



Araştırma Makalesi • Research Article

Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

An Empirical Analysis on the Validity of Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Turkey: ARDL Bounds Test Approach for the Period of 1960-2014

Salih Öztürk^a, Meryem İnci Gülen^{b,*}

^a Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 59030, Tekirdağ/Türkiye.

ORCID: 0000-0001-6851-951X

^b Öğr. Gör., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Hayrabolu Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, 59400, Tekirdağ/Türkiye..

ORCID: 0000-0002-9799-4990

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 25 Haziran 2019

Düzeltilme tarihi: 22 Temmuz 2019

Kabul tarihi: 29 Temmuz 2019

Anahtar Kelimeler:

Çevresel Kuznets Hipotezi

CO₂ Emisyonu

Ekonomik Büyüme

ARDL Sınır Testi

ARTICLE INFO

Article history:

Received June 25, 2019

Received in revised form July 22, 2019

Accepted July 29, 2019

Keywords:

Environmental Kuznets Hypothesis

CO₂ emissions

Economic Growth

ARDL Bounds Test

ÖZ

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki iktisat literatüründe önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, 1960-2014 dönemi için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi Türkiye için araştırılmıştır. ARDL Sınır Testi ile değişkenler arasındaki eşbütünlük ilişkisinin analizi yapılmıştır. Karbondioksit emisyonları ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında pozitif yönlü ilişkisinin varlığı ortaya konmuştur. Bu bağlamda, Türkiye’de 1960-2014 dönemi için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini destekler sonuca ulaşılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye’de çevre kirliliğinin azaltılarak sürdürülebilir büyümenin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yasal düzenlemelerin önemi vurgulanmıştır.

ABSTRACT

The relationship between environmental pollution and economic growth has an important place in the economic literature. In this study, the Environmental Kuznets Curve hypothesis is investigated in for the period of 1960-2014 in Turkey. ARDL Bounds Test was used to analyze the cointegration relationship between of variables. The positive correlation between carbon dioxide emissions and economic growth and energy consumption has been demonstrated. In this context the conclusion supporting the Environmental Kuznets Curve hypothesis was reached for the period of 1960-2014 in Turkey. As a result, the importance of legislation for renewable energy sources are highlighted in order to ensure sustainable growth by reducing the environmental pollution in Turkey.

1. Giriş

Gelişim seviyelerine bakılmaksızın ülkelerin temel amacı, sorumlu oldukları toplumun ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşam kalitesini yükseltmektir. Bu nedenle ekonomik kalkınmayı gerçekleştirmek amacıyla artan üretim ve kişi başına düşen gelir öncelikli hedef haline gelmiştir. Özellikle

Endüstri Devrimi'nden sonra üretimin hız kazanması, kaynakların aşırı ve bilinçsiz kullanımının yanı sıra çoğunlukla enerji kaynağı olarak fosil tabanlı yakıtların kullanılması çevresel bozulmaları da beraberinde getirmiştir (Aydın ve Esen, 2017: 102). Ancak, 1990'ların başında, Grossman ve Krueger (1991), Grossman ve Krueger (1995),

* Sorumlu yazar/Corresponding author.

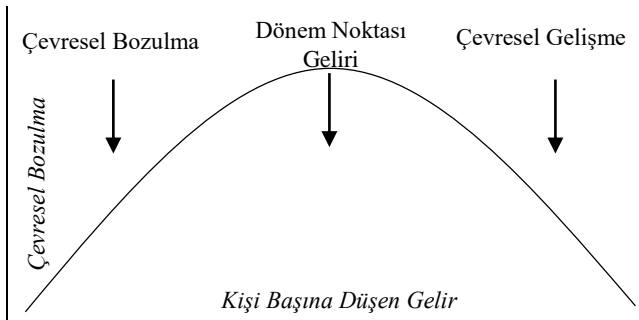
e-posta: migulen@nku.edu.tr

Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993) ve Selden ve Song'un (1994) çalışmalarından elde edilen bulgular, belirli bir gelir seviyelerine ulaşılmasının ardından çevresel kalitenin iyileştirilebileceğini göstermiştir (Aydın, vd., 2019: 543). Ancak gelinen noktada, ekonomik kalkınmanın gelişmesiyle birlikte çevresel bozulmaların kademeli olarak artması, sürdürülebilir kalkınma üzerine önemli bir araştırma alanı açmıştır. Bu alanda yapılan çalışmaların argümanı Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) temelinde tartışılmaktadır. ÇKE, Simon Kuznets'in (1955) ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında ters U biçiminde bir ilişki olduğunu iddia ettiği teorisine dayanmaktadır.

