

Türkiye’de Tarım, Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi, Doğrudan Yabancı Sermaye ve CO₂ Emisyonu Arasındaki İlişki: ARDL Analizi

Tuğçe DALLI^{1*}, Esra KÜTÜKÇÜ²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 46050, Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 46050, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0002-5862-1964>

²<https://orcid.org/0000-0002-7869-2233>

*Sorumlu yazar: dallitugce1@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 10.09.2022

Kabul tarihi: 18.02.2023

Online Yayınlanma: 04.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi

Birim kök testi

ARD

Sınır testi

ÖZ

Çalışmada Türkiye’de, CO₂ emisyonu, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, reel tarımsal katma değer, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye girişi ve finansal gelişme arasındaki ilişki 1974-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak test edilmiştir. Durağanlık sınaması için geleneksel ADF ve PP birim kök testi, eş bütünleşme ilişkisi için ARDL sınır testi tercih edilmiştir. ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre doğrudan yabancı sermaye girişi hariç tüm değişkenler birinci farkında durağan bulunmuştur. ARDL bulgularına göre gerek kısa gerekse de uzun dönemde reel GSYH ve yenilenemez enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu artırdığı, reel GSYH’nin karesi ise negatif bulunmuştur. Diğer taraftan hem kısa hem de uzun dönemde finansal gelişme karbon emisyonunu artırmakta, doğrudan yabancı sermaye girişleri ise kısa dönemde karbon emisyonunu artırmakta ancak uzun dönemde azaltmaktadır. Dolayısıyla incelenen dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi geçerlidir.

The Relationship Between Agriculture, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Foreign Direct Capital and CO₂ Emissions in Turkey: ARDL Analysis

Research Article

Article History:

Received: 10.09.2022

Accepted: 18.02.2023

Published online: 04.12.2023

Keywords:

Environmental Kuznets curve

hypothesis

Unit root test

ARDL

Bound test

ABSTRACT

In the study, the relationship between CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption, real agricultural value added, economic growth, foreign direct investment and financial development in Turkey was tested using annual data for the 1974-2019 period. Traditional ADF and PP unit root test were preferred for the test of stationarity, and ARDL bounds test was preferred for the cointegration relationship. According to the ADF and PP unit root test results, all variables were found to be stationary at the first difference, except for foreign direct investment. According to ARDL findings, real GDP and non-renewable energy consumption increase carbon dioxide emissions in both the short and long term, and the square of real GDP is negative. On the other hand, financial development increases carbon emissions both in the short and long term, while foreign direct capital inflows increase carbon emissions in the short term but decrease it in the long term. Therefore, the Environmental Kuznets Curve Hypothesis is valid in the examined period.

To Cite: Dalli T., Küçükçü E. Türkiye’de Tarım, Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi, Doğrudan Yabancı Sermaye ve CO₂ Emisyonu Arasındaki İlişki: ARDL Analizi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(3): 2154-2170.

1. Giriş

Küreselleşmeyle birlikte artan ekonomik faaliyetler hem sanayileşmiş hem de sanayileşme yolunda olan ülkelerde hızlı ve kontrolsüz şekilde yaşanan ekonomik büyüme çevresel etkilerini de beraberinde getirmiştir. Ülkelerin ekonomik ve sosyokültürel yaşamlarında sanayileşme, köklü değişikliklere neden olmakla birlikte, özellikle 20. yy'den itibaren fark edilir bir biçimde doğal çevrenin de hızla değişip kirlenmesine neden olmuştur. Zira sanayileşmenin plan dâhilinde olmadığı salt sanayileşmenin hedef alınıp çevre faktörünün göz ardı edildiği iddia edilmektedir (Guha, 2000). Yenilenebilir enerji, karbon emisyonu ve temiz çevre politikasına yönelik uluslararası arenada özellikle son zamanlarda çalışmalar hız kazanmıştır. Diğer taraftan fosil yakıtların dünya genelinde kullanımı nedeniyle ortaya çıkan çevresel sorunların önlenmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gerekmektedir. Tarım sektöründe, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik uygulanabilirliği ve uygulama yönteminin bölgesel koşullara bağlı olarak değişmektedir. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyokütle enerjileridir (Kendirli ve Çakmak, 2010; Ildırar ve ark., 2022). Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları türüne göre toplam kurulu güç içerisindeki payı en yüksek olan yenilenebilir enerji kaynağı rüzgâr enerjisiyken ikinci sırada güneş enerjisi yer almaktadır (Örnek ve Dallı, 2022). Dolayısıyla üretimde kullanılan rüzgâr ve güneş enerjisinin payının artırılmasının Türkiye'de hem çevre kirliliği hem de maliyetlerin azalmasında yardımcı olabilecektir.

Kuznets (1955) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ekonomik büyümeyle gelir dağılımı arasındaki ilişki analiz edilmiş ve ekonomik büyümeyle birlikte başlangıçta kişi başına düşen gelirin arttığı, ancak gelir dağılımında adaletsizliğin de arttığı, ekonomik büyümenin devam etmesiyle ise gelir adaletsizliğinde azalma yaşanacağı belirtilmiştir. Bu ilişki ise çalışmada grafiksel biçimde “Ters U” ya da “Çan Eğrisi” olarak gösterilmiştir. Dolayısıyla ekonomik büyümeyle gelir dağılımı değişkenleri arasındaki ilişkinin gösterildiği eğriye Kuznets Eğrisi denilmektedir.

