

TÜRKİYE'DE KARBON EMİSYONLARI, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME*

CARBON EMISSIONS, RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH IN
TURKEY

Bilge Kağan ÖZDEMİR†
Kübra KOÇ‡

Öz

Bu çalışmanın amacı, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi (EKC) 'nin geçerliliğini Türkiye örneğinde test etmektir. Bu amaç doğrultusunda, kişi başına CO₂ emisyonları, kişi başına reel GSYH, kişi başına enerji kullanımı, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık değişkenleri ile kübik formda bir model kurulmuştur. ARDL Sınır Testi ile uzun dönem denge ilişkisi tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre kişi başına CO₂ emisyonları ile kişi başına gelir arasında N-şeklinde kübik polinomial ilişki tespit edilmiştir. Uzun dönem katsayı tahminlerine göre bağımlı değişken olan kişi başına CO₂ emisyonu üzerinde tamamı istatistiksel anlamlılığa sahip olmak üzere, enerji kullanımının pozitif, yenilenebilir enerjinin negatif, ticari dışa açıklığın da pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre, Türkiye'nin enerji matrisini yenilenebilir enerji lehine yeniden şekillendirmek son derece yararlı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Türkiye ekonomisi, ARDL, Yenilenebilir enerji, CO₂ emisyonu

Abstract

The aim of this study is to test the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) in case of Turkey. For this purpose, a model in cubic form has been established with the following variables: CO₂ emissions per capita, real GDP per capita, energy using per capita, renewable energy using per capita and trade openness. A long-term relationship has been found by using ARDL Bounds testing approach. According to empirical findings, a N-shaped cubic polynomial relationship has been found between per capita CO₂ emissions and per capita real GDP. According to the long-term statistically significant coefficient estimates; per capita energy using's positive, per capita renewable energy using's negative and trade openness's positive effect on the per capita CO₂ emissions have been found. According to empirical evidence, it would be highly beneficial that reshaping Turkey's energy matrix in favor of renewable energy.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Turkish economy, ARDL, Renewable energy, CO₂ emissions

Makale Gönderim Tarihi: 26.12.2019

Makale Kabul Tarihi: 15.01.2020

** Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Doç. Dr. Bilge Kağan ÖZDEMİR danışmanlığında hazırlanıp savunulan "Türkiye'de Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme: Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Ampirik Analizi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

† Doç. Dr. Anadolu Üniversitesi İ.İ.B.F. İktisat Bölümü, bilgeko@anadolu.edu.tr Orcid No: 0000-0002-8716-9305

‡ Gelir Uzmanı, Aksaray Vergi Dairesi Müdürlüğü, kubrayumuk@anadolu.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-1204-488X

1. GİRİŞ

Çevresel meseleler konusundaki toplumsal farkındalık özellikle Rachel Carson'ın Sessiz Bahar isimli kitabının yayımlanışından (Carson, 1962) sonra giderek artmıştır. 1972'de Birleşmiş Milletler tarafından Stockholm Konferansı düzenlenmiş, aynı yıl Meadows vd. tarafından Büyümenin Sınırları Raporu yayımlanmış (Meadows vd., 1972) ve oldukça geniş yankı uyandırmıştır. Bu farkındalık artışı çeşitli bilimsel araştırmalar ve özellikle Birleşmiş Milletler'in öncülük ettiği konferanslarla birlikte çığ gibi büyümüş ve günümüzde iklim değişikliği küresel gündemin en önemli başlıklarından biri haline gelmiştir. Küresel iklim değişikliği ile ilgili en önemli insani girişim olarak kabul edilen Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 1988 yılında kurulmuş ve günümüze kadar beş kapsamlı raporla insanoğlunun karşı karşıya olduğu küresel risk ile ilgili en ileri düzeyde bilimsel bilgileri kamuoyu ile paylaşmıştır.

Çevre-ekonomi ilişkisinde yapılan öncü çalışmalardan Grossman ve Krueger (1991) NAFTA'nın çevresel etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmayla Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi olarak anılan literatürün temelini atmışlardır. Bu hipoteze göre kişi başına çevresel kirlilik ile kişi başına gelir arasında önce artan, belirli bir eşığı aştıktan sonra ise azalan bir ilişki olduğu ileri sürülmektedir. Yani kişi başına milli gelir artışı önce çevre kirliliğine neden olurken eşik aşıldıktan (eğrinin dönüm noktasından) sonra kirliliğin azalmasına neden olmaktadır. Literatüre öncülük eden ampirik çalışmalar, bu öngörüğü yatay kesit ve panel veri setleri üzerinden polinomial regresyonlar kullanmak suretiyle analiz etmişler ve genellikle hipotezin geçerli olduğu yönünde sonuçlar bulmuşlardır. Ardından gelen eleştiriler ve ilave araştırmalarla oldukça dinamik ve zengin bir literatür oluşmuş ve günümüzde de yeni katkılarla genişlemeye devam etmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı EKC hipotezinin geçerliliğini Türkiye örneğinde test etmektir. Bu amaçla temel indirgenmiş form EKC regresyonunda çevresel kirlilik göstergesi olarak kişi başına CO₂ emisyonları -bu göstergenin iklim değişikliğindeki kilit rolü nedeniyle[§]-kullanılmış kişi başına gelirin karesi ve küpü ile birlikte kübik formda bir ampirik model oluşturulmuştur. Bu ampirik model, kişi başına enerji kullanımı, kişi başına yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık ile genişletilecektir. Türkiye örneğinde, zaman serileri analizi olarak yapılacak analizlerde güncel teknikler kullanılacaktır. Kurulan ampirik modeldeki değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin olup olmadığı ve özellikle yenilenebilir enerjiye ilişkin katsayı tahmininin yönü ve büyüklüğü üzerinden ampirik literatüre katkı sunulması beklenilmektedir.

Çalışmanın devamı sırasıyla şu bölümlerden oluşmaktadır; EKC hipotezinin teorik yapısının özetlendiği *kuramsal çerçeve*, hipoteze ilişkin ampirik literatürün özetlendiği *literatür*, ampirik analizde kullanılan model ve veri setinin tanıtıldığı *veri ve model*, ekonometrik analiz sonuçlarının raporlandığı *ampirik bulgular* ve çalışmanın bulgularının tartışılıp araştırmacı ve politika yapıcılara önerilerde bulunulan sonuç ve öneriler.

[§] Bu konuda ayrıntılı bilgi için bkz. Sinn (2016)

2. LİTERATÜR TARAMASI

EKC hipotezine ilişkin ampirik literatür taraması üç grupta özetlenmiştir: i. Çok ülkeli çalışmalar, ii. Ülke spesifik çalışmalar, iii. Türkiye üzerine çalışmalar. Bu sıranın takip edilmesinin ardındaki sebep, EKC hipotezinin öncü çalışmalarının (Grossman ve Krueger (1991); Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ve Panayotou (1993)) gibi çok ülkeli çalışmalar olması ve zamanla ülke-spesifik çalışmaların da yapılma sıklığının artmış olmasıdır. EKC hipotezi literatürü başlangıcında, veri erişim olanakları günümüze oranla daha sınırlı olduğundan, ampirik çalışmalar daha çok panel veri ve yatay kesit analizleri kullanan çok ülkeli veri setleri üzerinden yapılmaktaydı. Zamanla gelişen ve zenginleşen veri setleri sayesinde ülke spesifik çalışmaların sayısında da artış olduğu görülmüştür. Ayrıca her bir ülke için artan gözlem sayısı panel veri analizlerine de yansımış panel zaman serisi tekniklerinin (panel birim kök, panel eşbütünleşme, panel nedensellik vb.) kullanımında artış olmuştur. Bu gelişime uygun olacak şekilde önce çok ülkeli çalışmalar ardından ülke spesifik çalışmalar ve son olarak da tezin de araştırma örneği olan Türkiye üzerine yapılmış çalışmalar; örneklem, dönem, yöntem, matematiksel form, kullanılan bağımlı ve açıklayıcı değişkenler ve EKC hipotezinin geçerli olup olmadığı kriterlerine göre sistematik bir biçimde özetlenmiştir. EKC hipotezi ile ilgili kapsamlı literatür taramaları (Dinda, 2004; Stern, 2004; Nahman ve Antrobus, 2005; Kaika ve Zervas, 2013a, 2013b; Tiba ve Omri, 2017; Ginevičius vd. 2017; Sarkodie ve Strezov, 2019) bulunmaktadır. İlgilenen araştırmacılar, daha derin ve eleştirel bir bakış için bu kaynaklara başvurabilir.