Kuznets (1955) ekonomik büyümenin ilk dönemlerinde gelir dağılımında bozulmaların meydana geldiğini, ancak devam eden büyüme trendiyle birlikte gelir dağılımındaki adaletsizliğin azaldığını yaptığı çalışmasında ifade etmiştir (Aydın, vd., 2019: 191). Literatürde çeşitli çevresel bozulma göstergeleri ile ülkelerin kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası (GSYİH) arasındaki ilişkiyi ifade eden eğriye Çevresel Kuznets Eğrisi adı verilmektedir. Bir ülkenin ekonomik büyümesinin ilk aşamalarında, çevresel etkiler ile kirlilik artmakta, ancak ileriki dönemlerde kişi başına düşen GSYİH seviyesinin ötesinde çevresel büyüme çevresel iyileşmeye yol açmaktadır. Bu, kişi başına düşen çevresel etkilerin veya emisyonların, parametrelerinin istatistiksel olarak tahmin edilebilecek kişi başına GSYİH'nın tersine çevrilmiş bir işlevi olduğunu göstermektedir. Çok sayıda çalışma, bu tür eğrileri, tehdit altındaki türlerden, azotlu gübrelere kadar çok çeşitli çevresel etkiler için tahmin etse de, kükürt dioksit ve karbondioksit gibi atmosferik kirlleticiler en sık araştırılanlardır (Stern, 2018: 49).

Kişi başına düşmekte olan emisyon ve gelir değişkenleri arasın ters U biçimde bir ilişkinin varlığında tahminler beklenen işaretlere sahiptir. Bu durum istatistiksel olarak önem arz etmektedir ve ÇKE hipotezinin varlığına ampirik destek vermektedir (Apergis ve Ozturk, 2015, s. 16).

Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisinin Grafiksnel Gösterimi



Kaynak: Yandle vd. (2004: 3).

Ekonomik büyüme karbondioksit emisyonlarını (CO_2) arttırarak çevre kirliliğine sebebiyet vermektedir. Büyüyen bir ekonomi olan Türkiye'de enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de 1960-2014 dönemi için ekonomik büyüme ve enerji

tüketiminin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisi ÇKE hipotezi ile araştırılmıştır. Çalışmada CO_2 emisyonu çevresel gösterge değişkeni, kişi başına düşen reel gelir, kişi başına düşen reel gelirin karesi ve enerji tüketimi ise ekonomik gösterge değişkeni olarak kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin analizi ARDL Sınır Testi ile yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması sonucunda elde edilen bilgilere, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan ampirik model ve veri setine, dördüncü bölümde çalışmanın metodolojisi hakkındaki bilgilere, beşinci bölümde yapılan analiz sonuçlarında elde edilen ampirik bulgulara, altıncı bölümde ise sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

2. Literatür Taraması

İktisat literatüründe çevre ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında var olan ilişki araştırma açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda ÇKE hipotezinin geçerliliğine yönelik çalışmalar son yıllarda giderek artış göstermektedir. Çalışmalar, incelenen ülke ve döneme, kullanılan kirlilik türü çeşidine ve kurulan modelin yapısına göre farklı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Panayotou (1997), çalışmasında gelişmiş ve gelişmekte olan 30 ülkenin 1982-1994 dönemine ait verilerini kullanarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmış, yapılan analiz sonuçlarında hipotezin geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

Başar ve Temurlenk (2007) yaptıkları çalışmada değişken olarak gelir ile kişi başına düşen karbondioksit emisyonu ve fosil yakıt kullanımı sonucu meydana gelen emisyon değerlerinin analizini 1950-2000 dönemi verileriyle Türkiye için analiz etmiş, ilgili değişkenlerin ÇKE hipotezi açısından ters N biçiminde ilişkilerinin var olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Saatçi ve Dumrul (2011) çalışmasında 1950-2007 dönemine ait yıllık veriler ile Türkiye için çevre kirliliği ile ekonomik büyüme değişkenlerinin ilişkisini analiz etmiş ve iki değişken arasında ÇKE hipotezinin geçerliliğini yansıtan sonuçlara ulaşmışlardır.

Artan vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerliliğini 1981-2012 dönemine ait verileri kullanılarak, Johansen ve Juselius eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli yardımıyla test edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında değişkenler arasında ÇKE hipotezinin geçerliliğini destekleyen ters-U biçiminde ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Baek (2015) çalışmasında, ÇKE hipotezinin geçerliliğini 7 Kuzey Kutbu ülkesinde, 1960-2010 dönemi yıllık verilerini kullanarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile analiz etmiştir. Analiz sonuçlarında Kuzey Kutbu ülkeleri için ÇKE hipotezinin varlığına dair çok az kanıt elde etmiş ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde sadece bazı kutup ülkelerinde olumlu bir etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Lebe (2016), 1960-2010 dönemine ait veriler ile ÇKE hipotezinin geçerliliğini Türkiye için ortaya koyduğu

çalışmasının analizlerinde eşbütünlük ilişkisini ARDL sınır testi, nedensellik ilişkisini ise Granger nedensellik testiyle gerçekleştirmiştir.

Özmen vd. (2017) yaptıkları çalışmada Türkiye için ÇKE'nin geçerliliğini 1960-2013 dönemine ait verileri kullanarak test etmişlerdir. FMOLS ve DOLS yöntemlerini kullanarak yaptıkları analizlerde değişkenlerin uzun dönemli ilişkilerinin bulunduğu ortaya konmuştur. Bununla birlikte elektrik tüketiminin çevre kirliliğini arttırdığı; gelir ve dışa açıklığın ise çevre kirliliğini azalttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yurttagüler ve Kutlu (2017) çalışmasında ÇKE'nin geçerliliği 1960-2011 dönemine ait verilerle Türkiye için analiz etmiş, yaptıkları analiz sonuçlarında değişkenler arasında eşbütünlük bir ilişkinin varlığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca kullanılan veri seti ile ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklemeyen N biçiminde bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır.

