



## BRICS-T ÜLKELERİNDE ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ ANALİZİ

M.Ali KOÇAKOĞLU<sup>1</sup>

### Öz

Çevresel Kuznets Eğrisi, 1980'li yılların sonu itibarıyla dünya gündeminde önemli yer tutmaya başlayan çevre kirliliği ile ilgili sorunlarla birlikte 1955 yılında Simon Kuznets'in ekonomik büyüme ve gelir adaletsizliği arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets Eğrisinde yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu çalışmada, BRICS-T ülkelerinde (Rusya, verilerinin güvenilir bulunmaması sebebiyle analize dahil edilmemiştir) 1960-2018 arası yıllara ait 5 ülkeye ait CO<sub>2</sub> emisyonları, reel GDP ve enerji tüketimi değerleri arasındaki ilişki World Bank verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Modellerin tahmin edilmesinde Praise Winston doğrusal olmayan yöntemi kullanılmıştır. Ülkelerin CO<sub>2</sub> salınımı değişkenlerinin durağanlık testleri ADF yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmamızda ortaya çıkan sonuçlara göre, Brezilya ve Türkiye için doğrusal, Çin için ters U, Hindistan için U ve G. Afrika için ters N şeklindeki çeşitli eğriler elde edilmiştir. Yaptığımız analizlerde, her bir kişi için salınan CO<sub>2</sub> emisyonları ile kişi başına gelir arasında ters N şeklinde bir ilişki olduğu deneysel analiz sonucunda ortaya çıkmıştır. Çalışmamızda, teori ile paralel olarak enerji tüketiminin katsayısı pozitif ve anlamlı olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** CO<sub>2</sub> salınımı, Çevresel Kuznets eğrisi, panel veri  
**JEL Sınıflandırması:** E01, F64, O64, Q56

## ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE ANALYZE IN BRICS-T COUNTRIES

### Abstract

EKC was developed in 1955 on the basis of Simon Kuznets' Kuznets Curve, which examines the relationship between economic growth and income inequality, together with the problems related to environmental pollution. In this study, the relationship between CO<sub>2</sub> emissions, real GDP and energy consumption values between 1960 and 2018 in the BRICS-T countries (Russia was not included in the analysis due to the unreliable data) was analyzed using World Bank data. Praise Winston nonlinear method was used to estimate the models. The stability tests of the CO<sub>2</sub> emission variables of the countries were determined by the ADF method. In our study, linear curves for Brazil and Turkey, inverted U-shaped curves for China, U-shaped curves for India and inverted N-shaped curves were obtained for S. Africa. Empirical analysis has shown that there is an inverse N-shaped relationship between carbon emissions per capita and income per capita. In addition, the coefficient of energy consumption being positive and significant was in line with expectations.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emission, environmental Kuznets curve, panel data  
**JEL Classification:** E01, F64, O64, Q56

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Görevlisi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa Sosyal Bilimler MYO Muhasebe ve Vergi Uygulamaları alikocakoglu@harran.edu.tr, ORCID: 000-0003-0900-844X

## 1. Giriş

Artan ekonomik büyüme, üretim miktarındaki artışa bağlı olarak fosil yakıtların kullanımıyla açığa çıkan zararlı gazların miktarının artmasına neden olmaktadır. Küresel ısınmanın başlıca nedenlerinden biri fosil yakıtların kullanılması sonucunda ortaya çıkardığı gazların atmosfere salınmasıdır ki buna literatürde sera gazı etkisi denilmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) teorisine göre; ekonomik büyüme ile çevresel kirleticilerin salınımının arasında önce doğru orantılı sonrasında ters orantılı bir ilişki vardır. Ekonomik büyüme sürecinde önce yoğun fosil yakıt kullanımı yüzünden ekonomi büyürken çevre kirliliği artar öte yandan büyümenin ileriki aşamalarında çevre bilincinin artması, çevreye zarar vermeyen teknolojilerin kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması ile bu ilişki ters bir seyir izler.

ÇKE, 1980'li yılların sonu itibarıyla dünya gündeminde önemli yer tutmaya başlayan çevre kirliliği ile ilgili sorunlarla birlikte 1955 yılında Simon Kuznets'in ekonomik büyüme ve gelir adaletsizliği arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets Eğrisinde yola çıkılarak geliştirilmiştir. Kuznets'e göre; (Kuznets, 1955:1-30) bir ülkenin ekonomik büyümesinin ilk aşamalarında gelir dağılımında adaletsizlik artar. Büyüme devam ederken belli bir eşik değerden sonra gelir dağılımındaki adaletsizlikte azalmaya başlar. Gelir dağılımı ve gelir dağılımı adaletsizliği arasındaki ilişkinin geometrik şekli ters U olarak gerçekleşir. 1991 yılında (Grossman & Krueger, 1991) tarafından bu analiz çevre kirliliği ve ekonomik büyüme üzerine uyarlanmış ve Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılan yeni bir teorem ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda kullanılan metot, ülke veya ülke grubu, analiz edilen dönem ve kullanılan farklı veriler yüzünden birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir.

## 2. Literatür Özeti

Çevresel Kuznets Eğrisine yönelik çalışmalar; ampirik analizler, kullanılan yöntem ve kullanılan veriler açısından 3 farklı kategoride incelenebilir. ÇKE'nin ampirik analizleri iki grup altında toplanabilir. Bunlar; a) çevresel kirliliğinin artmasıyla birlikte gelir, dış ticaret, enerji tüketimi vb gibi veriler arasında seçili bir veya birkaç göstergenin ters U şeklinde bir ilişkiyi gösterip göstermediği hakkındaki analizler, b) kişi başına düşen gelirin artışa geçtiği durumun eğri üzerindeki dönüm noktasının hesaplanmasına yönelik analizlerdir (Barbier, 1997:381-396). Kullanılan yöntem açısından bakıldığında çeşitli analiz yöntemleri göze çarpmakla birlikte bir ülkenin ÇKE'ne yönelik olarak yapılan belirli bir ülkeye ait zaman serisi göre yapılan analizler ve birden çok ülkeyi ele alan panel veri yöntemine yönelik farklı analiz yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Yandle, Bhattarai , & Vijayaraghavan, 2004:1-38). Son olarak analizlerde kullanılan verilerin farklılığı açısından; büyüme, kişi başına milli gelir, dış ticaret enerji tüketimi ve çevresel kirliliğinin ölçümünde kullanılan çoğunlukla CO<sub>2</sub> salınımı verilerinin yanında diğer kirlilik yaratan kimyasalların verilerinin kullanıldığı analizlerdir (Doğan & Lotz, 2020:12717-12724), Avrupa ülkeleri için 1980-2014 yılları arası verilerini kullanarak ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında ters U şeklindeki Kuznets eğrisinin varlığını ortaya koymuşlardır. (Churchill, Inekwe, Ivanovski, & Smyt, 2018:389-399) 20 OECD ülkesi için 1870-2014 yılları arasında panel veri yöntemi ile yaptıkları çalışmada 5 ülkede ters U, 3 ülkede N ve bir ülkede ters-N şeklinde ÇKE'yi destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır. (Wang, Wang, & Liu, 2022:1-14) 1996-2015 yılları arasında 134 ülkenin panel verileri yöntemiyle klasik ÇKE modeline sosyal göstergeleri de eklemişlerdir. Bu çalışmada, eşik değişkeni kentleşme olup, kentleşme, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

