
ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TÜRKİYE EKONOMİSİNDE GEÇERLİLİĞİNİN AMPİRİK ANALİZİ

Fatih GÜZEL¹

Öz

Gelişme sürecinde ekonomilerin çevre üzerindeki etkileri, özellikle 20. ve 21. yüzyılda yaşanan çevresel sorun ve felaketler ile yoğun tartışmaların yaşandığı bir alan haline gelmiştir. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ise çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yorumlanmasında sıklıkla kullanılan yöntemler arasındadır. Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi için Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliği araştırılmaktadır. 1960 – 2015 dönemi yıllık veri seti ile karbondioksit emisyonu, gelir ve enerji tüketimi değişkenleri ARDL eşbütünleşme testi yardımıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, uzun dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin öngördüğü şekilde bir ilişki Türkiye ekonomisi için geçerli değildir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi, tersine "U" şeklinde bir ilişki öngörmektedir. Bu, gelir artışının çevre kirliliği üzerinde pozitif (artış) ve ardından negatif (azalış) etkiye sahip olacağı anlamına gelmektedir. Türkiye ekonomisi için "N" şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir. Enerji tüketiminin ise karbondioksit emisyonunu uzun dönemde pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye'nin enerji portföyünün ilgili sonuçlardaki rolü de değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, Türkiye, ARDL Sınır Testi
JEL Sınıflandırması: C01, Q49, Q56

EMPIRICAL ANALYSIS OF VALIDITY OF THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE HYPOTHESIS IN TURKEY'S ECONOMY

Abstract

Especially in the 20th and 21st century, the effects of economic activities on the environment in the development process have become a field where intense discussions occur due to environmental problems and in fact disasters. Environmental Kuznets Curve Hypothesis is one of the frequently used methods in interpreting the relationship between environmental pollution and economic growth. In this study, validity of the environmental Kuznets curve hypothesis is being investigated for Turkey's economy. With the annual data set between 1960 and 2015, carbon dioxide emission, income and energy consumption variables were analyzed via ARDL cointegration test. According to the findings, the long-term relationship the way envisaged by environmental Kuznets curve hypothesis is not valid for Turkey's economy. The Environmental Kuznets Curve hypothesis envisaged an inverse "U" shaped relationship. This means that the increase in income will have a positive (increase) and then a negative (decrease) impact on environmental pollution. "N" shaped relationship was detected for Turkey's economy. It is concluded that energy consumption affects carbon dioxide emissions positively in the long term. The role of Turkey's energy portfolio in these findings is also evaluated.

Keywords: Environmental Kuznets Curve Hypothesis, Turkey, ARDL Bound Test
JEL Classification: C01, Q49, Q56

¹ Arş. Gör. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Kırşehir, Türkiye, fatih_guzel1990@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-4153-3933

DOI: 10.18092/ulikidince.728066

Makalenin Geliş Tarihi (Received Date): 27/04/2020

Yayına Kabul Tarihi (Acceptance Date): 15/10/2020

1.Giriş

Ekonomik açıdan, insanoğlu ile çevre arasındaki ilk önemli etkileşimler tarımsal devrime dayanmaktadır. Tarım devrimi ile yerleşik hayata geçiş, yerleşim yerleri ve şehirlerin kurulması, toplumsal hayatın yeni bir düzene kavuşması söz konusu olmuştur. Sanayi devrimi ise, yeni buluşlar ve buharlı makinelerin kullanılması neticesinde makineleşmiş endüstriyi doğurmuştur. Netice olarak üretim süreçlerinde büyük gelişme sağlanmıştır. Nüfus artışları ve ekonomik tercihler sonucu ortaya çıkan tüketim ihtiyaçları gelişen üretim teknikleri ile kolayca karşılanabilirken, bu süreç çevre ve ekolojik sistem üzerinde çeşitli etkiler doğurmaktadır.

Üretim sürecinde ihtiyaç duyulan enerjinin büyük oranda fosil enerji kaynaklarından sağlanması ve bu kaynakların tüketilmesi sonucu zararlı atıkların oluşması genel olarak çevre kirliliğine neden olmakta, çevre kalitesini olumsuz etkilemekte ve çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. 20. ve 21. yüzyıl toplumlarının karşı karşıya kaldığı ve mücadele içinde olduğu çevresel sorunlar arasında; küresel ısınma, iklim değişikliği, hava/toprak/su kirliliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi konular (UNEP, 1992) yer almaktadır. Çevre sorunlarının çözümü için uluslararası organizasyonlar oluşturulmakta ve iş birlikleri kurulmaktadır. Çevresel sorunların çözümüne ilişkin düzenlemeler, üretim süreçlerinde ek maliyetlere neden olmaktadır. Yatırım ve üretim süreçlerine eklenen bu maliyetler ise ekonomik büyümeyi etkilemektedir (Kılıç ve Akalın, 2016).

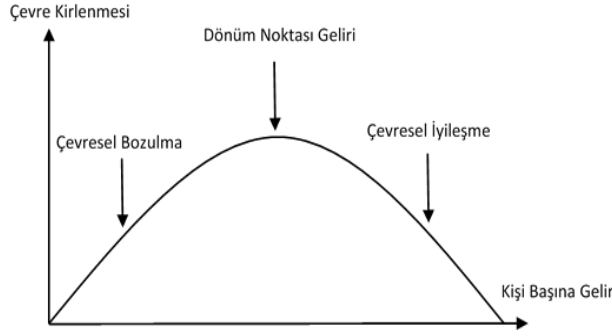
Bu çalışmada, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi yorumlayan Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi Türkiye için test edilecektir. Çalışmanın müteakip bölümleri sırasıyla; ÇKE'ne ilişkin tanıtımın yapıldığı bölüm, konuyla ilgili yapılmış çalışma örneklerinin yer aldığı literatür bölümü, çalışmaya konu olan veriler ve uygulanan testlerin teorik yapısının tanıtıldığı metodoloji bölümü, analizler sonucu edinilen bilgi ve gözlemlerin aktarıldığı bulgular bölümü, çalışmanın tamamı üzerine değerlendirmelerin yapıldığı sonuç bölümü ve kaynakçadan oluşmaktadır.

2. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Simon Kuznets (1955) çalışmasında, ekonomik büyüme ile gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş ve ekonomik büyümeye bağlı olarak kişi başına gelirin arttığını, ancak büyümenin ilk aşamasında gelir adaletsizliğinin de arttığını, ekonomik büyümenin devam etmesi ile sonraki aşamada ise gelir adaletsizliğinin azalmaya başlayacağını belirtmiştir. Bu ilişki grafiksel olarak "Ters U" veya "Çan Eğrisi" şeklinde resmedilmiştir. Ekonomik büyüme ile gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi ifade eden bu süreç Kuznets Eğrisi Yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır.