Aydın, vd. (2019), çalışmada 2004-2014 dönemi için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye'de iller bazında geçerliliğini yumuşak geçişli regresyon modeli ile analiz etmişler ve hipotezin geçerliliğinin bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Shahbaz, vd. (2019) yaptıkları çalışmada CO₂ emisyonu ile enerji tüketimi, ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi ÇKE'nin geçerliliği açısından ABD için analiz etmişlerdir. Kullandıkları değişkenler ile ölçek etkisi, teknik etki ve kompozisyon etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları analiz sonuçlarında ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuşlardır.

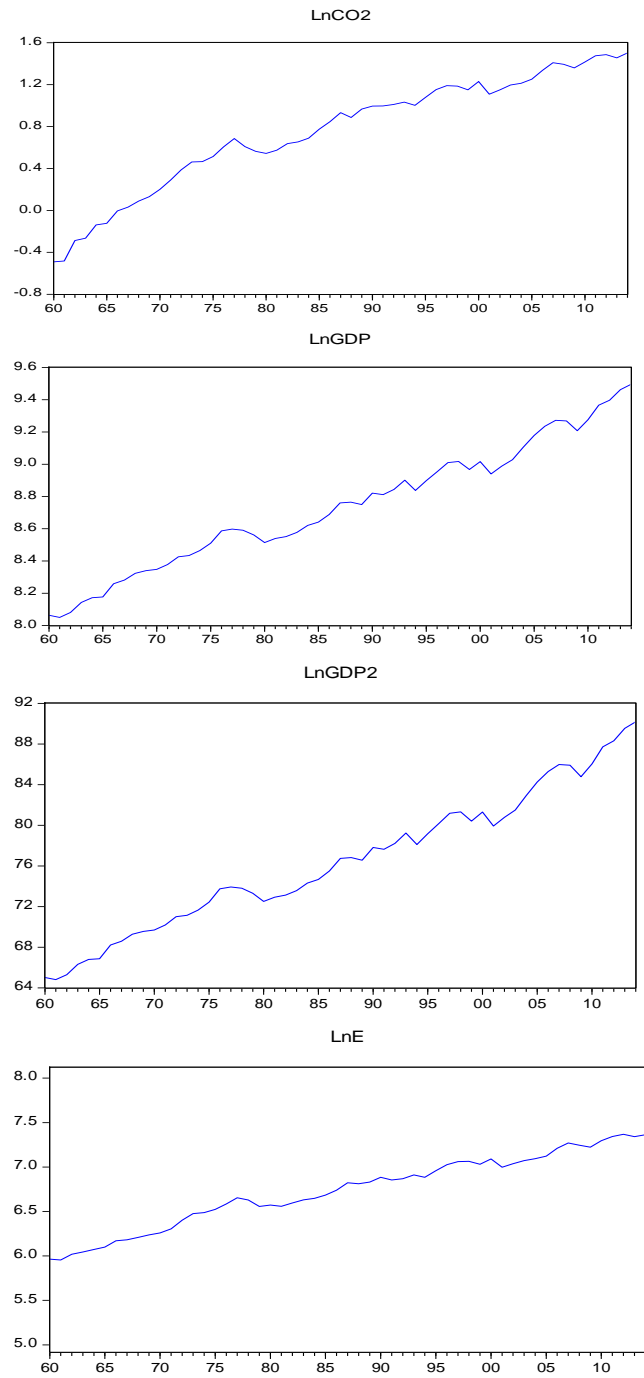
3. Ampirik Model ve Veri Seti

Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerliliği açısından analizlerin yapıldığı çalışmamızda 1960-2014 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Dünya Bankası veri tabanından ulaşılan verilerde çevresel gösterge olarak CO₂ emisyonu (metric tons per capita), kişi başına düşen reel gelir (constant 2010 US\$ per capita) ve enerji tüketimi (kg of oil equivalent per capita) verileri ise ekonomik gösterge olarak kullanılmıştır. Tablo 1'de değişkenlere ait tanımlar ve kaynaklarına yer verilmiştir. Grafik 1'de ise değişkenlere ait zaman serilerinin grafiksel gösterimleri yer almaktadır.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanımlanması

Değişken Tanım	Kaynak
LnCO ₂	CO ₂ Emisyonu (kişi başına metrik ton)
LnGDP	Kişi Başına Reel Gelir (sabit 2010\$)
LnGDP ²	Kişi Başına Reel Gelirin Karesi
LnE	Kişi Başı Hampetrol Kg Eşdeğeri

Grafik 1. Değişkenlerin Zaman Serisi Grafikleri



Çalışmada, çevre kirliliği ve gelir arasındaki ilişkinin Türkiye için belirlenmesinde kullanılacak olan regresyon modeli kuadrik formda oluşturularak aşağıda yer alan (1) numaralı denklemde tanımlanmıştır:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP + \alpha_2 \ln GDP^2 + \alpha_3 \ln E + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemde α_0 sabit katsayısı, CO₂ karbondioksit emisyonunu, GDP kişi başına düşen reel geliri, GDP² kişi başına düşen reel gelirin karesini, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. α_1 kişi başına reel gelirin, α_2 kişi başına reel

gelirin karesinin ve α_3 enerji tüketiminin kişi başına karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisini belirtmektedir. Tablo 2’de çalışmada kullanılan değişkenlere ait mod, medyan, çarpıklık, basıklık değerleri ile standart hata ve