(Guris & Şak, 2019:327-339) 1993-2014 dönem verilerini kullanarak 32 OECD ülkesinin CO<sub>2</sub> salınımını etkileyen faktörleri, sabit etkili panel regresyon modeli ile analiz etmişlerdir. Çalışmada, enerji tüketimindeki artışın CO<sub>2</sub> salınımını artırdığı ancak kentleşme oranı, yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık ve finansal gelişmişlikteki artışın CO<sub>2</sub> salınımını azalttığı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin OECD ülkelerinde farklı niceliklerde geçerliliği incelenmiş ve CO<sub>2</sub> salınımı ile ekonomik büyüme arasındaki matematiksel ilişkinin N şeklinde olduğu tespit edilmiştir. (Tatoğlu & İçen, 2019:26-38), derinlemesine bir analiz amacıyla panel veri setine ülke ve zaman boyutunun yanı sıra ülkelerin gelir gruplarının da dahil edildiği çalışmalarında

düşük ve yüksek gelir gruplarında ÇKE'nin geçerli olduğunu ancak orta gelir grubundaki ülkelerde bunun geçerli olmadığını göstermişlerdir. (Örnek & Türkmen , 2019:109-129) ve (Yurtkuran, 2021:171-201), 1995-2016 yılları arasında Türkiye'deki lojistik faaliyetleri, ekonomik faaliyetleri ve CO<sub>2</sub> salınımı arasındaki salınımı analiz etmişlerdir. Analiz sonucuna göre Türkiye de ÇKE geçerlidir. (Erataş & Uysal, 2014:1-25) 1992-2010 yılları arasındaki panel veri analizi ile BRICT (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Türkiye) ülkeleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda çevre kirliliğinin kişi başına düşen gelir düzeyi arttıkça önce arttığı daha sonra, ülkelerin gelişmişlik düzeyiyle aynı yönlü olarak azaldığını göstermişlerdir. Analiz sonuçlarına göre ÇKE'nin "N" şeklinde ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre bu ülkelerdeki dönüm noktasında eşik değeri 3.200USD olarak gerçekleşmiştir.

Umman, Malta, Yunanistan, Portekiz ve İngiltere ülkeleri üzerine 1980-2005 (Jaunky, 2011:1228-1240) dönemini kapsayan çalışmada ÇKE'nin bu ülkeler için geçerli olduğu sonucuna varmıştır. (Hamilton & Turton , 2002:63-71) 1982-1997 yılları verileri baz alınarak OECD ülkeleri üzerine yaptıkları çalışmalarında ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve CO<sub>2</sub> salınımının ABD, AB ülkeleri ve Japonya da çeşitli sektörler için nasıl tepki gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Buna göre ABD'de hizmet ve sanayi, AB ülkelerinde hizmet sektöründe enerji yoğunlukları düşerken Japonya'da hizmet sektöründe bu yoğunluk artış göstermektedir. (Ahmed & Long, 2012:4-13) 1971-2008 yılları arasında Pakistan için ARDL yöntemi ile CO<sub>2</sub> salınımı, enerji tüketimi, açıklık, ekonomik büyüme ve nüfus yoğunluğu verilerini kullanarak yaptıkları analizde ÇKE'nin varlığını göstermişlerdir. (Arı & Zeren, 2011:37-47) Türkiye ve Akdeniz ülkeleri, (Öztürk & Acaravci, 2013:262-267) ise 1960-2007 yılları arasında Türkiye üzerine yaptıkları çalışmalarda ÇKE'nin varlığını göstermişlerdir. Öte yandan, (Başar & Temurlenk, 2007:1-18) 1950- 2000 yılları arasında, (Omay, 2013:52-61) 1980-2009 yılları arasında (Dam, Karakaya, & Bulut , 2013:85-96) 1960-2010 yılları arasında Türkiye için yaptıkları analizlerde ters N şeklinde sonuçlara ulaşmışlardır. (Halicioğlu, 2009:1156-1164) Gelir düzeyi, dış ticaret enerji tüketimi gibi değişkenler ve CO<sub>2</sub> salınımı arasındaki ilişki ile ilgili iki farklı uzun dönem ortaya çıktığını belirterek ilk uzun dönemde CO<sub>2</sub> salınımının enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret ile paralel, ikinci uzun dönemde ise gelirin CO<sub>2</sub> salınımı, dış ticaret ve enerji tüketimi ile paralel hareket ettiği sonucuna varmıştır.

1980-2010 (Ergün & Polat , 2017:257-272) yıllarındaki verilerle G7 ülkelerini analiz ettikleri çalışmalarında ekonomik büyüme, CO<sub>2</sub> salınımı ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Panel veri yöntemi ile, CO<sub>2</sub> salınımı, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında paralellik olduğu sonucuna varmışlardır.