EKC hipotezine yönelik çok ülkeli çalışmalar, EKC hipotezinin öncü çalışmalarını da içeren en geniş bölümdür. Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993) ve Selden ve Song (1994) gibi çalışmalar bu literatürün öncüleri olarak gösterilebilir. Yatay kesit ve panel en küçük kareler düzeyinde yapılan analizlerle başlayıp bugün durağan olmama, yapısal kırılma ve doğrusal olmama gibi durumları hesaba katan analizlerin yanı sıra bir grup ülkeye bireysel olarak zaman serisi analizleri uygulayan ve bunları da aynı eserde raporlayan çalışmaların da yapıldığı görülmektedir. Bu duruma imkân sağlayan gelişme, veri kaynaklarındaki niteliksel ve niceliksel gelişmelerdir.

EKC hipotezini çok ülkeli veri setleriyle inceleyen çalışmaların özetlendiği Tablo 1 incelendiğinde, EKC hipotezinin geçerliliğine ilişkin bulguların karma olduğu ve ülke, yöntem, dönem ve kullanılan matematiksel forma göre değiştiği görülmektedir. Çevresel kirliliğe ilişkin en sık tercih edilen göstergelerin atmosferik göstergeler (Başta CO₂ olmak üzere) olduğu görülmektedir. Bu durum hem veri derleme kolaylığından hem de başta CO₂ olmak üzere sera gazlarının iklim değişikliğindeki kritik rolünden kaynaklanmaktadır. Bu tezin ampirik analizinde de aynı nedenler dolayısıyla, çevresel kirliliği temsil etmesi için atmosferik bir gösterge olan kişi başına CO₂ emisyonu kullanılmaktadır.

EKC hipotezine ilişkin literatürün önemli bir kısmı da ülke spesifik çalışmalardan meydana gelmektedir. Bu literatüre ait çalışmalar Tablo 2'de özetlenmiştir. Bu gruba dahil edilen çalışmaların önemli bir bölümü -verilerin doğası gereği- zaman serileri ekonometrisi tekniklerinin tercih edildiği çalışmalardan oluşmaktadır. Çalışmaların bir kısmı da belli bir ülkenin çeşitli bölgelerine ait verilerle oluşturulan panel veri setlerini kullanan analizlere sahiptir. Ülke spesifik araştırmalarda kullanılan serilerin genellikle durağan olmamasından kaynaklanan eşbütünleşme ve hata düzeltme analizlerinin sıklıkla tercih edildiği

görülmektedir. Johansen eşbütünleşme ve vektör hata düzelme analiz, ARDL Sınır Testi gibi analizlerin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Analizler sonucunda elde edilen ampirik bulgular, çok ülkeli çalışmaların sonuçlarına benzerlik göstermektedir. EKC hipotezinin geçerliliğine ilişkin yapılan analizler bu çalışmalarda da ülke, yöntem, dönem ve tercih edilen matematiksel forma göre değişebilmektedir.

Ampirik literatür incelendiğinde özellikle kontrol değişken olarak analizlere dahil edilen serilerin giderek çeşitlendiği de dikkat çekmektedir. Daha önce açıklandığı üzere, EKC hipotezini sınamak için kişi başına çevresel bozulma ve kişi başına milli gelir ve polinomial terimler yeterli olurken zamanla literatürde; enerji tüketimi, kentleşme, finansal gelişme, sanayileşme, yenilenebilir enerji, dışa açıklık, kamu harcamaları ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi kontrol değişkenler analizlere dahil edilmeye başlanmış ve kullanılan ampirik modellerin açıklama güçleri artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmalarda en sık kullanılan çevresel kirlilik göstergesinin, çok ülkeli çalışmalardakine benzer şekilde atmosferik göstergeler olduğu görülmektedir.

Tablo 1. EKC Hipotezine Yönelik Çok Ülkeli Çalışmalar

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Yöntem	Form	Sonuç	Değişkenler
Grossman ve Krueger (1991)	32 Ülke	1977, 1982,1988	Panel Veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler, Sıradan en küçük kareler (OLS), Tobit	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , Dark Matter, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, aslı partikül madde (SPM)
Shafik ve Bandyopadhyay (1992)	149 Ülke	1960-1990	Panel Veri Sabit Etkiler Modeli	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , SPM, güvenilir su eksikliği, kent sanitasyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Panayotou (1993)	Gelişmiş ve Gelişmekte olan Ülkeler	1987, 1985	Kesit Veri Analizi	Kuadratik	EKC Geçerlidir	NO _x , SPM, SO ₂ , Ormansızlaşma, kişi başına GSYH ve karesi, nüfus yoğunluğu,
Selden ve Song (1994)	22 OECD, 8 Gelişmekte Olan Ülke	1979-1987	Panel Veri Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler	Kuadratik	EKC Geçerlidir	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, kişi başına GSYH ve karesi
Shafik (1994)	149 ülke	1960-1990	Panel Veri Sabit Etkiler Modeli	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	Su, sanitasyon, SPM, SO ₂ , çözünmüş O ₂ , akarsu kirliliği, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Cole vd. (1997)	OCED (11 Ülke)	1970-1992	Panel Veri Sabit Etkiler ve GLS	Kuadratik, Kübik	EKC Geçerlidir	NO ₂ , SO ₂ , SPM, CO ₂ , toplam enerji kullanımı, CFC, CH ₄ , kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Panayotou (1997)	30 Ülke	1982-1994	Panel Veri GLS	Kübik	EKC Geçerlidir	SO ₂ , kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Azomahou vd. (2006)	100 Ülke	1960-1996	Panel regresyon, Faktör Ayrıştırma Analizi (FDA),	Kübik	Karma	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH
Jaunky (2011)	36 Ülke (Yüksek Gelir)	1980- 005	Blundell–Bond Sistem GMM, Panel VECM Nedensellik	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH
Jayanthakumaran vd. (2012)	Çin ve Hindistan	1971-2007	ARDL, Sınır testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi,

							ticari dışa açıklık
Ozcan (2013)	12 Orta Doğu Ülkeleri	1990-2008	FMOLS, Kısa ve Uzun Dönem Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi	
Shahbaz vd. (2016)	Next 11 Ülkeleri	1972-2013	Granger Nedensellik, Dinamik Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi	
Bakirtas ve Cetin (2017)	MIKTA	1982-2011	Panel VAR	Lineer	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, DYY (büyüme oranları ile)	
Cetin (2018)	20 Gelişmiş 25 Yükselen Ekonomi	1990-2011	Ortalama Grup Tahmincisi (PMG), Pedroni Eşbütünleşme	Lineer	Karma (Gelişmiş ülkelerde geçerlidir)	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi	

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazarlarca oluşturulmuştur.

Tablo 2. EKC Hipotezine Yönelik Ülke-Spesifik Çalışmalar

Yazar(lar)	Örneklem	Dönem	Yöntem	Form	Sonuç	Değişkenler
Day ve Grafton (2003)	Kanada	1974-1997 1958-1995	Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik, OLS	Kübik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, Kişi başına CO emisyonu, Kişi başına SO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Friedl ve Getzner (2003)	Avusturya	1960-1999	OLS, Eşbütünleşme,	Kübik	EKC geçerli değildir.	CO ₂ , GSYH, yıllık sıcaklık farkı, çıktındaki kısa dönemli dalgalanmalar, ithalatın milli gelire oranı, hizmetler sektörü büyüme oranı
Jalil ve Mahmud (2009)	Çin	1975-2005	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına ticari enerji tüketimi, ticari dışa açıklık,
Iwata vd. (2010)	Fransa	1960-2003	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, nükleer kaynaklı elektrik üretimi, kentleşme oranı
Wang vd. (2011)	Çin (28 Vilayet)	1995-2007	Panel Eşbütünleşme ve Panel hata düzeltme modelleri	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi
Saboori vd. (2012)	Malezya	1980 - 2009	ARDL, Sınır Testi, VECM,	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına GSYH
Hussain vd. (2012)	Pakistan	1971 - 2006	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kübik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına ticari enerji tüketimi, kişi başına GSYH, karesi ve küpü
Shahbaz vd. (2012)	Pakistan	1971 - 2009	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık
Chen (2012)	Tayvan	1980 - 1986	Johansen Eşbütünleşme, OLS	Lineer, Kuadratik, Kübik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH, karesi ve küpü, CO ₂ emisyonu, sermaye ve imalat sanayii malları ithalatı, elektrik tüketimi,
Baek ve Kim (2013)	Kore	1971-2007	ARDL, Sınır Testi	Kuadratik	EKC geçerlidir.	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, fosil yakıtlardan elektrik üretimi, nükleer kaynaklı elektrik üretimi
Begum vd.	Malezya	1980 -	ARDL, Sınır	Lineer	EKC geçerli	Kişi başına CO ₂ emisyonu, kişi

(2015)		2009	testi, DOLS		değildir.	başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi, nüfus büyüme oranı
Zhang ve Gao (2016)	Çin	1995 - 2011	Pedroni Eşbütünleşme, Panel Granger Nedensellik	Kuadratik	Karma (Yok ya da ampirik destek)	Kişi başına CO2 emisyonu, kişi başına GSYH ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, Turizm gelirleri
Alshehry ve Belloumi (2017)	Suudi Arabistan	1971 - 2011	ARDL, Sınır testi, Granger Nedensellik	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	Kişi başına ulaşım kaynaklı CO2 emisyonu, kişi başına ulaşım kaynaklı enerji tüketimi, kişi başına GSYH ve karesi
Robalino-López vd. (2015)	Venezuela	1980 - 2010	Hodrick-Prescott (HP), Görünürde ilişkisiz regresyon (SUR)	Lineer	EKC geçerli değildir.	GSYH, CO2 emisyonu, tüketim, kamu harcamaları, dış ticaret dengesi, enerji ithalatı, yenilenebilir enerji
He vd. (2017)	Çin	1995 - 2013	Panel Sabit Etkiler, FGLS, PCSE, Driscoll-Kraay Tahmincisi	Kuadratik	EKC geçerli değildir.	CO2 emisyonu, kentleşme, GSYH ve karesi, sanayileşme, enerji yoğunluğu, patent sayısı,

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazarlarca oluşturulmuştur.