Jarque-Bera normallik testine ait analiz sonuçlarının yer aldığı tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler	LnCO ₂	LnGDP	LnGDP ²	LnE
Mean	0.754984	8.736296	76.47142	6.733697
Median	0.886462	8.749707	76.55737	6.811697
Maximum	1.502182	9.496455	90.18266	7.368592
Minimum	-0.490579	8.050314	64.80755	5.954467
Std. Dev	0.548429	0.388979	6.812043	0.411930
Skewness	-0.620660	0.091684	0.164857	-0.275014
Kurtosis	2.433253	2.116590	2.136381	2.019448
Jarque-Bera	4.267261	1.865504	1.958341	2.896698
Probability	0.118407	0.393469	0.375623	0.234958
Sum	41.52412	480.4963	4205.928	370.3534
Sum Sq. Dev.	16.24181	8.170446	2505.812	9.163048
Observations	55	55	55	55

4. Metodoloji

Çalışmada, ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerliliğinin analizinde kullanılan değişkenlere ait serilerin durağanlık dereceleri Augmented Dickey Fuller (ADF), Phillips ve Perron (PP) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testleri ile sınanmıştır. Değişkenler arasındaki eşbütünlüme ilişkisinin belirlenmesinde ise ARDL sınır testinden yararlanılmıştır.

4.1. Birim Kök Analizi

Zaman serisi kullanılarak yapılacak olan ekonometrik analizlerde, seriler arasında anlamlı ilişkinin elde edilebilmesi için öncelikle serilerin durağan olasılıklı süreçlerinin incelemelerinin yapılması gerekmektedir. Durağanlık, ortalaması ve varyansı zaman içinde değişiklik göstermeyen, iki dönem arasındaki ortak varyansın hesap edildiği döneme değil de sadece iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olduğu süreç olarak tanımlanmaktadır (Gujarati, 2006: 713).

Çalışmada ARDL sınır testi kullanılarak eşbütünlüme ilişkisi analiz edilecek olup, bu yaklaşımda belirlenmiş olan regresyon modelindeki değişkenler için birim kök taşıyıp taşımadıklarına dair test yapılması zorunlu olamamakla birlikte, değişkenlerin hiçbirinin I(2) seviyesinde durağan olmaması gerekmektedir (Lebe, 2016: 183). Bu nedenle çalışmada, serilerin durağanlığı ADF, PP ve KPSS birim kök testleri kullanılarak analiz edilmiştir.

4.1.1. Augmented Dickey Fuller (ADF)

Dickey Fuller’ın (DF) geliştirmiş olduğu birim kök testleri yalnızca birinci dereceden otoregresif süreçlerde uygulanmamakta, daha yüksek dereceden otoregresif süreçlere de uygulanabilmektedir. p-inci dereceden bir otoregresif süreç AR(p) denklem (2) ile ifade edilebilmektedir. Böyle bir durumda uygulanan testlere Artırılmış Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller, ADF)

birim kök testi adı verilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 335).

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2)$$

4.1.2. Phillips ve Perron (PP)

Dickey-Fuller birim kök testleri hata terimlerinin bağımsız, normal dağılımlı ve sabit varyanslı olduğunu kabul etmektedir. Dickey-Fuller yöntemi çerçevesinde Phillips-Peron (1988) kabul edilen bu varsayımı geliştirerek, biraz yumuşatmıştır (Kutlar, 2000: 170-171).

$$y_t = m_0^* + m_1^* y_{t-1} m_2^* \left(t - \frac{T}{2} \right) + e_t \quad (3)$$

Denklem (3)’te T gözlem sayısını ifade etmektedir. Hata terimlerinin seri korelasyon ilişkisi içerisinde olmaması veya homojen olmaları e_t $E(e_t) = 0$ olduğu için bir zorunluluk değildir. PP testi Dickey Fuller testinin aksine bozucu terimler arasında zayıf bağımlılık ve heterojenliğe izin vermektedir. $Y_i = Y_{t-1} + e_t$ süreci şeklinde üretilen verilerin m ve m^* ile m_i katsayılarına karşı sıfır hipotezi sınamasına PP testinde başvurulmaktadır (Kutlar, 2000: 171).

4.1.3. Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS)

KPSS testi zaman serilerinde uygulanan birim testlerinden biridir. KPSS testinde gözlenen serideki deterministik trendin arındırılarak serinin durağanlaştırılması amaçlanmaktadır. KPSS testinde sıfır hipotezi serinin durağan olduğunu ifade ederken, alternatif hipotez ise seride birim kök olmadığını ifade etmektedir. KPSS test istatistiği denklem (4) ile ifade edilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 376-378):

$$\hat{\eta}_\mu = T^{-2} \sum_{t=1}^T S_t^2 / s^2(\ell) \quad (4)$$

4.2. ARDL Sınır Testi Analizi

Yapılan birim kök testlerinin sonuçları doğrultusunda CO₂ emisyonları ile diğer değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişkinin bulunup bulunmadığını incelemek için eşbütünleşme testlerini uygulamamız gerekmektedir. Mevcut literatürde Engle ve Granger (1987), Johansen ve Juselius (1990), Phillips ve Ouliaris (1990) ve Gregory ve Hansen (1996) tarafından geliştirilmiş birçok eşbütünleşme testi bulunmaktadır. Ancak bu eşbütünleşme testleri tüm değişkenlerin aynı bütünleşme düzeyine sahip olmasını gerektirmektedir.

