



## Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Farklı Gelir Düzeylerindeki Ülkeler için İncelenmesi: STIRPAT Modelinden Bulgular

### Examination of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Countries with Different Income Levels: Findings from the STIRPAT Model

Murat TEKBAŞ<sup>1</sup>

#### Öz

**Amaç:** Bu çalışmada farklı gelir düzeylerine sahip ülkeler için STIRPAT çevre modeli kapsamında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin test edilmesi amaçlanmaktadır.

**Tasarım/Yöntem:** Çalışmada, karbon emisyonu (CO<sub>2</sub>), reel GSYİH, kentleşme ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişki 1990-2014 yılları arasındaki dönemde 27 yüksek, 24 üst orta ve 21 düşük orta gelirli ülke için panel analiz yöntemleriyle incelenmiştir. Çalışmada yapılan analizlerde FMOLS ve DOLS yöntemleri ile Dumitrescu Hurlin Panel nedensellik yöntemi kullanılmıştır.

**Bulgular:** FMOLS ve DOLS yöntemleri sonuçlarına göre yüksek ve yüksek orta gelirli ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğu, düşük orta gelirli ülkelerde ise geçerli olmadığı görülmektedir. Elde edilen diğer sonuçlarda çevre kirliliği üzerinde kentleşmenin önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi sonuçlarına göre ise yüksek gelirli ülkelerde karbon salınımından ekonomik büyüme doğru tek yönlü, yüksek orta ve düşük orta gelirli ülkelerde ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

**Sınırlılıklar:** Çalışmada, Birleşmiş Milletler tarafından yapılan sınıflandırma kapsamında 27 yüksek gelirli, 24 üst orta ve 21 düşük orta gelirli olmak üzere toplam 72 ülke de (ülke listesi EK 1'de yer almaktadır).

**Özgünlük/Değer:** Çalışma farklı gelir gruplarında bulunan ülkelerin birlikte değerlendirilmesi ve gelir düzeyindeki farklılığın çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi açısından diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** STIRPAT Model, Çevresel Kuznets Hipotezi, Panel Veri Analizi

#### Abstract

**Purpose:** In this study, it is aimed to test the Environmental Kuznets Curve hypothesis within the scope of the STIRPAT environmental model for countries with different income levels.

**Design/Methodology:** In the study, the relationship between carbon emissions (CO<sub>2</sub>), real GDP, urbanization and energy intensity was examined by panel analysis methods for 27 high, 24 upper-middle and 21 low middle-income countries between 1990 and 2014. FMOLS and DOLS methods and Dumitrescu Hurlin Panel causality method were used in the analyzes made in the study.

**Findings:** According to the results of FMOLS and DOLS methods, it is seen that the Environmental Kuznets Curve hypothesis is valid in high and high middle-income countries, but not in low middle-income countries. In the other results obtained, it has been determined that urbanization is an important factor in environmental pollution. According to the results of the Dumitrescu-Hurlin causality test, it is seen that there is a unidirectional causality relationship from carbon emissions to economic growth in high-income countries and bidirectional causality in high-middle and low-middle income countries.

**Limitations:** In the study, within the scope of the classification made by the United Nations, a total of 72 countries (27 high-income, 24 upper-middle and 21 low-middle income countries are included in Annex 1).

**Originality/Value:** The study differs from other studies in terms of evaluating the countries in different income groups together and evaluating the impact of the difference in income level on the environment.