Öte yandan ÇKE'nin (Çevresel Kuznets Eğrisi) literatürde, zaman içerisinde farklı kullanımlarının olduğu söylenebilir. Nitekim literatürde, Kuznets Eğrisinde yer alan gelir dağılımının yerini çevre kirliliğinin almasıyla birlikte ÇKE ortaya çıkmıştır (Aytun ve ark., 2017; Öngel ve ark., 2020). Grossman ve Krueger (1991) tarafından ilk defa ileri sürülen bu yaklaşımda ekonomik büyümenin ilk aşamasında, çevresel bozulmalar artmakta, ancak büyüme belirli bir eşiğe ulaştıktan sonra çevresel bozulmalar azalmaktadır. Dolayısıyla kişi başına gelir artarken, çevresel kirlenme azalmaya başlamaktadır. Grossman ve Krueger (1995) tarafından çevresel bozulmayla ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin Ters-U şeklinde olduğu ve ÇKE'ye bağlı olarak, çevre kirliliğinin ekonomik büyümenin artışıyla birlikte azalış gösterdiği belirtilmektedir. Çevre koşullarının bozulmasıyla kişi başına düşen gelir düzeyi arasındaki hipotetik ilişkiye açıklama getirmektedir. Çevre kirlenmesi ve kişi başına gelir arasındaki ilişkide çevre kirliliğine bağlı olarak yaşam kalitesinin başlangıçta bozulduğunu, daha sonra ise iyileştiği öne sürülmektedir. Diğer bir deyişle, bu hipoteze göre, çevre kirliliği, ekonomik gelişme sürecinde, çevre kirliliği ilk olarak artmakta daha sonra ise azalmaktadır

(Akyıldız, 2008; Erataş ve Uysal, 2014). Dolayısıyla ülkelerin büyüme pahasına göz ardı ettiği problemin büyümenin sağlanmasıyla gün yüzüne çıkacağı ve çözümü için çaba sarf edilebileceği söylenebilir (Kaygısız, 2018).

Bu ampirik çalışmadan sonra Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerli olup olmadığının test edilmesine yönelik çalışmalar artmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunda ise yenilenemez enerji tüketimi, GSYH, finansal gelişme ve karbondioksit arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu çalışmada ise yenilenebilir enerji tüketimi, tarım sektörü ve doğrudan yabancı sermaye girişleri de analize dahil edilmiştir. Diğer taraftan çalışmadaki bazı değişkenlere ait veri kısıtı nedeniyle örneklem dönemi 1974'ten başlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye için 1974-2019 dönemini kapsayan zaman periyodunda yıllık verilerle tarım sektörü, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye girişi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi test etmektir. Çalışmanın motivasyonunu son dönemlerde gittikçe artan çevreye duyarlılık unsurunun oluşturduğu söylenebilir. Diğer taraftan ÇKE hipotezi ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında çalışmanın hem tarımı hem de yenilenebilir enerji tüketimini modele dahil etmesiyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, konuyla ilgili daha önce alan yazında yapılan çalışmalara değinilip yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu, doğrudan yabancı sermaye girişi ve tarımsal katma değer ilişkisi ampirik olarak test edilecektir. Son olarak sonuç ve değerlendirme ile çalışma sonlandırılacaktır.

2. Literatür Araştırması

ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığına yönelik literatür çalışmaları incelendiğinde genel bir görüş birliğinin olmadığı gözlenmiştir. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığına yönelik çalışmaların farklı sonuçlar vermesinin nedenleri arasında çalışmalarda uygulanan ekonometrik metotların farklılık içermesi, analiz dönemlerin farklılığı ve bağımsız değişkenlerin farklı olması gösterilebilir.

Grossman ve Krueger (1991) ÇKE hipotezini ilk kez ampirik olarak test etmişlerdir. Çalışmalarında çevre kirliliğiyle kişi başına düşen gelir arasındaki ilişki incelenmiş ve analiz sonucunda bu ilişkinin ters U şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Üç değişik çevre kirleticisi kükürt dioksit (SO₂), duman ve süspansiyon halindeki partikül maddeyle kişi başına GSYH arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma 42 NAFTA ülkesi üzerine yapılmış ve çalışma sonucunda iki ulusal kirleticisi (kükürt dioksit ve duman) için düşük milli gelir düzeylerinde kişi başına düşen GSYH ile konsantrasyonların arttığını, ancak daha yüksek gelir düzeylerinde GSYH büyümesi ile azaldığı ortaya konmuştur.

Seldon ve Song (1994), 30 ülke için ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığını En Küçük Kareler (EKK) ve panel veri analiziyle test etmişlerdir. Analiz sonucunda ÇKE ilişkisinin geçerli olduğuna dair bulgulara rastlanmıştır.

Grossman ve Krueger (1995), 1991'deki çalışmalarını genişleterek su kalitesiyle ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kirlilik göstergesi kapsamında çalışmada 14 farklı değişken kullanılmıştır. 5 değişkenin ters "U", 6 değişkenin ise "N" şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Atıcı ve Kurt (2007) ise çalışmalarında 1968-2000 yıllarında Türkiye için kişi başına düşen karbondioksit emisyonu, su kirliliği, kişi başına düşen gelir, toplam ve tarımsal ihracat ve ithalat arasındaki ilişkiyi regresyon yöntemiyle analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda Türkiye'de incelenen dönemde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Jalil ve Mahmud (2009) ise, Çin'de 1975-2005 dönemi arasında karbon emisyonu, enerji tüketimi, kişi başı gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Analizde uzun dönemde kişi başı gelire karbon emisyonu arasında ÇKE hipotezini destekleyici sonuca ulaşılmıştır.

Zhang ve Cheng (2009) çalışmalarında Çin ekonomisinde, 1960-2007 döneminde karbon emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analiziyle araştırmıştır. Bulgulara göre uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimine, enerji tüketiminden de karbon emisyonlarına doğru tek taraflı nedensellik ilişkisi vardır.

Choi ve ark., (2010), Kore, Japonya ve Çin açısından ÇKE'nin test edilmesini amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, CO₂ ile gelişmişlik ilişkisi açısından Çin için N Japonya için U şeklindedir. Ayrıca CO₂ ile açıklık arasındaki ilişkinin Japonya ve Kore'de Ters-U, Çin'de ise U şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Arı ve Zeren (2011) ise, Türkiye ve Akdeniz ülkelerinde 2000-2005 döneminde CO₂ ve kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi inceleyerek ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında, panel veri yönteminden yararlanmışlardır. Analiz sonucunda CO₂ ve kişi başına düşen gelir arasında N şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca nüfus yoğunluğunun ve enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde pozitif bir etkisinin sonucuna ulaşılmıştır.

Wang ve ark., (2011), ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1995-2007 yıllarını kapsayan dönemde Çin'deki 28 bölge için test etmişlerdir. Pedroni eş bütünleşme testine göre ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

Lau ve ark., (2014) tarafından Malezya'da 1970-2008 dönemleri arasında ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı test edilmiştir. ARDL analiz yöntemi sonuçlarına göre incelenen dönemde Malezya'da ÇKE hipotezi geçerlidir.