Peseran, vd. (2001) yaptıkları çalışmada regresyon modelinde kullanılacak olan değişkenlerin aynı seviye durağanlık sorununa yönelik bir test geliştirmiş ve bu testin temel hipotezinin kabulünde değişkenlere ait durağanlık seviyelerinin I(0) ya da I(1) olmasına bakılmaksızın seriler arasında düzeyde bir ilişkinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Peseran, vd. tarafından geliştirilmiş olan ARDL sınır testinde hem düzey hem de fark durağanlık durumu söz konusu olan serilerin birlikte analizinin sağlanabilmesi, hem de küçük örneklemeden oluşan veri setlerinde daha etkili ve tutarlı sonuçların elde edilmesinden dolayı çalışmada bu testten yararlanılmıştır (Erdoğan ve Yıldırım, 2009: 17).

ARDL Sınır Testi yaklaşımı temelde üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığını belirlemektir. ARDL Sınır Testi için bu aşamada oluşturulan UCEM denklem (5) ile ifade edilmektedir (Pamuk ve Bektaş, 2014: 82-83):

$$\Delta LGSY\dot{H}_t = \alpha_0 + \theta_1 LGSY\dot{H}_{t-1} + \theta_2 LEG_{t-1} + \sum_{i=1}^p \varpi_{1i} \Delta LGSY\dot{H}_{t-1} + \sum_{j=0}^p \beta_{1j} \Delta LEG_{t-j} + \varepsilon \quad (5)$$

İkinci aşamada ise denklem (6)'da ifade edilen uzun dönem ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğu, Schwarz Bilgi Kriteri dikkate alınarak belirlenmektedir. Sonrasında oluşturulan modelin en küçük kareler yöntemi ile tahmini yapılmaktadır.

$$LGSY\dot{H}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{1i} LGSY\dot{H}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} LEG_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Son aşamada ise değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisi denklem (7) ile tahmin edilmektedir.

$$\Delta LGSY\dot{H}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{1i} \Delta LGSY\dot{H}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} \Delta LEG_{t-i} + \varphi HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

5. Ampirik Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde ampirik bulgulara yer verilmiş olup, birim kök testi ve ARDL Sınır Testi sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca değişkenlere ilişkin uzun ve kısa dönem tahminleri ARDL modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

5.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Çalışmadaki değişkenler arasındaki ilişkinin analizinin yapılabilmesi için öncelikle ADF, PP ve KPSS birim kök testleri kullanılarak durağanlık analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait birim kök testi sonuçları Tablo 3'de belirtilmiştir. Analizler sabitli ve trendli modelde serilerin düzey değerleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizlerde serilere ait ADF ve PP birim kök test istatistiklerinin mutlak değeri kritik tablo değerinin mutlak değerinden küçük olduğundan değişkenlerin tümü düzeyde durağanlık koşulunu taşımamaktadır. KPSS birim kök testi sonuçlarına göre ise kişi başına CO₂ emisyonu değişkeninin test istatistiğinin mutlak değeri %1 düzeyinde kritik tablo değerinin mutlak değerinden büyük olarak tespit edilmiş ve bu değişken için düzeyde durağanlık sağlanamamıştır. Kişi başına düşen reel gelir, kişi başına düşen reel gelirin karesi ve enerji değişkenlerinin %1 düzeyinde KPSS birim kök test istatistiklerinin mutlak değerleri kritik tablo değerlerinin mutlak değerlerinden küçük olarak tespit edildiğinden düzeyde durağan oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 3. Düzey Değerlerinde Serilerin ADF, PP ve KPSS Birim Kök Test Sonuçları

	ADF		PP		KPSS
	Test İstatistiği	Prob.	Test İstatistiği	Prob.	Test İstatistiği
LnCO ₂	-2.593303	0.2849	-2.746921	0.2229	0.218956
LnGDP	-2.321045	0.4157	-2.465158	0.3435	0.108029
LnGDP ²	-2.038840	0.5672	-2.191994	0.4842	0.132597
LnE	-2.424897	0.3631	-2.478370	0.3372	0.166566
Kritik Değer	1%	-4.137279	-4.137279		0.216000
	5%	-3.495295	-3.495295		0.146000
	10%	-3.176618	-3.176618		0.119000

Tablo 4. Farklı Alınmış Serilerin ADF, PP ve KPSS Birim Kök Test Sonuçları

	ADF		PP		KPSS
	Test İstatistiği	Prob.	Test İstatistiği	Prob.	Test İstatistiği
Dln CO ₂	-8.116957	0.0000	-8.086866	0.0000	0.092370
DlnGDP	-7.146068	0.0000	-7.146011	0.0000	-
DlnGDP ²	-7.115144	0.0000	-7.114933	0.0000	-
DlnE	-7.243879	0.0000	-7.281864	0.0000	-
Kritik Değer	%1	-4.140858	-4.140858		0.216000
	%5	-3.496960	-3.496960		0.146000
	%10	-3.177579	-3.177579		0.119000

Not: ADF, PP, KPSS test sonuçları sabit ve trendli model sonuçlarını yansıtmaktadır.