### 3. Veri Seti ve Yöntem

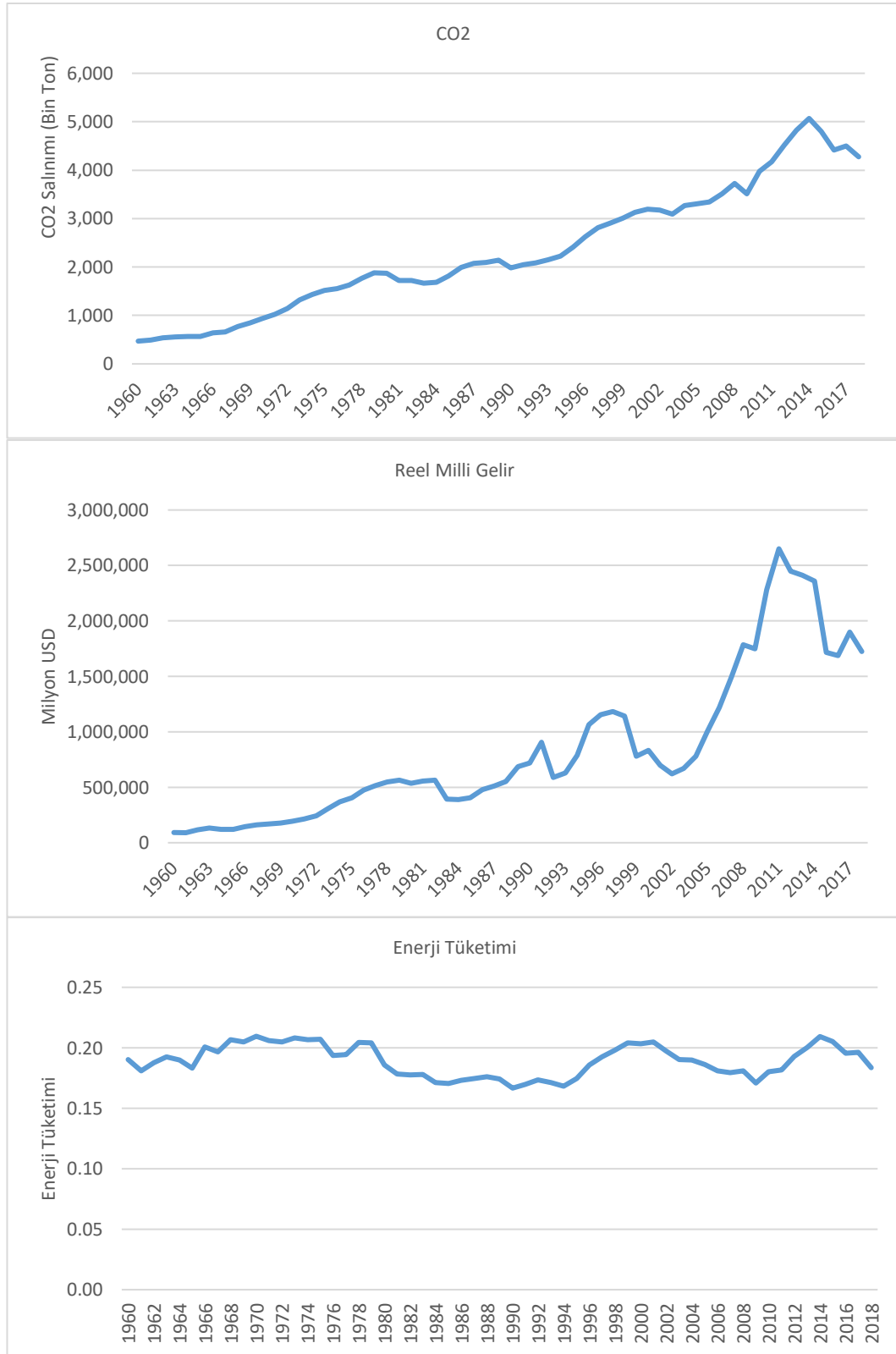
1960-2018 arası yıllara ait 5 ülkeye ait CO<sub>2</sub> emisyonları, reel GDP ve Enerji Tüketim değerleri kullanılmıştır. Söz konusu veriler World Bank veri bankasından elde edilmiştir.

Literatürde, deneysel analizlerde kişi başı CO<sub>2</sub> salınımı, kişi başı reel gelir ve kişi başı enerji tüketimi arasındaki uzun dönem ilişki standart çift logaritmik doğrusal fonksiyon şeklinde aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Miran, 2021).

$$\ln CO_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 (\ln Y_t)^3 + \alpha_4 \ln EC_t + e_t \quad (1)$$

Fonksiyonda CO kişi başına CO<sub>2</sub> salınımını (kg), Y kişi başına reel geliri (\$), Y<sup>2</sup> Y kişi başına reel gelirin (\$) karesini, Y<sup>3</sup> kişi başına reel gelirin (\$) küpünü, EC kişi başına petrol eşdeğeri enerji tüketimini (kg) ve et hata terimini temsil etmektedir.

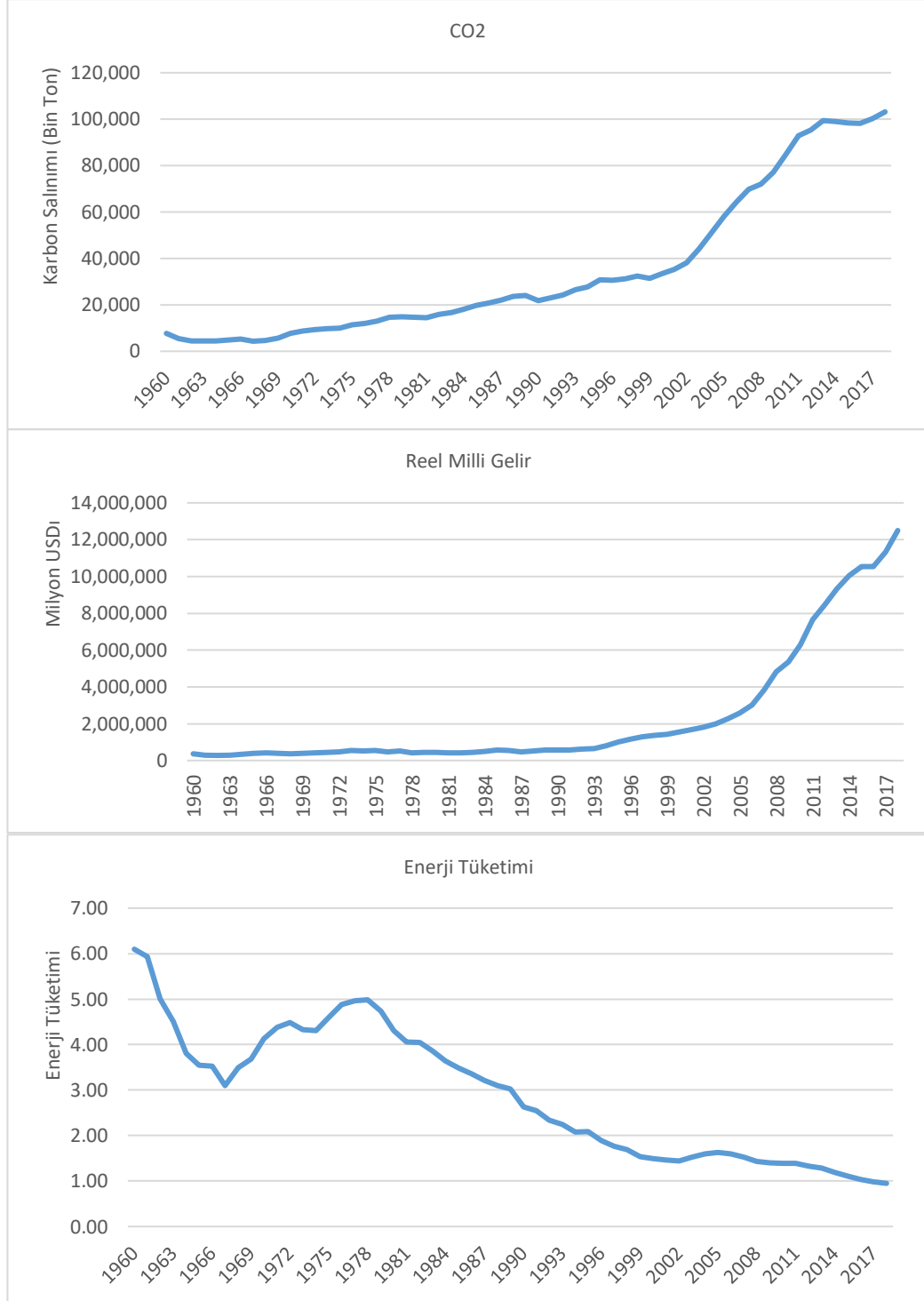
Otokorelasyon problemine önlem olarak her ülke için modellerin tahmin edilmesinde Praise Winston doğrusal olmayan yöntemi kullanılmıştır. Ülkelerin CO<sub>2</sub> salınımı değişkenlerinin durağanlık testleri ADF yöntemiyle belirlenmiştir. Ele alınan ülkeleri bir arada değerlendirmek üzere panel veri analizi de gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla havuzlanmış EKK, sabit etkiler modeli ve rassal etkiler modeli denenmiş ardından hangisinin en uygun olduğuna ilişkin testler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda analize konu olan ülkelerin söz konusu dönemdeki CO<sub>2</sub>, enerji tüketimi ve reel kişisel gelir arasındaki ilişkiler aşağıdaki grafiklerde ülke bazlı olarak gösterilmiştir (Miran, 2021).