**Keywords:** STIRPAT Model, Environmental Kuznets Hypothesis, Panel Data Analysis

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, mtekbas@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2589-2482

## 1. GİRİŞ

Küresel olarak yoğun şekilde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle salınan sera gazları, küresel ısınmayı hızlandırarak, sürdürülebilir kalkınmaya karşı önemli bir tehdit oluşturmaktadır. İnsanlar, sera gazları ve ozon tabakasını incelten maddelerin salınımı yoluyla atmosferin kimyasal bileşimini, geniş alanlardaki arazi örtüsünü ve biyojeokimyasal döngüleri değiştirmektedir. Fizik ve doğa bilimciler küresel süreçler üzerinde karmaşık modeller geliştirmiş ve çevresel bozulma üzerindeki dinamiklerin neler olduğunu tespit etmeye çalışmışlardır. Ancak yapılan çalışmalar neticesinde çevresel değişimin insan kaynaklı (antropojenik) itici güçlerinin dinamikleri tam olarak ortaya koyulamamıştır (York vd., 2003; Zaho vd., 2022). Ancak hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler daha fazla enerji tüketerek ekonomik büyümeyi gerçekleştirmektedirler. Bu enerji tüketiminin büyük bir kısmı kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen kaynaklardan oluşması nedeniyle karbon salınımının çevresel bozulma üzerinde önemli bir faktör olduğu kabul edilmektedir (Shafiei ve Salim, 2014). 2020 yılına gelindiğinde yaşanan küresel salgın nedeniyle enerji talebi 2. Dünya Savaşı'ndan bu yana en yüksek oran olan % 4 oranında düşüş göstermiştir. Ancak 2021 yılında pandemi ile ilgili kısıtlamaların kaldırılması ve ekonomilerin yeniden toparlanması nedeniyle salgın öncesi döneme göre enerji talebinde % 0.5 oranında artış yaşanmıştır. Enerji talebindeki bu düşüş nedeniyle küresel karbon emisyonlarında ise %5.8 oranında düşüş yaşanmıştır. 2020 yılında pandemi koşullarının diğer kaynaklara göre petrol ve kömür talebinin daha fazla etkilemesinin bu düşüşe neden olduğu değerlendirilmektedir. Ancak yaşanan bu düşüşe rağmen karbon emisyonu (CO<sub>2</sub>) seviyesinin sanayi devriminin başladığı döneme göre %50 daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca ekonomide yaşanan toparlanma ile birlikte 2021 yılında karbon emisyon seviyesinin %4.8 artabileceği düşünülmektedir. Ülke grupları açısından karbon emisyonları değerlendirildiğinde ise küresel karbon emisyonlarının üçte ikisinden fazlasını geliştirmekte olan ülkelerin oluşturduğu görülmektedir. Buna karşılık gelişmiş ekonomilerde karbon emisyon seviyesinde düşüş yaşanmaktadır (EIA, 2021). Pandemiyle birlikte alınan önlemler neticesinde yaşanan ekonomik daralma karbon salınımında önemli bir düşüş sağlamıştır. Buradan hareketle küresel olarak ekonomik büyümenin sürdürülebilir kalkınma hedefi yerine sadece ekonomik zenginleşme ve refah artışına yönelik politikalarla gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği açısından Çevresel Kuznets Hipotezinin sınanması gerekmektedir. Bu doğrultuda son yıllarda yapılan Apergis ve Payne (2009), Jalil ve Mahmud (2009), Halicioğlu (2009), Shahbaz ve diğerleri (2014), Seker ve diğerleri (2015), Pata (2018) çalışmalar daha çok ekonomik büyüme ve enerji tüketimi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmaların yanı sıra Destek ve Özsoy (2015), Al-Mulali ve Ozturk (2015), Katircioğlu ve Taşpınar (2017), Ozatac ve diğerleri (2017), Adams ve diğerleri (2020), Wang ve diğerleri (2022) çalışmalarının kentleşme, küreselleşme, finansal gelişme, politik istikrar gibi değişkenlerin çevresel bozulma üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde literatürde çevresel bozulma dinamikleri üzerinde kesin bir birleşme ortak sonuç bulunmamaktadır.

