

# Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliği: Türkiye için Bir Kuznets Eğrisi Analizi

Hilal Şeker<sup>1</sup>

## Özet

Sanayileşmenin artması, iklimsel değişiklikler, küreselleşme, kentleşme ve daha pek çok faktörün bir araya gelmesiyle çevre kalitesinin azalması, iktisat ve çevre bilimini yakınlıştırarak ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymak için yeni bir çalışma alanı oluşmasına neden olmuştur. Çevre kirliliği ve ekonomik faaliyetlerin birbiri üzerinde ne denli etkin olduğu, kalkınma iktisadı ile birlikte daha da dikkat çekmeye başlamıştır. Petrol, enerji, kömür gibi doğal kaynak kullanımındaki artışlar çevresel bozulmayı hızlandırmış, kalkınmanın sürdürülebilirliği konusunda endişeleri de beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada Türkiye Ekonomisi için 1975-2018 dönemi yıllık verileri esas alınarak, ARDL Sınır Testi yardımı ile Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliği, kuadratik form kullanılarak araştırılmıştır. Modelde ekolojik ayak izi ve kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmış; bulgulara göre uzun dönemde  $Y$ ,  $Y^2$  değişkenleri ile ekolojik ayak izi arasında sırasıyla pozitif ve negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini destekler niteliktedir. Ayrıca ARDL eş bütünlük analize ek olarak, bulguları güçlendirmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmış ve ekonomik büyümeden çevre kirliliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulgulanmıştır.

## 1. Giriş

İlk kez 1955 yılında Simon Kuznets, gelir dağılımı ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki olduğunu; kişi başına düşen gelirin artmasıyla başlangıçta gelir dağılımında eşitsizliğin de arttığını, ancak artan gelirle birlikte gelir eşitsizliğindeki artışın bir dönüm noktasından sonra azalmaya başladığını fark etmiş ve bunu ampirik bir çalışma ile gözler önüne sermiştir. Söz

1 Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü, hilal.seker@amasya.edu.tr ORCID ID: 0000-0001-6188-1006

konusu ilişki ters U şeklindedir ve Kuznets Eğrisi olarak iktisat literatürüne girmiştir. 1990’larda artan küresel ısınma, hava kirliliği, karbondioksit salınımı gibi nedenlerle oluşan çevresel tahribatın daha da belirginleşmesi, Kuznets eğrisinin çevreye uyarlanarak kişi başına düşen gelir ile çevre kirliliği arasındaki ilişkilerin incelenmesine neden olmuştur. Çevresel Kuznets Eğrisi (bundan sonra ÇKE) adı ile literatüre giren bu eğri, kişi başına düşen gelirdeki artışın başlangıçta çevre kirliliğini artırdığını, belirli bir dönüm noktasından sonra ise azaltmaya başladığını ileri sürmektedir. Kısaca çevresel kirlilik düzeyi ile ekonomik büyüme arasında bir ödünleşme vardır ve bu ödünleşmeye göre çevre kirliliği ekonomik kalkınma sürecinin başında artmakta, belirli bir dönüm noktasından sonra ise azalmaktadır.

Bu çalışma ÇKE Hipotezini Türkiye Ekonomisi için 1975-2018 yılları için test etmeyi amaçlamaktadır. ARDL Sınır Testi yardımı ile kişi başına düşen GSYİH ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Literatürde ÇKE hipotezini test eden çalışmalarda çevre kirliliğini temsilen genelde karbondioksit emisyonu değişkeni kullanılmakta olup, bu çalışmada çevre kirliliğini daha iyi temsil edeceği düşüncesi ile Wackernagel ve Reels tarafından geliştirilen “ekolojik ayak izi” değişkeni modele dahil edilmiştir. Ekolojik ayak izi sırasıyla karbon ayak izi, tarım alanı, otlatma alanı, ormanlık alan vb. gibi geniş ölçümler sonucunda elde edilmiş olup (Destek, 2018) çevresel bozulma için daha uygun bir değişken olarak düşünülmüştür. Çalışma, bu açıdan literatürden ayrılmaktadır. Ayrıca ARDL eşbütünleşme analizine ek olarak, bulguları güçlendirmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmış ve ekonomik büyümeden çevre kirliliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulgulanmıştır.

Çalışmanın kalanı şu şekilde ilerlemektedir; ikinci bölümde ÇKE Hipotezine yönelik teorik açıklamalar, üçüncü bölümde literatür taraması, dördüncü bölümde ampirik analiz ve bulgular, beşinci bölümde sonuç ve öneriler yer almaktadır.

