ADF ve KPSS birim kök test sonuçlarına göre değişkenlerin birinci farklarında durağan olduğu tespit edilmiş ve bu durağanlık sonucunda analize eş bütünlüme testi ile devam edilmiştir. Çalışmada, FSHIN eş bütünlüme testi uygulanarak LCO<sub>2</sub> emisyonu ile LKGDP arasında ilişkisi bulunmuş ve ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığının belirlenmesi için DOLS uzun dönem katsayı tahmincisi kullanılmıştır. Uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, AB'de ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Bu durum AB gibi kalkınmış ülke için literatürde yer aldığı gibi beklenen bir sonuçtur. Çin için, FADF FKPSS, geleneksel ADF ve KPSS birim kök test sonuçlarına göre değişkenlerin birinci farklarında durağan olduğu tespit edilmiş ve bu durağanlık sonucunda analize eş bütünlüme testi ile devam edilmiştir. FSHIN eş bütünlüme testi ile LCO<sub>2</sub> emisyonu ve LKGDP arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Modellerde değişkenler arasında bir eş bütünlüme ilişkisi bulunmuş ancak modellere ait DOLS uzun dönem katsayı sonuçlarının anlamlı olmadığına ulaşılmıştır. Bu sonuç Çin'in ÇKE hipotezini desteklemediğini göstermektedir. Bir yükselen piyasa ekonomisi olan Çin için bu durum literatürde yer aldığı gibi beklenen bir sonuçtur. Çünkü Dünyanın en büyük kirleticilerinden biridir. Bu nedenle Çin'in uzun dönemde fosil kaynak kullanımını azaltarak çevresel kirliliği ve fosil kaynaklara olan bağımlılığını azaltması gerektiği düşünülmektedir. Çevresel kirliliği azaltacak sürdürülebilir bir büyüme performansı için yenilenebilir enerji politikalarını artırarak devam ettirmeli, karbondioksit salınımını azaltmaya hassasiyet göstermelidir.

### Kaynakça

- Acaravcı, A. ve Öztürk, İ. (2010), On The Relationship Between Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth İn Europe, *Energy*, 35, 5412-5420.
- Akbostancı, E., Türüt Aşık, S. ve Tunç, G. İ. (2006), İmalat Sanayi ve Kirlilik: Bir Kirli Endüstri Sığınağı Olarak Türkiye, *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 60(1), 1, 1-28.
- Akyıldız, B. (2008), Çevresel Etkinlik Analizi: Kuznets Eğrisi Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Alam, M., Murad, W., Noman, A.H. ve Öztürk, İ. (2016), Relationships Among Carbon Emissions, Economic Growth, Energy Consumption And Population Growth: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis For Brazil, China, India And Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 466-479.
- Aydın, C. ve Esen, Ö. (2017), The Validity Of The Environmental Kuznets Curve Hypothesis For CO<sub>2</sub> Emissions In Turkey: New Evidence From Smooth Transition Regression Approach, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,14(39), 101-116
- Azam, M. ve Khan, A. Q. (2016), Testing The Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Comparative Empirical Study For Low, Lower Middle, Upper Middle And High Income Countries, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 63, 556–567.
- Bayraktutan, Y. ve Uçak S. (2011), Ekolojik İktisat Ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 3(4), 17-36.
- Becker, R., Enders, W., Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks.", *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381–409.
- Begum, R.A., Sohag, K., Abdullah, S.M.S. ve Jaafar, M. (2015), CO<sub>2</sub> Emissions, Energyconsumption, Economic And Population Growthin Malaysia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
- BP 2020 Dünya Enerji Raporu Özeti. <https://www.dunyaenerji.org.tr/bp-2020-dunya-enerji-raporu-ozeti/> . (E.T: 13.06.2022).
- Cao, X., Kleit, A. ve Liu, C. (2016). Why Invest in Wind Energy? Career Incentives and Chinese Renewable Energy Politics. *Energy Policy*, 99, 120-131.
- Christopoulos, D. K., León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates.", *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076–1093.
- Deacon, R. ve Norman, C. S. (2004). Does the Environmental Kuznets Curve Describe How Individual Countries Behave?. UCSB Working Papers.
- Dickey, D. A., Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit Root.", *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Enders, W., Lee, J. (2004). Testing for a unit root with a nonlinear Fourier function." In *Econometric Society 2004 Far Eastern Meetings*, 457, 1-47.
- Gujarati, N. Domadar Porter, C. D. (2016), *Temel Ekonometri*. Gülay Günlük Şenesen, 5. Basım, İstanbul, Literatür Yayınları (Çev.Ümit Şenesen).
- Grossman, G. M., Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER Working Paper. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w3914/w3914.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf) (E.T: 05.04.2022).
- Jalil, A. ve Feridun, M. (2011), The İmpact Of Growth, Energy And Financial Development On The Environment İn China: A Cointegration Analysis, *Energy Economics*, 33, 284-291.
- Kılıç, R. ve Akalın, G. (2016), Türkiye’de Çevre Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Ardl Sınır Testi Yaklaşımı, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,16(2), 49-60.
- Korkmaz, N., Kalaycı, S. ve Öztürk, A.(2017),The Relationship Between Energy Use, CO<sub>2</sub> Emission And Economic Growth İn OPEC Countries, *Route Educational and Social Science Journal*, 4(8), 448-455.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lebe, F. (2016), Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.