Örnek ve Türkmen (2019) çalışmalarında, 1975-2016 döneminde gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde sürdürülebilir enerjisinin sağlanıp sağlanmadığını ÇKE hipotezi kapsamında analiz etmişlerdir. Kişi başına düşen gelir ve karbondioksit emisyonu verilerinin kullanıldığı çalışmada dinamik panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Bulgular analiz döneminde ÇKE hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymuştur.

Literatürdeki çalışmalardan bazılarında ise tarımın da çevre kirliliği üzerindeki etkisinin analiz edildiği gözlenmektedir. Waheed ve ark., (2017) çalışmalarında yenilenebilir enerji, tarımsal üretim, ormanlık alanla karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi 1990-2014 yılları arasında Pakistan için açıklamaya çalışmışlardır. Yenilenebilir enerji tüketimiyle ormanlık alan karbon emisyonunu azaltmakta tarımsal

üretim ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Jebli ve Youssef (2017) ise çalışmalarında, Kuzey Afrika ülkeleri için 1980-2011 dönemlerinde tarım sektörü, yenilenebilir enerji tüketimiyle ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerine etkisini test etmişlerdir. Yenilenebilir enerji tüketimiyle ekonomik büyümenin karbon emisyonunu artırdığı tarımın ise karbon emisyonunu azalttığı gözlenmiştir. Liu ve ark., (2017) çalışmasında, ASEAN ülkeleri için 1970-2013 yılları arasında yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, GSYH, GSYH'nin karesiyle tarımsal üretimin karbondioksit emisyonu üzerine etkisini test etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimiyle tarımsal üretim karbon emisyonunda azalışa neden olmakla birlikte ASEAN ülkelerinde analiz döneminde ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür genel olarak değerlendirildiğinde çalışmaların gerek örneklem grubu gerekse de analiz döneminin farklılığı ve farklı ekonometrik yöntemlerin gerçekleştirilmesi ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığına yönelik bulguları etkilemektedir.

Tablo 1. Türkiye üzerine gerçekleştirilen ÇKE hipoteziyle ilgili çalışmalar

Yazar/lar	Veri Seti/ Dönem	Değişkenler	Yöntem	Bulgular
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000	CO ₂ , kişi başına düşen gelir, ticari açıklık ve tarım açıklığı	Regresyon analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Başar ve Temurlenk (2007)	1950-2000	CO ₂ ve kişi başına düşen gelir	EKK ve regresyon analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	CO ₂ , enerji tüketimi, GSYH ve dış ticaret	ARDL sınır testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Aslan (2010)	1968-2005	Kişi başına gelir, nüfus yoğunluğu ve CO ₂	EKK analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Öztürk ve Acaravcı (2010)	1968-2005	Ekonomik büyüme, CO ₂ , enerji tüketimi ve istihdam oranı	Granger nedensellik ve ARDL sınır testi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Saatçi ve Dumrul (2011)	1950-2007	CO ₂ ve kişi başına düşen gelir	İki kırılmalı LM birim kök testi ve Kejriwal yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi	ÇKE hipotezi uzun dönemde geçerlidir
Dam ve Karakaya (2013)	1960-2010	Kişi başına gelir, enerji tüketimi ve CO ₂	Dinamik EKK analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.

Omay (2013)	1980-2009	Ekonomik büyüme ve CO ₂	Doğrusal olmayan regresyon analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Albayrak ve Gökçe (2015)	1975-2010	Kişi başına gelir, kişi başına gelirin karesi, enerji kullanım oranı ve dışa açıklık	Johansen eş bütünleşme testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Bozkurt ve Okumuş (2015)	1966-2011	CO ₂ emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık ve nüfus yoğunluğu	Hatemi-J eş bütünleşme analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Erdoğan ve ark., (2015)	1975-2010	Kişi başına gelir, kişi başına gelirin karesi, ve CO ₂	Toda-Yamamoto nedensellik analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Lebe (2016)	1960-2010	Kişi başı gelir, kişi başı gelirin karesi, dışa açıklık, CO ₂ ve finansal gelişme	ARDL ve Granger nedensellik analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Destek (2018)	1990-2014	GSYH, kentleşme, enerji yoğunluğu ve ekolojik ayak izi	Stirpat modeli	Gerek kısa gerekse uzun dönemde ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata (2018a)	1974-2014	CO ₂ , ekonomik büyüme, finansal gelişme, yenilenebilir hidroelektrik, alternatif enerji tüketimi ve kentleşme	ARDL analizi, FMOLS ve CCR tahmincileri ve GH ve HJ eşbütünleşme analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata (2018b)	1974-2013	CO ₂ , ekonomik büyüme, finansal gelişme, toplam-birincil enerji tüketimi, endüstrileşme ve kentleşme	ARDL ve ECM modeli	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Pata (2018c)	1971-2014	CO ₂ , ekonomik büyüme, dışa açıklık, finansal	ARDL ve ECM modeli	ÇKE hipotezi geçerlidir.

		gelişme, kentleşme, endüstrileşme ve enerji tüketimi		
Pata ve Yurtkuran (2018)	1981-2014	CO ₂ , ekonomik büyüme, nüfus yoğunluğu, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi	ARDL ve ECM modeli	ÇKE hipotezi geçerlidir
Ceylan ve Karaağaç (2020)	1960-2014	CO ₂ , enerji tüketimi ve kişi başına gelir	Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eş bütünleşme analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Okumuş (2020)	1968-2014	Ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, dışa açıklık, tarımsal katma değer, kentleşme ve CO ₂	ARDL analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Güzel (2021)	1960-2015	CO ₂ emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi,	ARDL analizi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Yurtkuran (2021)	1995-2016	Lojistik, ekonomik büyüme ve CO ₂	FMOLS, CCR, Toda-Yamamoto ve Fourier nedensellik analizi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Çağlar (2022)	1974-2019	Kişi başına düşen gelir, CO ₂ , birincil enerji tüketimi, toplam nüfus ve çevre teknolojileri ile ilgili alınan patentler	Stirpat modeli	Gerek kısa gerekse uzun dönemde ÇKE hipotezi geçerlidir.
Çoban ve Özkan (2022)	1970-2019	Kişi başına gelir, CO ₂ , kişi başına gelirin karesi ve KOF küreselleşme endeksi	Dinamik ARDL simülasyon	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Tablo 1’de görüleceği üzere literatürde Türkiye’de, ÇKE hipotezinin geçerliliğini tespit etmeye yönelik çalışmaların bazılarında ekonometrik yöntem olarak Toda-Yamamoto nedensellik analizi, Stirpat modeli gerçekleştirilmiş diğerlerinde ise ARDL ve kimi yapısal eşbütünleşme testlerinden yararlanılmıştır. Literatürdeki çalışmaların bulguları genel olarak ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan ulusal literatür gözlemlendiğinde çalışmalarda yer alan değişkenlerde hem tarımın hem de yenilenebilir enerji tüketiminin model içinde yer aldığı çalışma oldukça sınırlı düzeydedir. Dolayısıyla bu çalışmanın literatürdeki bu boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