Tablo 3. EKC Hipotezini Türkiye Örneğinde İnceleyen Çalışmalar

Yazar(lar)	Dönem	Yöntem	Değişkenler	Form	Sonuç
Gürlük ve Karaer (2004)	1975-2000	OLS, Üstel Düzleştirme	CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , kişi başına gelir	Lineer	EKC geçerlidir (CO ₂ ve NO ₂)
Lise (2006)	1980-2003	Ayrıştırma Analizi	Nüfus, GSYH, teknoloji birimi başına birincil enerji arzı, sektördeki teknoloji birimi başına enerji tüketimi, Sektörel CO ₂ emisyonu	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Başar ve Temurlenk (2007)	1950-2000	OLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, fosil yakıt kaynaklı kişi başına CO ₂ , katı yakıt kaynaklı Kişi başına CO ₂ , fueloil kaynaklı Kişi başına CO ₂ .	Kübik	EKC geçerli değildir
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000	OLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, toplam ticari açıklık indeksi, tarımsal ticaret açıklık indeksi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Akbostancı vd. (2009)	1968-2003; 1992-2001	Johansen Eşbütünleşme Panel EGLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, Kişi başına SO ₂ , nüfus yoğunluğu,	Kübik	EKC geçerli değildir
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	Johansen Eşbütünleşme ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık.	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Soytas ve Sari (2009)	1960-2000	Toda-Yamamoto Nedensellik, Genelleştirilmiş Etki-Tepki analizi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, kişi başına enerji tüketimi,	Lineer	EKC geçerli değildir
Ozturk ve Acaravci (2010)	1968-2005	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, istihdam oranı	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Saatçi ve Dumrul (2011)	1950-2007	Kejriwal Eşbütünleşme	CO ₂ , GSYH	Lineer	EKC geçerlidir
Ozturk ve Acaravci (2013)	1960-2007	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, dış ticaret, özel sektöre verilen yurtiçi kredi miktarı	Kuadratik	EKC geçerlidir

Shahbaz vd. (2013)	1970-2010	ARDL, Johansen Eşbütünleşme, Gregory-Hansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, enerji yoğunluğu, KOF küreselleşme endeksi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Elgin ve Oztunali (2014)	1950-2009	Johansen Eşbütünleşme	CO ₂ , SO ₂ , sermaye-çıktı oranı, vergi yükü, kayıt dışılığın GSYH'a oranı, kayıt dışılığın GSYH'a oranının karesi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Yavuz (2014)	1960-2007	OLS, DOLS, VECM Gregory-Hansen Eşbütünleşme, Johansen Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Koçak (2014)	1960-2010	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, kişi başına enerji tüketimi	Kübik	EKC geçerli değildir
Yazar(lar)	Dönem	Yöntem	Değişkenler	Form	Sonuç
Balıbey (2015)	1974-2011	VAR, Granger nedensellik, Etki-Tepki analizi, varyans ayrıştırma analizi,	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir
Bölük ve Mert (2015)	1961-2010	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, Yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi.	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Seker vd. (2015)	1974-2010	ARDL, Hatemi-J Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir
Vita vd. (2015)	1960-2009	Maki Eşbütünleşme testi, VECM, DOLS	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, uluslararası turizm, kişi başına enerji tüketimi.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Tutulmaz (2015)	1968-2007	OLS, Johansen Eşbütünleşme, Engle-Granger Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü	Kuadratik, Kübik	Karma
Erdoğan vd. (2015)	1975-2010	ARDL, Sınır Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü,	Kübik	EKC geçerli değildir
Keskingöz ve Karamelikli (2015)	1960-2011	ARDL, Sınır Testi	CO ₂ , enerji tüketimi, ihracatın büyüme oranı, ithalatın büyüme oranı, GSYH büyüme oranı.	Lineer	EKC geçerlidir
Gozgor ve Can (2016)	1971-2010	Maki Eşbütünleşme, DOLS, VECM.	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, İhracat çeşitlendirme endeksi.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Lebe (2016)	1960-210	ARDL, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , Kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, yurtiçi krediler, ticari dışa açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Gökmenoğlu ve Taşpınar (2016)	1974 - 2010	Toda-Yamamoto Nedensellik, ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , GSYH, enerji tüketimi, DYY	Lineer	EKC geçerlidir
Kılıç ve Akahın (2016)	1960-2011	ARDL, Sınır Testi.	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, ticari dışa açıklık.	Kuadratik, Kübik	EKC geçerlidir
Ozatac vd. (2017)	1960-2013	ARDL, Sınır Testi, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari dışa açıklık, kentleşme.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Aydın ve Esen (2017)	1971-2014	Yumuşak Geçişli Regresyon (STR)	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir	Lineer	EKC geçerli değildir
Katircioğlu ve Taşpınar	1960-2010	Maki Eşbütünleşme, Granger Nedensellik,	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi,	Kuadratik	EKC geçerlidir

(2017)		Temel Bileşenler Analizi (PCA), Varyans Ayırıştırma Analizi, Etki-Tepki Analizi	finansal gelişme		
Çağlar ve Mert (2017)	1960-2013	DOLS, Hatemi-J Eşbütünleşme, Gregory Hansen Eşbütünleşme	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü, kişi başına yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Yurttagüler ve Kutlu (2017)	1960-2011	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir, karesi ve küpü	Kübik	EKC geçerli değildir
Yazar(lar)	Dönem	Yöntem	Değişkenler	Form	Sonuç
Katircioglu ve Celebi (2018)	1960-2013	Maki Eşbütünleşme, VECM, Granger Nedensellik, Etki-Tepki analizi, varyans ayırıştırma analizi.	CO ₂ , GSYH ve karesi, enerji tüketimi, dış borcun GSYH'a oranı.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Katircioglu ve Katircioglu (2018)	1960-2013	ARDL, VECM, Maki Eşbütünleşme,	CO ₂ , GSYH ve karesi, enerji tüketimi, kentleşme (kent nüfusu)	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Koçak ve Şarkgüneşi (2018)	1974-2013	DOLS, Maki Eşbütünleşme, Hacker-Hatemi-J Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, DYY	Kuadratik	EKC geçerlidir
Özcan vd. 2018	1961-2013	Bootstrap Rolling Window Nedensellik	Kişi başına gelir, kişi başına karbon ayak izi	Lineer	EKC geçerli değildir
Kaygısız (2018)	1968-2015	Johansen Eşbütünleşme, VECM	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, ticari dış açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Güney (2018)	1960-2016	ARDL, Sınır testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına enerji tüketimi, özel sektöre sağlanan yurtiçi kredilerin GSYH içerisindeki payı, sanayi sektörü katma değerinin GSYH içerisindeki payı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Kaya ve Kaya (2018)	1975-2012	ARDL, Sınır testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, enerji tüketimi, özel sektöre sağlanan yurtiçi kredilerin GSYH içerisindeki payı,	Kuadratik	EKC geçerli değildir
Karasoy ve Akçay (2018)	1965-2016	ARDL, VECM, Granger Nedensellik	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına hidroelektrik enerjisi enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir olmayan enerji tüketimi, ticari dış açıklık oranı	Kuadratik	EKC geçerlidir
Pata (2018a)	1974-2013	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına birincil enerji tüketimi, finansal gelişme, kentleşme, kişi başına toplam enerji tüketimi	Kuadratik	EKC geçerlidir
Pata (2018b)	1974-2014	ARDL, Sınır Testi, Hatemi-J Eşbütünleşme, Gregory Hansen Eşbütünleşme, FMOLS, CCR	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kentleşme, finansal gelişme, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına hidroelektrik tüketimi, kişi başına alternatif enerji tüketimi,	Kuadratik	EKC geçerlidir

Pata (2018c)	1971-2014	ARDL, Sınır Testi	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, finansal gelişme, sanayileşme, kentleşme, kömür tüketimi, alternatif enerji tüketimi, ithalat, ihracat.	Kuadratik	EKC geçerlidir
Karasoy (2019)	1965-2015	NARDL	Kişi başına CO ₂ , kişi başına gelir ve karesi, kişi başına hidroelektrik enerjisi enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir olmayan enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı, finansal gelişme	Lineer	EKC geçerli değildir

Kaynak: Mevcut literatür temelinde yazarlarca oluşturulmuştur.