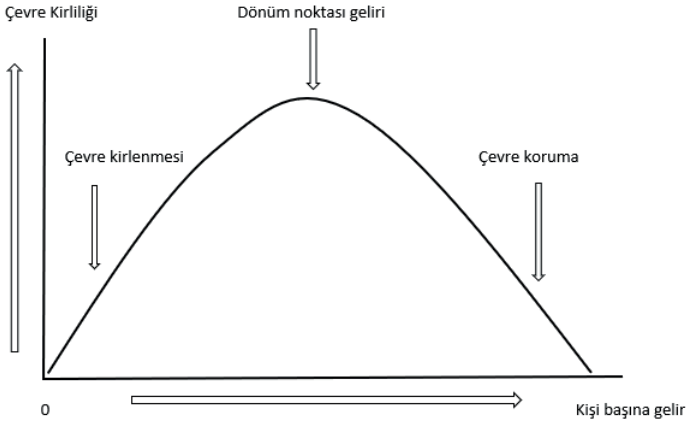
## 2. ÇKE Hipotezi

### 2.1. Teorik Çerçeve

Simon Kuznets (1955), yayımladığı makalesinde ekonomik kalkınmanın başlangıç aşamasında gelir eşitsizliğinin arttığını, sonraki aşamalarında ise azaldığını ileri sürerek gelir ve gelir dağılımı arasında ters-U veya çan eğrisi şeklinde bir ilişkinin varlığına dikkat çekmiştir. Kuznets Eğrisi 1990’larda Grossman ve Krueger (1991; 1995) tarafından çevreye uyarlanarak kişi başına düşen gelir ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiler dikkate alınarak tekrar yorumlanmıştır.

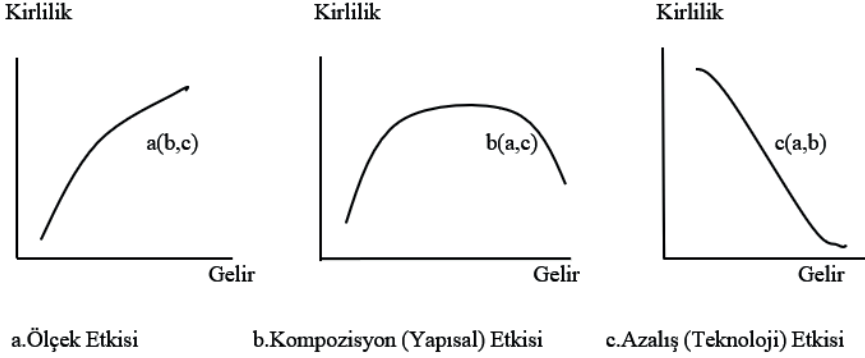
ÇKE hipotezi literatürde üç farklı etki kanalı ile açıklanmaktadır; ölçek etkisi, yapısal etki ve teknoloji etkisi (Grossman & Krueger, 1991; Carson, 2010; Panayotou, 2003). Söz konusu etkiler Şekil 1'de gösterilmektedir. Diyagramda ölçek etkisi eğrinin artan kısmını gösterirken; yapısal ve teknoloji etkisi azalan kısmını göstermektedir.

Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE Diyagramı)



*Kaynak: Yandle vd. (2004)*

Ölçek etkisi, ekonomik büyümenin başlangıç evresi olup, üretimin ilk evrelerinde yoğun şekilde enerji ve kaynak kullanımının etkisi ile çevresel atıklarda ve kirlilikte olası artışlar sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak sonraki aşamada ekonominin yapısal evrimi ile birlikte büyümenin çevre üzerindeki kirlilik artırıcı etkisi tersine dönecek ve çevre kirliliğinde azalış ortaya çıkacaktır. Bu evre yapısal evredir ve ilk olarak tarımdan sanayiye geçişi içerir. Bu aşamada üretim faktörlerinden doğal kaynakların ve girdilerin kullanımındaki yoğun artışlar çevre üzerinde olumsuz etkiler doğmasına neden olacaktır. Ancak sonraki aşamada enerji yoğun sanayi sektörü yerini hizmet ve bilgi ekonomisine bıraktığında, çevre tahribatı azalacaktır. Özellikle daha az doğal kaynak kullanımı nedeniyle teknoloji yoğun üretimin çevreye etkisi pozitif olacaktır (Tsurumi & Managi, 2010). Çevre dostu üretim teknolojileri sayesinde gelir düzeyi ve çevre arasındaki ilişki Kuznets'in ileri sürdüğü ters-U şekli ortaya çıkacaktır. Ek olarak Panayotou (2003), çevre üzerinde gelir etkisinden bahsetmektedir. Söz konusu etkiler Şekil 2'de gösterilmektedir.

**Şekil 2. Çevre Üzerindeki Gelir Etkilerinin Ayrıştırılması**

*Kaynak: Panayotou (2003:19).*

Panayotou (2003), aslında çevre üzerindeki gelir etkilerini ayırtırmaya çalışmaktadır. Burada vurgulanmaya çalışılan nokta, çevre kalitesi talebinin gelir esnekliği etkisidir. Artan gelirle birlikte insanların yeşil ürünlere olan talebinin artması, çevreye karşı daha duyarlı ve çevre kalitesine daha önem verir hale gelmeleri ile çevre kirliliğinin azalmasını ifade etmektedir. Ölçek etkisi hakimken gelir ve kirlilik arasında pozitif bir ilişki söz konusu olmakta, yapısal etki hakimken bir noktadan sonra kirlilik ve gelir arasındaki ilişkinin yönü değişmekte, pozitiften negatife dönmektedir. Teknolojik etkinin hakim olduğu aşama ise, artık ilişkinin tamamen negatifleştiği bir evredir ve bu evrede gelir arttıkça çevre kirliliği azalmaktadır.