3. Model ve Yöntem

Çalışmada Türkiye için 1974-2019 dönemi yıllık verileriyle tarım sektörü, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye girişi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişki test edilmiştir. Bu kapsamda, metrik ton cinsinden kişi başı CO₂ emisyonu, kişi başı reel GSYH 2010 yılı sabit fiyatlarla ABD doları cinsinden kişi başı reel GSYH ve kişi başı reel tarımsal katma değer, doğrudan yabancı sermaye girişi (ABD doları cinsinden sabit fiyatlarla) ve finansal gelişmeyi temsilen özel sektöre verilen kredilerin GSYH içerisindeki yüzde payı Dünya Bankası veri tabanından, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi (metrik ton cinsinden güneş, rüzgâr, biyokütle ve hidroelektrik enerjisi tüketimi toplamı) ve kişi başı yenilenemez enerji tüketimi (metrik ton cinsinden petrol, doğalgaz ve kömür tüketimi toplamı) ise BP (2021) veri tabanından elde edilmiştir. Uygulamada Eviews 12 paket programından yararlanılmıştır.

Ang (2007), Jebli ve Youssef (2017), Liu ve ark., (2017) ve Okumuş (2020)’un çalışmalarını takiben bu çalışmada, kuadratik ÇKE hipotezi modelinden faydalanılmıştır. Model, Denklem (1)’de gösterilmiştir:

$$\begin{aligned} \ln CO2_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_t + \alpha_2 \ln GDP_t^2 + \alpha_3 \ln agr_t + \alpha_4 \ln energy_t + \alpha_5 \ln renergy_t + \alpha_6 \ln fd_t + \alpha_7 \ln fdi_t \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1)$$

Denklem (1)’de bağımlı değişken metrik ton cinsinden kişi başı karbondioksit emisyonu iken bağımsız değişkenler sırasıyla $\ln GDP$ (logaritmik kişi başına reel GSYİH), $\ln GDP^2$ (logaritmik kişi başına reel GSYİH’nin karesi), $\ln agr$ (logaritmik kişi başı reel tarımsal katma değer), $\ln energy$ (logaritmik kişi başı yenilenemez enerji tüketimi), $\ln renergy$ (logaritmik kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi), $\ln fd$ (logaritmik finansal gelişme) ve $\ln fdi$ (logaritmik doğrudan yabancı sermaye girişi) değişkenleridir.

Sahte regresyon sorununu ortadan kaldırmak amacıyla zaman serisi analizlerinde serilerin durağanlığının test edilmesi önem arz etmektedir. Zira sahte regresyonun olması durumunda, seriler arasında yüksek korelasyonun olmasına rağmen modelde yer alan regresyon denklemi, gerçek bir ilişkiyi yansıtmayıp yanıltıcı sonuçlar doğurabilecektir (Granger ve Newbold, 1974; Güzel, 2021).

Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen ADF testinde üç model bulunmaktadır. Bu modellere Denklem (2), (3) ve (4)’te yer verilmiştir.

$$\text{Sabitli-trendli model: } \Delta Y_t = \mu + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{Sabitli-trendli model: } \Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{Sabitli-trendli model: } \Delta Y_t = \mu + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Denklem (2), (3) ve (4)'te yer alan Y ele alınan seriyi, Δ serideki devresel farkı, p gecikme uzunluğunu ve ε_t hata terimini ifade etmektedir.

ADF testinde t istatistik değerleri McKinnon kritik değerleriyle karşılaştırılmaktadır. Bunun sonucunda yokluk hipotezi birim kökün varlığı biçiminde ifade edilmektedir (Dickey ve Fuller, 1981; Karas ve Karas, 2017).

PP testinin ADF testiyle kıyaslandığında hata terimlerine ilişkin varsayımı daha esnektir. Nitekim PP testinde, hata terimlerinin zayıf bağımlı ve heterojen olduğu kabul edilmektedir. ADF testinden farklı olarak ise, otokorelasyon sorununu önlemek amacıyla analizdeki denklemlere bağımlı değişken gecikmeleri, açıklayıcı değişken olarak eklenmemektedir. Bunun yerine α_1 katsayısına ilişkin t istatistiği Newey-West (1987) tahmincisi yardımıyla düzeltilmektedir. PP testindeki üç model Denklem (5), (6) ve (7)'de gösterilmiştir (Phillips ve Perron, 1988):

$$\text{Sabitli model: } \Delta X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \mu_t \quad (5)$$

$$\text{Sabitli model: } \Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \mu_t \quad (6)$$

$$\text{Sabitli ve trendli model: } \Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 Trend + \mu_t \quad (7)$$

PP testinde de serilerin durağan olup olmadığına karar vermek için α_1 katsayısına ait t istatistikleri, MacKinnon (1996) tablo değeriyle karşılaştırılmaktadır.