Farklı alınmış serilerin ADF, PP ve KPSS birim kök test sonuçlarına ait bilgiler Tablo 4’de verilmiştir. ADF ve PP birim kök test istatistikleri mutlak değerce kritik tablo değerinin mutlak değerinden büyük olarak bulunmuş ve değişkenler birinci farkları alındığında düzeyde durağanlık koşulunu sağlamışlardır. KPSS birim kök test istatistiklerine göre, kişi başına CO₂ emisyonu değişkeninin test istatistiği %1 düzeyinde kritik tablo değerinin mutlak değerinden küçük olarak bulunmuş ve birinci farkta durağanlık sağlanmıştır. Diğer değişkenleri KPSS birim kök test sonuçlarında düzeyde durağan olarak bulduklarından, bu değişkenlerin birinci farkları alınmamıştır. Yapılan birim kök test sonuçlarında, eşbütünlüşme analizi olarak ARDL Sınır Testinin uygulanabilirliği ortaya konmuştur.

5.2. ARDL Sınır Testi Sonuçları

ARDL sınır testi, regresörlerin veya bağımsız değişkenlerin I(1) veya I(0) olup olmadığı konusunda esneklerdir. Bu eşbütünlüşme aynı zamanda küçük örneklemden oluşan veri setleri için de uygundur. İçsellik ile birlikte seri korelasyon konusu, eşbütünlüşme için ARDL sınırları testi ile otomatik olarak çözülür. Ayrıca ARDL eşbütünlüşme testinde değişkenler arasında tek bir eşbütünlüşme ilişkisi bulunduğu tutarlı ve güvenilir deneysel sonuçlar sağlanmaktadır (Shahbaz vd., 2019: 13-14). Çalışmada kullanılan seriler ADF ve PP birim kök testleri sonuçlarına göre I(1) düzeyinde durağan bulunmuş, ancak KPSS birim kök testi sonuçlarında ise %1 anlamlılık düzeyinde CO₂ emisyonu değişkeni için düzeyde durağanlık koşulu sağlanamamıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan örneklemin küçük olması ve ARDL sınır testinin diğer eşbütünlüşme testlerine göre daha etkili sonuçlar vermesi nedeniyle değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişki ARDL sınır testi ile analiz edilmiştir.

Bu bölümde ARDL Sınır Testi sonuçlarına yer verilmiştir. ARDL Sınır Testinin uygulanması için öncelikle değişkenlere ait gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 5’te yer alan uygun gecikme uzunlukları VAR modeli yardımıyla belirlenmiştir.

Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri, Shwarz Bilgi Kriteri ve HQ Hannan-Quinn Bilgi Kriteri değerlerinden yararlanılmaktadır. En küçük kritik değerin sağlandığı gecikme uzunluğu modele ait gecikme uzunluğu olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte ilgili gecikme uzunluğu ile oluşturulmuş olan modelde

otokorelasyon probleminin bulunmaması gerekmektedir. Otokorelasyon problemi söz konusu olduğunda otokorelasyon sorunun olmadığı en küçük değere sahip gecikme uzunluğu modelin gecikme uzunluğu olarak belirlenmelidir.

Tablo 5. Gecikme Uzunluklarının Belirlenmesi

P	AIC	SC	HQ
0	-9.373119	-9.221604	-9.315221
1	-17.50596*	-16.74838*	-17.21646*
2	-17.14689	-15.78325	-16.62580
3	-16.75565	-14.78595	-16.00297
4	-16.63723	-14.06146	-15.65295

Not: P gecikme sayısını, AIC Akaike Bilgi Kriterini, SC Shwarz Bilgi Kriterini, HQ Hannan-Quinn Bilgi Kriterini temsil etmektedir. *Maksimum gecikme uzunluğunu sağlayan en küçük kritik değeri ifade etmektedir.

Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmamızda maksimum gecikme uzunluğunun 4 olarak alınması ile uygun gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir. Ancak gecikme uzunluğu 1 olarak model oluşturulduğunda ilgili modelde otokorelasyon problemi ile karşılaşmıştır. Bu nedenle bir sonraki en küçük kritik değer olan 2 gecikme uzunluğu ile model oluşturularak analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Gecikme sayısının belirlenmesinden sonra ARDL sınır testi ile değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi araştırılmıştır ve Shwarz Bilgi Kriteri kullanılarak ARDL Sınır Testi analizi uzun dönem ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir.

Tablo 6. ARDL Sınır Testi Sonuçları (1960-2014)

k	ARDL Sınır Testi	
	ARDL Gecikme Uzunluğu	Hesaplanan F-istatistiği
3	(2,0,2)	13.06713
Significance level	Lower Bounds, I(0)	Upper Bounds, I(1)
1%	3.65	4.66
5%	2.79	3.67
10%	2.37	3.20

Not: k, bağımsız değişken sayısını ifade etmektedir. Kritik değerler Pesaran, vd. ’deki (2001: 300) Tablo CI(ii) sabitli modeldeki değerleri yansıtmaktadır.