## 2.2. Literatür Taraması

ÇKE hipotezinin test edilmesine yönelik literatüre temel oluşturan çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından, NAFTA<sup>2</sup> ile birlikte meydana gelen gelir artışı ve çevre kirliliği ilişkisinin incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Çalışmada serbest ticaret anlaşmasının ilk aşamalarında üretim ve taşıma ölçeğindeki artışla birlikte enerji ve yan ürün kullanımındaki artış ile çevre kirliliğinin de arttığı vurgulanmıştır. Ancak sonraki safhalarda değişen üretim teknolojisi sayesinde çevre kirliliğinin azalacağı ampirik analizlerle desteklenmiştir. Bu çalışmanın ardından Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından hazırlanan Dünya Kalkınma Raporu da ÇKE hipotezini destekleyen temel çalışmalardan biridir. Çalışmada düşük gelir düzeylerinde büyümenin çevre üzerinde olumsuz etkisi vurgulanırken, orta ve yüksek gelir

2 Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması

düzeylerinde bu etkinin olumlu hale döndüğü ve ilişkinin ters U-şeklinde olduğu vurgulanmaktadır. Panayotou (1993) ILO<sup>3</sup> için hazırladığı raporda Grossman ve Krueger (1991) ile Shafik ve Bandyopadhyay'ın (1992) bulgularına paralel şekilde gelir ve çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde ilişki bulgulamış ve bulgularını ÇKE hipotezi olarak yorumlayan ilk iktisatçı olmuştur. Bu öncü çalışmaların ardından ÇKE hipotezi pek çok iktisatçı için ilgi çeken bir konu haline gelmiş ve konu hakkında geniş bir literatür oluşmuştur.

Literatür incelendiğinde sonuçların oldukça farklı olduğu, ülkeden ülkeye, incelenen döneme, kullanılan değişkenlere ve analiz yöntemine göre farklılaştığı göze çarpmaktadır. Tablo 1'de hem Türkiye özelinde hem de dünya genelinde yapılan çalışmalar, ülke-dönem ve sonuç bazında özet olarak sunulmaktadır.

*Tablo 1. Literatür Özeti*

Çalışma	Ülke-Dönem	Sonuç
Cole vd. (1997)	OECD, 1970-1992	ÇKE geçerlidir.
Canas vd. (2003)	16 sanayileşmiş ülke, 1960-1998	ÇKE geçerlidir.
Atıcı ve Kurt (2007)	Türkiye, 1968-2000	ÇKE geçerlidir.
Apergis ve Payne (2009)	6 Amerika kıtası ülke, 1971-2004	ÇKE uzun dönemde geçerlidir.
Soytas ve Sari (2009)	Türkiye, 1960-2000	ÇKE geçersizdir.
Başar ve Temurlenk (2007)	Türkiye, 1950-2000	Ters-N şeklinde bir ilişki bulgulanmıştır.
Akbostancı vd. (2009)	Türkiye, 1968-2003 1992-2001	N şeklindedir.
Narayan ve Narayan (2010)	43 gelişen ekonomi, 1980-2004	ÇKE geçerli değildir.
Ozturk ve Acaravci (2010)	Türkiye, 1968-2005	ÇKE geçerli değildir.
Arı ve Zeren (2011)	Türkiye ve Akdeniz ülkeleri	N şeklinde bir ilişki bulgulanmıştır.
Saatçi ve Dumrul (2011)	Türkiye, 1950-2007	ÇKE geçerlidir.
Jayanthakumaran vd. (2012)	Çin ve Hindistan, 1971-2007	ÇKE geçerlidir.
Ahmed ve Long (2012)	Pakistan, 1971-2008	Kısa ve uzun dönem ilişki ÇKE'yi desteklemektedir
Öztürk ve Acaravci (2013)	Türkiye, 1960-2007	ÇKE geçerlidir.
Omay (2013)	Türkiye, 1980-2009	ÇKE geçerli değildir.
Dam vd. (2014)	Türkiye, 1960-2010	İlişki Ters N şeklindedir.
Koçak (2014)	Türkiye, 1960-2010	ÇKE geçersizdir.