1980 ve 1990'lı yıllarda yaşanan çevresel felaketler, küresel ısınma, doğal kaynak kullanımındaki artışlar, hava kirliliği gibi çevresel sorunların etkilerinin yoğun şekilde hissedilmeye başlamasıyla birlikte çevre ve enerji, ekonomik büyüme alanında önemli faktörler konumuna gelmiştir (Arı ve Zeren, 2011: 38; Koçak, 2014: 62). Bu gelişmelere paralel olarak, Kuznet Eğrisi yaklaşım 1990'lı yıllarda çevre faktörünü merkeze alarak, çevre kirliliği (veya kalitesi) ile kişi başına gelir perspektifinde yeniden yorumlanmıştır. Yapılan çalışmalarda (Grossman ve Krueger, 1991-1994; Shafik ve Bandyopadhyay, 1992; Panayotou, 1993; Torras ve Boyce, 1998); ekonomik büyüme ile birlikte, çevresel kirlilik düzeyinde önce artış daha sonra azalış meydana geldiği ve dolayısıyla çevresel kirlilik ile kişi başına düşen gelir arasında "Ters U" biçiminde bir ilişkinin olduğu raporlanmıştır. Literatürde bu ilişkiye Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) Hipotezi adı verilmektedir. ÇKE diyagramı aşağıda yer alan Şekil 1 aracılığıyla gözlemlenebilir.

Şekil 1: ÇKE Diyagramı



Kaynak: Yandle vd. (2004).

ÇKE'yi açıklama noktasında üç faktörün etkisi önem arz etmektedir. Bunlar; ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknoloji (teknik) etkisidir (Grossman ve Krueger, 1991:3-4). Ölçek etkisi; ekonomik büyümenin ilk aşamasında üretimi artırmak için daha fazla kaynak ve enerji kullanımını, dolayısıyla oluşacak daha fazla atık ve çevresel kirliliğini ilişkilendirmektedir. Kompozisyon etkisi; ekonominin, faaliyetlerdeki gelişme ve yapısal dönüşümlerle birlikte sırasıyla tarım, sanayi, hizmet ve bilgi ekonomisine geçişlere atıfta bulunmaktadır. Tarımdan sanayi ekonomisine geçişte doğal kaynak kullanımı ve çevre kirliliği artmakta, sanayi ekonomisinden hizmet ve bilgi ekonomilerine geçişte ise doğal kaynak kullanımı ve çevre kirliliği azalmaktadır. Teknoloji (teknik) etkisi; gelirin artması ile üretim tekniklerindeki iyileşme, kaynakların daha verimli kullanımı ve çevreyi daha az kirlüten, daha etkin yeni üretim teknolojilerinin keşfi ve kullanılmasını ifade etmektedir (Ang, 2007: 4773). ÇKE; büyümenin ilk aşamasında hâkim olan ölçek etkisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin, çevresel bozulma etkilerini azaltma eğilimi olan kompozisyon ve teknoloji etkileri ile dengeleneceği ve bu faktörlerin pozitif etkilerinin ekonomik büyüme sürecinde daha ağır basacağını ileri sürmektedir (Dinda, 2004: 435-436).

3. Literatür Özeti

ÇKE'ye ilişkin literatür 1990'lı yıllardan itibaren gelişim göstermiştir. Yaşanan çevresel felaketler ve sorunların daha net şekilde gözlemlenebilir konuma gelmesini müteakip konuya olan ilgi ve gerçekleştirilen çalışmalarda da artmıştır. Örneklem olarak seçilen ülke veya ülkeler grubu, çevresel kirliliği temsil etmek amacıyla kullanılan bağımlı değişkenler ile bağımlı değişkeni açıklamak üzere kullanılan bağımsız değişkenler ve gözlem tarihleri çalışmalara farklı boyutlar kazandırmaktadır. Geliştirilen yeni analiz teknikleri ve testler ise, ceteris paribus, farklı ve daha geniş bulgular sunabilmektedir. ÇKE'ye ilişkin geniş bir uluslararası literatür bulunmaktadır. Ulusal literatür ise gelişme aşamasındadır. Genel olarak değerlendirildiğinde mevcut literatür kapsamında çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, burada farklı kriterleri dikkate alan ve konuya ilişkin perspektifi mümkün olduğu ölçüde genişletebilecek çalışmalara yer verilmiştir. Literatür kapsamında sunulan çalışmalar aşağıda yer alan Tablo 1 bünyesinde görülmektedir.

Tablo 1: ÇKE'ye İlişkin Ampirik Çalışmalar

Uluslararası Çalışmalar					
Yazar (Yıl)	Değişkenler	Örneklem	Dönem	Model	ÇEK Geçerlilik
Grossman ve Krueger (1991)	SO ₂ , Hava Kirliliği (Duman), KBG	NAFTA temelli farklı gruplar 149 Ülke	1977, 1982, 1988	Kuadratik, Kübik	+
Shafik ve Bandyopadhyay (1992)	Su, Hava (SO ₂ , CO ₂), Orman Tahribatı, Çevre Kirliliği, KBG, Ticari Açıklık vd.	30 Ülke	1960-1990	Kuadratik, Kübik	+
Selden ve Song (1994)	SO ₂ , NO _x , SPM, CO, KBG	16 OECD Ülkesi	1979-1987	Kuadratik	+
Moomaw ve Unruh (1997)	CO ₂ , KBG	İspanya	1950-1992	Küçük	-
Roca ve Alcántara (2001)	CO ₂ , Enerji Tüketimi, KBG	Çin	1972-1997	Lineer	-
Jayanthakumaran ve Liu (2012)	COD, SO ₂ , KBG	28 Ülke	1990-2007	Kuadratik	+
Castiglione vd. (2012)	CO, KBG, Hukukun Egemenliği, Ekonomik özgürlük, vd.	Malezya	1996-2008	Non-Lineer	+
Sulaiman vd. (2013)	CO ₂ , KBG, Ticari Açıklık, RES	17 OECD ülkesi	1980-2009	Kuadratik	+
Bilgili vd. (2016)	CO, KBG, Tutuşabilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Atıklar	74 Ülke	1977-2010	Kuadratik	+
Allard vd. (2018)	CO ₂ , KBG, REN, AR-GE, Dış Ticari Açıklık, Sivil Özgürlük	Farklı Gelir Düzeyindeki 82 Ülke	1994-2012	Küçük	-
Okumuş ve Bozkurt (2020)	KBG, Kentleşme, Ticari Açıklık, CO ₂		1980-2013	Kuadratik	Üst/Alt Orta Gelir Grubu Hariç -
Ulusal Çalışmalar					
Başar ve Temurlenk (2007)	CO ₂ , KBG	Türkiye	1950-2000	Küçük	-
Atıcı ve Kurt (2007)	CO ₂ , KBG, Ticari Açıklık, Tarım Açıklığı	Türkiye	1968-2000	Kuadratik	+
Saatçi ve Dumrul (2011)	CO ₂ , KBG	Türkiye	1950-2007	Lineer	+
Koçak (2014)	CO ₂ , KBG, Enerji Tüketimi	Türkiye	1960-2010	Küçük	-
Erdoğan vd. (2015)	CO ₂ , KBG	Türkiye	1975-2010	Küçük	-
Albayrak ve Gökçe (2015)	CO ₂ , KBG, Enerji Tüketimi, Ticari Açıklık	Türkiye	1975-2010	Kuadratik	+
Lebe (2016)	CO ₂ , KBG, Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme, Ticari Açıklık	Türkiye	1960-2010	Kuadratik	+
Kılıç ve Akalın (2016)	CO ₂ , KBG, Ticari Açıklık	Türkiye	1960-2011	Kuadratik / Küçük	+ / -
Güney (2018)	CO ₂ , KBG, Enerji Tüketimi, Özel Sektör Kredileri, Sanayi Sektörü Katkı Payı	Türkiye	1960-2010	Kuadratik	+
Aydın vd. (2019)	Toplam Atık, KBG	İl bazlı	2004-2014	Kuadratik	-
Özaydın ve Apaydın (2019)	CO ₂ , KBG	Türkiye	1961-2015	Kuadratik	+
Öztürk ve Gülen (2019)	CO ₂ , KBG, Enerji Tüketimi	Türkiye	1960-2014	Kuadratik	+

Not: Kısaltmalar; CO: Karbonmonoksit, CO₂: Karbondioksit, COD: Kimyasal Oksijen Gereksinimi, KBG: Kişi Başına Gelir, NAFTA: Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması, NO_x: Nitrojen Oksit, OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü, RES: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, SO₂: Kükürtdioksit, SPM: Asılı Partikül Madde şeklinde kullanılmıştır.