Ampirik analize geçmeden önce analizdeki değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Analizdeki Değişkenlerin İstatistikleri

	<i>lnco2</i>	<i>lngdp</i>	<i>lngdp²</i>	<i>lnpagr</i>	<i>lnenergy</i>	<i>lnrenergy</i>	<i>lnfd</i>	<i>lnfdi</i>
Ortalama	5,092213	8,745225	76,60168	6,525461	3,284808	1,086498	3,179128	20,67427
Maksimum	5,984208	9,393230	88,23277	6,656113	3,966701	3,199113	4,188704	23,81644
Minimum	4,033739	8,229541	67,72534	6,378847	2,445819	-3,218876	2,609215	16,11810
Standart hata	0,574111	0,354192	6,239734	0,071109	0,394717	2,397241	0,499933	2,268328
Çarpıklık	-0,180418	0,352469	0,401575	0,106997	-0,262421	-0,656194	0,987780	-0,178640
Basıklık	1,869097	1,946829	1,986148	1,987332	2,209219	1,525283	2,523980	1,846053
Jarque-Bera	2,700858 (0,259129)	3,078373 (0,214556)	3,206479 (0,201243)	2,053305 (0,358204)	1,726520 (0,421785)	7,469537 (0,023879)	7,914750 (0,01911)	2,796881 (0,246982)

Not: Parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 2 incelendiğinde finansal gelişme değişkeni hariç diğer serilerin %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Zira olasılık değerleri yüzde 5'ten küçüktür.

Tablo 3. ADF testi bulguları

<i>Değişkenler</i>	<i>Düzye I(0)</i>		<i>Değişkenler</i>	<i>Birinci Fark</i>	
	<i>Sabit</i>	<i>Sabit-Trend</i>		<i>Sabit</i>	<i>Sabit-Trend</i>
<i>lnco2</i>	-1,334(0,605)	-2,849(0,188)	<i>lnco2</i>	-7,238***(0,000)	-7,309(0,000)
<i>lngdp</i>	0,402(0,980)	-2,140(0,509)	<i>lngdp</i>	-6,371***(0,000)	-6,435(0,000)
<i>lngdp²</i>	0,559(0,987)	-1,983(0,594)	<i>lngdp²</i>	-6,323***(0,000)	-6,431(0,000)
<i>lnagr</i>	-0,645(0,849)	-0,449(0,982)	<i>lnagr</i>	-11,870***(0,000)	-12,728(0,000)
<i>lnenergy</i>	-1,531(0,508)	-2,819(0,198)	<i>lnenergy</i>	-6,233***(0,000)	-6,211(0,000)
<i>lnrenergy</i>	-1,752(0,398)	-1,573(0,787)	<i>lnrenergy</i>	-7,379***(0,000)	-7,460(0,000)
<i>lnfd</i>	0,114(0,963)	-1,391(0,850)	<i>lnfd</i>	-4,870***(0,000)	-5,067(0,000)
<i>lnfdi</i>	-1,138(0,692)	-3,663**(0,035)	<i>lnfdi</i>	-9,506(0,000)	-9,392(0,000)
<i>Kritik Değerler</i>		<i>Kritik Değerler</i>	<i>Kritik Değerler</i>		<i>Kritik Değerler</i>
<i>1%: -3,5847</i>		<i>1%: -4,1756</i>	<i>1%: -3,5885</i>		<i>1%: -4,1809</i>
<i>5%: -2,9281</i>		<i>5%: -3,5130</i>	<i>5%: -2,9297</i>		<i>5%: -3,5155</i>
<i>10%: -2,6022</i>		<i>10%: -3,1868</i>	<i>10%: -2,6030</i>		<i>10%: -3,1882</i>

Not: Parantez içerisinde yer alan olasılık değerleri ***, **, * ifadeleri %1, %5, %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3'e göre doğrudan yabancı sermaye girişi (fdi) hariç tüm değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde birinci farkta durağandır.

Tablo 4. PP testi bulguları

<i>Değişkenler</i>	<i>Düzye I(0)</i>		<i>Değişkenler</i>	<i>Birinci Fark</i>	
	<i>Sabit</i>	<i>Sabit-Trend</i>		<i>Sabit</i>	<i>Sabit-Trend</i>
<i>lnco2</i>	-1,655(0,446)	-2,848(0,188)	<i>lnco2</i>	-7,582***(0,000)	-7,754(0,000)
<i>lngdp</i>	0,441(0,982)	-2,207(0,474)	<i>lngdp</i>	-6,369***(0,000)	-6,496(0,000)
<i>lngdp²</i>	0,607(0,988)	-2,039(0,564)	<i>lngdp²</i>	-6,321***(0,000)	-6,493(0,000)
<i>lnagr</i>	-1,530(0,509)	-1,420(0,841)	<i>lnagr</i>	-11,512***(0,000)	-30,843(0,000)
<i>lnenergy</i>	-1,531(0,508)	-2,941(0,159)	<i>lnenergy</i>	-6,225***(0,000)	-6,202(0,000)
<i>lnrenergy</i>	-1,741(0,404)	-1,530(0,804)	<i>lnrenergy</i>	-7,367***(0,000)	-7,459(0,000)
<i>lnfd</i>	-0,124(0,940)	-1,464(0,827)	<i>lnfd</i>	-4,777***(0,000)	-4,898(0,000)
<i>lnfdi</i>	-0,887(0,783)	-3,653**(0,036)	<i>lnfdi</i>	-9,476(0,000)	-9,622(0,000)
<i>Kritik Değerler</i>		<i>Kritik Değerler</i>	<i>Kritik Değerler</i>		<i>Kritik Değerler</i>
<i>1%: -3,5847</i>		<i>1%: -4,1756</i>	<i>1%: -3,5885</i>		<i>1%: 4,1809</i>
<i>5%: -2,9281</i>		<i>5%: -3,5130</i>	<i>5%: -2,9297</i>		<i>5%: -3,5155</i>
<i>10%: -2,6022</i>		<i>10%: -3,1868</i>	<i>10%: -2,6030</i>		<i>10%: -3,1882</i>

Not: Parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini göstermekle birlikte ***, ** ve * ifadeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde doğrudan yabancı sermaye girişi (fdi) hariç tüm değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde birinci farkta durağandır. PP testi ADF testini doğrulamaktadır.