Erataş ve Uysal (2014)	BRICT Ülkeleri, 1992-2010	ÇKE geçerli değildir.
Erdoğan vd. (2015)	Türkiye, 1975-2010	ÇKE geçerli değildir.
Robalino-López vd. (2015)	Venezuela, 1980-2010	ÇKE geçerli değildir.
Begum vd. (2015)	Malezya, 1980-2009	ÇKE geçerli değildir.
Lebe (2016)	Türkiye, 1960-2010	ÇKE geçerlidir.
Bakirtas ve Cetin (2017)	MIKTA, 1982-2011	ÇKE geçersizdir.
Tunçsiper ve Uçar (2017)	Türkiye, 1980-2011	İlişki N şeklindedir.
Alshehry ve Belloumi (2017)	Suudi Arabistan, 1971-2011	ÇKE geçersizdir.
He vd. (2017)	Çin, 1995-2013	ÇKE geçerlidir.
Özcan vd. (2018)	Türkiye, 1961-2013	ÇKE geçerli değildir.
Güney (2018)	Türkiye, 1960-2016	ÇKE geçerlidir.
Cetin (2018)	20 gelişmiş, 25 gelişmekte olan ülke, 1990-2011	ÇKE gelişmiş ülkelerde geçerlidir.
Destek (2018)	Türkiye, 1990-2014	ÇKE geçerlidir.
Karasoy ve Akçay (2018)	Türkiye, 1965-2016	ÇKE geçerlidir.
Pata (2018)	Türkiye, 1971-2014	ÇKE geçerlidir.
Karasoy (2019)	Türkiye, 1965-2015	ÇKE geçerli değildir.
Özdemir ve Koç (2020)	Türkiye, 1960-2017	N şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir.
Öngel vd. (2020)	Türkiye, 1998-2018	ÇKE, tarım ve sanayi sektöründe geçerli olmazken, enerji ve atık sektöründe geçerlidir.
Güzel (2021)	Türkiye, 1960-2015	N şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir.

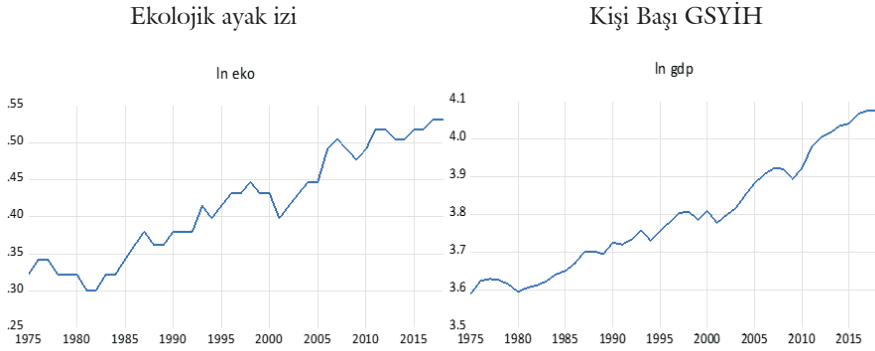
### 3. Ampirik Analiz

Bu çalışmada Türkiye ekonomisinde 1975-2018 yılları için ÇKE Hipotezinin geçerli olup olmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada tercih edilen analiz yöntemi ARDL sınır testidir. Yöntemde değişkenlerin bütünleşme dereceleri farklı olsa bile eşbütünleşme ilişkisine bakılabilmekte (Paudel & Jayanthakumaran, 2009) olup, klasik eşbütünleşme testlerinden ayrılmaktadır. Bu çalışmada farklı dereceden bütünleşik serilere fark uygulanmaksızın eşbütünleşme ilişkisine bakılabilmesine olanak tanınması nedeniyle tercih edilmiştir. Türkiye için ÇKE hipotezi farklı gelir düzeylerini test etmek için kuadratik bir formda incelenmiş olup, aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır;

$$\ln EF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln Y_t^2 + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem 1’de çevre kirliliğini temsilen kişi başı formda ekolojik ayak izi kullanılmış ve EF şeklinde ifade edilmiş, ekonomik büyümeyi temsilen kişi başı reel GSYİH kullanılmış  $Y^2$  şeklinde ifade edilmiştir.  $Y^2$  ise reel GSYİH’nin karesini ifade etmektedir.  $\beta_1$  parametresi için katsayının pozitif,  $\beta_2$  parametresi için katsayının negatif olması ÇKE hipotezindeki ilişkinin ters-U ya da çan eğrisi şeklinde olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Tüm değişkenler modelde doğal logaritmaları alınarak kullanılmıştır. Kişi başı reel GSYİH Dünya Bankası veri tabanından, ekolojik ayak izi Global Footprint Network veri tabanından elde edilmiştir. Gelir ve ekolojik ayak izi değişkenlerine ait zaman yolu grafikleri Şekil 3’te sunulmuştur.