Grafik 1: Brezilya'ya ait CO<sub>2</sub>, Enerji Tüketimi ve Reel Milli Gelir Grafikleri

**Kaynak:** World Bank Verileri kullanılarak elde edilmiştir.

Grafik 1, Brezilya'ya ait değişkenlerin dönem içerisindeki değişimlerini göstermektedir. Buna göre; CO<sub>2</sub> salınımı özellikle 1990'lı yıllardan sonra çok hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bununla birlikte ülkedeki enerji tüketiminin 1988-2008 li yıllarda dramatik bir şekilde düşüş gösterdiği görülürken aynı dönemlerde kişisel reel gelirin arttığı görülmektedir.

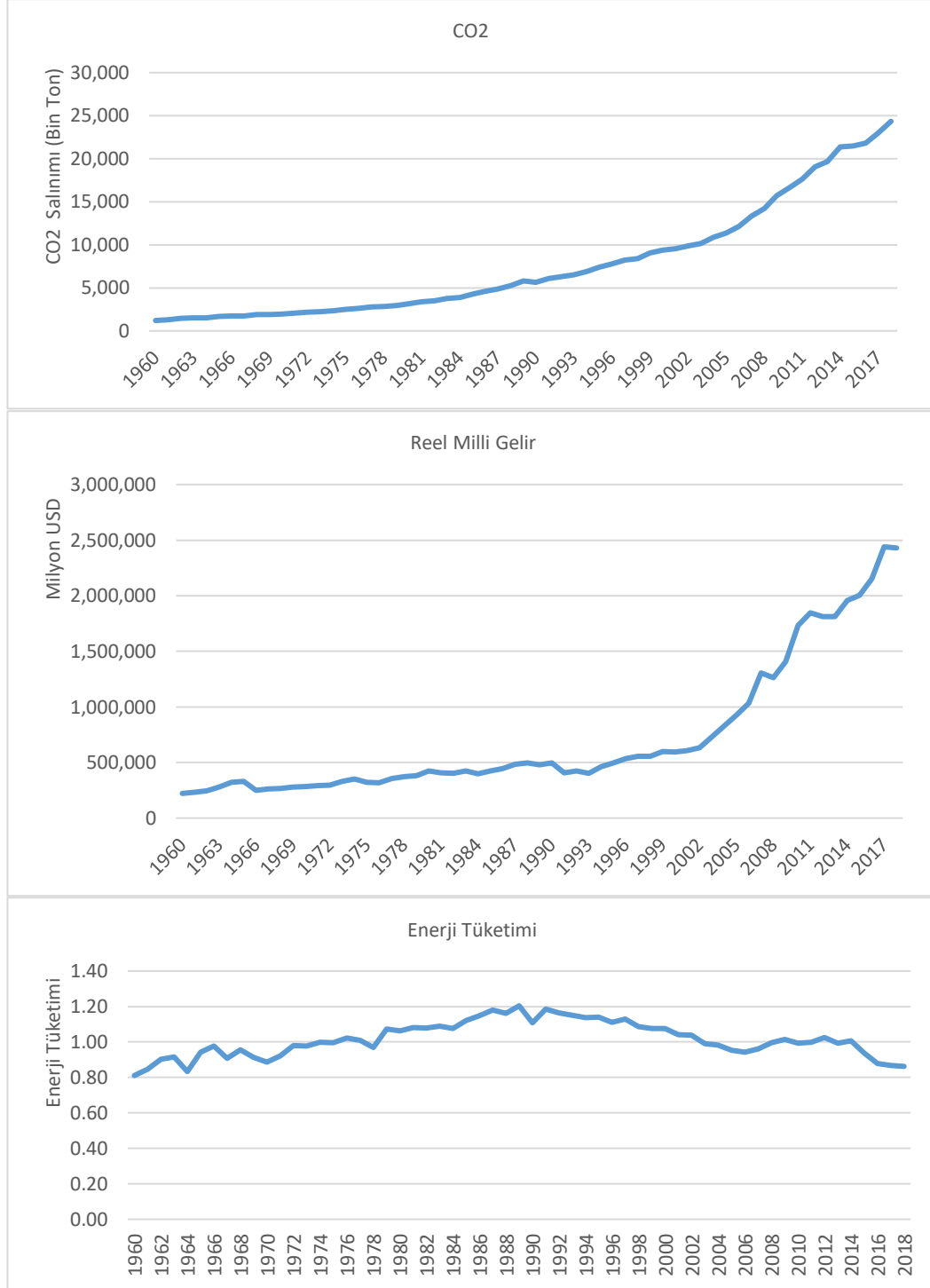
Grafik 2: Çin'e ait CO<sub>2</sub>, Reel GDP ve Enerji Tüketimi Grafiği



**Kaynak:** World Bank Verileri kullanılarak elde edilmiştir

Grafik 2, Çin'in ilgili grafiklerine bakıldığında CO<sub>2</sub> salınımının 2010'lu yıllara kadar hızla arttığı ve sonrasında durağanlaştığı ve biraz düşüşe geçtiği görülmektedir. Enerji tüketiminin yıllara yaygın olarak azaldığı ve kişisel reel gelirini 2000'li yılların başından itibaren hızlı bir şekilde arttığı görülmüştür.

