

# Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Ampirik Analizi: Türkiye Ekonomisi Örneği\*

Murat ÇETİN\*\*

Selin SAYGIN\*\*\*

## ÖZ

*Bu çalışmanın temel amacı, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ters-U şeklinde açıklayan Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin geçerliliğini Türkiye ekonomisinde 1960-2014 dönemi itibariyle araştırmaktır. Bu amaçla karbon emisyonu, kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık değişkenleri kullanılarak 3 farklı regresyon modeli oluşturulmuştur. Çalışmada değişkenlerin durağanlık derecelerinin tespiti için ADF, PP ve KPSS birim kök testleri kullanılmıştır. Birim kök test sonuçları, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin tespiti için ARDL sınır testinin kullanılmasına izin vermektedir. Bu nedenle çalışmada değişkenler arasındaki eşbütünlük ilişkisinin incelenmesinde ARDL sınır testi kullanılmıştır. Son aşamada ise ARDL modeli çerçevesinde değişkenlerin uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Sonuçlar, uzun dönemde üç modelde de ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliğini desteklemiştir. Sonuçlar aynı zamanda Türkiye ekonomisi için önemli politika önerileri sunmaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, ARDL Sınır Testi, Türkiye.

**JEL Sınıflandırması:** O44, O47, C22, Q56.

## Empirical Analysis Of Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Example Of Turkish Economy

### ABSTRACT

*The main objective of this study is to investigate the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis which explain the presence of inverted-U shaped relationship between economic growth and environmental pollution for the period of 1960-2014 in Turkish economy. For this purpose, three different regression models were developed by using carbon emissions, per capita real income, the square of per capita real income, energy consumption and trade openness. In the study, ADF, PP and KPSS unit root tests were used to determine the stationarity properties of the variables. The unit root test results allow the use of the ARDL bounds test to determine the long term relationship between the variables. For this reason, the ARDL bounds test was used to examine the cointegration relationship between the variables in the study. In the last stage, the long and short term coefficients of the variables were estimated in the context of ARDL model. The results supported the validity of the EKC hypothesis for Turkish economy in three models. The results also provide important policy implications for Turkish economy.*

**Keywords:** Carbon dioxide Emissions, Economic Growth, Environmental Kuznets Curve Hypothesis, ARDL Bounds Test, Turkey.

**JEL Classification:** O44, O47, C22, Q56.

\* Bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat A.B.D.'de gerçekleştirilen "Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Ampirik Analizi: Türkiye Örneği" isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

\*\* Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, mcetin@nku.edu.tr.

\*\*\* Doktora Öğrencisi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İİBF, İktisat A.B.D., selinsaygin-@hotmail.com.

(Makale Gönderim Tarihi: 01.12.2018 / Yayına Kabul Tarihi:07.08.2019)

Doi Number: 10.18657/yonveek.491110

## **GİRİŞ**

1750 yılından günümüze kadar atmosferdeki karbondioksit miktarı yaklaşık %30 artarak 280 ppm'den 380 ppm'ye yükselmiştir. Günümüzde karbondioksit yoğunlaşması her yıl 1,5 ppm artmaktadır (Değer ve Anbar, 2007: 21). Küresel ısınma olarak tanımlanan bu olgu neticesinde, 1860 yılından bu yana yeryüzünün ısısında 0,5-0,7 santigrat derece arasında bir artış meydana gelmiştir (Abrahamson, 1999: 10). Sürecin bu şekilde işleyeceği varsayıldığında, 2100 yılında sıcaklıkların 5,8 santigrat dereceye kadar artacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca sıcaklıklarda meydana gelen 1 derecelik bir artış sonucu dünya iklim kuşaklarında önemli değişiklikler olacağı, 3 derecelik bir artışta ise buzulların eriyeceği, denizlerin yükseleceği, kuraklıkların yaşanacağı öngörülmektedir (Koçak, 2012: 60). Bu nedenlerden dolayı, küresel ısınma sorunu, günümüzde oldukça önemsenen ve küresel anlamda ciddi tehditler oluşturan önemli bir küresel sorundur.

Son zamanlarda çevre üzerine gerçekleştirilen uluslararası konferanslar, bu konunun ciddiyetini ve sürdürülebilir kalkınmanın önemini ön plana çıkarmaktadır. İlk kez 1987'de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nca hazırlanan Bruntland Raporu'nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılama" olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, bu tarihten itibaren yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Sezer, 2007: 762). Bu bağlamda Brezilya'nın Rio De Janeiro kentinde düzenlenen İkinci Yeryüzü Zirvesi veya Rio+20 olarak da anılan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (20-22 Haziran 2012), küresel iklim değişikliği ve etkilerine karşı önlemler alınması, biyo-çeşitliliğin korunması ve kaybının azaltılması, çölleşmeyle mücadele gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerini içermektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik biraz daha yakın bir zaman diliminde gerçekleştirilen Paris İklim Anlaşması (2015) ise, küresel ölçekte temiz enerjiye geçişte tüm dünya ekonomilerine yol gösterecek nitelikte ve iklim değişikliği ile mücadele konusunda ilk çok uluslu anlaşma olma özelliğine sahiptir. Toplam 195 ülkenin imzalamış olduğu anlaşmayı Türkiye, 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamıştır. Ancak bu anlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için küresel ölçekte emisyon miktarının en az %55'ini oluşturan en az 55 ülkenin anlaşmaya taraf olması gerekmektedir. Bu nedenle anlaşma, 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Çakmak vd., 2017: 900). Anlaşmanın can alıcı noktası ise, her bir ülkenin 2020 yılına kadar karbon emisyonu düzeylerini azaltma ve düşük emisyonlu büyüme stratejilerini belirleme taahhüdünde bulunmalarıdır.

Çevre kirliliği son zamanlarda ampirik çalışmalara önemli derecede sahne olmaktadır. Çevre kirliliği ile temel belirleyicileri arasındaki ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmalar (Ang, 2007; Öztürk vd., 2013; Lau vd., 2014; Seker vd., 2015; Bölük vd., 2015; Saboori vd., 2016; Gökmenoğlu vd., 2016; Shahbaz vd., 2017) değerlendirildiğinde; Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi çerçevesinde çevre kirliliği ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dış ticaret gibi makro ekonomik

değişkenler arasındaki ilişkilerden birisinin ya da tamamının analize konu olduğu görülmektedir.

Bu gelişmeler ışığında, Türkiye ekonomisi için çevre kirliliğinin nedenlerinin analiz edilmesi önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, ÇKE hipotezini Türkiye ekonomisi örneğinde 1960-2014 döneminde ampirik olarak test etmektir. Çalışmada söz konusu döneme ilişkin üç farklı regresyon denklemi kurularak her üç denklemde de ÇKE hipotezi, yani kişi başına gelir ile çevre kirliliği arasındaki ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığı analiz edilmektedir. Modellerde, ilgili literatür de dikkate alınarak, kişi başına reel gelir ile birlikte kişi başına reel gelirin karesi, kişi başına enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık değişkenleri açıklayıcı değişkenler olarak belirlenmiştir. Değişkenlerin birim kök testleri için Dickey-Fuller (1981) ADF, Phillips-Perron (1988) PP ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (1992) KPSS testleri kullanılmıştır. Daha sonra serilerin uzun dönem ilişkilerinin tespiti için, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi kullanılarak seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Son olarak ARDL modeli çerçevesinde değişkenlerin uzun ve kısa dönem parametreleri tahmin edilmiştir. Elde edilen ampirik sonuçların her üç modelde de ÇKE hipotezini destekler nitelikte olması Türkiye ekonomisi için önemli politika çıkarımlarını da beraberinde getirmektedir.