Seriler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi inceleyen ARDL yönteminin birtakım avantajları bulunmaktadır. ARDL yöntemi serilerin bütünleşme derecesine bakılmaksızın uygulanabilmesi bu avantajlarından biridir. Bir diğeri ise, bu yöntemle dinamik sınırsız bir hata düzeltme modelinin (UECM) türetilmesidir. UECM modeli kısa dönem dinamikleriyle uzun dönem eşitliklerini herhangi bir bilgi kaybına uğramadan entegre edebilmektedir (Shahbaz ve Lean, 2012; Çetin ve

Saygın, 2019). ARDL analizinin iki aşamadan oluştuğu bilinmektedir. İlk aşamada, seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ortaya koyulmakta ikinci aşamadaysa kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkisi hata düzeltme terimi (ECT) çerçevesinde tahmin edilmektedir (Pesaran ve ark., 2001). Çalışmada değişkenler arasındaki ARDL sınır testi modeli Denklem (8)'de gösterilmektedir.

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j \Delta \ln CO_{2,t-j} + \sum_{j=0}^n \beta_j \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{j=0}^n \delta_j \Delta \ln GDP_{t-j}^2 + \sum_{j=0}^n \lambda_j \Delta \ln AGRT_{t-j} + \sum_{j=0}^n \theta_j \Delta \ln ENERGY_{t-j} + \sum_{j=0}^n \Phi_j \Delta \ln REENERGY_{t-j} + \sum_{j=0}^n \gamma_j \Delta \ln LFD_{t-j} + \sum_{j=0}^n \Omega_j \Delta \ln LFDI_{t-j} + \psi_1 \ln CO_{2,t-1} + \psi_2 \ln GDP_{t-1} + \psi_3 \ln GDP_{2,t-1} + \psi_4 \ln AGRT_{t-1} + \psi_5 \ln ENERGY_{t-1} + \psi_6 \ln REENERGY_{t-1} + \psi_7 \ln LFD_{t-1} + \psi_8 \ln LFDI_{t-1} \quad (8)$$

Denklem (8)'de $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4, \psi_5, \psi_6, \psi_7, \psi_8$ katsayıları uzun dönem, $\alpha_j, \beta_j, \delta_j, \lambda_j, \Phi_j, \theta_j, \gamma_j, \Omega_j$ katsayıları ise kısa dönem etkilerini ifade etmektedir. Optimum gecikme uzunluğu, Schwarz (SIC) bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki eş bütünleşmeyi test eden yokluk hipotezinin reddedilememesi değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir. Temel hipotez Denklem (9)'da sunulmuştur:

$$H_0 = \gamma_1 = \gamma_2 = 0 \quad (9)$$

Pesaran ve ark., (2001)'in çalışmasındaki I(0) ve I(1) değerleri ve F istatistik değeri karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan F değeri eğer I(1)'den büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda modelde değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi vardır. Eğer F değeri I(0)'dan küçükse eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulan yokluk hipotezi reddedilememektedir.

Tablo 5. ARDL analizi bulguları

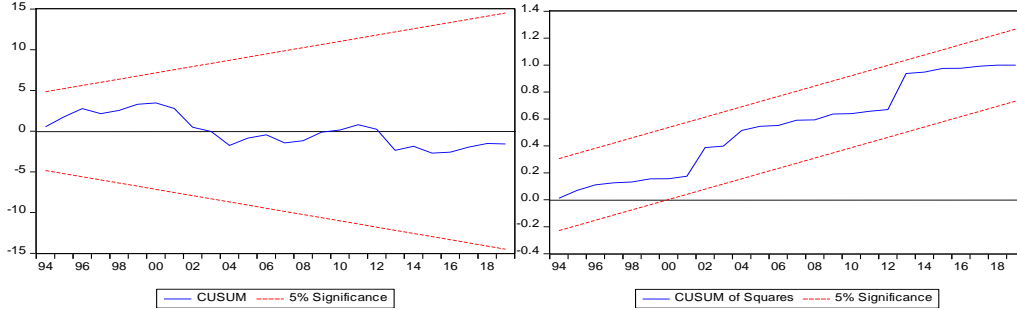
<i>Model</i>	<i>Optimum Gecikme Uzunluğu</i>	<i>F İstatistiği</i>
$\ln CO_{2t} = f(\ln GDP_t, \ln GDP_t^2, \ln AGRT_t, \ln ENERGY_t, \ln REENERGY_t, \ln LFD_t, \ln LFDI_t)$	ARDL (2, 3, 3, 2, 3, 3, 3, 2)	11,365*
<i>Kritik Değerler</i>	<i>I(0)</i>	<i>I(1)</i>
1%	4,10	5,78
5%	3,09	4,41
10%	2,63	3,83

Tablo 5'te görüldüğü üzere hesaplanan F istatistiği değeri 11.365 olup %5 anlamlılık düzeyindeki 3,09 ve 4,41 üst kritik değerlerinden büyük olması nedeniyle seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6. ARDL (2, 3, 3, 2, 3, 3, 3, 2) Modeli teşhis testlerinin bulguları

<i>Test</i>	<i>F İstatistiği</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
<i>Breusch Godfrey</i>	2,3743	0,1389
<i>Jarque-Bera</i>	1,0567	0,5895
<i>Ramsey Reset</i>	2,150	0,1682
<i>ARCH</i>	0,4150	0,5231
<i>CUSUM</i>	İstikrarlıdır	İstikrarlıdır
<i>CUSUMQ</i>	İstikrarlıdır	İstikrarlıdır

Tablo 6’da görüleceği üzere serilerde otokorelasyon sorununun olmadığı, hata terimlerinin sabit varyansa, normal dağılıma sahip olduğu ve modelde doğru fonksiyonel formun kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 1. CUSUM ve CUSUMQ Testinin Bulguları

Şekil 1’de CUSUM testlerinin sonuçları incelendiğinde mavi çizgiyle gösterilen model tahminlerinin, kesikli kırmızı çizgilerin arasında yer almakta diğer bir ifadeyle katsayılar analiz döneminde istikrarlıdır.