Buradan hareketle bu çalışmada, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin geçerliliği STIRPAT çevre modeli kapsamında birlikte incelenecektir. Çalışmanın amacı özellikle son yıllarda temiz teknolojinin yaygınlaştığı gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin çevre kirliliği kapsamında değerlendirmek ve çözüm önerisi sunmaktır. Çalışmada örneklem Birleşmiş Milletler tarafından yapılan ülke sınıflandırması kapsamında yüksek, üst orta ve düşük orta gelirli ülkeler seçilerek 72 ülkeden oluşmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada farklı gelir düzeylerindeki ülkelere ÇKE hipotezi test edilerek gelir düzeyinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi ortaya konulacaktır. Çalışmanın literatüre sağlayacağı en önemli katkı dünya ekonomisini önemli ölçüde temsil edebilecek ülke grubuna sahip olması ve küresel ölçekte değerlendirme yapmaya imkan sunmasıdır. Çalışmanın literatüre katkı sağlaması düşünülen diğer bir farklılığı ise oluşturulan modelde STIRPAT çevre modelinin temel alınmasıdır. Bu doğrultuda çalışmada ilk olarak teorik çerçeve sunulacak, sonrasında konuyla ilgili yapılmış olan güncel çalışmalar Dördüncü bölümde ise veri, model ve yöntem hakkında bilgi verilecektir. Beşinci bölümde ise uzun dönem katsayı tahminleri için kullanılan FMOLS ve DOLS yöntemlerine ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin test edildiği Dumitrescu Hurlin (2012) nedensellik yöntemine ait sonuçlar sunulacaktır. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular konuyla ilgili yapılmış olan çalışmalarla birlikte değerlendirilerek, politika önerilerinde bulunulacaktır.

## 2. TEORİK ÇERÇEVE

Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin incelenmesinde çalışmaların büyük çoğunluğu Kuznets (1955) alışması temel alınarak oluşturulan hipotezlere dayanmaktadır. Kuznets tarafından yapılan çalışmada ekonomik büyüme ile gelir eşişsizliği arasında ilişki incelenmiştir. Simon Kuznets'e göre ekonomik büyümenin ilk dönemlerinde gelir eşişsizliğinin artacağı, belirli bir noktaya kadar bu artışın süreceği belirtilmekte ve ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında gelir eşişsizliğinin azalacağı savunulmaktadır. Bu doğrultuda Kuznets (1955) ekonomik büyüme ile gelir eşişsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin olduğunu savunmaktadır (Kuznets, 1955). Kuznets Eğrisi Hipotezi 1990'lı yıllarda Grossman ve Kruger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ve Panayotou (1993) alışmalarıyla yeni bir boyutta değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu çalışmalarda çevresel bozulma düzeyi ve kişi başına düşen milli gelirin, orijinal Kuznets Eğrisi Hipotezindeki gelir eşişsizliği ve kişi başına düşen milli gelirle aynı ters U- şeklindeki ilişkiyi izlediğine dair kanıtlar sunulmaktadır. Bu nedenle Kuznets Eğrisi, llen çevresel kalite seviyeleri ile kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişkiyi açıklamak üzere önemli bir araç haline gelmiştir.

şekil 1'de çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki görülmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında çevresel bozulma bağımlı değerken, ekonomik büyüme ise bağımsız değerken olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda B noktasına kadar olan bölümde ekonomik büyümenin ve çevresel bozulmanın artığı görülmekte, B noktasından sonra ise evre duyarlılığının gelişmesi birlikte evre kirliliğinde azalma yaşanacağı değerlendirilmektedir (Yurtkuran, 2021).

**şekil 1:** evresel Kuznets Eğrisi



**Kaynak:** Panayotou ve diğerleri, 2000

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, Kaika ve Zervas (2013), Sephton ve Mann (2016), Figueroa ve Pasten (2009), Fosten ve diğerleri (2012), Pata (2019) ve çok sayıda çalışmada ekonomik büyüme ile karbon emisyonu (CO<sub>2</sub>) ilişkisi farklı ülke ve ülke gruplarında test edilmiştir. Yapılan bu çalışmalara ek olarak literatürde KE'nin geçerliliğini, enerji tüketimiyle inceleyen Rahman (2020), Jalil ve Feridun (2011), Ozturk ve Acaravci (2013), Shahbaz ve diğerleri (2013), Adedoyin ve Zakari (2020), dışa açıklık ile inceleyen Destek ve diğerleri (2018), Al-mulali ve diğerleri (2015), Bozkurt ve Okumuş (2015), Pata ve Caglar (2021), finansal gelişme ve doğrudan yabancı yatırımlar ile inceleyen Haseeb ve diğerleri (2018), Boutabba (2014), Salahuddin ve diğerleri (2015), Javid ve Sharif (2016) alışmalarda bulunmaktadır.