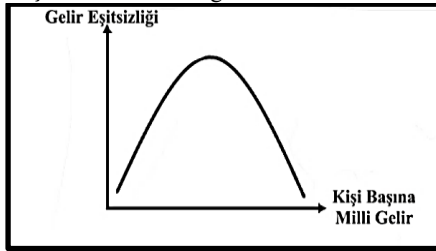
## **I. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ'NE İLİŞKİN TEORİK VE AMPİRİK LİTERATÜR ÖZETİ**

Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1900'lü yıllardan bu yana araştırmacıların üzerinde çalıştığı konulardan biri olmuştur. 1972 yılında Roma Kulübü tarafından yayınlanan "Limits to Growth (Ekonomik Büyümenin Sınırları)" adlı raporda doğal kaynaklara bağlı olan büyümenin sürdürülebilir olmadığı ortaya konmuştur (Bo, 2011: 1322). Ayrıca, ekonomik gelişme ve çevre arasındaki ilişkiyi gündeme getiren bu araştırma, iki parametre arasında güçlü bir ilişkinin varlığını gündeme getirmiştir.

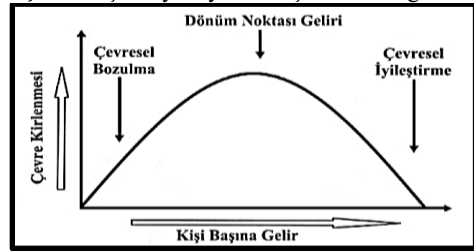
Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin tespitine yönelik ilk çalışmalar, Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından ele alınmıştır. Ancak ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters-U ilişkisinin tespit edildiği bu çalışmalarda, ÇKE'ye herhangi bir atıfta bulunulmamıştır. Çalışmalarda elde edilen ters-U şeklindeki ilişki, ilk kez Panayotou (1993) tarafından "Çevresel Kuznets Eğrisi" olarak tanımlanmıştır. Bunun nedeni ise, Kuznets (1955)'in kişi başına gelir ve gelir adaletsizliği arasındaki ilişkiyi araştırdığı "Economic Growth and Income Inequality" adlı çalışmasında gelirin düşük seviyelerinde gelir eşitsizliğinin artma eğilimine sahip iken, gelirin yüksek düzeylerinde bu eşitsizliğin azalma eğilimine girmesiyle iki parametre arasında elde ettiği ters-U şeklindeki ilişkidir. Kişi başına düşen gelir ve gelir eşitsizliği arasındaki çan eğrisi şeklindeki bu ilişki "Kuznets Eğrisi" olarak bilinmektedir (Şekil 1). Dolayısıyla çalışmalardan elde edilen ters-U yönlü ilişkiler, Kuznets'in ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında elde ettiği ilişkinin ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye uyarlanmış şeklini vermektedir.

ÇKE hipotezine göre, ekonomik faaliyetlerin düşük olduğu çoğunlukla tarıma dayalı üretim yapılan düzeylerde çevrede meydana gelen kirlenme genellikle düşük seviyelerdedir. Fakat gelişme devam ettiği takdirde kişi başına artan kaynak kullanımı, atık miktarı ve ormansızlaşma oranı gibi unsurlarla birlikte çevresel kirlenme artış göstermektedir. Gelişmenin ileri düzeylerinde ise, çevre düzenlemelerinin daha iyi uygulanması, artan çevresel duyarlılık ve teknolojik gelişmelerden dolayı bilgi yoğun kaynaklara olan yatırımla birlikte çevresel bozulmanın kademeli olarak azalacağı ortaya konmaktadır (Panayotou, 1993: 1). ÇKE, Şekil 2'de olduğu gibi ifade edilebilir (Yandle vd., 2002).

Şekil 1. Kuznets Eğrisi



Şekil 2. Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi



ÇKE hipotezini analiz eden çalışmalardan Lau vd. (2014), Ang (2007), Sugiawan ve Managi (2016), Saboori vd. (2016) ÇKE hipotezini geçerli bulurken, Öztürk ve Al-Mulali (2015), Ul Haq vd. (2016), Alshehry ve Belloumi (2017), Shahbaz vd. (2017) ise ÇKE hipotezinin geçerli olmadığına ilişkin ampirik kanıtlar ortaya koymuşlardır.

Sanayi devriminden günümüze kadar geçen süreçte atmosfere salınan emisyon oranları, dünya ikliminin doğal döngüsü üzerinde meydana gelen değişikliklerde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda sürekli artış gösteren teknolojik gelişmeler, fosil yakıtların kullanımı, sanayileşmedeki artış, bireylerin refah seviyelerinde meydana gelen artışlar sonucunda enerji talebinin artması ve artan enerji talebinin çoğunlukla fosil yakıtlardan elde ediliyor olması karbon emisyonlarının artmasına neden olmaktadır (Nasir ve UrRehman, 2011: 1858). Dünya Bankası (2018) küresel ölçekteki enerji tüketimi ve karbon salınımı verilerine bakıldığında, karşılıklı ve pozitif bir etkileşimin olduğu görülecektir. Buna göre, büyümeyle birlikte artan enerji talebi, emisyon oranlarında bir artışa yol açabilecektir. Ampirik literatüre bakıldığında çevre kirliliği ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ele alan birçok araştırmada enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde etkili olduğu ve enerji tüketiminin çevre kirliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Chang (2010), Apergis ve Payne (2010), Pao ve Tsai (2010), Wang vd. (2011)). Bu nedenle küresel düzeyde ülkelerin sürdürülebilir enerji anlayışını esas almaları önerilmektedir.

Ampirik literatür çevre kirliliğinin temel belirleyicilerinden birisi olarak dış ticareti dikkate almaktadır. Dış ticaretin çevre üzerindeki etkisi ölçek, kompozisyon ve teknolojik olmak üzere üç farklı şekilde açıklanabilmektedir. Ölçek etkisi, artan ticaretle birlikte piyasalarda meydana gelen genişlemenin üretim ve tüketimi artırması ve dolayısıyla çevre kirliliğinde artışların yaşanması şeklinde açıklanabilir (Cole, 2004: 72). Teknolojik etki, ticaretin daha gelişmiş üretim

teknikleri ve çevresel düzenlemelere olanak sağlaması nedeniyle daha temiz teknolojilere ya da üretim şekillerine geçilmesinden kaynaklanan olumlu bir etkidir. Kompozisyon etkisi ise, uzmanlaşmayla birlikte üretimde faaliyet gösterilen alanda meydana gelen değişiklikler olarak yorumlanabilir. Burada ticarete konu olan malların nitelikleriyle ilgili birtakım yorumlar yapılabileceği ve ticaretin çevre kirliliğine pozitif ya da negatif olarak iki farklı şekilde etki edebileceği üzerinde durulmuştur (Çetin ve Seker, 2014: 216). Gale vd. (1998), Cole (2004), Öztürk vd. (2013), Farhani vd. (2014) ve Çetin vd. (2014) çalışmalarında ticari dışa açıklık ile çevre kirliliği arasında farklı ampirik bulgulara rastlamışlardır.

ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliğinin test edilmesine yönelik ampirik çalışmalar, Tablo 1’de özetlenmiştir. Türkiye ekonomisi bağlamında ele alınan çalışmalar incelendiğinde; Öztürk ve Acaravcı (2013), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015), Albayrak ve Gökçe (2015), Keskingöz ve Karamelikli (2015), Lebe (2016), Kılıç ve Akalın (2016), Taşpınar (2016), Çağlar ve Mert (2017), Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Seker vd. (2015), Bölük ve Mert (2015) ÇKE hipotezinin geçerliliğine yönelik araştırmalarında değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını test etmişler ve bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespiti için Öztürk ve Acaravcı (2013), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015), Seker vd. (2015), Keskingöz ve Karamelikli (2015), Lebe (2016), Kılıç ve Akalın (2016), Taşpınar (2016), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Bölük ve Mert (2015) ARDL sınır testini kullanmışlardır. İncelenen çalışmalarda ARDL sınır testinden farklı olarak Albayrak ve Gökçe (2015) Johansen eşbütünleşme testi, Çağlar ve Mert (2017) GH ve HJ eşbütünleşme testi ve Artan vd. (2015) Johansen ve Juselius eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Türkiye ekonomisi açısından incelenen tüm çalışmalarda eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Atıcı ve Kurt (2007), Dam vd. (2013), Tunçsiper ve Uçar (2017) ise çalışmalarında değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığına yönelik herhangi bir inceleme yapmamıştır.