ARDL Sınır Testi sonuçlarına Tablo 6’da yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda hesaplanan F-istatistik değeri üst kritik değeri aşmaktadır. Bu durum değişkenler arasında bir eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır.

Ayrıca Tablo 7’de yer alan tanısal testlerin sonucunda modelin uygun bir model olduğu ve modelde değişen varyans ya da otokorelasyon probleminin olmadığı ifade edilmektedir.

Tablo 7. ARDL Modeli Tanısal Testleri

Tanısal Testler	
R ²	0.998490
F-istatistiği	0.000000
Durbin-Watson istatistiği	1.817543
Breusch-Goldfrey LM testi	0.486111 (0.4893)
ARCH LM testi	0.417431 (0.5212)
Jarque-Bera normality testi	0.593469 (0.7432)
Ramsey RESET testi	0.519003 (0.6064)

Not: Parantez içerisinde yer alan değerler P-olasılık değerlerini göstermektedir.

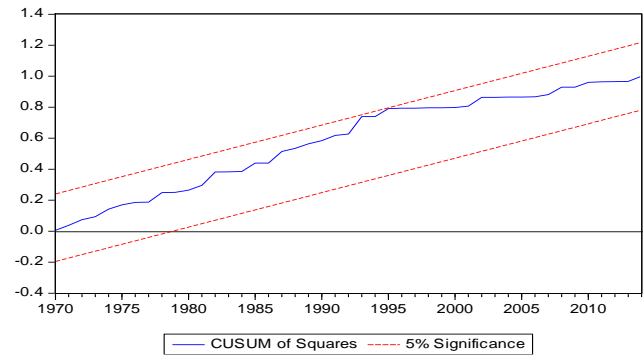
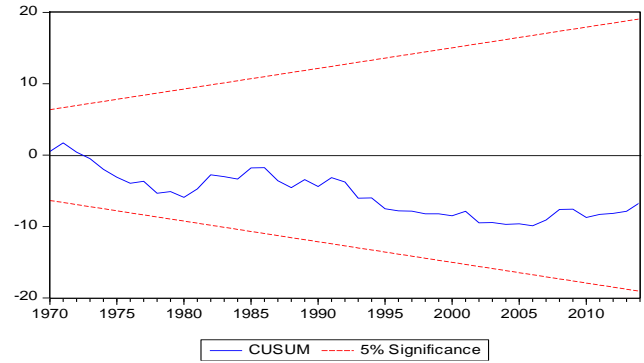
ARDL Modeli uzun ve kısa dönem parametrelerine ait sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir. Uzun dönem analiz sonuçlarına göre kişi başına düşen reel gelir ve enerji değişkenleri pozitif ve %1 düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Kişi başına düşen reel gelirin karesi negatif ve %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Tahmin edilen model için yapılan uzun dönem analizlerinde kişi başına reel gelir ile karbondioksit emisyonları arasında uzun dönemde ters U şeklindeki ilişkinin varlığı sonucuna ulaşılmıştır. Kısa dönem analiz sonuçlarında kişi başına düşen reel gelir değişkeni pozitif ve istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Kişi başına düşen reel gelirin karesi değişkeni negatif ve istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Enerji değişkeni ise pozitif ve istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar kısa dönemde ÇKE hipotezinin geçerliliğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte hata düzeltme terimi katsayısının negatif ve istatistiki olarak %1 seviyesinde anlamlı bulunması değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin varlığını kanıtlamaktadır.

Tablo 8. ARDL Sınır Testi Uzun ve Kısa Dönem Analiz Sonuçları

Uzun Dönem Analizi (Bağımlı Değişken: LnCO ₂)		
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği
LnGDP	6.224724	2.984883*
LnGDP ²	-0.333257	-3.066129*
LnE	0.840129	3.875812*
Sabit	-33.772844	-3.797879*
Kısa Dönem Analizi (Bağımlı Değişken: D (Ln CO ₂))		
Değişkenler	Katsayılar	t-istatistiği
D (LnGDP)	2.803138	1.615967
D (Ln GDP ²)	-0.155531	-1.609237
D (LnE)	1.142056	11.397524*
CointEq(-1)	-0.426302	-7.125676*

* değişkenlerin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlılığını göstermektedir.

Grafik 2. CUSUM ve CUSUM² Testleri



Çalışmada uzun dönem parametrelerinin istikrarlılığını incelemek amacıyla CUSUM ve CUSUM² testleri yapılmıştır. CUSUM ve CUSUM² testlerine ait sonuçlar Grafik 2’de sunulmakta olup, uzun dönem parametrelerinin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu kanıtlanmaktadır.