Başlangıçta batılı ülkeler için yapılan çalışmalar giderek artan sayıda gelişmekte olan ülke örneklerinde de yapılmaya başlanmıştır. Çin, Malezya, Pakistan ve Malezya gibi gelişmekte olan ülkelerde, EKC'nin dönüm noktasına ilişkin merak bu ülke örneklerinde yapılan çalışma sayılarına yansımaktadır. Özellikle Çin'in, hem dünya ekonomisinde milli gelir açısından artan payı hem de küresel toplam CO₂ emisyonlarındaki rolü öne çıkarken, hızla sanayileşen bu ülkede nüfusun önemli bir kısmının karşı karşıya kaldığı ciddi çevre kirliliği, araştırmacıları Çin özelinde çalışmaya teşvik etmektedir.

Tablo 3'de EKC hipotezini Türkiye örneğinde inceleyen çalışmalar; yöntem, dönem, kullanılan matematiksel form ve değişkenler ile elde ettikleri ampirik bulgulara göre özetlenmiştir. Kırk iki çalışmanın özetlendiği tablo incelendiğinde, EKC hipotezinin geçerliliğinin diğer ülke örneklerindeki benzer şekilde karma sonuçlardan oluştuğu görülmektedir. Bu sonuçlar dönem, matematiksel form, kullanılan kontrol değişkenler ve tercih edilen yönteme göre de farklılaşabilmektedir. Örneğin, kuadratik form kullanan çalışmaların önemli bir kısmı EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmasına rağmen buna uymayan örnekler (az olsa da) de bulunmaktadır.

Başlangıçta OLS gibi temel analizler kullanılırken, zamanla eşbütünleşme ve nedensellik analizleri, devamında ise yapısal kırılmaları ve doğrusal olmamayı dikkate alan çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Verilerin niteliği ve niceliğinde yaşanan iyileşmeler konuyla ilgili yayın sayısında hızlı bir artış görülmesine neden olmuştur. Çoklu zaman serisi analizi teknikleriyle yapılan çalışmaların önemli bir bölümü eşbütünleşme analizlerinden yararlanmaktadır. Bu durum milli gelir başta olmak üzere çoğu zaman serisinin durağan olmamasından kaynaklanmaktadır. Türkiye üzerine yaptığı çalışmasında Tutulmaz (2015), eşbütünleşme analizi ile yapılan EKC hipotezi sınamalarında daha güvenilir ampirik bulgular elde edebilmek için, hassasiyet analizlerine de önem verilmesini önermektedir.

EKC hipotezini Türkiye örneğinde test eden çalışmalar incelendiğinde; EKC literatürünün genel ilerleyişine benzer şekilde, indirgenmiş form EKC eşitliğine ilave edilen kontrol değişkenler açısından da benzerlik söz konusudur. Çalışmalarda çevresel kirliliği temsil etmesi için en çok tercih edilen göstergeler diğer ülke örneklerindeki benzer şekilde, atmosferik göstergelerdir. Kişi başına enerji kullanımı, dışa açıklık, kentleşme, DYY, finansal gelişme gibi değişkenler kontrol değişken olarak ampirik modellere dahil edilmektedir. Bu tezin ampirik analizinde de indirgenmiş form kübik EKC eşitliğine kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık ve kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. Bu açıklayıcı değişken setinin daha önce herhangi bir kübik form EKC eşitliğinde Türkiye örneği için kullanılmadığı görülmüştür. Özellikle yenilenebilir enerjinin uzun dönem denge

ilişkisindeki rolünün ne olacağı tezin muhtemel politika önerileri açısından büyük önem taşımaktadır.

Bir ülkenin çevresel durumu en çok; ülkedeki teknoloji düzeyi, ekonominin sektörel yapısı, ekonominin büyüklüğü ve çevre kalitesine olan talebe bağlıdır. Büyük ekonomiler doğal kaynak tüketimi ve yüksek kirlilik düzeyleri ile karşılaşmaktadır. Kaynak tüketimi ve kirliliğin seviyesi ekonominin sektörel yapısı ile yakından ilişkilidir. Örneğin, tarıma dayalı ekonomilerde daha çok kaynak tüketimi öne çıkarken; sanayileşmiş ülkelerde, kentleşme ve kentlerdeki kirlilik sorunu öne çıkmaktadır (Sarkodie ve Strezov, 2019). Literatürdeki çalışmaların bu sorunları, sanayi sektörünün milli gelir içerisindeki payı ve kentleşme gibi değişkenleri kontrol değişkeni olarak kullanmak suretiyle incelediği görülmektedir. Enerji ve yenilenebilir enerjinin kontrol değişkeni olarak EKC hipotezini test etmek için kullanıldığı durumda çevre kirliliğine (özellikle CO₂) etkisi de merak unsuru olmuştur. Bu merak da tezin ampirik modeline yansımıştır.

Üç grupta incelenen EKC ampirik literatürü toplu olarak değerlendirildiğinde bazı çıkarımlarda bulunmak mümkündür. Çevresel göstergeler ile iktisadi faaliyetler arasındaki ilişkilerin; i) ekonominin büyüklüğü, ii) ekonominin yapısı, iii) teknolojik ilerleme, iv) uluslararası ticaret, v) kirlilik sınırları hipotezi, vi) gelir eşitsizliği, vii) demografik faktörler, viii) ülkeye özgü faktörler gibi farklı unsurlar üzerinden analiz edildiği görülmektedir. Ayrıca EKC literatürünün öncü araştırmalarının, Ehrlich (1968) ve Meadows vd. (1972) gibi çevre sorunları ile ilgili temel eserlere hiç atıfta bulunmadığı görülmektedir. Üzerinde en çok araştırma yapılan ülkelerin gelişmiş ve gelişmekte olanlar (üst-orta gelir grubu) olduğu görülmektedir. Orta alt ve düşük gelirli ülkeler üzerine yapılan çalışma sayısı nispeten sınırlıdır.

“Kişi başına emisyonlar üzerinden hesaplanan EKC hipotezinin geçerliliği bulgusunu politika gerektirmiyor” şeklinde yorumlayan çalışmalar olsa da, çevre kirliliği aşağıdaki nedenlerden ötürü dikkate değer bir problem olmaya devam etmektedir; i) çevrecilere göre nüfus büyümesi çevresel bozulmanın temel nedenlerindedir, ii) kişi başına emisyonların artışı dizginlenmiş olsa dahi toplam yoğunluk doğanın taşıyabileceği kapasitenin ötesine geçmiş olabilir, iii) gelişmiş ülkelerde gözlemlenen yeşil ekonomiye geçiş çabaları EKC hipotezini test eden araştırmaların milli gelirin ne ölçüde *yeşil* olduğunu ifade eden verilerle yapılması gerekliliğini doğurması beklenmektedir (Ginevičius vd. 2017).

EKC literatürüne ilişkin en önde gelen değerlendirmelerden olan Dinda (2004), iktisadi faaliyetin fiziksel ve ekolojik temellerini kapsayan ekonomik modeller yardımıyla yapılacak analizlerin çevre-ekonomi ilişkisi analizleri için öncelikli bir gereklilik olduğunu vurgulamıştır. Bu gerekliliği hisseden literatürde Dinda (2005), Brock ve Taylor (2010) kurdukları iktisadi modeller ile bu açığı kapatmaya çalışmışlardır. EKC hipotezi için kurulan ekonomik modellere ilişkin bir değerlendirme için Kijima vd. (2010)’a bakılabilir.

3. VERİ VE MODEL

Çalışmada kullanılan veri seti 1960-2017 dönemini kapsayan elli sekiz yıllık gözlemden meydana gelmektedir. Bu veri setine ilişkin temel bilgiler aşağıdaki Tablo 4’te özetlenmiştir. Ekonometrik analizde kullanılan veriler derlenirken mümkün olan en geniş zaman aralığına ulaşılması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için verilerin bir kısmı Dünya Bankasından, bir kısmı da OECD veri tabanlarından derlenmiştir. Analizde bağımlı değişken olarak

kullanılan kişi başına CO₂ emisyonları da -veri derleme döneminde- *BP* ve *WDI*'a göre daha geniş olan Le Quéré vd. (2018)'den derlenmiştir.