Çalışmalardan elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde; Tunçsiper ve Uçar (2017), Dam vd. (2013) ve Erdoğan vd. (2015) çalışmalarında Türkiye ekonomisi için ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklemeyen sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen diğer çalışmalardan elde edilen bulgular ise, Türkiye ekonomisi için ÇKE hipotezinin geçerliliğini destekler niteliktedir. Kılıç ve Akalın (2016) çalışmasında ise, kuadratik model için Türkiye ekonomisinde ÇKE’yi destekleyecek sonuçlar elde edilmiştir. Ancak ele alınan kübik model için ulaşılan analiz sonuçları, Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı şeklinde elde edilmiştir.

Ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki nedensellik ilişkisinin ele alındığı çalışmalardan elde edilen nedensellik analizi sonuçlarına bakıldığında; Tunçsiper ve Uçar (2017) ve Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017) çalışmasında söz konusu iki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Erdoğan vd. (2015), Taşpınar (2016), Seker vd. (2015) ve Gökmenoğlu ve Taşpınar

(2016) çalışmasında, ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru işleyen bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Lebe (2016) çalışmasında ise, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasında çift taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye Ekonomisi İçin ÇKE Hipotezi Üzerine Zaman Serisi Çalışmaları

Yazar	Periyod	Ülke	Metodoloji	Eş bütünleşme	ÇKE hipotezi	Uzun dönem nedenselliği
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000	Türkiye	Regresyon analizi	İncelenmedi	Geçerlidir	İncelenmedi
Öztürk ve Acaravcı (2013)	1960-2007	Türkiye	ARDL sınır testi, Granger nedensellik testi	Evet	Geçerlidir	GDP → CO <sub>2</sub>
Dam vd. (2013)	1960-2010	Türkiye	Dinamik OLS	İncelenmedi	Geçerli değildir	İncelenmedi
Kocak (2014)	1960-2010	Türkiye	ARDL sınır testi	Evet	Geçerli değildir	İncelenmedi
Bölük ve Mert (2015)	1961-2010	Türkiye	ARDL sınır testi	Evet	Geçerlidir	İncelenmedi
Artan vd. (2015)	1981-2012	Türkiye	Johansen ve Juselius eşbütünleşme testi, Etki-tepki analizi	Evet	Geçerlidir	İncelenmedi
Albayrak ve Gökçe (2015)	1975-2010	Türkiye	Johansen eşbütünleşme testi	Evet	Geçerlidir	İncelenmedi
Seker vd. (2015)	1974-2010	Türkiye	Hatemi-J testi, ARDL sınır testi, Granger nedensellik testi	Evet	Geçerlidir	GDP → CO <sub>2</sub>
Erdoğan vd. (2015)	1975-2010	Türkiye	ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto nedensellik testi	Evet	Geçerli değildir	GDP → CO <sub>2</sub>
Kesgingöz ve Karamelikli (2015)	1960-2011	Türkiye	ARDL sınır testi	Evet	Geçerlidir	İncelenmedi
Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016)	1974-2010	Türkiye	ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto nedensellik testi	Evet	Geçerlidir	GDP → CO <sub>2</sub>
Lebe (2016)	1960-2010	Türkiye	ARDL sınır testi, Granger nedensellik testi	Evet	Geçerlidir	GDP ↔ CO <sub>2</sub>
Kılıç ve Akalın (2016)	1960-2011	Türkiye	ARDL sınır testi	Evet	Kuadratik model için geçerlidir. Kübik model için geçerli değildir.	İncelenmedi
Taşpınar (2016)	1974-2010	Türkiye	ARDL sınır testi, Toda-Yamamoto nedensellik testi	Evet	Geçerlidir	GDP → CO <sub>2</sub>

Tunçsiper ve Uçar (2017)	1980-2011	Türkiye	Granger nedensellik testi	İncelenmedi	Geçerli değildir	GDP ≠ CO <sub>2</sub>
Çağlar ve Mert (2017)	1960-2013	Türkiye	GH ve HJ Eşbütünleşme testleri, DOLS	Evet	Geçerlidir	İncelenmedi
Katircioğlu ve Taşpınar (2017)	1960-2010	Türkiye	Maki eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi, Etki-tepki analizi	Evet	Geçerlidir	GDP ≠ CO <sub>2</sub>

**Not:** GDP ve CO<sub>2</sub> sırasıyla ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonunu gösterir. →, ↔ ve ≠ sırasıyla tek yönlü nedenselliği, çift yönlü nedenselliği ve nedenselliğin olmadığını ifade eder.

## II. MODEL VE VERİ SETİ

Bu çalışmada Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerliliği 1960-2014 dönemi yıllık verileri kullanılarak analiz edilmektedir. Burada karbon emisyonu bağımlı, kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık değişkenleri ise bağımsız değişkenler olarak kullanılmaktadır. Acaravcı ve Öztürk (2010), Jalil ve Feridun (2011), Tiwari vd. (2013), Shahbaz vd. (2014) çalışmalarını takiben, ÇKE hipotezini test edebilmek için aşağıdaki regresyon modelleri tercih edilmiştir:

$$LNCO_{2t} = \delta_0 + \delta_1 LNY_t + \delta_2 LNY_t^2 + \mu_t \quad (1)$$

$$LNCO_{2t} = \delta_0 + \delta_1 LNY_t + \delta_2 LNY_t^2 + \delta_3 LNE_t + \mu_t \quad (2)$$

$$LNCO_{2t} = \delta_0 + \delta_1 LNY_t + \delta_2 LNY_t^2 + \delta_3 LNE_t + \delta_4 LNT_t + \mu_t \quad (3)$$

Bu denklemlerde CO<sub>2</sub> değişkeni karbon emisyonunu (kişi başına/ton), Y ile temsil edilen değişken kişi başına reel geliri (sabit 2010 US\$), E enerji tüketimini (kişi başına petrol eşdeğeri), T ise ticari dışa açıklık (GSYH’nin yüzdesi) değişkenini temsil etmektedir. Değişkenler logaritması alınarak işlemlere dahil edilmiştir. Denklemlerde  $\delta_0$  sabit terimi,  $\mu_t$  ise hata terimlerini ifade etmektedir. Veriler Dünya Bankası web sitesinden temin edilmiştir.

Denklemlerde  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  ve  $\delta_4$  katsayıları sırasıyla kişi başına reel gelirin kişi başına karbon emisyonu üzerindeki etkisini, kişi başına reel gelirin karesinin kişi başına karbon emisyonu üzerindeki etkisini, enerji tüketiminin ve ticari dışa açıklık değişkeninin kişi başına karbon emisyonu üzerindeki etkisini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle kişi başına karbon emisyonunun; kişi başına reel gelir esnekliğini, kişi başına reel gelirin karesi esnekliğini, enerji tüketimi esnekliğini ve ticari dışa açıklık esnekliğini ifade etmektedir. Tablo 2’de analizde ele alınan değişkenlere ilişkin mod, medyan, minimum, maksimum ve çarpıklık, basıklık değerleri gibi tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi yer almaktadır.