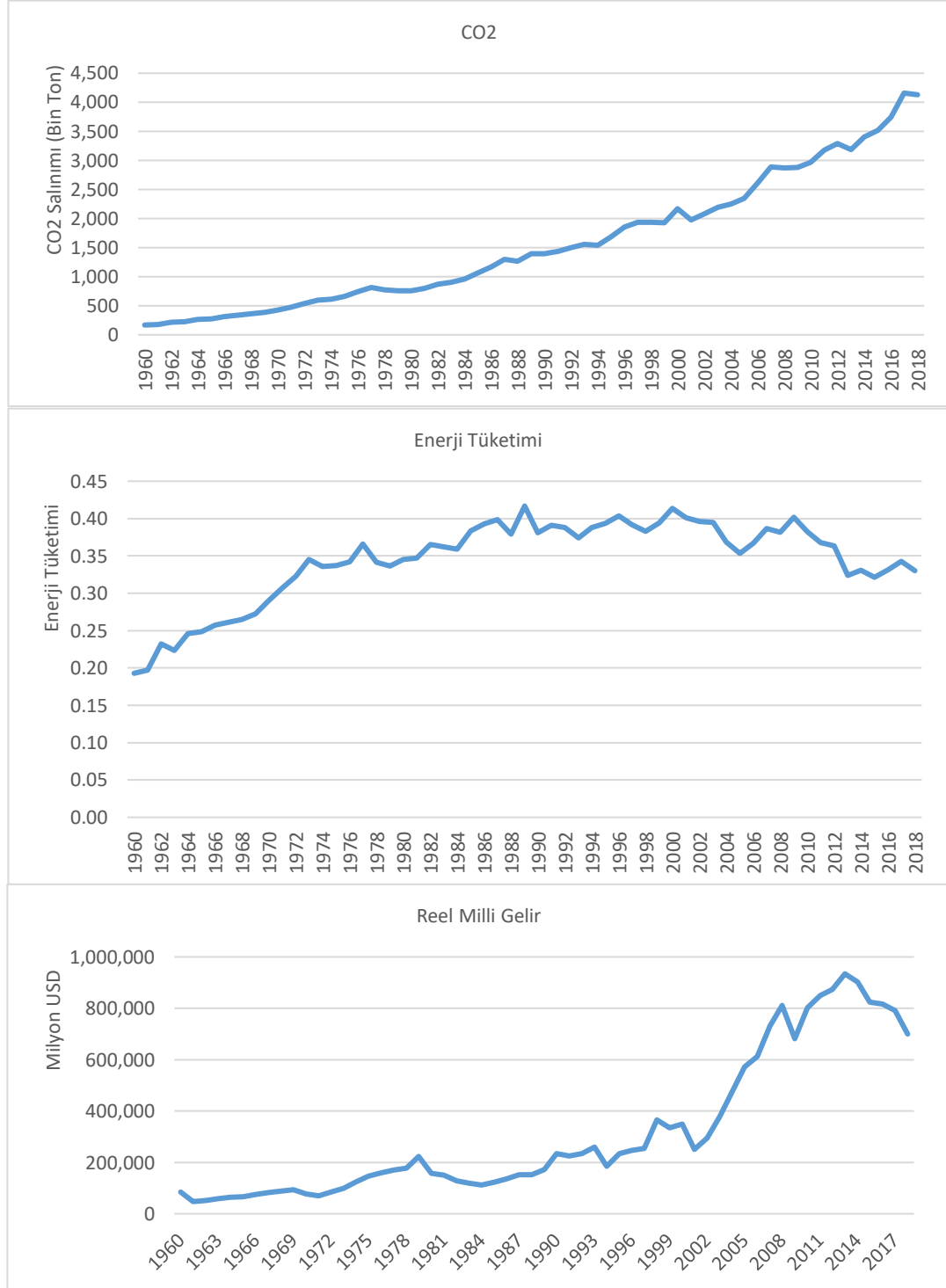
Grafik 3: Hindistan'a ait CO<sub>2</sub>, Reel GDP ve Enerji Tüketimi Grafiği



**Kaynak:** World Bank Verileri kullanılarak elde edilmiştir.

Grafik 3, Hindistan'ın CO<sub>2</sub> salınımı ve kişisel reel gelirinin paralel bir şekilde arttığını gösterirken, enerji tüketiminin 1990'lı yılların başına kadar artıp zirve yaptığını bu tarihten sonra ise azalmaya başladığı görülmektedir.