Tablo 4. Ampirik Analizde Kullanılan Verilere İlişkin Temel Bilgiler

Değişken	Kısaltma	Birim	Kaynak
Kişi Başına CO ₂ Emisyonu	CO ₂	Metrik Ton	GCB
Kişi Başına RGSYH	Y	ABD Doları (2010, Sabit)	WDI
Kişi Başına RGSYH'nın Karesi	Y ²	ABD Doları (2010, Sabit)	WDI
Kişi Başına RGSYH'nın Küpü	Y ³	ABD Doları (2010, Sabit)	WDI
Kişi Başına Enerji Kullanımı	E	Kilogram eşdeğer petrol	OECD
Kişi Başına Yenilenebilir Enerji	R	Kilogram eşdeğer petrol	OECD
Tic. Dışa Açıklık [(X+M)/GSYH]	T	Yüzde	WDI

Not: GCB: Global Carbon Budget, detaylı bilgi için bkz: Le Quéré vd. (2018)

Çalışmada kullanılan modele ait değişkenlerin belirlenmesine detaylı literatür taraması rehberlik etmiştir. Detaylı raporlama literatür bölümünde yapılmış olsa da değişken ve matematiksel form seçimi için referans alınan ampirik eserleri örneklendirmede yarar bulunmaktadır. EKC hipotezini Türkiye örneğinde test eden çalışmalardan kübik formu tercih edenlere örnek olarak; Akbostancı vd. (2009), Koçak (2014), Tutulmaz (2015) verilebilir. Kişi başına enerji tüketimini açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak; Gozgor ve Can (2016), Katircioğlu ve Taşpınar (2017), Kaya ve Kaya (2018), Pata (2018a) verilebilir. Yenilenebilir enerjiiyi açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak Pata (2018b), Karasoy ve Akçay (2018), Karasoy (2019) gösterilebilir. Ticari dışa açıklığı açıklayıcı değişken olarak kullanan çalışmalara örnek olarak ise; Halıcıoğlu (2009), Lebe (2016), Karasoy ve Akçay (2018) ve Karasoy (2019) verilebilir.

Tablo 5'te ampirik analizde kullanılan serilerin temel betimleyici istatistikleri raporlanmıştır. Seriler doğal logaritmaları alınarak analize dâhil edildiğinden serilerin (kareli ve küplü seriler hariç) standart dağılımları büyük sapmalar göstermemektedir. Serilerin doğal logaritmaları ile çalışılmasının önemli bir getirisi de elde edilecek katsayıların doğrudan esneklik olarak yorumlanabilecek olmasıdır. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine dair çalışmalarda özellikle üzerinde durulması gereken tahminler EKC hipotezinin doğası gereği uzun dönem katsayılarıdır.

Ekonometrik analizde kullanılan temel regresyon eşitliği denklem 1'deki gibidir:

$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 CO_{2t-i} + \beta_2 Y_{t-i} + \beta_3 Y^2_{t-i} + \beta_4 Y^3_{t-i} + \beta_5 E_{t-i} + \beta_6 R_{t-i} + \beta_7 T_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemde CO₂ kişi başına karbondioksit emisyonunu, Y kişi başına geliri, Y² ve Y³ de kişi başına gelirin karesini ve küpünü, E kişi başına enerji tüketimini, R kişi başına yenilenebilir enerji tüketimini, T, ticari dışa açıklığı, ε rassal hata terimini, t zaman indikatörünü, i ise gecikme indikatörünü ifade etmektedir. Değişkenler analize doğal logaritmaları alınarak dahil edilmiştir. Dolayısıyla Y² ve Y³ kişi başına gelirin doğal logaritması alınmış halinin karesi ve küpüdür. Moosa (2017), bu durum hakkında bir uyarıda bulunmuştur. Orijinal kişi başına gelir serisinin karesi ve küpü önce alınıp sonra logaritma alındığı takdirde log(Y_t²)=2log(Y_t) ve log(Y_t³)=3log(Y_t) olur ve açıklayıcı değişkenler log(Y_t), 2log(Y_t) ve 3log(Y_t) olarak sıralanır. Bu durumda tam çoklu doğrusal bağlantı durumu ortaya çıkacağından model tahmin edilememektedir. Tablo 5'te analizde kullanılan tüm serilerin doğal logaritmalarının

alındığının bilgisi verildiğinden denklem 1’de ilave olarak logaritma alındığını gösteren bir sembol ya da kısaltma kullanılmamıştır.

Tablo 5. Veri Setine İlişkin Temel Betimleyici İstatistikler

	CO ₂	Y	Y ²	Y ³	E	R	T
Ortalama	0.823367	8.779351	77.25191	681.3049	6.767997	5.196091	3.254072
Medyan	0.937834	8.762448	76.78050	672.7852	6.825172	5.222323	3.501866
Maksimum	1.713267	9.611347	92.37798	887.8768	7.511913	5.406538	4.006793
Minimum	-0.491888	8.050314	64.80755	521.7212	5.954483	4.884140	1.745170
Std. Dağ.	0.592161	0.421868	7.439336	98.60739	0.430361	0.120982	0.657385
Çarpıklık	-0.518750	0.167637	0.246258	0.324498	-0.232819	-0.687992	-0.566789
Basıklık	2.313958	2.133669	2.164863	2.209212	2.047199	2.862024	1.868630

Not: Değişkenler doğal logaritmaları alınmak suretiyle analizlere dâhil edilmiştir.

4. AMPİRİK BULGULAR

Zaman serileri analizlerinde kullanılacak tahminci seçimi için birim kök test sonuçları belirleyici olmaktadır. Genellikle düzeyde durağan olmayan serilerin bütünleşme derecelerine göre alternatif teknikler tercih edilebilmektedir. Tablo 6’da ADF, DF-GLS, Phillips-Perron, KPSS ve Ng-Perron birim kök testlerinin sonuçları raporlanmıştır. Tablo incelendiğinde serilerin genelinin birinci farkta durağan oldukları görülmektedir. Bazı serilerin bazı testlerde düzeyde durağan görünmesi nedeniyle ARDL yöntemi kullanılarak küçük de olsa farklı mertebeden bütünleşik olma ihtimalini ortadan kaldırmak amaçlanmıştır.

Tablo 6. Birim Kök Testlerine Ait Sonuçlar

		Düzye							
		ADF	DF-GLS	PP	KPSS	NP-MZ _α	NP-MZ _t	NP-MSB	NP-MPT
Sabit Terim	CO₂	-2.5386	1.7873*	-3.032**	0.9219	1.4776	2.5237	1.7080	209.1240
	Y	0.4212	2.9670***	0.4353	0.9362	2.3794	3.5903***	1.5090	192.9880
	Y²	0.7301	3.1275***	0.7784	0.9342	2.5216	3.7412***	1.4837	191.1130
	Y³	1.0347	3.2889***	1.0984	0.9315	2.6713	3.8933***	1.4575	189.0320
	E	-0.7261	2.2414***	-0.7334	0.9311	1.86602	2.86400***	1.53482	182.786
	R	-1.8084	-1.3866	-1.9006	0.4977	-3.60905	-1.30039	0.36032	6.79421
	T	-2.0846	-0.1770	-2.0790	0.8717	0.13823	0.09675	0.69991	31.8147
Sabit Terim ve Trend	CO₂	-2.8755	-1.4471	-2.9187	0.2137	-2.9162	-1.1231	0.3851	28.9538
	Y	-1.9614	-2.1451	-2.1495	0.1385	-9.05731	-1.97579	0.21814	10.6390
	Y²	-1.6038	-1.8481	-1.6987	0.1640	-7.54019	-1.72643	0.22896	12.5386
	Y³	-1.2544	-1.5360	-1.3337	0.1853	-5.92292	-1.44760	0.24441	15.0532
	E	-2.6841	-2.4064	-2.7455	0.1593	-9.29524	-2.15568	0.23191	9.80405
	R	-1.0333	-1.4041	-1.1182	0.0785	-5.76068	-1.30312	0.22621	15.1747
	T	-2.9641	-2.3984	-3.2165*	0.1843	-9.36444	-2.08353	0.22249	10.0602
		Birinci Fark							
		ADF	DF-GLS	PP	KPSS	NP-MZ _α	NP-MZ _t	NP-MSB	NP-MPT
Sabit Terim	CO₂	-7.3575***	-7.033***	-7.36***	0.4402***	-27.89***	-3.6860***	0.1322***	1.0317***
	Y	-7.4166***	-6.192***	-7.42***	0.1078***	-27.04***	-3.6358***	0.1345***	1.0394***
	Y²	-7.3369***	-6.238***	-7.34***	0.1532***	-27.13***	-3.6345***	0.1340***	1.0596***
	Y³	-7.2328***	-6.259***	-7.23***	0.2115***	-27.18***	-3.6299***	0.1335***	1.0840***
	E	-7.3458***	-6.425***	-7.36***	0.0811***	-27.39***	-3.6535***	0.1334***	1.0451***
	R	-7.5533***	-7.609***	-7.55***	0.2893***	-27.97***	-3.7276***	0.1333***	0.9148***

T	-7.4513***	-1.1071	-7.55***	0.1614***	-2.077	-0.9771	0.4704	11.3987
CO₂	-7.9594***	-7.188***	-7.95***	0.0930***	-27.88***	-3.7028***	0.1328***	3.4484***
Y	-7.3782***	-7.048***	-7.38***	0.0609***	-27.84***	-3.7276***	0.1339***	3.2923***
Y²	-7.3491***	-7.098***	-7.35***	0.0625***	-27.88***	-3.7288***	0.1338***	3.2962***
Y³	-7.3151***	-7.132***	-7.32***	0.0676***	-27.91***	-3.7290***	0.1336***	3.3038***
E	-7.3216***	-6.844***	-7.35***	0.0597***	-27.72***	-3.7123***	0.1339***	3.3504***
R	-7.8394***	-7.963***	-7.84***	0.1164***	-27.85***	-3.7301***	0.1339***	3.2813***
T	-7.2721***	-3.812***	-7.35***	0.0504***	-17.01*	-2.8657*	0.1685*	5.6627*

Not: *, ** ve *** sembolleri ilgili birim kök testine göre *durağanlık koşulunun sağlandığı* sırasıyla; %10, %5 ve %1 istatistiki anlam düzeylerini ifade etmektedir. ADF, DF-GLS, PP, KPSS, NP kısaltmaları sırasıyla, Genişletilmiş Dickey-Fuller, Phillips-Perron, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin ve NG-Perron'u ifade etmektedir. Gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) referans alınarak tespit edilmiştir.