**Tablo 2.** Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi (Zaman Serisi: 1960-2014)

İstatistikler	LNCO <sub>2</sub>	LNY	LNY <sup>2</sup>	LNE	LNT
Ortalama	0.754	8.736	76.470	6.733	3.218
Medyan	0.886	8.749	76.556	6.811	3.457
Maximum	1.502	9.496	90.182	7.368	4.006
Minimum	-0.490	8.050	64.807	5.954	1.745
Standart Sapma	0.548	0.388	6.812	0.411	0.656
Çarpıklık	-0.620	0.091	0.164	-0.275	-0.494

Basıklık	2.433	2.116	2.136	2.019	1.801
Gözlem Sayısı	55	55	55	55	55
<b>Korelasyon Matrisi</b>					
LNCO <sub>2</sub>	1				
LNY	0.970	1			
LNY <sup>2</sup>	0.965	0.999	1		
LNE	0.991	0.989	0.986	1	
LNT	0.920	0.895	0.890	0.922	1

### III. METODOLOJİ

Zaman serisi analizlerinde, durağan olmayan serilerle gerçekleştirilen analizlerde herhangi bir sahte regresyon probleminin ortaya çıkmaması için, ilk olarak serilerin birim kök içerip içermediğinin kontrol edilmesi gerekmektedir (Gujarati, 2006: 713). Dickey ve Fuller (1979), bütün zaman serilerini birinci dereceden otoregresif süreçlerle açıklamaktadır. Fakat zaman serilerinin tümü, bu şekilde ifade edilemezler. Seride otokorelasyon problemi ile karşılaşılması durumunda, bu sorunun aşılabilmesi için Geliştirilmiş Dickey Fuller (ADF) testi tavsiye edilmiştir. DF testinde karşılaşılan otokorelasyon problemini ortadan kaldırmak için denklemin sağ tarafına, otokorelasyonu gidermeye yetecek kadar bağımlı değişkenin gecikmeli değeri eklenir. Bundan sonra, DF denklemi, ADF denklemine dönüşür (Dickey ve Fuller, 1979). Çalışmada ADF testi, PP ve KPSS testleriyle desteklenmiştir. Özellikle trend içeren serilerde, Phillips-Perron (PP) testi, ADF testinden daha güçlüdür. PP testinde, DF testinde varsayılan hata teriminin ortalaması sıfır, varyansının sabit olmasını önemsemeksizin hata terimlerinin zayıf bağımlı olabileceğini varsayarak hareketli ortalamalar sürecine sahip birim kök testi gerçekleştirilmektedir. Hareketli ortalama yapısının seriyi etkileyerek yapay birim kök içermesi durumunda bu durumu gidermek için uygulanmaktadır (Phillips ve Perron, 1988: 336). ADF ve PP testleri için H<sub>0</sub> hipotezi serilerin birim kök içerdiğini, yani durağan olmadığını, alternatif hipotez ise serinin birim kök içermediğini ve dolayısıyla durağan olduğunu ifade etmektedir. H<sub>0</sub> hipotezinin red edilememesi durumunda, seriye fark alma işlemi uygulanmalıdır.

KPSS testi, Kwiatkowski ve diğerleri tarafından gözlemlenen serilerin karesel kısmi toplamlarının uzun süreli bir varyans tahmin ediciye oranı olarak tanımlanmıştır (Su vd., 2012: 697). Testin amacı, gözlenen serideki deterministik trendin arındırılarak serinin durağanlaştırılmasıdır. Burada kurulan birim kök hipotezi diğer testlerden farklılık göstermektedir. Boş hipotez serinin durağan olduğunu gösterirken, alternatif hipotez ise serinin birim kök içerdiğini ifade etmektedir. KPSS testinde boş hipotezdeki durağanlık temelde trend durağanlığı ortaya koymaktadır. Dolayısıyla trendden arındırılan seride birim kök olmama, serinin aslında trend durağanlığını ifade etmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2005: 305). Hesaplanan değer kritik değer ile kıyaslanarak hipotezlerin sınanması gerçekleştirilmektedir. KPSS testi deterministik trendden kaynaklı etkinin birim kök varlığı için oluşturduğu sorunu bu trendin arındırılması



yoluyla yok etmesidir. Dolayısıyla diğer klasik birim kök testlerinden farklılık gösterir (Tunçsiper ve Sürekçi, 2011: 110-111).

Eşbütünleşme testleri değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri araştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Literatürde genellikle Engle-Granger (1987), Johansen (1988) gibi eşbütünleşme testleri düzeyde durağan olmayan iki değişkenin durağan bir bileşiminin olabileceğini göstermektedir ve bu testler değişkenlerin aynı dereceden bütünleşik olma koşulunu sağlamalarını gerektirmektedir (Akel ve Gazel, 2014: 30). Uygulamada engel teşkil eden bu koşul, Pesaran, Shin ve Smith (1996), Pesaran ve Smith (1998), Pesaran ve Shin (1999), Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL yaklaşımı ile giderilmiştir. Bu yaklaşım, farklı dereceden bütünleşik olsalar dahi parametreler arasındaki ilişkinin tespit edilmesine imkan sağlamaktadır.

Seriler arasındaki uzun süreli dengenin varlığını araştıran ARDL sınır testi yaklaşımının birçok avantajı mevcuttur. ARDL yöntemi serilerin bütünleşme derecesinin  $I(0)$  veya  $I(1)$  olmasına bakılmaksızın uygulanabilmesi bu avantajlardan ilkidir. İkincisi ise, bu yöntemle dinamik sınırsız bir hata düzeltme modeli (UECM) türetilmektedir. UECM, herhangi bir bilgi kaybına uğramadan kısa dönem dinamiklerle uzun dönem eşitlikleri entegre edebilmektedir (Shahbaz ve Lean, 2012: 475). Testin sıfır hipotezi, “ele alınan değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisi yoktur” şeklinde kurulmaktadır ve test ile kısa ve uzun dönem parametreleri arasındaki ilişki sınanmaktadır. Bu yaklaşım ile tahmin edilen modelin bütünleşme derecesi ve ele alınan seriler için bir yapısal kırılma olup olmadığı CUSUM testi ile araştırılabilmektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde kurulan temel model aşağıdaki gibidir (Çelikay, 2017: 177):

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} \Delta X_{1t-i} + \dots + \sum_{i=0}^q \alpha_{ki} \Delta X_{kt-i} + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 X_{1t-1} + \dots + \beta_k Y_{kt-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Denklemden  $Y$  bağımlı,  $X$  bağımsız değişkeni ifade etmektedir.  $\Delta$  değişkenlere uygulanan fark işlemini,  $\alpha_0$  sabit terimi ve  $\varepsilon_t$  hata terimini ifade etmektedir. Burada öncelikle alternatif gecikme uzunlukları tahmin edilerek Akaike ve Schwarz Bilgi Kriterleri (AIC ve SIC) aracılığıyla uygun gecikme uzunluğuna sahip model tespit edilmektedir. Daha sonra eşitlik en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilerek parametreler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Wald Testi ile araştırılmaktadır. Test sonucunda elde edilen  $F$  değeri Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından önerilen asimtotik alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Bu test sonucunda hesaplanan  $F$  değeri alt sınırın aşağısında ise  $H_0$  hipotezi reddedilemeyecek, hesaplanan değer üst sınırın üzerinde ise boş hipotez reddedilebilecektir (Sinha ve Shahbaz: 2018: 706). Dolayısıyla değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılabacaktır.

Aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunan değişkenler için uzun dönem ARDL modeli aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} X_{1t-i} + \dots + \sum_{i=0}^q \alpha_{ki} X_{kt-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Parametreler arasındaki kısa dönemli ilişkiler ile uzun dönem ARDL modelinden elde edilen hata düzeltme teriminin etkilerini ifade eden hata düzeltme modeli ise,

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} \Delta X_{1t-i} + \dots + \sum_{i=0}^q \alpha_{ki} \Delta X_{kt-i} + \theta ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

şeklinde ifade edilebilir. Denklemde  $\alpha_{1i}$ ,  $\alpha_{2i}$ ,  $\alpha_{ki}$  kısa dönem katsayıları,  $\theta$  kısa dönemde ortaya çıkacak dengeden sapmanın uzun dönemde hangi oranda giderilebileceğini ortaya koyan hata düzeltme terimi katsayısıdır. Bu katsayının negatif ve istatistikî olarak anlamlı bulunması değişkenler arasında bir uzun dönem ilişkisinin varlığına işaret eder.

#### IV. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmanın ekonometrik metodolojisi bağlamında ilk olarak ÇKE hipotezini test edebilmek için kurulan 3 farklı regresyon denkleminde yer alan her bir değişkenin birim kök analizleri ADF, PP ve KPSS birim kök testleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Tablo 3, ADF, PP ve KPSS birim kök testlerinden elde edilen sonuçları düzey ve birinci farkları itibarıyla göstermektedir. Bu sonuçlara göre ADF ve PP testleri kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, kişi başına karbon emisyonu ve kişi başına enerji tüketimi serilerinin birinci farklarında durağan olduğunu göstermektedir. Ticari dışa açıklık değişkeni PP ve KPSS test sonuçlarına göre düzeyde durağan olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan KPSS testi sonuçlarına göre kişi başına karbon emisyonu birinci farkında durağan bulunurken diğer değişkenlerin düzeyde durağan olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, eşbütünlük için ARDL sınır testinin uygulanmasına zemin hazırlamıştır.

Tablo 3. Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF	PP	KPSS
Panel A: Düzey			
LNCO <sub>2</sub>	-2.593	-2.746	0.218
LN <sub>Y</sub>	-2.321	-2.465	0.108*
LN <sub>Y</sub> <sup>2</sup>	-2.038	-2.191	0.132**
LNE	-2.424	-2.478	0.166*
LNT	-2.977	-3.250***	0.165*
Panel B: Birinci fark			
ΔLNCO <sub>2</sub>	-8.116*	-8.086*	0.092*
ΔLN <sub>Y</sub>	-7.146*	-7.146*	-
ΔLN <sub>Y</sub> <sup>2</sup>	-7.115*	-7.114*	-
ΔLNE	-7.243*	-7.281*	-
ΔLNT	-7.111*	-	-

Not: Sonuçlar sabitli ve trendli model sonuçlarını yansıtır. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Üç model için elde edilen  $F$ -sınır testi sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar her üç modelde de hesaplanan  $F$ -istatistiği değerinin %1 anlamlılık seviyesinde üst kritik değeri aştığını dolayısıyla ilgili değişkenler

arasında bir eşbütünlük ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Tablo 4 aynı zamanda her bir modelin uygun bir model olduğunu, model kurulumunda herhangi bir hatanın olmadığını, normal dağılım sergilendiğini, herhangi bir otokorelasyon ve değişen varyans probleminin bulunmadığını göstermektedir. Bir sonraki aşamada işse, her üç model için, değişkenlere ilişkin uzun dönem ve kısa dönem parametreleri tahmin edilecektir.

**Tablo 4.** *F-Sınır Testi Sonuçları*

Model	Model 1		Model 2		Model 3	
ARDL gecikme uzunluğu	[1,0,0]		[2,0,0,2]		[2,0,0,2,0]	
SIC optimum gecikme uzunluğu	3		3		3	
Hesaplanan <i>F</i> -istatistiği	9.52*		13.067*		14.820*	
Pesaran vd. (2001) critical değerler: Kısıtsız sabitli ve trendsiz model						
Anlamlılık düzeyi	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)
% 1	5.15	6.36	4.29	5.61	3.74	5.06
% 5	3.79	4.85	3.23	4.35	2.86	4.01
% 10	3.17	4.14	2.72	3.77	2.45	3.52
Narayan (2005) kritik değerler: Kısıtsız sabitli ve trendsiz model T = 55)						
Anlamlılık düzeyi	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)	Alt <i>I</i> (0)	Üst <i>I</i> (1)
% 1	5.70	6.97	4.82	6.19	4.24	5.72
% 5	3.98	5.09	3.40	4.62	3.06	4.33
% 10	3.28	4.27	2.84	3.92	2.57	3.71
<b>Tanısal testler</b>						
R <sup>2</sup>	0.995		0.998		0.998	
<i>F</i> -istatistiği	0.000		0.000		0.000	
Durbin-Watson İstatistiği	1.839		1.817		2.006	
Breusch-Godfrey LM testi	0.205 (0.652)		0.486 (0.489)		0.046 (0.829)	
ARCH LM testi	1.507 (0.225)		0.417 (0.521)		0.032 (0.856)	
J-B normality testi	0.518 (0.771)		0.593 (0.743)		1.735 (0.419)	
Ramsey RESET testi	0.500 (0.618)		0.519 (0.606)		1.241 (0.221)	

**Not:** ARDL sınır testi sonuçları SIC'e göre tahmin edilmiştir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade eder. \*, % 1 seviyesinde anlamlılığı ifade eder.

Üç model için elde edilen ARDL modeli uzun ve kısa dönem parametrelerinin tahmin sonuçları, Tablo 5'te verilmiştir. Her üç modelde de kişi başına reel gelir değişkeni pozitif ve anlamlı kişi başına reel gelirin karesi değişkeni ise negatif ve anlamlı bulunmuştur. Bu durum ÇKE hipotezinin desteklendiği yani kişi başına reel gelir ile karbon emisyonu arasında ters-U şeklinde ilişkinin varlığı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan ikinci model dikkate alındığında enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında pozitif ve anlamlı ilişki belirlenmiş böylece uzun dönemde enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Kısa dönem sonuçlarına bakıldığında sadece birinci model için ÇKE hipotezinin desteklendiği söylenebilir. Diğer taraftan hata düzeltme terimi katsayısının her üç modelde de negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulunması

değişkenler arasında bir eşbütünleşmenin varlığına ayrı bir kanıt olarak değerlendirilebilir.

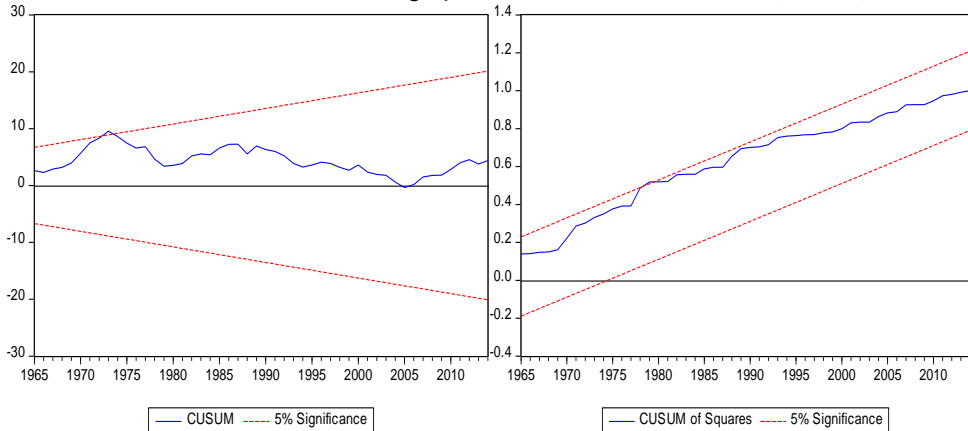
**Tablo 5.** Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