Şekil 3. Zaman Yolu Grafiği



### 3.1. Birim Kök Testleri

Bu çalışmada birim kök sınaması, geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılarak incelenmiş ve sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. ADF-PP Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF TESTİ				PP TESTİ			
	Düzy		Birinci Fark		Düzy		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit-Trend	Sabit	Sabit-Trend	Sabit	Sabit-Trend	Sabit	Sabit-Trend
ln Y	0,26	-2,32	-4,94***	-4,88***	0,89	-2,17	-4,94***	-4,87***
ln Y <sup>2</sup>	0,34	-2,24	-4,86***	-4,81***	0,99	-2,10	-4,86***	-4,80***
ln EF	-0,42	-3,21*	-6,72***	-6,73***	-0,21	-3,16	-6,83***	-6,82***

Not: \* ve \*\*\* sırasıyla, %10 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Sabitli ve sabitli-trendli model üzerinden tahmin edilerek sonuçlara ulaşılmıştır

Tablo 2 incelendiğinde değişkenlerin her iki yöntemle de farklı derecede bütünlük olduğunu görmekteyiz. Ekolojik ayak izi değişkenini ifade eden lnEF, ADF yönteminde sabitli trendli modelde düzeyde durağan, diğer değişkenler ise her iki modelde farkta durağandır. Dolayısıyla analize ARDL yöntemi ile devam edilecektir.

### 3.2. ARDL Modeli

ARDL modelinde öncelikle kısıtlanmamış hata düzeltme modelinin tahmin edilmesi gereklidir. Bunun için uzun dönem ilişkilerin varlığında, F test istatistiği değerinin Pesaran vd.'nin (2001) çalışmasındaki tablo değerlerinden büyük olması gerekmektedir. F test istatistiği üst kritik değerlerden<sup>4</sup> büyük ise eşbütünlük ilişkisinin olduğu şeklinde yorumlanarak uzun ve kısa dönem denklemleri kurulmaktadır. Denklem 2 ve 3 sırasıyla, denklem 1'in ARDL modeline uyarlanmış uzun ve kısa dönem denklem formlarını göstermektedir.

$$\Delta \ln EF = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \ln Y_{t-i}^2 + \beta_{4i} \ln EF + \beta_{5i} \ln Y + \beta_{6i} \ln Y + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta \ln EF = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} \ln Y_{t-i}^2 + \beta_{4i} ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Denklem 3'te ECT hata düzeltme terimini ifade etmekte ve değerinin 0 ve -1 arasında olması beklenmektedir. Bu modelde uzun dönem denge değerine doğrudan yakınsama olduğunu gösterir.

*Tablo 3. F testi Bulguları*

Test İstatistiği	Değer	k
F-testi	6,0970	3
Kritik Değerler		
Anlamlılık Düzeyleri	Alt Sınır	Üst Sınır
10%	3,17	4,14
5%	3,79	4,85
1%	5,15	6,36

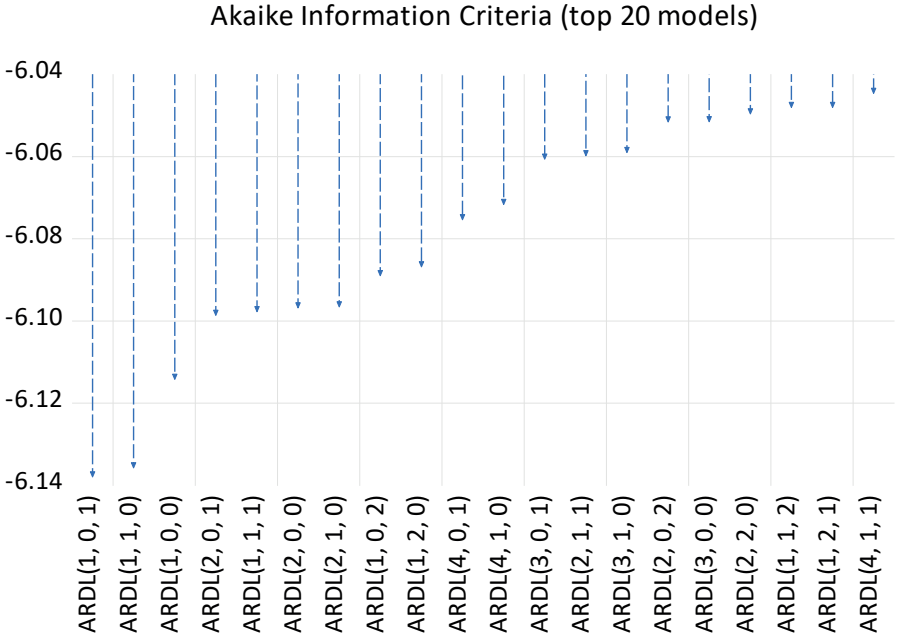
*Not: Burada k modelde yer alan bağımsız değişken sayısıdır. Gecikme sayısı Eviews 12.0 paket programının Akaike kriterine göre 4'tür.*

4 Değişkenlerin tamamı düzeyde durağan ise alt kritik değer, farklı ya da farkı alındığında durağan ise üst kritik değer dikkate alınır.