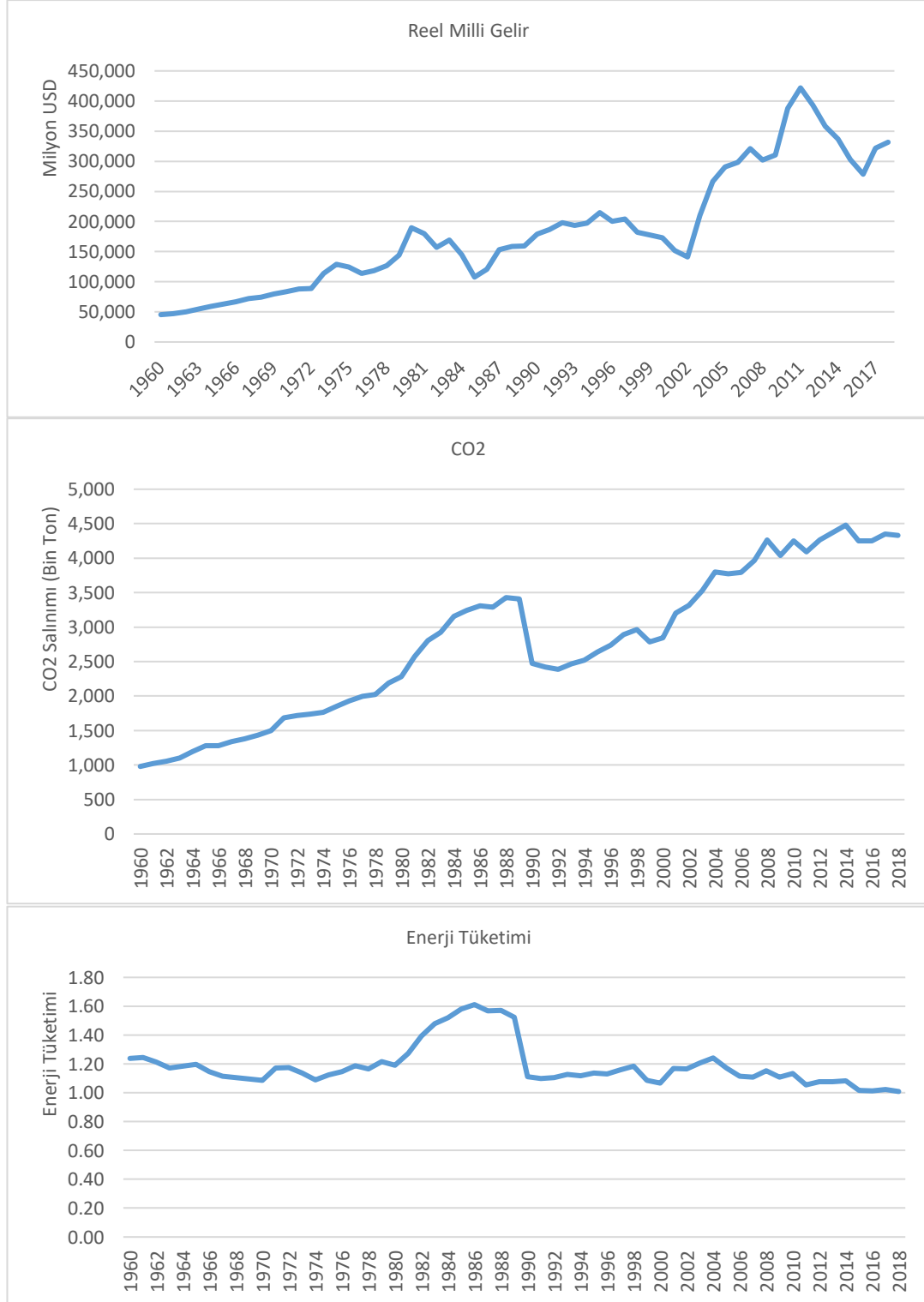
Grafik 4: Türkiye'ye ait CO<sub>2</sub>, Reel GDP ve Enerji Tüketimi Grafiği



Kaynak: World Bank Verileri kullanılarak elde edilmiştir.

Grafik 4, Türkiye'nin söz konusu dönemde reel kişisel gelirinin, CO<sub>2</sub> salınımının ve enerji tüketiminin paralel bir şekilde arttığını göstermektedir.

Grafik 5: Güney Afrika'ya ait CO<sub>2</sub>, Reel GDP ve Enerji Tüketimi Grafiği



Kaynak: World Bank Verileri kullanılarak elde edilmiştir.



Grafik 5, Güney Afrika'nın CO<sub>2</sub> salınımının genellikle arttığını, enerji tüketiminin 1980'li yıllarda zirve yaptığını ve sonrasında azalmaya başladığını reel kişisel gelirin ise yıllara yaygın olarak arttığını göstermektedir.

#### 4. Ampirik Bulgular

Tablo 1 de detayları verilen sonuçlar kurulan modelde  $\alpha=0.05$  ve  $\alpha=0.01$  güven aralığında elde edilen bulguları göstermektedir. Buna göre;

- $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında herhangi bir ilişki yoktur.
- $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında doğrusal bir ilişki vardır.
- $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında monotonik artan bir ilişki vardır.
- $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 < 0$  ve  $\alpha_3 = 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında ters-U biçimli bir ilişki vardır.
- $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 > 0$  ve  $\alpha_3 = 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında U biçimli bir ilişki vardır.
- $\alpha_1 > 0$  ve  $\alpha_2 < 0$  ve  $\alpha_3 > 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında N-biçimli bir ilişki vardır.
- $\alpha_1 < 0$  ve  $\alpha_2 > 0$  ve  $\alpha_3 < 0$  gelir ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında ters-N biçimli bir ilişki vardır.

Tablo 1: Ülkelere Göre Ekonometrik Model Tahmin Sonuçları  
(\*\* $\alpha=0.05$  için anlamlı, \*\*\* $\alpha=0.01$  için anlamlı)

	Brezilya	Çin	Hindistan	Türkiye	G.Afr.Cum.
Bağımlı değişken	I_CO2bra	I_CO2chn	I_CO2ind	I_CO2tur	I_CO2zaf
Sabit	9.33	-54.7	44.0	8.38	-1841.01
I_Y ( $\alpha_1$ )	0.12	4.38	-2.47963	0.12	213.301
I_Y <sup>2</sup> ( $\alpha_2$ )		-0.072	0.0475976		-8.18597
I_Y <sup>3</sup> ( $\alpha_3$ )					0.104718
I_EC	0.96	1.03	0.548282	0.96	1.02224
Trend	0.032	0.062	0.0465269	0.04	0.0227553
Düz.R2	0.99	0.99	0.999583	0.99	0.998037
F	475.7	2418.5	9481.960	3523.858	6526.691
İlişki formu	Doğrusal	Ters-U	U biçimli	Doğrusal	Ters N

Yıllık ortalama CO<sub>2</sub> emisyon miktarı incelendiğinde (Tablo 1), ele alınan 1961-2018 yılları arasında:

- Brezilya'da her yıl %3,26 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur.
- Çin'de her yıl %6,23 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur.
- Hindistan'da her yıl %4,65 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur.
- Türkiye'de her yıl %4,01 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur.
- Güney Afrika Cumhuriyeti'nde her yıl %2,28 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur.
- CO<sub>2</sub> salınımı en fazla Çin'de artış göstermiştir.
- EC esneklikleri incelendiğinde (Tablo ), ele alınan 1961-2018 yılları arasında:
- Brezilya'da EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %9,6 artmaktadır.
- Çin'de EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %10,3 artmaktadır.
- Hindistan'da EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %5,4 artmaktadır.
- Türkiye'de EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %9,5 artmaktadır.
- Güney Afrika Cumhuriyeti'nde EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %10,2 artmaktadır.

Kişi başına petrol eşdeğeri enerji tüketimindeki değişimin CO<sub>2</sub> salınımının en fazla etkilediği ülke Çin'dir.