A: Uzun dönem analizi		Model 1		Model 2		Model 3	
Bağımlı değişken: LNCO <sub>2</sub>							
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği	
Sabit	-68.462	-19.016*	-33.772	-3.797*	-33.442	-3.333*	
LN <sub>Y</sub>	14.501	17.690*	6.224	2.984*	6.426	2.782*	
LN <sub>Y</sub> <sup>2</sup>	-0.751	-16.114*	-0.333	-3.066*	-0.333	-2.731*	
LNE	-	-	0.840	3.875*	0.485	1.515	
LNT	-	-	-	-	0.090	1.787	
B: Kısa dönem analizi							
Bağımlı değişken: DLNCO <sub>2</sub>							
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği	Katsayılar	t-istatistiği	
ΔLN <sub>Y</sub>	10.418	4.224*	2.803	1.615	1.309	0.764	
ΔLN <sub>Y</sub> <sup>2</sup>	-0.534	-3.837*	-0.155	-1.609	-0.071	-0.749	
ΔLNE	-	-	1.142	11.397*	1.053	10.641*	
ΔLNT	-	-	-	-	0.018	0.992	
ECT(-1)	-0.599	-5.374*	-0.426	-7.125*	-0.380	-8.179*	

**Not:** Uzun ve kısa dönem katsayıları ARDL (3,3) modeli baz alınarak elde edilmiştir. Gecikme uzunluğu SIC kriterine dayanır. \* % 1 seviyesinde anlamlılığı ifade eder.

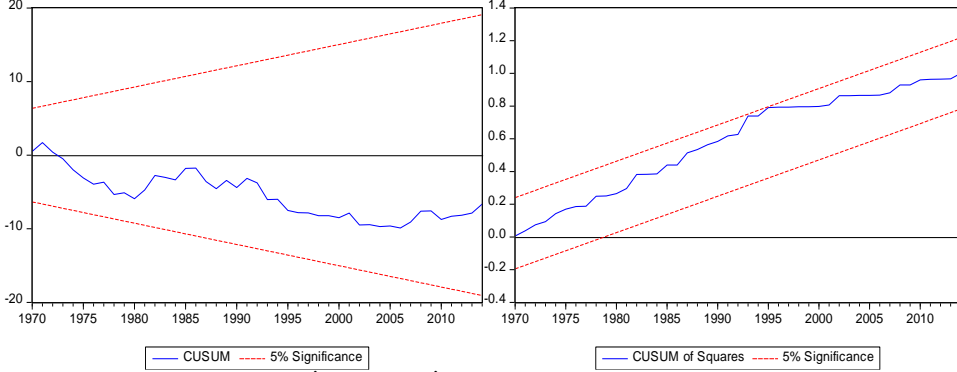
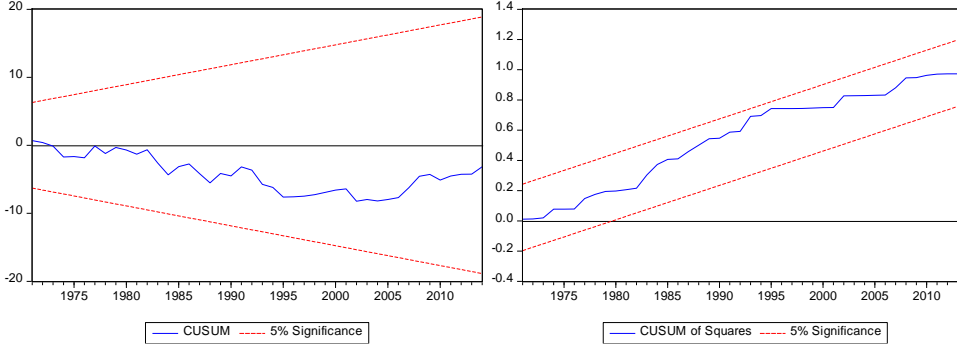
Grafik 1, 2 ve 3 her bir ARDL modeline ilişkin uzun dönem parametrelerinin istikrarlı olup olmadığını gösteren CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> testlerinin sonuçlarını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara göre model 1 için CUSUM testine göre 1972 yılında %5 kritik sınır değerlerinin üzerine çıktığı, ancak Chow testinde ise söz konusu dönemde bir istikrarsızlığın olmadığı görülmektedir. Model 2 ve 3 için elde edilen sonuçlar da test değerlerinin %5 kritik değerler içinde kaldığını ve uzun dönem parametrelerinin istikrarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

**Grafik 1.** Parametre İstikrarlığı İçin CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> Testleri (Model 1)



**Tablo 6.** Chow Testi Sonuçları (Model 1)

Chow Testi	F-istatistiği	Prob.
1972-2014 dönemi	0.406	0.9677

**Grafik 2.** Parametre İstikrarlığı İçin CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> Testleri (Model 2)**Grafik 3.** Parametre İstikrarlığı İçin CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> Testleri (Model 3)

## SONUÇ

Çevre kirliliğinin temel belirleyicileri üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmında ekonomik büyüme yani kişi başına reel gelir, enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık gibi değişkenlerin ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmada da söz konusu değişkenler karbon emisyonunu belirleyen değişkenler olarak kullanılmıştır. Burada ÇKE hipotezini yani kişi başına reel gelir ile karbon emisyonu arasındaki ilişki, Türkiye ekonomisi örneğinde 1960-2014 dönemi itibarıyla analiz edilmiştir. Teorik değerlendirmeler ışığında üç farklı regresyon denklemi kurularak ÇKE hipotezinin varlığı test edilmeye çalışılmıştır.

Değişkenlerin birim kök analizinde ADF, PP ve KPSS birim kök testlerinden istifade edilmiştir. Bir sonraki aşamada, değişkenler arasında bir eşbütünlüşme yani uzun dönem ilişkisinin varlığı ARDL sınır testi ile araştırılmıştır. Son aşamada ise, ARDL modeli çerçevesinde değişkenlerin uzun ve kısa dönem parametreleri tahmin edilmiştir. Ampirik analizlerden elde edilen bulgular şöyledir:

- ADF ve PP testleri tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmadığını birinci farkları alındığında durağan hale geldiklerini ortaya koymaktadır. KPSS test sonuçlarına göre karbon emisyonu birinci farkında durağan iken diğer değişkenler düzeyde durağan bulunmuştur.
- Söz konusu birim kök test sonuçları değişkenler arasında bir eşbütünlüşmenin varlığının test edilmesinde ARDL sınır testinin kullanılmasına imkân sunmuştur.