Birim kök testleri sonucunda serilerin düzeyde durağan olmadıkları tespit edilmiş ve eşbütünleşme analizi yapılmasına karar verilmiştir. Bu analizin ARDL Sınır Testi yöntemi ile yapılması için öncelikte uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Birim kök testlerinde olduğu gibi burada da Schwarz bilgi kriteri tercih edilmiştir. Schwarz bilgi kriterine göre en uygun ARDL modelinin gecikme uzunlukları ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) olarak hesaplanmıştır.

ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) modelinin tahmin sonuçları ve Diagnostik test sonuçları Tablo 7'de raporlanmıştır. Jarque-Bera test sonuçlarına göre modelin hata terimleri normal dağılmakta, Breusch Godfrey LM testine göre otokorelasyon sorunu, White ve ARCH testlerine göre değişen varyans sorunu bulunmamakta ve Ramsey RESET testi sonuçlarına göre de model belirlenim hatası bulunmamaktadır. Modeldeki tüm katsayılar genel kabul görmüş (%1, %5, %10) farklı düzeylerde istatistiki anlamlılığa sahiptir.

Tablo 7. ARDL (1, 1, 0, 0, 1, 0, 0) Model Tahmini ve Diagnostik Test Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
CO _{2, (t-1)}	0.247179*	0.138163	1.789042
Y	39.08532***	14.41872	2.710734
Y _(t-1)	0.240356*	0.122119	1.968213
Y ²	-4.070600**	1.638160	-2.484861
Y ³	0.141151**	0.061997	2.276762
E	0.905042***	0.147733	6.126197
E _(t-1)	-0.474070***	0.108558	-4.366972
R	-0.111594**	0.041157	-2.711395
T	0.038319***	0.012664	3.025816
Sabit Terim	-128.7973***	42.71519	-3.015257

Diagnostik Test Sonuçları

Normalite (Jarque-Bera):	1.894146 [0.39]
Breusch Godfrey Otokor. LM	2.995235 [0.22]
Değişen Varyans (White):	39.69516 [0.14]
Değişen Varyans (ARCH):	1.878498 [0.17]
Ramsey RESET:	0.250408 [0.62]
F-İstatistiği:	3523.789 [0.00]
R ² :	0.99

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler ilgili test istatistiğinin olasılık değerini ifade etmektedir.

ARDL modelinin tahmin edilmesinin ardından uzun dönem denge ilişkisini araştırmak amacıyla sınır testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 8’de raporlanmıştır. Hesaplanan F istatistiği (8.12) hem Pesaran vd. 2001 hem de küçük örneklem için kritik değerleri üreten Narayan (2005)’in tablo kritik değerlerinden büyüktür. Bu sonuca göre modeldeki değişkenler arasında eşbütünleşme başka bir ifadeyle uzun dönemli denge ilişkisinin varlığından söz edilebilir.

Tablo 8. ARDL Sınır Testi Sonuçları

F-İstatistik Değerleri= 8.12 (k=6) [n=57]

 H_0 : Eşbütünleşme yoktur.

		Sınır Değerleri		
		Asimptotik: n=1000		
Pesaran, Shin ve Smith (2001)	Anlam Düzeyi	I(0)	I(1)	Eşbütünleşme
	1%	3.15	4.43	✓
	5%	2.45	3.61	✓
	10%	2.12	3.23	✓
		Sonlu Örneklem: n=55		
Narayan (2005)	1%	3.636	5.169	✓
	5%	2.676	3.999	✓
	10%	2.270	3.486	✓

Not: Pesaran vd. (2001) orijinal referans olmakla birlikte raporladığı kritik değerler küçük örnekleme uymadığından Narayan (2005)’te önerilen tablo kritik değerleri de raporlanmıştır.

Sınır testi ile uzun dönem denge ilişkisinin varlığını tespit ettikten sonra, maruz kalınan şoklar nedeniyle bu uzun dönem denge ilişkisinden yaşanacak sapmaların hangi hızda ortadan kalkacağını ima eden hata düzeltme mekanizmasının işleyip işlemediğinin kontrol edileceği kısa dönem hata düzeltme regresyonu tahmin sonuçlarına bakılacaktır. Bu sonuçlar Tablo 9’da raporlanmıştır. Hata düzeltme teriminin negatif ve anlamlı olduğu görölmektedir. Buna göre hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Katsayı tahminine göre dengeden meydana gelen sapmanın yaklaşık yüzde 75’nin bir dönem sonra kapatılacağı söylenebilir (Kalan sapmanın da yüzde 75’i ikinci dönem sonunda ortadan kalkacaktır).

Tablo 9. Kısa Dönem Hata Düzeltme Regresyonu Tahmin Sonuçları

Değerken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
ΔY	39.08532***	4.878855	8.011166
ΔE	0.905042***	0.100911	8.968739
$ECT_{(t-1)}$	-0.752821***	0.094018	-8.007217
Sabit Terim	-128.7973***	16.08650	-8.006547

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

EKC hipotezi’nin geçerliliği ve politika imaları uzun dönemde önemlidir. ARDL modelinin uzun dönem katsayıları Tablo 10’da raporlanmıştır. Tablo incelendiğinde; Y^2 ve Y^3 ’ün yüzde 5 düzeyinde; Y, E, R, T’nin yüzde 1 düzeyinde istatistiki anlamlılığa sahip olduğu görölmektedir. Kişi başına çevre kirliliği (CO_2 emisyonu) ile kişi başına gelir arasındaki ters U ilişkisini ima eden EKC hipotezinin geçerli olabilmesi için Y’nin katsayısının pozitif, Y^2 ’nin negatif ve anlamlı iken Y^3 ’ün anlamsız olması gerekmektedir.

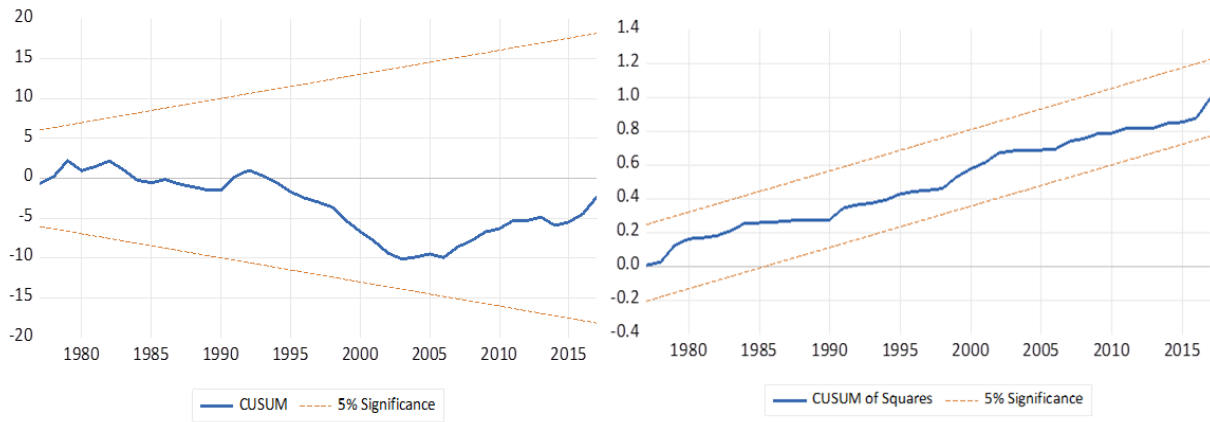
Tablo 10. ARDL Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği
Y	52.23777***	17.71330	2.949070
Y ²	-5.407131**	2.043155	-2.646461
Y ³	0.187497**	0.078241	2.396408
E	0.572477***	0.185869	3.080012
R	-0.148234***	0.042388	-3.497093
T	0.050900***	0.017749	2.867743

Dönüm Noktası: 14955 ABD Doları

Not: *, ** ve *** sembolleri sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeylerindeki istatistik anlamlılığı ifade etmektedir. Kübik formda yapılan EKC tahmin sonuçlarına göre ters U ilişkisi tespit edilememiştir. Dönüm noktası sadece fikir vermesi amacıyla hesaplanmıştır.