Tablo 3'te F testi sonuçları sunulmaktadır. F testi değeri 6,09 olup %5 anlamlılık düzeyinde ilgili değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuç analizin bir sonraki aşamasına geçilmesi için imkan tanımaktadır. Modeldeki gecikme uzunlukları (1,0,1) olarak Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Gecikme uzunluğu için alternatif modeller Tablo 4'te gösterilmiştir.

*Tablo 4. Gecikme Uzunluğu Alternatif Modeller*



Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonra, kuadratik formda EKC hipotezinin geçerliliğinin test edilmesi için, uzun ve kısa dönem katsayı sonuçları Tablo 5'te tanısal testler ile birlikte sunulmuştur.

**Tablo 5. ARDL Bulguları (1,0,1)**

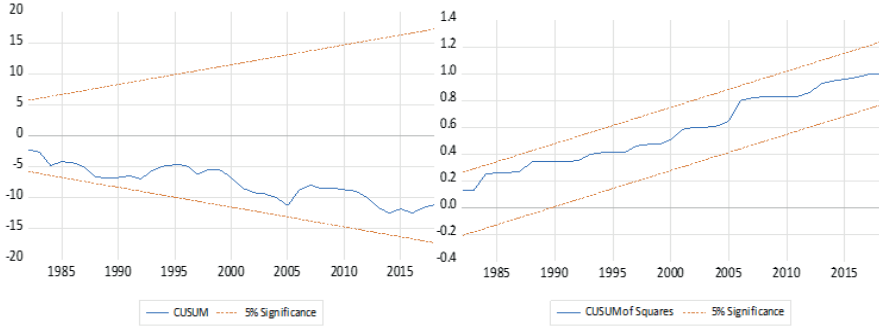
Değişkenler	Katsayı	t-İstatistiği	Olasılık
<b>Uzun Dönem Katsayıları</b>			
lnY	4,7663	4,3539	0,0001
lnY <sup>2</sup>	-0,5612	-3,9286	0,0003
<b>Kısa Dönem Katsayıları</b>			
LnY <sup>2</sup>	-0,2880	-3,4671	0,0013
CointEq(-1)*	-0,5746	-4,3879	0,0001
C	-5,5049	-4,3890	0,0001
<b>Diagnostik Testler</b>			
Otokorelasyon-Breusch-Godfrey LM test ; 1,1972 (0,3138)			
Değişen Varyans-Heteroscedasticity test; 0,0714 (0,9903)			
Normallik-JB Normality test; 1,1615 (0,5594)			
Ramsey-Reset test; 0,5585 (0,5769)			
R <sup>2</sup> = 0,6137			
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> = 0,5944			
D.W.=1,95			

Kuadratik modelde çevre kirliliği ve büyüme arasında uzun dönemde gözlenen ilişkilere bakıldığında değişkenler arasındaki ilişkilerin tümü istatistiki açıdan anlamlı olup, Y ve Y<sup>2</sup> değişkenlerinin çevre kirliliğini sırasıyla pozitif ve negatif etkilediği şeklindedir. ÇKE hipotezinin geçerli olabilmesi için, Y'nin katsayısının pozitif, Y<sup>2</sup>'nin negatif ve istatistiki açıdan anlamlı, olması gerekmektedir. Bu sonuçlar ise çevre kirliliği ve büyüme arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Hata düzeltme katsayısının (-0,72) negatif işaretli ve istatistiki açıdan anlamlı ve modelin istikrarlı olduğu söylenebilir.<sup>5</sup> Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi uzun dönemli bir hipotezdir. Dolayısıyla çalışmada uzun dönem verilerine odaklanılmıştır.

Bulguların güvenilirliğini test etmek amacıyla CUSUM yapısal kırılma testleri hesaplanmıştır. Şekil 3'te Cusum ve Cusum of Squares test sonuçları yer almakta olup, modelde herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığını ve kurulan modelin istikrarlı olduğunu ifade etmektedir.

5 Kurulan modelde otokorelasyon için Breusch-Godfrey LM testi, değişen varyans için Breusch-Pagan-Godfrey testi, serilerin dağılımı için Jarque-Bera Normallik testi, model spesifikasyonu için de Ramsey-Reset testi yapılmıştır. Sonuçlara göre seriler normal dağılıma sahip olup, modelde herhangi bir otokorelasyon, değişen varyans sorunu olmadığı ve model spesifikasyon hatası yoktur.

Şekil 3. Cusum ve Cusum of Squares Testleri



### 3.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Çalışmada ekolojik ayak izi ve kişi başına düşen gelir arasındaki nedensellik ilişkilerinin ortaya konabilmesi için Toda-Yamamoto (1995) nedensellik analizinden faydalanılmıştır. Toda-Yamamoto VAR yöntemine dayanmaktadır ve en büyük avantajı, serilerin bütünleşme dereceleri farklı bile olsa, düzey değerlerine uygulanabiliyor olmasıdır. Dolayısıyla farklı alınan serilerde yaşanan gözlem kaybı bu yöntemde söz konusu olmamakta ve çalışma için bir kısıt olmaktan çıkmaktadır. ARDL eşbütünleşme analizine ek olarak, bulguları güçlendirmek amacıyla yapılan Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Tablo 6'da raporlanmıştır.