- Her üç modelde de değişkenler arasında bir eşbütünlüşme yani uzun dönem ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.
- Uzun dönem tahminleri; her üç modelde de kişi başına reel gelir ile karesi değişkenlerinin sırasıyla pozitif ve negatif değerler aldığı ve istatistiki olarak anlamlı olduğunu belirlemiştir. Bu sonuç ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için uzun dönemde geçerli olduğunu yani kişi başına reel gelir ile karbon emisyonu arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığını ispatlamıştır. Uzun dönemde aynı zamanda enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye ekonomisi bağlamında ele alınan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında; Atıcı ve Kurt (2007), Öztürk ve Acaravcı (2013), Bölük ve Mert (2015), Artan vd. (2015), Albayrak ve Gökçe (2015), Seker vd. (2015), Kesgingöz ve Karamelikli (2015), Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016), Lebe (2016), Kılıç ve Akalın (2016), Taşpınar (2016), Çağlar ve Mert (2017), Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017)'ın çalışmalarından elde edilen temel bulgu ÇKE hipotezinin geçerli olduğu yönündedir. Çalışmamızda da elde edilen kanıtlar bu yöndedir. Diğer taraftan; Dam vd. (2013), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015) ve Tunçsiper ve Uçar (2017) ise diğer çalışmalardan farklı olarak ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisinde geçerli olmadığına dair kanıtlar sunmuşlardır. Söz konusu çalışmalarda Türkiye ekonomisi için farklı sonuçların elde edilmesi, ele alınan dönemlerin farklı olması, modele dahil edilen birçok kontrol değişkeninin bulunması ve farklı ekonometrik tekniklerin uygulanması gibi nedenlerle açıklanabilmektedir. Bunlardan daha da önemlisi, üç farklı regresyon denkleminin kurulması ve her bir regresyon denkleminin analizi sonucunda aynı bulgulara ulaşılması, çalışmayı diğer tüm çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin karbon salınımı ile uzun dönemli ve pozitif ilişkisi, Türkiye ekonomisi için önemli politika önerilerinin yapılmasını sağlamaktadır. Zira yeni gelişen ve sanayileşen ekonomiler arasında gösterilen Türkiye ekonomisi son 15 yıllık dönem içerisinde ortalama %5'lik bir büyüme sergilemiş, enerji talebi ve buna bağlı olarak tüketiminde ekonomik büyümeye paralel olacak şekilde önemli artışlar yaşamıştır. Bu doğrultuda politika önerileri şu şekilde sıralanabilir: Türkiye'de yenilenebilir kaynaklı enerji özendirilerek bu alanda ciddi yatırımlar yapılmalıdır. Enerji tüketiminin fosil yakıtlara olan bağılılığı azaltılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik edici yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Ayrıca üretim sürecinde enerji girdisi olarak çoğunlukla kullanılan fosil yakıtların yerine yenilenebilir kaynaklar teşvik edilerek kirlilik yayan eski sektör ve teknolojilerden ziyade daha temiz sektör ve teknolojilere geçiş sağlanmalıdır. Enerjide verimliliği artıracak uygulamalar genişletilmelidir. Bu anlamda uygulanacak olan politikalarda iktisadi büyümenin nitelik ve verimliliği artırılarak oluşacak çevresel maliyetlerin minimize edilmesi amaçlanmalıdır. Bu amaçla hükümet tarafından uygulanacak çeşitli politika enstrümanları belirlenerek (sübvansiyonlar ve vergi indirimleri sağlamak gibi) yüksek üretim maliyetleri ortadan kaldırılmalıdır. Firmalar ise, en az hammadde ile maksimum üretimi

sağlamayı öncelik edinmeli yani verimli ve kaliteli üretimi hedeflemelidirler. Dolayısıyla üretimde çevreye duyarlı teknolojiler ve geri dönüşüm sektörü desteklenerek daha verimli bir ekonomik büyüme hedeflenmelidir.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve gelecek kuşakların refah kaybının en aza indirilebilmesi için büyümenin çevre kalitesi korunarak gerçekleştirilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının yaygınlaştırılması ve devlet tarafından verilecek teşviklerin artırılması önemlidir. Böylece Türkiye’de uzun vadede enerji verimliliği artırılabilecek ve çevrede meydana gelecek tahribatın boyutu minimum düzeye indirgenecektir. Bu durum, istikrarlı ve sürdürülebilir bir büyüme performansının yakalanması adına önem arz etmektedir.

#### KAYNAKÇA

- Abrahamson, D. E. (1999). *The Challenge of Global Warming*, Edited by Dean Edwin Abrahamson, Island Press.
- Acaravcı, Ali ve Öztürk, İlhan (2010). On The Relationship Between Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth in Europe, *Energy*, Sayı: 35, ss. 5412-5420.
- Akel, Veli ve Gazel, Sümeýra (2014). Döviz Kurları ile BIST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünlüşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 44, ss. 23-41.
- Albayrak, Emel Nur ve Gökçe, Atilla (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği, *Social Sciences Research Journal*, Cilt: 4, Sayı: 2.
- Alshehry, Atef Saad ve Belloumi, Mounir (2017). Study of The Environmental Kuznets Curve For Transport Carbon Dioxide Emissions in Saudi Arabia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 75, ss. 1339-1347.
- Ang, James B. (2007). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, and Output in France, *Energy Policy*, Cilt: 35, Sayı: 10, ss. 4772-4778.
- Apergis, N. ve Payne E. J. (2010). The Emissions, Energy Consumption, and Growth Nexus: Evidence from The Commonwealth of Independent States, *Energy Policy*, Sayı: 38, ss. 650-655.
- Artan, S., Hayaloğlu, P. ve Seyhan, B. (2015). Türkiye’de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 1, ss. 308-325.
- Atıcı, Cemal ve Kurt, Fırat (2007). Türkiye’nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, Cilt: 13, Sayı: 2, ss. 61-69.
- Bo, Sun (2011). A Literature Survey on Environmental Kuznets Kurve, *Energy Procedia*, Sayı: 5, ss. 1322-1325.
- Bölük, Gülden ve Mert, Mehmet (2015). The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 52, ss. 587-595.
- Chang, Ching-Chih (2010). A Multivariate Causality Test of Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China, *Applied Energy*, Sayı: 87, ss. 3533-3537.
- Cole, Matthew A. (2004). Trade, The Pollution Haven Hypothesis and The Environmental Kuznets Curve: Examining The Linkages, *Ecological Economics*, Sayı: 48, ss. 71-81.
- Çağlar, Abdullah Emre ve Mert, Mehmet (2017). Türkiye’de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünlüşme Yaklaşımı, *Yönetim ve Ekonomi*, Cilt: 24, Sayı: 1, ss. 21-38.
- Çakmak, Ece G., Doğan, Tuğba ve Hilmioğlu, Bilgin (2017). İklim Değişikliği Süresinde Paris Anlaşması’nın Rolü ve Türkiye’nin Konumu, *Akdeniz Üniversitesi Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi, VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu*, 1-3 Kasım 2017.
- Çelikay, Ferdi (2017). Milli Gelirin Vergi Yükü Üzerindeki Etkileri: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme (1924-2014), *Sosyoekonomi*, Cilt: 25, Sayı: 32, ss. 169-188.

- Çetin, Murat ve Seker, Fahri (2014). Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaretin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi*, Cilt: 21, Sayı: 2, ss. 213-230.
- Dam, M. M., Karakaya, E. ve Bulut, Ş. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı*, ss. 85-95.
- Değer, Alper ve Anbar, Adem (2007). Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 4, ss. 15-54.
- Dickey, David A. ve Fuller, Wayne A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, Sayı: 74, ss. 427-431.
- Dickey, David A. ve Fuller, Wayne A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, Cilt: 9, Sayı: 4, ss. 1057-1072.
- Erdoğan, İ., Türköz, K. ve Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı: 44, ss. 113-123.
- Farhani, S., Chaibi, A. ve Rault, C. (2014). CO<sub>2</sub> Emissions, Output, Energy Consumption, and Trade in Tunisia, *Economic Modelling*, Sayı: 38, ss. 426-434.
- Gale, L.R. ve J.A. Mendez (1998). The Empirical Relationship Between Trade, Growth And The Environment, *International Review of Economics and Finance*, Cit: 7, Sayı: 1, ss. 53-61.
- Gökmenoğlu, Korhan ve Taşpınar, Nigar (2016). The Relationship Between CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic Growth and FDI: The Case of Turkey, *The Journal of International Trade & Economic Development*, Cilt: 25, Sayı: 5, ss. 706-723.
- Grossman, Gene M. ve Krueger, Alan B. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement, *NBER Working Paper Series*, No: 3914.
- Gujarati, Damodar N. (2006). *Temel Ekonometri* (Çev: Ümit Senesen, Gülay Günlük Senesen), İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Jalil, Abdul ve Feridun, Mete (2011). The Impact of Growth, Energy and Financial Development on The Environment in China: A Cointegration Analysis, *Energy Economics*, Sayı: 33, ss. 284-291.
- Katırcıoğlu, Salih Turan ve Taşpınar, Nigar (2017). Testing The Moderating Role of Financial Development in an Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence From Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 68, ss. 572-586.
- Kesgingöz, Hayrettin ve Karamelikli, Hüseyin (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO<sub>2</sub> Emisyonu Üzerine Etkisi, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 9, ss. 7-17.
- Kılıç, Ramazan ve Akalın, Güray (2016). Türkiye'de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 16, Sayı: 2, ss. 49-60.
- Koçak, Emrah (2012). Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi, Kayseri: *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Koçak, Emrah (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, Cilt: 2, Sayı: 3, ss. 62-73.
- Kuznets, Simon (1955). Economic Growth and Income Inequality, *The Economic Review*, Cilt: 45, Sayı: 1, ss. 1-28.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., ve Schmidt, P. ve Shin, Y. (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root?, *Journal of Econometrics*, Sayı: 54, ss. 159-178.
- Lau, L., Choong, C.ve Eng, Y. (2014). Investigation of The Environmental Kuznets Curve For Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter?, *Energy Policy*, Sayı: 68, ss. 490-497.
- Lebe, Fuat (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünlük ve Nedensellik Analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, Cilt: 17, Sayı: 2, ss. 177-194.