Raporlanan ampirik bulgular N şeklinde kübik polinomial ilişkiyi ima etmektedir. Ampirik modelin bağımlı değişkeni olan kişi başına CO₂ emisyonunu uzun dönemde, tamamı istatistik anlamlılığa sahip olmak üzere; kişi başına enerji tüketiminin pozitif, kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin negatif ve ticari dışa açıklığın pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Bu bulguların güvenilirliğini test etmek amacıyla Brown vd. (1975) tarafından ileri sürülen *CUSUM* ve *CUSUM of Squares* yapısal kırılma testleri hesaplanmıştır. Şekil 3.'te sol panelde ardışık hataların birikimli toplamıyla hesaplanan *CUSUM* test sonucu resmedilmiştir. *CUSUM* test istatistiği yüzde 5 güven aralığı içerisinde ve modelde bir kırılma olmadığına ilişkin genel bir fikir vermektedir.

Şekil 3. *Cusum* ve *Cusum of Squares* Test Sonuçları

Ardışık hata karelerinin birikimli toplamıyla hesaplanan *CUSUM of Squares* testi *CUSUM* testine göre yapısal değişikliği yakalamada daha iyi bir testtir. Şekil 3 sağ panelde resmedilen sonuçlara göre bu test istatistiği de yüzde 5 güven aralığının dışına çıkmamıştır. Bu sonuca göre tahmin edilen parametrelerin herhangi bir yapısal değişime maruz kalmadıkları ve bu açıdan güvenilir oldukları sonucuna ulaşılabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Analiz bulgularına göre; CO₂ emisyonları ile kişi başına gelir, enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık arasında bir eşbütünlük ilişkisi tespit edilmiştir. Ampirik bulgulara göre tespit edilen bu uzun dönem denge ilişkisinden herhangi bir sebeple meydana gelecek sapmaların da giderileceğini gösteren hata düzeltme mekanizmasının işlediği de görülmüştür. Hata düzeltme teriminin katsayı tahminine göre uzun dönem

dengesinden meydana gelebilecek bir sapmanın yaklaşık yüzde 75'i bir dönem içerisinde giderilmektedir (Kalan sapmanın yüzde 75'i de ikinci dönemde giderilecektir).

Uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, Y 'nin katsayısı pozitif ve anlamlı, Y^2 'nin katsayısı negatif ve anlamlı ve Y^3 'ün katsayısı pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular, kişi başına CO_2 emisyonları ile kişi başına reel GSYH arasında N şeklinde kübik polinomial ilişkinin varlığını işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle analiz bulgularına göre, EKC hipotezinin ima ettiği ters U şeklinde bir ilişki tespit edilememiştir.

Modeldeki açıklayıcı değişkenlerden kişi başına enerji kullanımının, kişi başına CO_2 emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kişi başına yenilenebilir enerji kullanımının kişi başına CO_2 emisyonları üzerindeki etkisi negatif ve anlamlı bulunmuştur. Bu beklenen ve arzu edilen bir bulgudur. Katsayı büyüklükleri mukayese edildiğinde kişi başına enerji kullanımının kişi başına CO_2 emisyonları üzerindeki etkisi, kişi başına yenilenebilir enerjinin azaltıcı etkisinden daha büyüktür. Çalışmada ele alınan dönem içerisinde Türkiye ekonomisinin Dünya ekonomisine entegrasyonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu entegrasyon sürecinin etkilerinin de model tarafından kapsanması amacıyla, kontrol değişken olarak modele dahil edilen ticari açıklığın da kişi başına CO_2 emisyonları üzerindeki uzun dönemli etkisi pozitif ve anlamlı bulunmuştur.

Elde edilen bu ampirik bulgular yorumlanırken araştırmanın gerçekleştirilmesinde karşılaşılan kısıtlar mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kısıtlar şu şekilde sıralanabilir:

Araştırmada çevresel kirlilik indikatörü olarak atmosferik göstergelerden kişi başına CO_2 emisyonları kullanılmıştır. Her ne kadar bu sera gazı iklim değişikliğinde en büyük paya sahip olsa da etkisi bulunan diğer sera gazları modelde incelenmemiştir. Araştırmanın örneklemini Araştırmada EKC hipotezinin gerektirdiği polinomial terimler haricinde açıklayıcı/kontrol değişken olarak kişi başına enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık kullanılmıştır. Bu değişkenler haricinde finansal gelişme, kentleşme gibi değişkenlerin kullanımı modellerin açıklama güçlerini artırabilecektir.

Yukarıda bahsedilen kısıtlar altında çalışmada yapılan kapsamlı literatür taraması ve ampirik analiz sonucunda elde edilen bulgular ışığında araştırmacılar ve politika yapıcılara bir dizi öneride bulunmak mümkündür. Araştırmacılara yapılabilecek öneriler şu şekilde sıralanabilir:

Literatür taraması neticesinde özellikle Türkiye örneğinde yapılan çalışmalarda bölgesel verilerle yapılmış mekânsal ekonometri tekniklerini kullanan çalışma sayısının oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Bu bağlamda ciddi veri kısıtına rağmen yapılabilecek çalışmaların hem literatüre ampirik katkıda bulunabileceği hem de bölgelere göre şekillendirilmiş politika önerilerine dayanak sağlayabileceği düşünülmektedir. İndirgenmiş form eşitliği kullanan çalışmaların kontrol değişken olarak enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklığın dışında; kentleşme ve finansal gelişme gibi değişkenlerle birlikte yanı sıra sektörel veriler ile desteklenmesi hem modellerin açıklama gücünü artırabilecek hem de daha nitelikli sektörel bazlı politika önerilerinde bulunulmasına imkân sağlayabilecektir. Bu çalışmanın bir sınırlılığı olarak da değerlendirilebilecek olan doğrusal yöntemlerle gerçekleştirilen birim kök ve eşbütünleşme analizlerinin doğrusal olmama ve yapısal kırılma durumlarını dikkate alan yöntemlerle gerçekleştirilmesinin daha genel geçer sonuçlara ulaşılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Az gelişmiş

ülkeler üzerine yapılmış EKC hipotezini test eden çalışma sayısının nispeten kısıtlı olduğu görülmüştür. Bu ülkeler üzerine yapılacak yeni araştırmaların literatüre katkıda bulunması beklenmektedir.

Politika yapıcılara yönelik öneriler ise şu şekilde sıralanabilir: Çalışmanın ampirik bulgularına göre, enerji tüketimi ile CO2 emisyonları arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kullanımının da bu emisyonlar üzerinde azaltıcı etkisinin varlığı ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Türkiye'nin enerji matrisinin yenilenebilir enerjiye lehine dönüştürülmesinde çevresel maliyetler açısından yarar olduğu düşünülmektedir. EKC hipotezi basit olarak hiçbir şey yapmamayı da ima etmekle birlikte, kişi başına gelir artışı belli bir eşik aşıldıktan sonra çevre kirliliğinin azalacağı şeklinde yorumlanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye örneğinde -bu hipotez doğru kabul edilse dahi- hipotezin geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre, çevre ile ilgili gerekli teşvik ve regülasyon politikalarının tasarlanması ve uygulanmasında daha aktif davranılmasında büyük yarar bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı, çevresel etkisi bakımından yararlı olmasının yanı sıra Türkiye'nin cari işlemler dengesinde büyük payı bulunan enerji ithalatını azaltma potansiyeli bakımından da ciddi fayda sağlayabilir. Türkiye'nin enerji matrisinde yenilenebilir enerjinin payı arttıkça, enerji ithalatından kaynaklanan cari işlemler açıkları azalacak, enerji ithalatına ödenen kaynaklar da ekonominin kalkınmasına ayrılacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbostancı, E., Aşık, S. T., & Tunç, G. 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.
- Atıcı, C., & Kurt, F. (2007). Türkiye'nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), 61-69.
- Aydın, C., & Esen, Ö. (2017). The Validity of The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Co2 Emissions in Turkey: New Evidence from Smooth Transition Regression Approach. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 101-116.
- Azomahou, T., Laisney, F., & Van, P. N. (2006). Economic Development and CO2 Emissions: A Nonparametric Panel Approach. *Journal of Public Economics*, 90, 1347-1363.
- Baek, J., & Kim, H. S. (2013). Is Economic Growth Good or Bad for the Environment? Empirical Evidence from Korea. *Energy Economics*, 36, 744-749.
- Bakirtas, I., & Cetin, M. A. (2017). Revisiting the environmental Kuznets curve and pollution haven hypotheses: MIKTA sample. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(22), 18273-18283.
- Balıbey, M. (2015). Relationships among CO2 Emissions, Economic Growth and Foreign Direct Investment and the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5(4), 1042-1049.
- Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M., & Jaafar, M. (2015). CO2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.