- Lise, W. ve Montfort, K. V. (2007), Energy Consumption And Gdp In Turkey: Is There A Co-Integration Relationship?, *Energy Economics*,29(6), 1166-1178.
- Öztürk, S. ve Gülen, M. İ. (2019), Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16) 219–227.
- Paris Anlaşması nedir? <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> . (E.T: 12.06.2022).
- Polat, B. (2021), Yapısal Kırılma ve Fourier Eşbütünleşme Analizi: Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliğinin Sınanması, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- Ravanoğlu, G. A., Bostan, A. ve Yılmaz, A. (2018), Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Kırgızistan Ekonomisinde Geçerliliği: Ardl Sınırlar Testi Yaklaşımı, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 127-142.
- Riti, J. S., Song, D., Shu, Y. ve Kamah, M. (2017), Decoupling CO2 Emission And Economic Growth İn China: Is There Consistency İn Estimation Results İn Analyzing Environmental Kuznets Curve?, *Journal of Cleaner Production*, 166, 1448-1461.
- Saatçi, M. ve Dumrul Y. (2011), Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Yöntemiyle Tahmini, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 66(37), 65-86.
- Saboori, B., Sulaiman, J. ve Mohd, S. (2012), Economic Growth And CO2 Emissions İn Malaysia: A Cointegration Analysis Of The Environmental Kuznets Curve, *Energy Policy*, 51, 184-191.
- TC. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/cevre-20180222082618.pdf>. (E.T:12.06.2022).
- Tsong, C.C., Lee, C.F., Tsai, L.J. ve Hu, T.C. (2016), The Fourier Approximation And Testing For The Null Of Cointegration, *Empirical Economics*, 51(3),1085–1113.
- Ulucak, R. ve Erdem, E. (2012). Çevre - İktisat İlişkisi ve Türkiye’de Çevre Politikalarının Etkinliği", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi Economics-Environment And The Efficiency Of Environmental Policies In Turkey*, 4(6), 78-98.
- Uysal, D. ve Yapraklı, H. (2016), Kişi Başına Düşen Gelir, Enerji Tüketimi ve Karbondioksit (Co2) Emisyonu Arasındaki İlişkinin Yapısal Kırılmalar Altında Analizi: Türkiye Örneği, *Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 31, 186-202.
- Yurtkuran, S. ve Terzi, H. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 20, 267-284.