ÇKE'ne ilişkin ampirik çalışmalar incelendiğinde, kullanılan çeşitli değişkenler ve oluşturulan farklı modeller bulunmaktadır. Çalışma sonuçları, büyük oranda ÇKE'nin geçerli olduğunu bildirmekle birlikte, ÇKE'nin geçerli olmadığını raporlayan çalışmalar da önemli bir boyut teşkil etmektedir. Sonuç olarak, ÇKE'ne ilişkin literatürde bir konsensüs sağlanamadığı görülmektedir. Çalışmaların çoğu veri seti yönünden kısıtlar barındırmaktadır. Bu çalışma, mevcut verilerin tamamını kapsamakta ve diğer çalışmalara kıyasla en uzun periyodu incelemektedir. Ayrıca, literatür çalışmalarının da başvurduğu, kübik bir model kullanılarak farklı gelir düzeylerini temsil amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde 2010'lu yılları temsil eden çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu dönemdeki politika ve düzenlemelerin genel seyir üzerine etkilerini değerlendirmek de çalışmanın amaçları arasındadır.

4. Veri Seti ve Yöntem

4.1. Veri Seti ve Model

Türkiye'nin enerji politikaları ile üretim portföyü son yıllarda yoğun şekilde değişmektedir. Özellikle yenilenebilir ve nükleer enerji alanındaki uygulamalar ile yerli ikame enerji çerçevesindeki politikalar enerji piyasasını yeniden şekillendirmektedir (ETKB, 2020). Enerji, üretim ve büyüme üzerinde etkili faktörlerden biridir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, gerçekleşen düzenleme ve değişimlerin ekonomik büyüme ve çevre kirliliğine olan etkilerinin tekrar incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışmada, karbondioksit (CO₂) emisyonu ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenmektedir. Dolayısıyla, çalışmada "ÇKE Hipootezi Türkiye ekonomisi için geçerlidir" hipotezi test edilmektedir.

Karbondioksit (CO₂) emisyonu ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi olmak üzere üç adet değişken ve farklı gelir düzeylerini temsil amacıyla ekonomik büyüme değişkeninden türetilen iki değişken olmak üzere, toplamderdoğana beş değişken analize dâhil edilmiştir. Kullanılan veriler 1960-2015 dönemini kapsamaktadır. İlgili dönem mevcut verilerin tamamını temsil etmektedir ve herhangi bir veri kısıtı bulunmamaktadır. Verilerin frekans sıklığı ise yıllık düzeydedir. Kullanılan veriler Dünya Bankası (Worldbank, Indicators, 2020) veri tabanından elde edilmiştir. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı bilgiler aşağıdaki Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Açıklamalar

Değişken	Sembol	Frekans
Kişi Başı Karbondioksit Emisyonu (Metrik Ton)	CO ₂	Yıllık
Kişi Başı GSYH (Cari US\$)	Y	Yıllık
Kişi Başı GSHY Karesi	Y ²	Yıllık
Kişi Başı GSYH Küpü	Y ³	Yıllık
Kişi Başı Enerji Tüketimi (Petrol Eşdeğeri Cinsinden Kg)	ET	Yıllık

Veri seti her bir değişken için 56, toplamda 280 gözlemden oluşmaktadır. Aykırı gözlem ve üstel büyüme etkilerini minimize etmek için serilerin logaritması alınmış ve analizler logaritmik seriler ile gerçekleştirilmiştir.

Çevre ile gelir/ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin niteliğini araştırmak üzere temel olarak doğrusal (lineer), kuadratik ve kübik olmak üzere modeller sınanmaktadır (Shafik ve Bandyopadhyay, 1992: 5). Aşağıda yer alan Denklem 1, 2 ve 3'te sırasıyla doğrusal, kuadratik ve kübik modeller ifade edilmektedir:

$$E_{i,t} = a_1 + a_2 \log Y + a_3 \text{time} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$E_{i,t} = a_1 + a_2 \log Y + a_3 \log Y^2 + a_4 \text{time} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$E_{i,t} = a_1 + a_2 \log Y + a_3 \log Y^2 + a_4 \log Y^3 + a_5 \text{time} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

Burada; E çevresel kirliliği, Y kişi başına düşen milli geliri, time ise zaman trendini ifade etmektedir. ÇKE'nin varlığı ve niteliği, denklemlerde yer alan değişkenlerin katsayılarına bakılarak (burada kuadratik denklem için a_2, a_3 ve kübik denklem için a_2, a_3, a_4) yorumlanmaktadır.

Mevcut çalışma kapsamında Türkiye için ÇKE'yi sınamak üzere, farklı gelir düzeylerini test etmek amacıyla kübik form bir model (Kılıç ve Akalın (2016), Erdoğan vd. (2015), Koçak (2014), Başar ve Temurlenk (2007), Allard vd. (2018), Moomaw ve Unruh (1997) ve Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ile benzer şekilde) tercih edilmiş ve model, Denklem 4 ile tanımlanmıştır:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln Y_t^2 + \beta_3 \ln Y_t^3 + \beta_4 \ln ET + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Denklem 4 ile ifade edilen modelin ÇKE kapsamında olası sonuçları aşağıda maddeler halinde yer almaktadır (Dinda, 2004: 440-441):

- i) $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ → CO₂ ile gelir arasında bir ilişki yoktur.
- ii) $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki doğrusaldır.
- iii) $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki negatiftir.
- iv) $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki "ters U" (ÇKE geçerli) şeklindedir.
- v) $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki "U" şeklindedir.
- vi) $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki "N" şeklindedir.
- vii) $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ → CO₂ ile gelir arasındaki ilişki "ters N" şeklindedir.

ÇKE'nin geçerli olması için CO₂ ile gelir arasında "ters U" şeklinde bir ilişki bulunması gerekmektedir. Literatürde sıklıkla karşılaşılan bir diğer durum ise, CO₂ ile gelir arasında "N" şeklindeki ilişkidir. "N" şeklinde ilişkinin bulunması ÇKE'nin belirli bir gelir düzeyine kadar geçerli olduğu ve sonrasında çevresel bozulmanın başlayacağı şeklinde yorumlanmaktadır (Allard vd. 2018: 5848).

4.2. Birim Kök Testleri

Zaman serilerinde durağanlığın testi sahte regresyon sorununu ortadan kaldırmak için gereklidir. Sahte regresyon durumunda değişkenler arasında yüksek korelasyon görülmesine rağmen kurulan regresyon gerçek ilişkiyi yansıtmayacaktır, yanıltıcı sonuçlar doğuracaktır (Granger ve Newbold, 1974: 111). Ayrıca, değişkenlerin durağanlık derecesi uygulanacak olan müteakip testlerin seçimini de etkilemektedir. Durağanlığın belirlenmesinde çok sayıda yöntem olmakla birlikte en sık kullanılan yöntem birim kök testleridir.