Tablo 7. ARDL analizi bulguları

<i>Değişkenler</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
Kısa Dönem		
<i>lngdp</i>	14,87452**	0,0175
<i>lngdp²</i>	-0,824902**	0,0202
<i>lnagr</i>	-0,442819**	0,0264
<i>lnenergy</i>	0,252978**	0,0137
<i>lnrenergy</i>	-0,020466**	0,0124
<i>lnfd</i>	0,050083	0,2543
<i>lnfdi</i>	-0,001656	0,8654
<i>ECT(-1)</i>	-1,654122***	0,0000
Uzun Dönem		
<i>lngdp</i>	9,524679***	0,0002
<i>lngdp²</i>	-0,532486***	0,0002
<i>lnpagr</i>	-0,079040	0,7503
<i>lnenergy</i>	0,456119***	0,0000
<i>lnrenergy</i>	-0,011627**	0,0113
<i>lnfd</i>	0,140969***	0,0000
<i>lnfdi</i>	0,028648**	0,0130

Not: ***, **, * notasyonları sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 7’deki ARDL kısa dönem bulgularına göre kişi başı reel GSYH, kişi başı yenilenebilir enerji tüketimindeki artış karbondioksit emisyonunu artırırken, kişi başı reel tarımsal katma değer ve kişi başı yenilenebilir enerji tüketiminin ise azalttığı görülmektedir. Uzun dönem sonuçları incelendiğinde, kişi başı reel GSYH, finansal gelişme, doğrudan yabancı sermaye girişleri ve kişi başı yenilenebilir enerji tüketimindeki artış karbondioksit emisyonunu artırmakta, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ise azalttığı gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre kişi başı reel GSYH hem kısa dönemde hem de uzun dönemde karbondioksit emisyonunu artırmaktadır. Kişi başı reel GSYH’nin

karesi ise negatiftir. Dolayısıyla Ters-U eğrisi geçerlidir. Diğer bir deyişle, incelenen dönemde Türkiye’de ÇKE hipotezi geçerlidir.

4. Sonuç

Sürdürülebilir kalkınma perspektifinde çevrenin korunması ve sürdürülebilirliği gelecek kuşakların refahı için üzerinde durulması gereken önemli konulardan birini teşkil etmektedir. Bu nedenle uluslararası mecrada bu konuda önemli adımlar atılmıştır. Bunlara Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü gibi uygulamalar örnek gösterilebilir.

Bu çalışmada, 1974-2019 zaman periyoduna ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye’de karbondioksit emisyonu, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, ekonomik büyüme, reel tarımsal katma değer, doğrudan yabancı sermaye girişi ve finansal gelişme arasındaki ilişki ARDL yöntemiyle analiz edilmiştir. ARDL bulgularına göre kısa ve uzun dönemde reel GSYH ve yenilenemez enerji tüketimindeki artışın karbondioksit emisyonunu artırdığı, reel GSYH’nin karesi ve yenilenebilir enerji tüketiminin ise karbondioksit emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla incelenen dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi geçerlidir. Türkiye için çevre kirliliği ve gelir seviyesi arasında incelenen dönemde, ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle, Türkiye’de ekonomik büyümenin ilk aşamasında gelir artışının çevresel kirliliği artırdığı gelir seviyesinin belli bir noktaya ulaştıktan sonra ise çevresel iyileşmenin başladığı gözlenmektedir. Elde edilen bulgular Albayrak ve Gökçe (2015), Bozkurt ve Okumuş (2015), Lebe (2016) ve Destek (2018), Yurtkuran (2021), Çoban ve Özkan (2022)’ın çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Hidroelektrik, biyokütle, güneş, dalga ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, Türkiye’de enerji bağımlılığının azalmasına ve dolayısıyla çevresel kirlenme sorununun çözülmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Zira fosil yakıtlardan elde edilen enerji, çevrenin kirlenmesinde en önemli etkenlerden biridir. Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma politikalarının yaygınlaştırılması ve çevrenin korunmasına yönelik politika yapıcılar işletmeleri yenilenebilir enerji kullanımına teşvik edecek önlemler almalıdır. Diğer taraftan büyümenin, reel üretime dayanan doğrudan yabancı sermaye girişleriyle sağlanması uzun dönemde karbon emisyonunu azaltması yönünden de önem teşkil etmektedir. Dolayısıyla doğrudan yabancı sermayeyi ülke içine çekecek politikaların sürdürülmesinin önemli olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynakça

- Akyıldız B. Çevresel etkinlik analizi: kuznets eğrisi yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2008.
- Albayrak EN., Gökçe A. Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik ilişkisi: çevresel kuznets eğrisi ve Türkiye örneği. *Social Sciences Research Journal* 2015; 4(2): 279-301.
- Ang JB. CO₂ Emissions, energy consumption, and output in france. *Energy Policy* 2007; 35(10): 4772-4778.
- Arı A., Zeren F. CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme: panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi* 2011; 18(2): 37-47.
- Aslan F. İktisadi büyümenin ekolojik sınırları ve kalkınmanın sürdürülebilirliği. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2010.
- Atıcı C., Kurt F. Türkiye'nin dış ticareti ve çevre kirliliği: çevresel kuznets eğrisi yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 2007; 13(2): 61-69.
- Aytun C., Akın CS., Algan N. Gelişen ülkelerde çevresel bozulma, gelir ve enerji tüketimi ilişkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2017; 10(1): 1-11.
- Bozkurt C., Okumuş İ. Türkiye'de ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve nüfus yoğunluğunun CO₂ emisyonu üzerindeki etkileri: yapısal kırılmalı eş bütünleşme analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2015; 12(32): 23-35.
- BP. Statistical review of world energy. London, UK, 2021.
- Ceylan R., Karaağaç GE. Türkiye'de çevresel kuznets eğrisi hipotezinin test edilmesi: yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi ile hata düzeltme modelinden kanıtlar. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies* 2020; 7(2): 75-85.
- Choi E., Heshmati A., Cho Y. An empirical study of the relationships between CO₂ emissions, economic growth and openness. *IZA Discussion Papers 5304*, Institute of Labor Economics (IZA) 2010.
- Çağlar AE. Türkiye'de çevresel kuznets eğrisi hipotezinin araştırılmasında çevresel patentlerin rolü: genişletilmiş ardl ile kanıtlar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 2022; 15(4): 913-929.
- Çetin M., Saygın S. Çevresel kuznets eğrisi hipotezi'nin ampirik analizi: Türkiye ekonomisi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi* 2019; 26(2): 529-546.
- Çoban MN., Özkan O. Çevresel kuznets eğrisi: Türkiye'de küreselleşme ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisinin yeni dinamik ardl simülasyon modeli ile incelenmesi. *Akademik Hassasiyetler* 2022; 9(19): 207-228.
- Dam MM., Karakaya E., Bulut Ş. Çevresel kuznets eğrisi ve Türkiye: ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi EYİ 2013 Özel Sayısı* 2013; 85-96.