Tablo 2 ve 3'teki veriler birlikte değerlendirildiği zaman değişkenlerin durağan olmadığı görülmektedir. Bu yüzden 0.05 düzeyinde anlamlıdır ve sıfır hipotezi reddedilir. Bununla birlikte bütün ülkelerin tek tek değil birlikte yer aldığı panel veri grafiği Grafik 6'da görülmektedir.

Tablo 2: Ülkelere Göre Yıllık Ortalama CO<sub>2</sub> Emisyon Artışı ve EC Esnekliği

	Brezilya	Çin	Hindistan	Türkiye	G.Afr.Cum.
Yıllık ortalama CO <sub>2</sub> emisyon artışı:	3.26%	6.23%	4.65%	4.01%	2.28%
EC esnekliği	0.96	1.03	0.55	0.95	1.02

Tablo 3: CO<sub>2</sub> için birinci fark ( $\Delta I_{CO_2}$ ) ADF durağanlık testi sonuçları: (H<sub>0</sub>: Durağan değil\*\*\* $\alpha=0.01$  için anlamlı)

	Brezilya	Çin	Hindistan	Türkiye	G.Afr.Cum.
ADF test with constant	5.01	5.97	-9.21	7.41	-6.15
ADF test with constant and trend	5.57	5.78	-9.15	-8.53	-6.32
Karar	Durağan	Durağan	Durağan	Durağan	Durağan

Tablo 4: Tüm Ülkelerin Rassal Etkiler Panel Tahmin Sonuçları (Bağımlı değişken:  $\ln CO_2$ )

	Katsayı	Std. Error	t-ratio	p-value
Sabit	42.0638	8.23	5.11	<0.0001
I <sub>Y</sub> ( $\alpha_1$ )	0.345241	0.07	4.93	<0.0001
I <sub>Y</sub> <sup>2</sup> ( $\alpha_2$ )	-2.49486	0.59	-4.20	<0.0001
I <sub>EC</sub>	0.0510392	0.01	4.77	<0.0001
Trend	0.0338163	0.002	15.76	<0.0001
Log likelihood	-300.1322			
Breusch-Pagan testa Chi-square (1)	82.964***			
Hausman testb Chi-square (3)	3.83284			
İlişki formu	U Biçimli			

Tablo 4. de Yıllık ortalama CO<sub>2</sub> emisyon miktarı incelendiğinde ele alınan 1961-2018 yılları arasında her yıl %3.38 CO<sub>2</sub> artışı olmuştur. Aynı tabloda enerji tüketim esneklikleri incelendiğinde, ele alınan 1961-2018 yılları arasında EC %10 arttığında CO<sub>2</sub> salınımı %5.1 artmaktadır.

Tahmin edilen modele göre, Breusch-Pagan testi, rassal etkiler modelini; Hausman testi rassal etkiler modelinin tahmin edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle rassal etkiler panel veri tahminlemesi yapılmıştır.

#### a. Breusch-Pagan testi

Havuzlanmış EKK ile REM arasında seçim yapmamızı sağlayan test aşağıda belirtildiği gibidir (Miran, 2021);

H<sub>0</sub>: Havuzlanmış EKK tercih edilmeli

H<sub>1</sub>: REM tercih edilmeli

#### b. Hausman testi

REM ile SEM arasında seçim yapmamızı sağlayan test aşağıda belirtildiği gibidir (Miran, 2021);

H<sub>0</sub>: REM tercih edilmeli

H<sub>1</sub>: SEM tercih edilmeli

### 5. Sonuç

2021 yılında İskoçya'nın Glasgow kentinde yapılan COP26 toplantıları gelişmiş ve gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin çevre problemleri ve iklim değişikliğine yönelik aldıkları ve alacakları önlemleri değerlendirmeleri açısından önem arz etmektedir. Özellikle 1980'li yılların sonu ve

1990'lı yılların başından itibaren çevresel problemlerin ve iklim değişikliği ile ilgili konuların akademik camiada oldukça yoğun şekilde yer almaya başladığı görülmektedir.

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) olarak literatürde yer alan ve aslında 1955 yılında Simon Kuznets'in ülkelerin büyümesi ile gelir dağılımları arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullandığı Kuznets Eğrisi 1990'lı yıllarda ülkelerin büyümesi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılmaya başlanmış ve yöntem Çevresel Kuznets Eğrisi olarak literatürde yerini almıştır. Yöntem, seçilen ülke grubu, ele alınan dönem ve kullanılan veri setindeki değişkenler yüzünden ÇKE ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar birbirinden oldukça farklı sonuçlar vermektedir.

Çalışmada ele alınan yöntem, ülke grubu, veri seti ve kullanılan dönem elde edilen sonuçların önceki çalışmalardan daha farklılaşmasına yol açmıştır. Ancak genel olarak bakıldığında ÇKE'nin çeşitli formlarındaki eğrileri elde edilmekle birlikte kişi başı CO<sub>2</sub> salınımı ile kişi başı gelir arasında ters N şeklinde bir ilişki olduğu deneysel analiz sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca, enerji tüketiminin katsayısının pozitif ve anlamlıdır. Bu sonuç aslında teori ile paralel bir sonuç doğurmaktadır. Ülkelerin; nüfus, ekonomilerinin yapısı, ekonomilerinin büyüklüğü gibi nedenlerden dolayı ÇKE'lerinin farklı olduğu görülmektedir. Buna göre; Brezilya için doğrusal, Hindistan U, Türkiye için doğrusal, Güney Afrika için ters N eğrileri elde edilmiştir. ÇKE'nin klasik görünümü olan ters U sadece Çin için geçerli olmuştur. Son kırk yıllık süreçte emek yoğun bir ekonomiden sermaye yoğun bir ekonomiye geçişi ve ardından yüksek teknoloji ürün ve ihracat dayalı kalkınma modelinden iç tüketime yönelik kalkınma modeline geçiş gibi nedenlerin Çin'in klasik ÇKE'ye sahip olmasını açıklayabileceği düşünülebilir. Öte yandan geri kalan ülkelerde buna benzer bir gelişim olsa da emek yoğun sermaye yoğun üretime geçiş ve teknolojik üretim aşamalarının Çin kadar belirgin geçiş noktaları olmaması, kısa ve uzun dönemdeki ekonomik faaliyetlerin yapısı farklı ÇKE'lere sahip olmalarını açıklamaktadır.