Tablo 6. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Nedenselliğin Yönü	Sıfır Hipotezi ( $H_0$ )	Olasılık Değeri ( $X^2$ )	Sonuç
$\ln Y \rightarrow \ln EF$	$\ln Y, \ln EF$ 'nin Granger Nedeni Değildir	0,0007	$H_0$ red
$\ln EF \rightarrow \ln Y$	$\ln EF, \ln Y$ 'nin Granger Nedeni Değildir	0,3437	$H_0$ kabul

Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi sonuçlarına göre gelir seviyesinden ekolojik ayak izine doğru %1 anlamlılık düzeyine göre tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yani gelir seviyesi çevre kirliliğinin Granger nedenidir sonucuna ulaşılmaktadır.

## Sonuç

1975-2018 dönemindeki yıllık verilerden yola çıkılarak yapılan bu çalışmada, kişi başına düşen GSYİH ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiler ARDL sınır testi yardımı ile tahmin edilmiştir. Ampirik analiz bulguları gelir ile çevre kirliliğini temsil eden ekolojik ayak izi değişkeni arasında ÇKE hipotezini destekleyen ters-U şeklinde bir ilişki olduğu yönündedir. Bulgular kişi başı gelir arttıkça ekolojik ayak izinin önce arttığı, sonrasında azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Bu durum ÇKE hipotezindeki ters- U şeklindeki ilişkiyi desteklemektedir. ARDL eşbütünleşme analizine ek olarak, bulguları güçlendirmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi yapılmış ve ekonomik büyümeden çevre kirliliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulgulanmıştır.

ÇKE hipotezi, gelir artışının belli bir noktadan sonra çevre tahribatını azaltacağı fikrini öne sürmektedir. Bu durumda çevresel iyileşme için gelir artışının belli seviyeye gelmesini beklemek gerekmektedir. Ancak özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, çevresel tahribata karşı gelirin artmasını beklemek yerine çok daha aktif, çevreyi göz önünde bulunduran teşvik ve regülasyon politikalarının tasarlanması ve uygulanması daha doğru olacaktır. Bu durumda iktisadi kalkınma ve büyüme hedefini gerçekleştirirken Türkiye’de uygulanan/uygulanacak ekonomi politikalarında çevrenin dikkate alınması gerekliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevreye duyarlı teknolojilerin geliştirilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının uygulanması, toplumsal çevre bilincinin artırılması önem arz etmektedir.

## Kaynakça

- Ahmed, K. & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: An empirical analysis procedia. Economics and Finance, 1, 4-13
- Akbostanci, E., Türüt A. S. & Tunç, İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental kuznets curve?. Energy Policy, 37, 861-867
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2017). Study of the environmental Kuznets curve for transport carbon dioxide emissions in Saudi Arabia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 75, 1339-1347.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). C<sub>2</sub>O emissions, energy usage, and output in Central America. Energy Policy, 3282-3286.
- Arı, A. & Zeren, F. (2011). C<sub>2</sub>O emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi. Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi, 18, 2.
- Atıcı, C. & Kurt, F. (2007). Türkiye'nin dış ticareti ve çevre kirliliği: Çevresel Kuznets eğrisi yaklaşımı. Tarım Ekonomisi Dergisi, 13(2), 61-69.
- Bakirtas, I., & Cetin, M. A. (2017). Revisiting the environmental Kuznets curve and pollution haven hypotheses: MIKTA sample. Environmental Science and Pollution Research, 24(22), 1827318283.
- Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye uyarlanmış Kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama. Atatürk Üniversitesi, İİBF Dergisi, 21, 1.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M., & Jaafar, M. (2015). C<sub>2</sub>O emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 594-601.
- Canas A., Ferrao P., & Conceição P. (2003). A new environmental Kuznets curve? Relationship between direct material input and income per capita: Evidence from industrialised countries. Ecological Economics, 46, 217 /229
- Carson, R. T. (2010). The environmental Kuznets curve: Seeking empirical regularity and theoretical structure. Review of Environmental Economics and Policy, 4(1), 3-23.
- Cetin, M. A. (2018). Investigating the environmental Kuznets curve and the role of green energy: Emerging and developed markets. International Journal of Green Energy, 15(1), 37-44.
- Cole, M. A., Rayner, A. J., & Bates, J. M. (1997). The environmental Kuznets curve: An empirical analysis. Environment and Development Economics, 2(4), 401-416.
- Dam, M. M., Karakaya E., & Bulut Ş. (2014). Çevresel Kuznets eğrisi ve Türkiye: Ampirik bir analiz. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Özel Sayısı, 85-95