6. Sonuç

Çalışmada karbondioksit emisyonları ile kişi başına düşen reel gelir ve enerji değişkenleri arasındaki ilişki ÇKE hipotezi doğrultusunda incelenmiştir. Serilerin durağanlık analizleri ADF, PP ve KPSS birim kök testleri aracılığıyla yapılmıştır. Eşbütünlük ilişkisi ise ARDL Sınır Testi ile analiz edilmiştir. Ampirik sonuçlar, karbondioksit emisyonları ve bunların belirleyicileri arasında bir eşbütünlük ilişkisinin varlığını göstermektedir. Türkiye için 1960-2014 dönemini kapsayan yıllık verilerin kullanılması ile yapılan analizlerde ÇKE hipotezini destekler sonuçlara ulaşılmıştır. Bu bağlamda, karbondioksit emisyonları ile ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin temel belirleyicisi olan enerji tüketimi arasında pozitif yönlü ilişkinin varlığı söz konusudur.

Ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonlarını artıran ve çevresel kaliteyi engelleyen faktörlerden biridir. Bununla birlikte tarım sektöründen sanayi sektörüne geçiş sırasında karbondioksit emisyonları artabilir. Aynı şekilde, sanayi sektöründen veya enerji yoğun bir ekonomiden hizmet ekonomisine yapılan yapısal bir değişiklik, hizmet ve bilgi seviyesine bağlı olarak karbondioksit emisyonlarında düşüşe yol açabilir. Ayrıca karbondioksit emisyon

seviyesini azaltmak için teknolojik yeniliklerle yeni üretim teknikleri geliştirilebilir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan elde edilen verilere göre 2018 Kasım ayı sonu itibarıyla kaynaklara göre enerji tüketimi içerisinde en çok paya %52 ile doğal gaz sahiptir. Bunu %25 ile elektrik ve %17 ile motorin tüketimleri izlemektedir. Ayrıca Türkiye'nin 2018 yılında elektrik üretiminin %37,3'ü kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,8'i hidrolik enerjiden, %6,6'sı rüzgârdan, %2,6'sı güneşten, %2,5'i jeotermal enerjiden ve %1,4' ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir. Bu bilgiler ışığında enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Çalışmamızın temel önerisi, büyüyen bir ekonomi olan Türkiye açısından özellikle enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak ve sürdürülebilir büyümeyi sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşviklerin artırılması, bu bağlamda vergi indirimleri, çeşitli sübvansiyonlar ve kredi kolaylıkları yönünde yasal düzenlemelerin yapılmasıdır.

Kaynakça

- Apergis, N., & Ozturk, I. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52, 16-22.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye'de çevre kirliliği, dışa açıklık ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Aydın, C., & Esen, Ö. (2017). The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for CO₂ Emissions in Turkey: New Evidence from Smooth Transition Regression Approach. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 14(39), 101-116.
- Aydın, C., Darıcı, B., & Kutlu, Ş. Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı?. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 191-196.
- Aydın, C., Esen, Ö., & Aydın, R. (2019). Is the ecological footprint related to the Kuznets curve a real process or rationalizing the ecological consequences of the affluence? Evidence from PSTR approach. *Ecological indicators*, 98, 543-555.
- Baek, J. (2015). Environmental Kuznets curve for CO₂ emissions: the case of Arctic countries. *Energy Economics*, 50, 13-17.
- Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007). Çevresye uyarlanmış Kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Dünya Bankası [World Bank] (2019). *Türkiye*. (Erişim Tarihi: 20.03.2019), <https://www.worldbank.org/tr/country/turkey>
- Erdoğan, S., & Yıldırım, D. Ç. (2009). Türkiye'de eğitim-iktisadi büyüme ilişkisi üzerine ekonometrik bir inceleme. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 4(2), 11-22.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. NBER Working Papers, WP. No: 3914.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Gujarati, D., N. (2006). *Temel ekonometri* (Çev. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen). İstanbul: Litaratür Yayıncılık.
- Kutlar, A. (2000). *Ekonometrik zaman serileri teori ve uygulama*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17 (2), 177-194.
- Özmen, İ., Gerçekler, M., & Mucuk, M. (2017). Çevresel Kuznets eğrisi: Türkiye örneği. In: *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)*, 9-11 November, Ankara.
- Pamuk, M., & Bektaş, H. (2014). Türkiye'de eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 77-90.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (No. 992927783402676). International Labour Organization.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and development economics*, 2(4), 465-484.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-bütünleşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.
- Selden, T. M., & 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. <https://doi.org/10.1006/jeeem.1994.1031>
- Sevüktekin, M., & Çınar, M. (2017). *Ekonometrik zaman serileri analizi: Eviews uygulamalı*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence*. Policy Research Working Paper Series, WP. No. 904. Washington, DC: World Bank Publications.

- Shahbaz, M., Gozgor, G., Kofi Adom, P., & Hammoudeh, S. (2019). The technical decomposition of carbon emissions and the concerns about FDI and trade openness effects in the United States. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, (No: 93720). (Erişim Tarihi: 14.05.2019), <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/93720/>
- Stern, D. I. (2018). The environmental Kuznets curve. *In Companion to Environmental Studies*, 49(54), 49-54. ROUTLEDGE in association with GSE Research.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019). *Elektrik*. (Erişim Tarihi: 25.07.2019), <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>
- Yandle, B., Bhattarai, M., & Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets curves: a review of findings, methods, and policy implications. *Research Study*, 2 (1), 1-38.
- Yurttagüler, İ., & Kutlu, S. (2017). Çevresel Kuznets eğrisinin ekonometrik bir analizi: Türkiye örneği. *Alphanumeric Journal*, 5(1), 115-126.