Literatürde sıklıkla kullanılan birim kök testleri arasında ADF (1979, 1981) ve PP (1988) testleri gelmektedir. Dickey-Fuller testi hata terimlerinin bağımsız (uncorrelated) olduğu varsayımı üzerine kurulmuştur. Hata terimleri arasındaki korelasyon Dickey-Fuller testini geçersiz kılmaktadır. Bu nedenle, testte yer alan hata terimleri arasındaki otokorelasyon problemini ortadan kaldırmak için Dickey-Fuller (1981) modele değişkenin gecikmeli değerlerini eklemiş ve yeni oluşan süreç Artırılmış (Augmented) Dickey-Fuller (ADF) testi adını almıştır (Gujarati, 2004: 797). Dickey-Fuller test süreci ADF için de geçerlidir. ADF aşağıda yer alan regresyon denkleminin tahmininden oluşmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 336):

$$\Delta Y_t = \mu + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Burada Δ fark işlemcisini, Y_t ilgili (analiz edilen) değişkeni, ε_t hata terimlerini ifade etmektedir. ADF testinde δ katsayısının sıfıra eşit olup olmadığı test edilmektedir. Bu test, hesaplanan ADF-t istatistiği ile MacKinnon kritik değerlerinin karşılaştırılması yoluyla yapılmaktadır. Mutlak değer olarak ADF test istatistiğinin MacKinnon kritik değerlerinden büyük olması, ilgili zaman serisinde birim kök bulunmadığını ifade etmektedir.

Phillips-Perron (PP) (1988), birim kök testi için ADF'nin akabinde ve ilgili çalışmadan hareketle parametrik olmayan yeni bir test geliştirmiştir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 378). PP testi ADF testinde yer alan hata terimlerinin bağımsızlık ve homojenlik varsayımlarını terk etmiştir (Gülmez, 2015: 144). PP testinde hata terimlerinin zayıf bağımlılığı ve heterojenliğine izin verilmektedir. Ayrıca PP testi, ADF testinden farklı olarak değişen varyans ve otokorelasyona duyarlı uzun dönem varyans tahmincilerini kullanmaktadır (Sakarya ve Akkuş, 2018: 359). PP testinin denklemi aşağıdaki şekildedir (Phillips ve Perron; 1988: 338):

$$Y_t = \mu + \beta \left(t - \frac{1}{2}T \right) + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Burada; (μ, β, ρ) geleneksel en küçük kareler regresyon katsayılarını, T ise gözlem sayısını belirtmektedir. PP testinin ADF testine göre üstünlük ve zayıflıkları bulunmaktadır. PP testi, ADF testine kıyasla hata sürecine ilişkin daha esnek varsayımlara dayanmaktadır. Bununla birlikte, PP testi, sahte bir boş hipotezi reddetme konusunda ADF testinden daha yüksek bir güce sahiptir. Ancak, PP testinin bu özellikleri büyük oranda serinin veri üretim süreci ile yakından ilişkilidir (Nomikos, 1999: 81). Literatürde ADF ve PP testleri birbirinin ikamesi olarak görülmekte ve genellikle yapılan analizlerde her iki teste de yer verilmektedir.

Zaman serilerinin uzun dönemli incelemelerinde, ekonomide yaşanan yapısal değişiklikler ve şokların etkisi önem arz etmektedir. Bu durumda durağanlığın kontrolü için yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testleri kullanılmaktadır. Zivot – Andrews (ZA) yapısal kırılmalı birim kök testlerindedir ve bir adet yapısal kırılmaya izin vermektedir. ZA birim kök testi ortalama (Model A), eğimde (Model B) ve hem ortalama hem de eğimde (Model C) olmak üzere üç model üzerinden test edilmektedir (Zivot ve Andrews, 1992: 27-28):

$$\text{Model A: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU_t(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$\text{Model B: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 DT_t(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\text{Model C: } y_t = \mu + \beta_t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU_t(\lambda) + \theta_2 DT_t(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$DU_t(\lambda) = \begin{cases} 1 & t > T_B \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (10)$$

$$DT_t(\lambda) = \begin{cases} t - T_B & t > T_B \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (11)$$

Burada; $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı, T_B kırılma zamanı olmak üzere $\lambda = T_B/T$ kırılma noktasını ($\lambda \in (0.15, 0.85)$), DU ortalamadaki, DT ise eğimde yapısal değişmeyi ifade eden kukla değişkenlerdir. Hata terimlerinde potansiyel otokorelasyon sorununu elimine etmek için denklemlerin sağına Δy_{t-i} terimleri eklenir (Yılancı, 2009: 328). ADF ve PP testine benzer şekilde, test istatistiğinin kritik değerlerden mutlak değerce küçük olması yapısal kırılmalar altında birim kök varlığını, büyük olması ise yapısal kırılma olmadan durağanlığı ifade etmektedir. ZA testinde hangi modelin daha üstün olduğuna yönelik bir görüş birliği bulunmamakla birlikte uygulamada Model C ve Model A kullanılmaktadır (Çil Yavuz, 2006: 166-167).

4.3. Eşbütünleşme Testi

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesi için eşbütünleşme testleri uygulanmaktadır. Eşbütünleşme için Engle-Granger (1987) ve Johansen-Juselius (1990) testleri alanda öncü çalışmalar arasında sayılmakta ve sıklıkla kullanılmaktadır. Buna rağmen ilgili testler için önemli bir kısıt değişkenlerin aynı derecede durağan olmasının gerekliliğidir. Çalışmanın veri seti bu şartı sağlamadığı için alternatif bir yöntem olan ARDL testi uygulamasına karar verilmiştir. Pesaran, vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yaklaşımı, durağanlık düzeyleri farklı olan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespitine imkân tanımaktadır. ARDL testinin avantajları şöyle sıralanabilir (Gülmez, 2015: 146):

- Farklı düzeylerde durağan olan değişkenlerin I(0)-I(1) uzun dönem ilişkisini araştırmak için kullanılabilir. Ancak, Pesaran, vd. (2001) kritik değerleri değişkenlerin I(0) ve I(1) olmasına göre tablolaştırdığından, değişkenlerin I(2) olma ihtimali araştırılmalıdır.
- Küçük örneklerde Engle-Granger ve Johansen yöntemlerine göre daha güvenilir sonuçlar üretmektedir.

ARDL testi temel olarak üç parçadan oluşmaktadır. İlk kısmı değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin sınanmasıdır. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı halinde ikinci ve üçüncü kısımlar uygulanabilmektedir. Bunlar sırasıyla uzun ve kısa dönem ilişkisinin elastikiyetidir (Narayan ve Smyth, 2006: 337). Aşağıda yer alan, iki bağımsız değişkene sahip sınır testi modelleri kısıtlanmamış hata düzeltme modellerinin en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmesine dayanmaktadır ve her bir değişken için sırayla uygulanmaktadır:

$$\Delta \ln X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln Y1_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln Y2_{t-i} + \theta_1 \ln X_{t-1} + \theta_2 \ln Y1_{t-1} + \theta_3 \ln Y2_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Burada; Δ fark işlemcisi, m gecikme uzunluğu, X bağımlı değişken ve $Y1, Y2$ ise bağımsız değişkenleri simgelemektedir. Modelde gecikme uzunluğu önem arz etmektedir ve bilgi kriterlerinin en küçük değeri sağladığı gecikme uzunluğu tercih edilir. İlgili gecikme uzunluğunda otokorelasyon bulunması halinde müteakip gecikme uzunluğu değerlendirilir. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ise bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birinci dönem gecikmelerine F (Wald) testi yapılması neticesinde belirlenmektedir. F testi için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade eden boş hipotez ($H_0 = \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$) ile değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını ifade eden alternatif ($H_0 \neq \theta_1 \neq \theta_2 \neq \theta_3 \neq 0$) oluşturulmaktadır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin durumu, F testi istatistiğinin kritik değerler ile karşılaştırılması ile yorumlanmaktadır. Üst kritik değerden (değişkenlerin tamamının düzeyde durağan olması durumunda alt kritik değer – farklı veya birinci farkta durağan olması durumunda üst kritik değer dikkate alınır) büyük F istatistiği eşbütünleşmenin varlığını, alt kritik değerden küçük F istatistiği eşbütünleşmenin var olmadığını işareti olarak sayılmaktadır. İki kritik değer arasındaki F istatistiği neticesinde ise eşbütünleşme için kesin bir yorumda bulunmak mümkün olmamakta ve farklı eşbütünleşme testlerine başvurmak gerekmektedir (Altıntaş, 2013: 12-13). Eşbütünleşme ilişkisinin tespitinin ardından kurulan Denklem 13 ve 14 ile sırasıyla uzun dönem ve kısa dönem dinamikleri belirlenmektedir:

$$\Delta \ln X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln Y1_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln Y2_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$\Delta \ln X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln X_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln Y1_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \ln Y2_{t-i} + \alpha HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Burada; HDT hata düzeltme terimini ifade etmektedir ve katsayısının 0 ile -1 arası olması durumunda uzun dönem denge değerine doğrudan bir yaklaşma söz konusudur. Katsayının -1 ile -2 arasında olması durumunda ise hata düzeltme sürecinin uzun dönem dengesi etrafında azalan dalgalanmalar şeklinde seyrettiği yorumu yapılır. Katsayının pozitif veya -2'den büyük olması durumu dengeden uzaklaştığını göstermektedir (Alam ve Quazi, 2003: 97; Narayan ve Smyth, 2006: 339).

5. Ampirik Bulgular

5.1. Birim Kök Testi Bulguları

Çalışmada kapsamında incelenen değişkenlere ait serilerin durağanlıklarının testi, ADF ve PP birim kök testleri aracılığıyla yapılmıştır. Testler her bir değişkenin sırasıyla düzey ve birinci fark değerlerine uygulanmış ve Tablo 3'te özetlenerek sunulmuştur.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF		PP	
	Düzye	Birinci Fark	Düzye	Birinci Fark
CO ₂	-2.681	-5.221***	-2.876	-5.321***
Y	-3.604**	-	-3.945**	-
Y ²	-3.412*	-	-3.654**	-
Y ³	-2.950	-6.885***	-3.109	-6.971***
ET	-2.5141	-5.1800***	-2.5675	-5.2531***

Notlar: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

ADF ve PP testleri için MacKinnon (1996) kritik değerleri kullanılmıştır. Kritik değerler %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için sırasıyla -4.134, -3.494 ve -3.176'dır.

Tablo 3'te yer alan ADF ve PP birim kök testi sonuçları incelendiğinde, değişkenlerin farklı derecelerden durağan oldukları görülmektedir. CO₂, Y³ ve ET değişkenlerinin farklarında durağan, Y ve Y² değişkenleri ise düzeyde durağan olduğu her iki birim kök testi ile teyit edilmiştir. CO₂, Y³ ve ET birinci dereceden, Y ve Y² değişkenleri ise sıfırıncı dereceden entegredir. Tablo 4'te ise ZA birim kök testi sonuçları yer almaktadır

Tablo 4: ZA Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Model	T _B	Test İstatistiği	Kritik Değerler			DU	DT
				%10	%5	%1		
CO ₂	Model B	1972	-3.9416	-4.11	-4.42	-4.93	-	-0.080*** [-2.948]
ΔCO ₂	Model C	1980	-9.102***	-4.82	-5.08	-5.57	0.0223* [1.864]	0.003*** [2.832]
Y	Model C	1981	-5.153**	-4.82	-5.08	-5.57	-0.130*** [-3.366]	-0.007** [-2.574]
Y ²	Model A	1981	-4.930**	-4.58	-4.8	-5.34	-0.736*** [-2.915]	-
Y ³	Model A	2003	-4.844**	-4.58	-4.8	-5.34	4.803*** [3.591]	-
ET	Model C	1978	-4.532	-4.82	-5.08	-5.57	-0.030*** [-3.272]	-0.004*** [-3.680]
ΔET	Model A	1976	-7.825***	-4.58	-4.8	-5.34	-0.018** [-2.216]	-

Notlar: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

ZA testi için Zivot-Andrews (1992) kritik değerleri kullanılmıştır.

Köşeli parantez içindeki değerler t istatistik değerlerini göstermektedir.

Δ fark işlemcisini temsil etmektedir.

ZA testi sonuçları incelendiğinde; CO₂ ve ET değişkenlerin farkında durağan (I(1)) olduğu; Y, Y² ve Y³ değişkenlerinin ise düzeyde durağan (I(0)) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CO₂ ve Y değişkenleri için Model C; Y², Y³ ve ET değişkenleri için Model A'nın uygun olduğu tespit edilmiştir. Test istatistiğinin kritik değerlerden büyük olması, serilerin yapısal kırılma olmadan birim kök içerdiğini savunan boş hipotezin reddedilmesi anlamı taşımaktadır. Dolayısıyla, kırılma tarihlerinin ilgili değişkenler üzerinde kalıcı bir etkisi mevcut değildir.

5.2. Eşbütünleşme Testi Bulguları

Değişkenlere ilişkin birim kök testlerinin akabinde, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesi için eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin farklı derecede durağan olmaları nedeniyle ARDL testi uygulanmıştır. ARDL testi aşamaları ve elde edilen bulgular aşağıda sırasıyla yer almaktadır.

Tablo 5: CO₂'nin Bağımlı Değişken Olarak Kurulan ARDL Modeli

Değişkenler	(CO ₂ , Y, Y ² , Y ³ , ET)
Model	(4, 1, 4, 4, 1)
R ²	0.999
Düzeltilmiş R ²	0.998
Model Standart Sapması	0.007
Model F İstatistiği	1862.813 (0.000)

Durbin Watson Değeri	2.213
Otokorelasyon (LM) Testi	1.525 (0.466)
White Değişen Varyans Testi	18.317 (0.435)
Ramsey RESET Testi	0.231 (0.663)

Notlar: ARDL (X, Y1, Y2, Y3, ...) modeli her bir değişken için uygulanan gecikme sayısını ifade etmektedir.

Modelde; X bağımlı, Y1, Y2, Y3... ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Parantez içindeki değerler test istatistiklerine ilişkin olasılığı göstermektedir.