- Destek M. A. (2018). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: Sturpat modelinden bulgular. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19 (2)
- Dickey, D.A., & W. A. Fuller (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74.
- Erataş E, & Uysal D. (2014). Çevresel Kuznets eğrisi yaklaşımının “brıct” ülkeleri kapsamında değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64, 1-25
- Erdogan, İ., Türköz, K. & Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, (113-123).
- Grossman, G. M., & Krueger, A.B. (1991). Environmental impacts of a north american free trade agreement. *National Bureau of Economic Research*, DOI 10.3386/w3914 (No. w3914).
- Grossman, G. M., & Krueger, A.B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Güney, A. (2018). Genişletilmiş çevresel Kuznets eğrisinin Türkiye için yeniden değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.
- Güzel F. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisinde geçerliliğinin ampirik analizi. DOI: 10.18092/ulikidince.728066, 30,59-76, ISSN 1307-9832
- He, Z., Xu, S., Shen, W., Long, R., & Chen, H. (2017). Impact of urbanization on energy related C<sub>2</sub>O emission at different development levels: Regional difference in China based on panel estimation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1719-1730.
- Jayanthakumaran, K., Verma, R., & Liu, Y. (2012). Co2 emissions,energy consumption,trade and income: A comparative analysis of China and India. *Energy Policy*, 42, 450-460.
- Karasoy, A., & Akçay, S. (2018). Effects of renewable energy consumption and trade on environmental pollution: The Turkish case. *Management of Environmental Quality*, 30(2), 437-455.
- Karasoy, A. (2019). Drivers of carbon emissions in Turkey: Considering asymmetric impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 9219-9231.
- Koçak, E. (2014). Türkiye’de çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği: Ardl sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), ss.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 için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17 (2) 2016, ss.177-194.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, 661-666.
- Omay, R. E. (2013). The relationship between environment and income: Regression spline approach, *International Journal of Energy Economics and Policy*. 3, 52-61.
- Özdemir, B. K. & Koç, K. (2020). Türkiye’de karbon emisyonları, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(1), 66–86.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). Co2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220–3225.
- Öztürk, İ. & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emission in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267.
- Öngel V., Bozkurt G., & Tatlı H. S. (2020). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin sektörel açıdan incelenmesi: Türkiye örneği. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, 32, 49-68, DOI: 10.26650/ekoist.2020.32.0008
- Özcan, B., Apergis, N., & Shahbaz, M. (2018). A revisit of the environmental Kuznets curve hypothesis for Turkey: New evidence from bootstrap rolling window causality, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 32381–32394.
- Pata, U. K. (2018). The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on co2 emissions: Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis for Turkey. *Energy*, 160, 1115-1123.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. *Technology and Employment Programme*, Geneva: International Labor Office, Working Paper WP238
- Panayotou, T. (2003). Economic growth and the environment. Harvard University and Cyprus International Institute of Management, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://unece.org/fileadmin/DAM/ead/sem/sem2003/papers/panayotou.pdf. Erişim Tarihi: 20.06.2023
- Paudel, R. C. & Jayanthakumaran, K. (2009). Financial liberalization and performance in Srilanka: the ardl approach. *South Asia Economic Journal*, 10(1), 127-156.
- Phillips P. C. B., & Perron P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.

- Peseran, M. H., Y. Shin, & R. Smith (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth; C<sub>2</sub>O emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602–614.
- Saatçi, M. & Dumrul, Y. (2012). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets eğri-sinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-bütünleşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 65-86.
- Shafik N., & Bandyopathyay S. (1992). Economic growth and environmental quality, Office Of The Vice Presedent Development Economics, Word Bank Working Paper, [https://www.researchgate.net/publication/23723867\\_Economic\\_Growth\\_and\\_Environmental\\_Quality\\_Time\\_Series\\_and\\_Cross-Country\\_Evidence#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/23723867_Economic_Growth_and_Environmental_Quality_Time_Series_and_Cross-Country_Evidence#fullTextFileContent), Erişim Tarihi: 20.08.2023
- Soytas, U., & Sarı, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an eu candidate member. *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Toda, H. Y. & Yamamoto T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Tsurumi, T., & Managi, S. (2010). Decomposition of the environmental Kuznets curve: scale, technique and composition effects. *Environmental Economics and Policy Studies*, 11(19-36), DOI 10.1007/s10018-009-0159-4
- Tunçsiper B., & Uçar B. (2017). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için geçerliliğinin sınanması: Granger nedensellik analizi. *International Journal of Social Sciences and Education ResearchOnline*, Volume: 3(2), <http://dergipark.gov.tr/ijsser>
- Tutulmaz O. (2012). Çevresel Kuznets eğrisi: Karbondioksit emisyonu üzerine Türkiye, bölge ve dünya ülkeleri üzerinden analitik bir değerlendirme. *T.C. Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı, Avrasya Etüdları*, 42/2012-2 (51-82)
- Yandle, B., Bhattarai, M., & Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets curves: A review of findings, methods and policy implications. *Research Study 2*, 1-16.