- Bölük, G., & Mert, M. (2015). The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587–595.
- Brock, W. A., & Taylor, M. S. (2010). The Green Solow model. *Journal of Economic Growth*, 15(2), 127–153.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 37(2), 149-192.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- 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.
- Chen, W.-J. (2012). The Relationships of Carbon Dioxide Emissions and Income in a Newly Industrialized Economy. *Applied Economics*, 44, 1621–1630.
- 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.
- Çağlar, A. E., & Mert, M. (2017). Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi*, 24(1), 21-38.
- Day, K. M., & Grafton, R. Q. (2003). Growth and the Environment in Canada: An Empirical Analysis. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 51(2), 197-216.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49, 431-455.
- Dinda, S. (2005). A Theoretical Basis for the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 53(3), 403-413.
- Ehrlich, P. (1968). *The Population Bomb*. New York: Ballentine.
- Elgin, C., & Öztunalı, O. (2014). Environmental Kuznets Curve for the Informal Sector of Turkey (1950-2009). *PANOECONOMICUS*, 4, 471-485.
- Erdoğan, İ., Türköz, K., & Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi için Geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 113-123.
- Friedl, B., & Getzner, M. (2003). Determinants of CO2 Emissions in a Small Open Economy. *Ecological Economics*, 45, 133-148.
- Ginevičius, R., Lapinskienė, G., & Peleckis, K. (2017). The Evolution of the Environmental Kuznets Curve Concept: The Review of the Research. *Panoeconomicus*, 64(1), 93-112.
- Gozgor, G., & Can, M. (2016). Export Product Diversification and The Environmental Kuznets Curve: Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21594–21603.
- Gökmenoğlu, K., & Taspınar, N. (2016). The Relationship Between Co2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth And FDI: The Case of Turkey. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 25(5), 706-723.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper No. 3914*, 1-57.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1993). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement,” in Mexican-U.S. Free Trade Agreement. P. M. Garber içinde, *Mexico-U.S. Free Trade Agreement* (s. 1-10). Cambridge: MIT Press.
- Güney, A. (2018). Genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye için Yeniden Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.
- Gürlük, S., & Karaer, F. (2004). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Çevre Kirliliği İlişkisinin İncelenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 10(1-2), 43-54.
- Halicioğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-1164.
- He, Z., Xu, S., Shen, W., Long, R., & Chen, H. (2017). Impact of Urbanization on Energy Related CO2 Emission at Different Development Levels: Regional Difference in China based on Panel Estimation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1719-1730.

- Hussain, M., Javaid, M. I., & Drake, P. R. (2012). An Econometric Study of Carbon Dioxide (CO₂) Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth of Pakistan. *International Journal of Energy Sector Management*, 6(4), 518-533.
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2010). Empirical Study on the Environmental Kuznets Curve for CO₂ in France: The role of Nuclear Energy. *Energy Policy*, 38, 4057–4063.
- Jalil, A., & Syed F.Mahmud. (2009). Environment Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis for China. *Energy Policy*, 37, 5167–5172.
- Jaunky, V. C. (2011). The CO₂ Emissions–Income Nexus:Evidence from Rich Countries. *Energy Policy*, 39, 1228–1240.
- 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.
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory-Part A: Concept, Causes and the CO₂ Emissions Case. *Energy Policy*, 62, 1392-1402.
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory-Part B: Critical Issues. *Energy Policy*, 62, 1403-1411.
- Karasoy, A. (2019). Drivers of Carbon Emissions in Turkey: Considering Asymmetric Impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 9219–9231.
- 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 .
- Katircioğlu, S., & Celebi, A. (2018). Testing the Role of External Debt in Environmental Degradation: Empirical Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 843–8852.
- Katircioğlu, S. T., & Taşpınar, N. (2017). Testing the Moderating Role of Financial Development in an Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence from Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 572–586.
- Katircioğlu, S., & Katircioğlu, S. (2018). Testing the Role of Urban Development in the Conventional Environmental Kuznets Curve: Evidence from Turkey. *Applied Economics Letters*, 25(11), 741-746.
- Kaya, M. G., & Kaya, P. H. (2018). Environmental Kuznets Curve and Turkey: An ARDL Approach. N. Tsounis, & A. Vlachvei içinde, *Advances in Panel Data Analysis in Applied Economic Research* (s. 223-234). Cham, Switzerland: Springer Proceedings in Business and Economics.
- Kaygısız, A. D. (2018). Çevresel Kuznets Hipotezi: Türkiye Üzerine Ampirik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(32), 186-204.
- Keskingöz, H., & Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO₂ Emisyonu Üzerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9, 7-17.
- Kijima, M., Nishide, K., & Ohyama, A. (2010). Economic Models for the Environmental Kuznets Curve: A Survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(7), 1187-1201.
- Kılıç, R., & Akalın, G. (2016). Türkiye’de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 49-60.
- Kocak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2018). The Impact of Foreign Direct Investment on CO₂ Emissions in Turkey: New Evidence from Cointegration and Bootstrap Causality Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 790–804.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., . . . Canadell, J. G. (2018). Global Carbon Budget. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141-2194.

- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye için Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- Lise, W. (2006). Decomposition of CO2 emissions over 1980–2003 in Turkey. *Energy Policy*, 34, 1841–1852.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. H. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Moosa, I. A. (2017). The Econometrics of the Environmental Kuznets Curve: an Illustration using Australian CO2 Emissions. *Applied Economics*, 49(49), 4927-4945.
- Nahman, A., & Antrobus, G. (2005). The Environmental Kuznets Curve: A Literature Survey. *South African Journal of Economics*, 73(1), 105-120.
- Narayan, P. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., & Taspınar, N. (2017). Testing the EKC Hypothesis by Considering Trade Openness, Urbanization, and Financial Development: The Case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16690–16701.
- Ozcan, B. (2013). The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis. *Energy Policy*, 62, 1138–1147.
- Ozcan, 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.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220–3225.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *World Employment Programme Research*, 1-45.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2, 465–484.
- Panayotou, T. (2003). Economic Growth and Environment. *Economic Survey of Europe*(2), 45-72.
- Pata, U. K. (2018). Procedure, The Effect of Urbanization and Industrialization on Carbon Emissions in Turkey: Evidence from ARDL Bounds Testing. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 7740–7747.
- Pata, U. K. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779.
- 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.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Radkau, J. (2017). *Doğa ve İktidar: Global Bir Çevre Tarihi*. (N. Güder, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J.-E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the Relationship between Economic Growth, CO2 Emissions, and the Environmental Kuznets Curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602–614.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 65-86.
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic Growth And CO2 Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 52, 184–191.

- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). A Review on Environmental Kuznets Curve Hypothesis Using Bibliometric and Meta-Analysis. *Science of the Total Environment*, 649, 128-145.
- Seker, F., Ertugrul, H. M., & Cetin, M. (2015). The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46, 757-773.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality Time-Series and Cross-Country Evidence. *Policy Research Working Paper*, 1-55.
- Shahbaz, M., IlhanOzturk, Afza, T., & Ali, A. (2013). Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494-502.
- Shahbaz, M., Lean, H. H., & Shabbir, M. S. (2012). Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2947- 2953.
- Shahbaz, M., Mahalik, M. K., Shah, S. H., & Sato, J. R. (2016). Time-Varying Analysis of CO2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth Nexus: Statistical Experience in Next 11 Countries. *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Sinn, H.-W. (2016). *Yeşil Paradoks: Küresel Isınmaya Arz Yanlı Bir Yaklaşım*. (M. E. Dinçer, Çev.) İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.
- 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.
- Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Tiba, S., & Omri, A. (2017). Literature Survey on the Relationships between Energy, Environment and Economic Growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 1129-1146.
- Tutulmaz, O. (2015). Environmental Kuznets Curve Time Series Application for Turkey: Why Controversial Results Exist for Similar Models? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 73-81.
- Vita, G. d., Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S., & Mercan, M. (2015). Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in a Tourism Development Context. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(21), 16652-16663.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., & Wang, Q. W. (2011). CO2 emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis. *Policy, Energy*, 39, 4870-4875.
- Yavuz, N. Ç. (2014). CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test With a Structural Break. *Energy Sources*, 9(3), 229-235.
- Yurttagüler, İ. M., & Kutlu, S. (2017). An Econometric Analysis of the Environmental Kuznets Curve: The Case of Turkey. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 5(1), 115-126.
- Zhang, L., & Gao, J. (2016). Exploring the Effects of International Tourism on China's Economic Growth, Energy Consumption and Environmental Pollution: Evidence from a Regional Panel Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 225-234.