***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Uygun model için farklı gecikme uzunluklarında alternatif modeller oluşturulmuş, kontrol testleri olumlu olan ve otokorelasyon sorunu taşımayan dört gecikme uzunluğu kullanılmıştır. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri kullanılmıştır. Tablo 5 incelendiğinde, kurulan ARDL modeline ilişkin belirlilik katsayısı oldukça yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, değerlendirilen bağımlı değişken (CO₂) itibarıyla bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimleri büyük oranda açıklamaktadır. Ayrıca, model genel olarak düşük bir standart sapma sergilemektedir. F istatistiğinin olasılık değerine bakıldığında ise, modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum, Ramsey RESET Testi ile de desteklenmektedir. Otokorelasyon probleminin kontrolü için Durbin Watson istatistiğine bakıldığında ise, 2.02 değeri otokorelasyon olmadığını göstermektedir. Otokorelasyon sorunu Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test ile de kontrol edilmiş ve otokorelasyon durumunun mevcut olmadığı bulgusu desteklenmiştir. ARDL modeline ilişkin olarak değinilecek son nokta, değişen varyans problemidir. White değişen varyans testi sonucunda değişen varyans sorununun da bulunmadığı gözlemlenmiştir. ARDL modeline ilişkin testler tamamlandıktan sonra sınır testi uygulamasına geçilmektedir. Aşağıda Tablo 6'da kurulan ARDL modeline ilişkin sınır testi değerleri ve modelin uzun dönem katsayıları yer almaktadır.

Tablo 6: ARDL Modeline İlişkin Sınır Testi ve Uzun Dönem Katsayıları

Sınır Testi		
Model	(CO ₂ , Y, Y ² , Y ³ , ET)	
Bağımsız Değişken Sayısı	4	
F İstatistiği	6.587***	
Asimptotik Kritik Değerler [#]	I(0)	I(1)
%10	2.345	3.280
%5	2.763	3.813
%1	3.738	4.947
Uzun Dönem Katsayıları		
Y	3.444** [2.235]	
Y ²	-1.136** [-2.318]	
Y ³	0.114** [2.275]	
ET	1.771*** [9.358]	
Sabit	-7.932*** [-4.500]	

Notlar: [#]F istatistiği Narayan (2005) çalışması asimptotik kritik değerlerine göre değerlendirilmiştir. F istatistiği Pesaran vd. (2001) asimptotik kritik değerlerine göre değerlendirildiğinde, mevcut anlamlılık düzeyinin değişmediği gözlemlenmiştir.

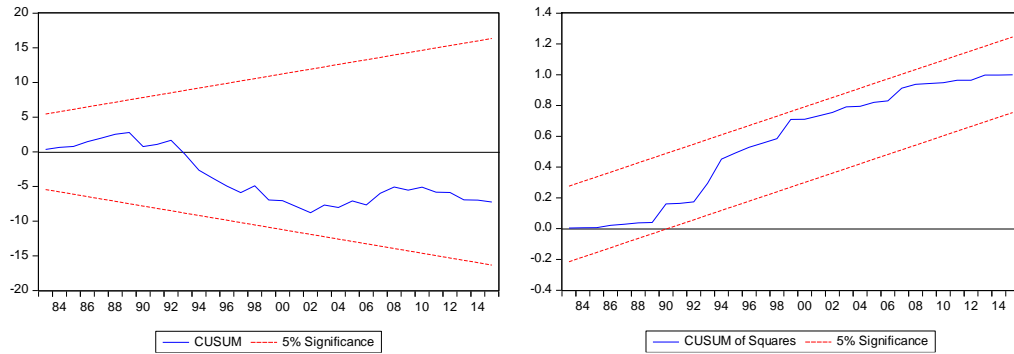
***, **, * sembolleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Köşeli parantez içindeki değerler t istatistik değerlerini göstermektedir. %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için t tablosu değerleri sırasıyla 2.678, 2.009 ve 1.676'dır.

Tablo 6'da kurulan ARDL modeli için yapılan sınır testi sonucunda elde edilen F istatistiği değeri (6.587) kritik değer sınırları ile karşılaştırılmış ve %1 anlamlılık düzeyinde yer alan üst kritik değerden büyük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, ilgili değişkenler arasında bir eşbütünlüme ilişkisi bulunmaktadır. ÇKE açısından uzun dönem katsayıları değerlendirildiğinde ise; ekonomik

büyüme değişkenlerine ilişkin katsayılar Y için pozitif (+), Y^2 için negatif (-) ve Y^3 için pozitif (+) olduğu görülmektedir. Başka bir ifade ile incelenen dönem için (1960-2015) Türkiye’de CO_2 emisyonu ile ekonomik büyüme arasında “N” şeklinde bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum, Türkiye’de belirli bir gelir düzeyine kadar ÇKE’nin geçerli olduğunu, bu gelir düzeyi aşıldığında ise ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında pozitif bir ilişkinin başlayacağını ifade etmektedir. Enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasında ise pozitif bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Enerji tüketimindeki %1’lik artış, çevre kirliliğini %1.77 artırmaktadır. ARDL modeli ve uzun dönem katsayılarının kararlılığının sınanması, başka bir ifade ile veri setinde genel anlamda yapısal kırılmaların mevcudiyeti hakkında bilgi sağlamak amacıyla CUSUM ve CUSUMQ testlerinden yararlanılmaktadır. CUSUM testi yapısal kırılma olup olmadığını CUSUMQ ise kırılmanın dönemini belirtmektedir (Erdoğan vd., 2015). İlgili testlerin yorumu ise, hata terimleri test istatistikleri ile elde edilen eğrilerin kritik sınırlar içerisinde bulunması ve bulunuyor ise tahmin edilen parametrelerin kararlı olduğu şeklindedir. Şekil 2’de CUSUM ve CUSUMQ test grafikleri yer almaktadır.

Şekil 2: ARDL Modeline İlişkin CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri



CUSUM ve CUSUMQ grafikleri incelendiğinde eğrilerin %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerler bandı içerisinde bulunması, tespit edilen uzun dönemli ilişkide yapısal kırılmaların bulunmadığına işaret etmektedir ve parametrelerin anlamlı olduğu yorumu yapılabilir.

ARDL eşbütünlük testine ilişkin son adım ise kurulan modelin kısa dönem analizidir. Bu aşama için gecikme uzunluğu olarak, otokorelasyon probleminin bulunmadığı üç değeri kullanılmış ve oluşturulan modele ilişkin değerler Tablo 7’de raporlanmıştır.

Tablo 7: ARDL Hata Düzeltme Modeli

Değişkenler	$D(CO_2, Y, Y^2, Y^3, ET)$
Model	(2, 2, 2, 1, 0)
R^2	0.908
Düzeltilmiş R^2	0.896
Model Standart Sapması	0.010
Durbin Watson Değeri	2.188
Otokorelasyon (LM) Testi	2.918 (0.232)
White Değişen Varyans Testi	17.071 (0.105)
Ramsey Reset Test	0.298 (0.587)
Hata Düzeltme Terimi	-0.951*** [-15.385]

Notlar: ARDL (X, Y_1, Y_2, Y_3, \dots) modeli her bir değişken için uygulanan gecikme sayısını ifade etmektedir. Modelde; X bağımlı, Y_1, Y_2, Y_3, \dots ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir.

Parantez içindeki değerler test istatistiklerine ilişkin olasılığı göstermektedir.

***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Köşeli parantez içindeki değerler t istatistik değerlerini göstermektedir. %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için t tablosu değerleri sırasıyla 2.678, 2.009 ve 1.676’dir.

Tablo 7 incelendiğinde, modele ilişkin test istatistiklerinin uygun olduğu görülmektedir. Kısa dönem analizinde önemli bir husus hata düzeltme terimidir. Hata düzeltme teriminin genel olarak "0" ile "-1" arasında ve anlamlı bir istatistik değerine sahip olması gerekmektedir. Kurulan modelin hata düzeltme terimi -0.951'dir ve istatistiki olarak anlamlıdır. Başla bir ifade ile, kısa dönemde oluşan sapmaların %95'i bir sonraki dönemde düzeltilmektedir. Veri frekansı dikkate alındığında uzun dönem dengesi, yaklaşık ikinci yılın başlangıcında tekrar sağlanmaktadır.