#### Kaynakça

- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Ahmed, K. ve Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1 (2012), 4-13.
- Arı, A., & Zeren, F. (2011). CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi*. 18(2) 37-47
- Barbier, E. (1997). Introduction To The Environmental Kuznets Curve Special Issue. *Environment and Development Economics*, 2(4), 369-381.
- Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 21(1), 1-12
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyt, R. (2018). The Environmental Kuznets Curve in the OECD: 1870–2014. *Energy Economics*, 75(C), 389-399.
- Dam, M. M., Karakaya, E., & Bulut, Ş. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi Ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı*, 85-96.
- Doğan, E., & Lotz, R. I. (2020). The Impact Of Economic Structure To The Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis: Evidence From European Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 12717-12724.
- Erataş, F., & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının "BRICT" Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- Ergün, S., & Polat, M. A. (2017). G7 Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik ve Büyüme İlişkisi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 257-272.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research, Working Paper* 3914

- Guris, S., & Şak, N. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Yöntemiyle İncelenmesi. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 327-339.
- Halcioğlu, F. (2009). Econometrics of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade In Turkey . *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Hamilton, C., & Turton , H. (2002). Determinant of Emissions Growth in OECD Countries. *Energy Policy*, 30(2002), 63-71.
- Jaunky, V. C. (2011). The CO2 Emissions-Income Nexus: Evidence from Rich Countries. *Energy Policy*, 39(3), 1228-1240
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-30.
- Miran, B. (2021). *Uygulamalı Ekonometri*. İzmir: Google Books.
- Omay, R. E. (2013). The Relationship Between Environment And Income: Regression Spline Approach. *Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2013), 52-61.
- Örnek, İ., & Türkmen , S. (2019). Gelişmiş Ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Analizi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 109-129.
- 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(2013), 262-267.
- Tatoğlu, F. Y., & İcen, H. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisinin Çok Boyutlu Panel Veri Modelleri ile Analizi . *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(1), 26-38.
- Wang, Q., Wang, X., & Liu, R. (2022). Does Urbanization Redefine The Environmental Kuznets Curve? An Empirical Analysis Of 134 Countries. *Sustainable Cities and Society*.76(2022), 1-14
- Yandle, B., Bhattarai , M., & Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets Curves: A Review Of Findings, Methods, And Policy Implications. *IWMI Research Reports from International Water Management Institute*, H044740, 1-38
- Yurtkuran , S. (2021). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği Ve Yeşil Lojistik: Türkiye örneği. *Balıkesir Üniversitesi The Journal of Social Sciences*, 171-201.

---

**ENVIROMENTAL KUZNETS CURVE ANALYZE IN BRICS-T COUNTRIES**


---

**Extended Abstract**

**Aim:** Enviromental Kuznets Curve (EKC) was developed in 1955 on the basis of Simon Kuznets' Kuznets Curve, which examines the relationship between economic growth and income inequality, together with the problems related to environmental pollution. In this study, the relationship between CO<sub>2</sub> emissions, real GDP and energy consumption values between 1960 and 2018 in the BRICS-T countries (Russia was not included in the analysis due to the unreliable data) was analyzed using World Bank data. Praise Winston nonlinear method was used to estimate the models. The stability tests of the CO<sub>2</sub> emission variables of the countries were determined by the ADF method. In our study, linear curves for Brazil and Turkey, inverted U-shaped curves for China, U-shaped curves for India and inverted N-shaped curves were obtained for S. Africa. Empirical analysis has shown that there is an inverse N-shaped relationship between carbon emissions per capita and income per capita. In addition, the coefficient of energy consumption being positive and significant was in line with expectations.

**Method(s):** CO<sub>2</sub> emissions, real GDP, and Energy Consumption values of 5 countries between 1960 and 2018 are used. The data were obtained from the World Bank database. In the empirical studies in the literature, the long-term relationship between carbon emissions per capita, real income per capita and per capita energy consumption has been defined in the form of a standard double logarithmic linear function (Miran, 2021).

$$\ln CO_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 (\ln Y_t)^3 + \alpha_4 \ln EC_t + e_t \quad (1)$$

In the function, CO represents per capita carbon dioxide emissions (kg), Y per capita real income (\$), Y<sup>2</sup> Y per capita real income (\$) squared, Y<sup>3</sup> per capita real income (\$) cubed, EC oil equivalent energy consumption per capita (kg). and e<sub>t</sub> represents the error term. As a precaution against the autocorrelation problem, the Praise Winston nonlinear method was used to estimate the models for each country (Miran, 2021). The stability tests of the CO<sub>2</sub> emission variables of the countries were determined by the ADF method (Miran, 2021). Praise Winston nonlinear method was used to estimate the models. The stability tests of the CO<sub>2</sub> emission variables of the countries were determined by the ADF method. According to the predicted model, the Breusch-Pagan test uses the random effects model; The Hausman test shows that the random effects model should be estimated. For this reason, random effects panel data estimation was made.

**Findings:** Our findings, between the years 1961-2018:

- There has been a 3.26% CO<sub>2</sub> increase every year in Brazil.
- There has been a 6.23% CO<sub>2</sub> increase every year in China.
- There has been a 4.65% CO<sub>2</sub> increase every year in India.
- There has been a 4.01% CO<sub>2</sub> increase every year in Turkey.
- In the Republic of South Africa, there has been an increase of 2.28% CO<sub>2</sub> every year.
- CO<sub>2</sub> emissions increased the most in China.
- When the EC elasticities are analyzed (Table 1), between the years 1961-2018:
  - In Brazil, when EC increases by 10%, CO<sub>2</sub> emissions increase by 9.6%.
  - When EC increases by 10% in China, CO<sub>2</sub> emissions increase by 10.3%.
  - When EC increases by 10% in India, CO<sub>2</sub> emissions increase by 5.4%.
  - When EC increases by 10% in Turkey, CO<sub>2</sub> emissions increase by 9.5%.

- In the Republic of South Africa, CO<sub>2</sub> emissions increase by 10.2% when EC increases by 10%.

**Conclusion:** COP26 meetings held in Glasgow, Scotland in 2021 are important in terms of evaluating the measures taken or to be taken by developed, developing and underdeveloped countries for environmental problems and climate change. Especially since the late 1980s and early 1990s, it is seen that environmental problems and issues related to climate change have started to take place in the academic community intensively. In our study, method, country group, data set and the period caused the results to differ from previous studies. So, we got curves of various forms of EKC. In general, there is an inverse N-shaped relationship between per capita carbon emissions and per capita income. In addition, the coefficient of energy consumption being positive and significant was in line with expectations. It is seen that the EKCs of countries are different due to reasons such as population, the structure of their economy, and the size of their economy. Linear curve for Brazil, U for India, linear for Turkey and inverse N curves for South Africa were obtained. The inverted U, the classical view of the EKC, was valid only for China. It can be thought that the reasons such as the transition from a labor-intensive economy to a capital-intensive economy in the last forty years, and then the transition from a high-tech product and export-based development model to a domestic consumption-oriented development model, can explain China has classical EKC.

---