- Destek MA. Çevresel kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: stirpat modelinden bulgular. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi 2018; 19(2): 268-283.
- Dickey DA., Fuller WA. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica* 1981; 49(4): 1057-1072.
- Erataş F., Uysal D. Çevresel kuznets eğrisi yaklaşımının “brict” ülkeleri kapsamında değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası 2014; 64: 1-25.
- Erdoğan İ., Türköz K., Görüş MŞ. Çevresel kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliği. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2015; 44: 113-123.
- Granger CJG., Newbold P. Spurious regression in econometrics. *Journal of Econometrics* 1974; 2(2): 111-120.
- Grossman GM., Krueger AB. Environmental impacts of a north american free trade agreement. National Bureau of Economic Research 1991.
- Grossman GM., Krueger AB. Economic growth and the environment, the quarterly. *Journal of Economics* 1995; 110(2): 353-377.
- Guha R. Environmentalism: a global history. Longman, USA: Pearson, 2000.
- Güzel F. Çevresel kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisinde geçerliliğinin ampirik analizi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi 2021; (30): 59-76.
- Halıcıoğlu F. An econometric study of Co₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy* 2009; 37(3): 1156-1164.
- Ildırar M., Ata AY., Dalı T. Türkiye’de tarımda yenilenebilir enerji kullanımı. 5th international kayes congress. 15-17 septemper, Bursa, 2022, 75-83.
- Jalil A., Mahmud SF. Environment kuznets curve for co2 emissions: a cointegration analysis for China. *Energy Policy* 2009; 37(12): 5167-5172.
- Jebli MB., Youssef SB. The role of renewable energy and agriculture in reducing co2 emissions: evidence for north africa countries. *Ecological Indicators* 2017; 74: 295-301.
- Karaş G., Karaş E. Reel efektif döviz kuru, ihracat ve ithalat arasındaki ilişki: Türkiye özelinde ekonometrik bir değerlendirme. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2017; 10/Özel Sayı: 27-46.
- Kaygısız, AD. Çevresel kuznets hipotezi: Türkiye üzerine ampirik bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2018; 3(32): 186-204.
- Kendirli B., Çakmak B. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanımı. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi 2010; 2(1): 95-103.
- Kuznets S. Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 1955; 45(1): 1-28.
- Lau LS., Choong CK., Eng YK. Investigation of the environmental kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: do foreign direct investment and trade matter?. *Energy Policy* 2014; 68: 490-497.

- Lebe F. Çevresel kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi* 2016; 17(2): 177-194.
- Liu X., Zhang S., Bae J. The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: investigating the environmental kuznets curve in four selected asean countries. *Journal of Cleaner Production* 2017; 164: 1239-1247.
- MacKinnon JG. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics* 1996; 11: 601-618.
- Newey WK., West KDA. Simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica* 1987; 55(3): 703-708.
- Okumuş İ. Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi, tarım ve CO₂ emisyonu ilişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2020; 6(1): 21-34.
- Omay RE. The relationship between environment and income: regression spline approach. *International Journal of Energy Economics and Policy* 2013; 3: 52-61.
- Öngel V., Bozkurt G., Tatlı, HS. Çevresel kuznets eğrisi hipotezinin sektörel açıdan incelenmesi: Türkiye örneği. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics* 2020; (32): 49-68.
- Örnek İ., Dallı T. Afrika’da yenilenebilir enerji. 2022; 42-102: Ekin Yayınevi: Bursa. Afrika’nın sektörel yapısı ve Türkiye-Afrika ilişkileri. (Ed. Örnek, İ.).
- Örnek İ., Türkmen S. Gelişmiş ve yükselen piyasa ekonomilerinde çevresel kuznets eğrisi hipotezi’nin analizi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2019; 28(3): 109-129.
- Öztürk I., Acaravcı A. CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2010; 14(9): 3220-3225.
- Pata UK. Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: testing ekc hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production* 2018a; 187: 770-779.
- Pata UK. The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: evidence from ardl bounds testing procedure. *Environmental Science and Pollution Research* 2018b; 25(8): 7740-7747.
- Pata UK. The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on CO₂ emissions: revisiting the environmental kuznets curve hypothesis for Turkey. *Energy* 2018c; 160: 1115-1123.
- Pata UK., Yurtkuran S. Yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu ve finansal gelişmenin CO₂ salımına etkisi: Türkiye örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi Prof. Dr. Harun TERZİ Özel Sayısı*, 2018; 303-318.
- Perron P. Testing for a unit root in a time series with a changing mean. *Journal of Business & Economic Statistics* 1990; 8(2): 153-162.
- Pesaran MH., Shin Y. An Autoregressive distributed-lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometric Society Monographs* 1998; 31: 371- 413.

- Pesaran MH., Shin Y., Smith RJ. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics* 2001; 16(3): 289- 326.
- Phillips CBP., Perron P. Testing for a unit root in time series regressions. *Biometrika* 1988; 75(2): 335-346.
- Saatçi M., Dumrul Y. 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* 2011; (37): 65-86.
- Seldon T., Song D. Environmental quality and development: is there a kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management* 1994; 27: 147-162.
- Shahbaz M., Lean HH. Does financial development increase energy consumption? the role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy Policy* 2012; 40: 473-479.
- Waheed R., Chang D., Sarwar S., Chen W. Forest, agriculture, renewable energy, and CO₂ emission. *Journal of Cleaner Production* 2018; 172: 4231-4238.
- Wang SS., Zhou DQ., Zhou P., Wang QW. CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in China: A Panel Data Analysis. *Energy Policy* 2011; 39: 4870-4875.
- WDI. World development indicators, World Bank 2021.
- Yurtkuran S. Çevresel kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği ve yeşil lojistik: Türkiye örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2021; 24(45): 171-201.
- Zhang X., Cheng X. Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecol. Econ* 2009; 68(10): 2706-2712.