6. Sonuç

Çevresel sorunlar 1980 ve 90'lı yıllardan itibaren ulusal ve uluslararası gündemde yoğun bir şekilde yer bulmaktadır. Bu noktada, çevre ve ekonomiler arasındaki ilişkinin tespiti adına yeni teoriler geliştirilmekte veya mevcut teoriler bu perspektife uyarlanmaktadır. ÇKE hipotezinden bu çerçevede yararlanılmaktadır. ÇKE; ekonomik büyüme sürecinin ilk aşamalarda çevre üzerinde tahrip edici bir etkisi bulunduğu, ancak tarım, sanayi, bilgi ekonomisi gibi ekonominin içinde bulunduğu evreler geliştiği ve teknik/teknolojik etkinliğin sağlandığı müteakip aşamalarda ekonomik büyümenin çevre üzerinde olumlu etkilerinin olacağını savunmaktadır.

Bu çalışmada ÇKE'nin Türkiye ekonomisi için geçerliliği 1960-2015 dönemi verileri ile test edilmiştir. Bu çerçevede kübik bir model çerçevesinde ARDL eşbütünlük testi uygulanmıştır. ÇKE hipotezinin test edilmesi amacıyla dikkate alınan Y , Y^2 , Y^3 değişkenlerine ait katsayıların istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ancak, ilgili değişkenlerin sırasıyla (-), (+), (-) işaretli oldukları görülmektedir. Bu durum ÇKE'ye uygun olmayan bir tablodur ve çevre ile ekonomik büyüme arasında "N" şeklinde bir ilişkiyi ifade etmektedir. ÇKE ise "Ters U" şeklinde bir ilişkiyi öngörmektedir. Bu çalışmada elde edilen "N" şeklinde ilişki, ekonomik büyüme sürecinde çevresel kirliliğin belirli bir seviyeye kadar artacağı, ardından azalacağı ve son olarak tekrar artacağı şeklinde yorumlanabilir. Elde edilen bulgular uluslararası literatürde Moomaw ve Unruh (1997) ve Allard vd. (2018) çalışmalarıyla uyumludur. Ulusal literatürde Türkiye ekonomisi için ÇKE'nin geçerli olduğu yönündeki çalışmalar ağırlıktadır. Atıcı ve Kurt (2007), Saatçi ve Dumrul (2011), Albayrak ve Gökçe (2015), Lebe (2016), Kılıç ve Akalın (2016) (kuadratik model), Güney (2018), Özyayın ve Apaydın (2019) ve Öztürk ve Gülen (2019) bu çalışmalar arasındadır. Başar ve Temurlenk (2007), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015) ve Aydın vd. (2019) ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı yönünde tespit ile mevcut çalışma ile uyumsuzdur. Ancak, bu çalışma ilgili çalışmalarda raporlanan ekonomik ilişkinin niteliği yönünden ayrılmaktadır. Elde edilen bulgular sadece "N" şeklinde ilişkinin mevcudiyetini raporlayan Kılıç ve Akalın (2016) (kübik) çalışması ile uyumludur. Bu durum daha geniş ve güncel veri kullanılan mevcut çalışma ile Kılıç ve Akalın (2016) çalışmasının sonuçlarını dönemsel değişim açısından karşılaştırma fırsatı doğurmaktadır. Özellikle Y (pozitif) ve Y^2 (negatif) değişkenlerinin CO_2 üzerindeki etkilerinin büyük oranda azaldığı göze çarpmaktadır. Bu durum ekonomik büyümenin çevreyi daha az tahrip eder nitelik kazanmış olduğu, aynı zamanda çevresel iyileşmeye etkisinin de azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca, Y ve Y^2 değişkenlerinin katsayılarındaki değişim ile elde edilen ilişkide "N" şeklinin simetrik bir yapıya yaklaştığı belirlenmiştir. Başka bir deyişle, ekonomideki yapısal dönüşümlerin etkisi birbirine yaklaşmıştır. Bu durum ekonomik büyümenin ilk aşamaları için olumlu bir sonuç iken, ekonomik büyümenin ileri aşamaları için ÇKE hipotezi çerçevesinde kabul edilmeyen bir sonuçtur. Analiz için kurulan modelin kısa dönem ilişkisinde ise, hata düzeltme mekanizmasının çalıştığı ve katsayısının istatistiki ve anlamlı olduğu görülmektedir. Kısa dönemde oluşan sapmaların %95'i bir sonraki dönemde düzeltilmektedir.

Çalışmada kullanılan diğer bağımsız değişken, enerji tüketimi, elde edilen bulgular üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. CO_2 emisyonu ile enerji tüketimi arasında pozitif ve güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Enerji tüketimindeki artış CO_2 emisyonunu artırmaktadır. Bu faktörü sağlıklı değerlendirmek için Türkiye'nin enerji portföyünün ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir. Dünya Bankası verilerine göre, Türkiye için mevcut veriler ışığında (1990-2015) son çeyrek asır değerlendirildiğinde, fosil yakıtların toplam enerji tüketiminin yaklaşık %87'lik kısmını oluşturduğu görülmektedir. Enerji üretim ve tüketiminde yenilenebilir enerji, alternatif ve nükleer enerji ve

yanıcı yenilenebilir enerji ve atık kullanımı oldukça sınırlıdır. Ayrıca, alternatif ve nükleer enerji haricindeki kaynakların keskin bir düşüş trendi sergilediği, toplam enerji portföyündeki paylarının azaldığı görülmektedir (World Bank, 2020). Fosil yakıt kullanımı diğer enerji kaynaklarına nazaran yüksek oranda çevre kirliliği oluşturmakta ve atıkların bertaraf edilmesi için ilave enerji tüketimi söz konusu olmaktadır. Bu noktada, Türkiye'nin kullandığı enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü ithal ettiği gerçeği de göz önüne alınarak, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde fosil yakıtların kullanımının azaltılması ile yenilenebilir enerji, alternatif ve nükleer enerji kaynaklarının tercihi önem arz etmektedir.

Çalışma gerek ülke ekonomisi ve gerekse çevresel kalite açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla, ilave değişkenler ile konunun farklı boyutlardan değerlendirilmesi veya diğer ülkeler ile mevcut durumun mukayese edilmesi uygulanan politika ve gerçekleştirilen değişimlerin coğrafya ve genel olarak gezegen için etkilerini ortaya koymak açısından elzemdir. Yeni yapılacak çalışmaların bu alanlara yoğunlaşması ve politika uygulayıcılar için veri üretmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Alam, I. ve Quazi R. (2003). Determinants of Capital Flight: An Econometric Case study of Bangladesh, *International Review of Applied Economics*, 17 (1), 85-103.
- Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2015) Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Social Sciences Research Journal*, 4(2), 279-301.
- Allard, A., Takman, J., Uddin, Gazi S. ve Ahmed, A. (2018). The N-Shaped Environmental Kuznets Curve: An Empirical Evaluation Using a Panel Quantile Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5848–5861.
- Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de Petrol Fiyatları, İhracat ve Reel Döviz Kuru İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ve Dinamik Nedensellik Analizi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 1-30.
- Ang, J. S. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Arı, A. ve Zeren, F. (2011). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi*, 18(2), 37-47.
- Atıcı, C. ve Kurt, F. (2007). Türkiye'nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), 61-69.
- Aydın, C., Darıcı, B. ve Şahin Kutlu, Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı?. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 191–196.
- Başar, S. ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Bilgili, F., Koçak, E. ve Bulut Ü. (2016). The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on CO₂ Emissions: Are Visited Environmental Kuznets Curve Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.
- Castiglione, C., Infante, D. ve Smirnova, J. (2012). Rule of Law and the Environmental Kuznets Curve: Evidence for Carbon Emissions. *International Journal of Sustainable Economy*, 4(3), 254–269.
- Çil Yavuz, N. (2006). Türkiye’de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(2), 162-171.
- Dickey, D. A. and 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.

- Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Engle, R. F., & Granger, C. J. G. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- ETKB. (2020). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı: Enerji/Elektrik. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>, Erişim Tarihi: 01.07.2020
- Johansen, S., ve Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration - With Applications to the Demand for Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Erdoğan, İ., Türköz, K. ve Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), 113-123.
- Granger, C. J. G. and Newbold, P. (1974). Spurious Regression in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (NBER Working Paper Series, No: 3914). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1994). *Economic Growth and The Environment* (NBER Working Paper Series, No: 4634). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics (4. Baskı)*. London: McGraw Hill.
- Gülmez, A. (2015). Türkiye'de Dış Finansman Kaynakları Ekonomik Büyüme İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 139-152.
- Güney, A. (2018). Genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye İçin Yeniden Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.
- Jayanthakumaran, K. ve Liu, Y. (2012). Openness and the Environmental Kuznets Curve: Evidence from China. *Economic Modelling*, 29(3), 566-576.
- Kılıç, A. 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.
- Koçak, E. (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2) 2016, 177-194.
- Moomaw, W. R. ve Unruh, G. C. (1997). Are Environmental Kuznets Curves Misleading us? The Case of CO₂ Emissions. *Environment and Development Economics*, 2(4), 451-463.
- Narayan, P. K. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests, *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R. (2006). What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001, *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342.

- Nomikos, N. K. (1999). *Risk Management, Price Discovery and Forecasting in the Freight Futures Market*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), City University London, Londra.
- Okumuş, İ. ve Bozkurt, C. (2020). Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19(1), 238-255.
- Özaydın, Ö. ve Apaydın, C. (2019). Yapısal Kırılmalar Altında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *XI. IBANESS Congress Series*, 667-677, Tekirdağ.
- Öztürk, S. ve Gülen, M. İ. (2019). Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Balkan Journal of Social Sciences*, 8(16), 219-227.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development* (World Employment Programme Research Working Paper Series, No: 238) Cenevre: International Labour Organization.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C. B. ve Perron P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Roca, J. ve Alcántara, V. (2001). Energy Intensity, CO₂ Emissions and the Environmental Kuznets Curve. The Spanish Case. *Energy Policy*, 29(7), 553-556.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.
- Selden, T. M. ve Song D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.
- Sevüktekin, M. ve Çınar, M. (2017). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: EViews Uygulamalı (5. Baskı)*. Bursa: Dora.
- Shafik, N. ve Bandyopadhyaya, S. (1992), *Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence* (Policy Research Working Paper Series, No: 904) Washington: The World Bank.
- Sulaiman, J., Azman, A. ve Saboori, B. (2013). The Potential of Renewable Energy: Using The Environmental Kuznets Curve Model. *American Journal of Environmental Science*, 9(2), 103-112.
- Torras, M. ve Boyce, J. K. (1998). Income, Inequality, and Pollution: a Reassessment of the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160.
- UNEP. (1992). United Nations Environment Programme: Saving Our Planet, Challenges and Hopes, The State of the Environment (1972-1992). Nairobi: UNEP
- World Bank. (2020). World Bank Open Data: Indicators. <https://data.worldbank.org/indicator/>, Erişim Tarihi: 15.02.2020.
- Yandle, B., Bhattarai, M. ve Vijayaraghavan M. (2004). *Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods, and Policy Implications* (PERC Research Study, No: 2-1). Montana: Property and Environment Research Center.

- Yılanç, V. (2009). Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye İçin İşsizlik Histerisinin Sınanması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(2), 324-335.
- Zivot, E. ve Andrews, D.W.K. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 25-44.

EMPIRICAL ANALYSIS OF VALIDITY OF THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE HYPOTHESIS IN TURKEY'S ECONOMY

Extended Abstract

Aim: The aim of the study is to test validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis in Turkey's economy. Thus, the environmental impact of the growth of Turkey's economy is tested. There is different structural relationship between environmental pollution and economic growth and identifying the current relationship for Turkey economy is fundamental objective of the study. Additionally, it was aimed to determine the effect of energy preferences on environmental pollution by including fossil fuel-based energy consumption in the analysis process.

Method(s): In the study, carbon dioxide emission, energy consumption, per capita income, per capita income square and per capita income cube were used as variables. A cubic model was created using per capita income, per capita income square and per capita income cube. Annual data covering the period of 1960-2015 were used. In the analysis process, the stationarity of the data was checked primarily. Augmented Dickey Fuller (ADF) and Phillips Perron (PP) unit root tests were used to analyze stationarity. In addition, Zivot Andrews unit root test, which takes into account the structural breaks, was also applied. Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Bound test was used to determine the cointegration relationships between the variables. Long and short term characteristics of the cointegration relationships were investigated with the help of ARDL test.

Findings: Applied unit root tests revealed different results. According to ADF and PP unit root tests, carbon dioxide emission (CO_2), per capita income cube (Y^3) and energy consumption (ET) are integrated of order first (I(1)). According to these tests, per capita income (Y) and per capita income square (Y^2) are integrated of order zero (I(0)). According to the ZA unit root test, all of the variables are integrated of order first (I(1)). After the analysis of the stationarity of the series, cointegration test was applied. Cointegration relationship between the variables was determined. When the relationship between the variables is evaluated within the framework of the EKC; there is a positive relationship between CO_2 and Y and Y^3 and a negative relationship between CO_2 and Y^2 . EKC arguments an "inverted U" relationship between per capita income and environmental pollution. The obtained findings indicate that "N" shaped relationship is valid for Turkey's economy. This case represents, up to a certain income level in Turkey EKC is valid, when this income level exceeds, a positive relationship between economic growth and environmental degradation begins once again. As a whole, EKC hypothesis in Turkey's economy is not valid. A positive relationship between energy consumption and environmental pollution is also determined. In short term analysis, it was found that the error correction mechanism works and the error correction term is in the range of statistical significance and theoretically appropriate values. According to the error correction model, almost all of the short-term deviations were corrected in one period.

Conclusion: The study reveals different results from most of the previous studies, within the framework of the findings obtained in terms of the relationship between environmental pollution and income level. It is noteworthy that the effects of Y (positive) and Y^2 (negative) variables on CO_2 are significantly reduced compared to studies interpreting similar results. The other independent variable used in the study, energy consumption, has a significant effect on the obtained findings. There is a positive and strong relationship between CO_2 emissions and energy consumption. The increase in energy consumption increases the CO_2 emission. In order to examine this factor properly, Turkey's energy portfolio must be assessed in detail. In light of the available data for Turkey (1990-2015), fossil fuels in total energy consumption is approximately 87%. The fact that Turkey imports a large amount of the energy sources, reducing the use of fossil fuels and choose the renewable, alternative and nuclear energy sources is important in the framework of sustainable development.