- Nasir, Muhammad ve UrRehman, Faiz (2011). Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation, *Energy Policy*, Sayı: 39, ss. 1857-1864.
- Öztürk, İlhan ve Acaravcı, Ali (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey, *Energy Economics*, Sayı: 36, ss. 262-267.
- Öztürk, İlhan ve Al-Mulali, Usama (2015). Investigating The Validity of The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Cambodia, *Ecological Indicators*, Sayı: 57, ss. 324-334.
- Panayotou, Theodore (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, *International Labour Office (ILO) WP 238*, ss. 1-45.
- Pao, Hsiao-Tien ve Tsai, Chung-Ming (2010). CO<sub>2</sub> “Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in BRIC Countries, *Energy Policy*, Sayı: 38, ss. 7850–7860.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. (1996). Testing for the Existence of a Long-Run Relationship, *University of Cambridge, DAE Working Paper*, No. 9622.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001), Bound Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, *Journal of Applied Econometrics*, Sayı: 16, ss. 289-326.
- Pesaran, M. Hashem ve Shin, Yoncheol (1999). An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis, in: S. Storm (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frish Centennial Symposium*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pesaran, M. Hashem ve Smith, Richard (1998). Structural Analysis of Cointegrating VARs, *Journal of Economic Surveys*, Cilt: 12, Sayı: 5, ss. 471-505.
- Phillips, Peter C.B. ve Perron, Pierre (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, Cilt: 75, Sayı: 2, ss. 335-346.
- Saboori, B., Sulaiman, J. ve Mohd, S. (2016). Environmental Kuznets Curve and Energy Consumption in Malaysia: A Cointegration Approach, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Cilt: 11, Sayı: 9, ss. 861-867.
- Seker, F., Ertuğrul, H. M. ve Çetin, M. (2015). The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 52, ss. 347-356.
- Sevüktekin, Mustafa ve Nargeleçekenler, Mehmet (2005). *Zaman Serileri Analizi*, Ankara: Nobel Yayınevi, 1. Baskı.
- Sezer, Özcan (2007). Küresel Konferanslar ve Çevre Sorunları: Çevre, Kalkınma ve Etik Açısından Eleştirel Bir Değerlendirme, *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, (ICANAS 38) 10-15 Eylül 2007, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu.
- Shafik, Nemat ve Bandyopadhyay, Sushenjit (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence, *Background Paper For World Development Report*, Washington, The World Bank, WPS 904.
- Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G.S., ve Öztürk, İlhan (2014). Environmental Kuznets curve in an open economy: A bounds testing and causality analysis for Tunisia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 34, ss. 325-336.
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Hammoudeh, S. ve Shahzad, S. J. H. (2017). Bounds Testing Approach to Analyzing The Environment Kuznets Curve Hypothesis With Structural Beaks: The Role Of Biomass Energy Consumption in The United States, *Energy Economics*, Sayı: 68, ss. 548-565.
- Shahbaz, Muhammad ve Lean, Hooi Hooi (2012). Does Financial Development Increase Energy Consumption? The Role of Industrialization and Urbanization in Tunisia, *Energy Policy*, Sayı: 40, ss. 473-479.
- Sinha, Avik ve Shahbaz, Muhammad (2018). Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> Emission: Role of Renewable Energy Generation in India, *Renewable Energy*, Sayı: 119, ss. 703-711.
- Su, J., Amsler, C. ve Schmidt, P. (2012). A Note on the Size of the KPSS Unit Root Test, *Economics Letters*, Cilt: 117, Sayı: 3, ss. 697-699.

- Sugiawan, Yogi ve Managi, Shunsuke (2016). The Environmental Kuznets Curve in Indonesia: Exploring The Potential of Renewable Energy, *Energy Policy*, Sayı: 98, ss. 187-198.
- Taşpınar, Nigar (2016). Environmental Kuznets Curve: The Roles of Financial Development and FDI for the Case of Turkey, *Eastern Mediterranean University Doctor of Philosophy in Finance*, Gazimağusa, North Cyprus.
- Tiwari, A. K., Shahbaz, M. ve Hye, Q. M. A. (2013). The Environmental Kuznets Curve and The Role of Coal Consumption in India: Cointegration and Causality Analysis in an Open Economy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 18, ss. 519-527.
- Tunçsiper, Bedriye ve Süreççi, Dilek (2011). Türkiye'de İkiz Açıklar Hipotezinin Geçerliliğinin Zaman Serisi Analizi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 3, ss. 103-120.
- Tunçsiper, Bedriye ve Uçar, Büşra (2017). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Sınanması: Granger Nedensellik Analizi, *International Journal of Social Sciences and Education Research*, Cilt: 3, Sayı: 2, ss. 657-666.
- Ul Haq, İ., Zhu, S. ve Shafiq, M. (2016). Empirical Investigation of Environmental Kuznets Curve For Carbon Emission in Morocco, *Ecological Indicators*, Sayı: 67, ss. 491-496.
- Wang, S.S., Zhou, D.Q. Zhou, P. ve Wang, Q. W. (2011). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic growth in China: A Panel Data Analysis, *Energy Policy*, Sayı: 39, ss. 4870-4875.
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M. ve Bhattarai, M. (2002). The Environmental Kuznets Curve: A Primer, *PERC Research Study 02-1*, ss. 1-24.

## SUMMARY

Economic growth is an important goal of all the developing countries. But, economic growth can cause environmental degradation in these countries. Therefore, the link between economic growth and environmental quality has been intensively discussed by the theoretical and empirical literature.

In the theoretical literature, the relationship between environmental pollution and economic growth is explained by the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. The EKC hypothesis means that there is a reverse-U shaped relationship between environmental pollution and economic growth.

Turkey is an important case because of several reasons. Firstly, Turkey has a growing economy. Secondly, Turkey's demand for energy and foreign trade have been increasing duo to its growing economy. Therefore, it is very important to examine the relationship between energy consumption, foreign trade, economic growth and environmental pollution in Turkey.

In this study, the validity of the EKC hypothesis has been investigated in case of Turkish economy during the period 1960-2014. For this purpose, three different regression equations have been established by using per capita carbon emissions, per capita real income, per capita energy consumption and trade openness variables. The ADF, PP and KPSS unit root tests were used for the unit root analyses of the variables. In the next step, the cointegration relationship between the variables were examined using the ARDL bounds test. The results of ARDL bounds test revealed the existence of long-term relationship between the variables. In the last stage, long term coefficient estimation of the variables was made within the framework of ARDL model. Analysis results based on all three models showed that the EKC hypothesis is valid for Turkish economy. These results suggest that policy makers should be developed environmentally friendly growth policies.