## 3. LİTERATÜR

Günümüzde evre kirliliğinin artması ve buna bağlı olarak yaşanan iklim değerikliği nedeniyle bilimin her alanında evre üzerine çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ekonomi alanında yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde birbirinden farklı faktörlerin evre kirliliği ile olan ilişkisinin araştırıldığı görülmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda ekonomik büyüme, dışa açıklık, küreselleşme, enerji tüketimi, kentleşme vb. değerkenlerin evre üzerindeki etkisi sıklıkla araştırılmaktadır. evre kirliliği üzerine yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde evre kirliliğini temsilen CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekolojik ayak izi kullanıldığı görülmektedir. evre kirliliğini temsilen ekolojik ayakizi kullanılan Adedoyin ve diğerleri (2021), Destek ve Sinha (2020), Rasool ve diğerleri

(2021), Destek ve Sarkodie (2019), Gyamfi ve diğerleri (2021) çalışmaları incelenebilir. Çalışmada Shahbaz ve diğerleri (2013), Acaravci ve Erdogan (2016), Aslan ve diğerleri (2017), Destek ve diğerleri (2020), Erdogan ve diğerleri (2020) çalışmalarını takiben çevre kirliliğini temsilen CO<sub>2</sub> emisyonları kullanılmıştır. Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisini farklı yönlerden inceleyen çok sayıda çalışma olması nedeniyle, çalışmamız kapsamında incelenen literatür STIRPAT modeli kullanılan çalışmalarla sınırlandırılmaktadır.

Çevresel bozulmaların üzerindeki itici güçlerin açıklanmasında STIRPAT modelini kullanan öncü çalışmaların Dietz ve Rosa (1997), Cramer (1998), Soule' ve DeHart (1998), DeHart ve Soule (2000), Shi (2003) olduğunu belirten York ve diğerleri (2003) çalışmada dünya nüfusunun yaklaşık %97'sini temsil eden örneklerle CO<sub>2</sub> emisyonu ve enerji ayak izi arasındaki ilişkiyi farklı modellerle incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ekonomik büyümenin, kırsal kesim nüfus yoğunluğunun ve sanayi sektörünün hem CO<sub>2</sub> emisyonları hem de enerji ayak izi üzerinde pozitif etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Hayden ve Shandra (2009) 2000 yılı verileriyle 19 yüksek gelirli, 22 orta gelirli ve 4 düşük gelirli ülkede çevre kirliliği üzerinde etkili olan faktörleri incelemişlerdir. Analizler sonucunda kişi başına düşen milli gelir, yıllık çalışma saatleri, çalışma saati başına çıktı düzeyi, dış ticaret, toplam nüfus, kentleşme ve istihdam düzeylerinin çevre kirliliği üzerinde pozitif, askeri harcamalar ve hizmetler sektörünün ise negatif etkili olduğu görülmüştür. Jia ve diğerleri (2009) Çin'in Henan Bölgesi için 1983-2006 yılları arasındaki dönemde çevre kirliliği üzerinde etkili olan faktörleri En Küçük Kareler yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada nüfus, kişi başına düşen milli gelir, hizmet sektörü dışındaki sektörler (GSYİH'daki payı) ve kişi başına düşen milli gelirin karesinin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak nüfus, kişi başına düşen milli gelir ve hizmet sektörü dışındaki sektörlerin (GSYİH'deki payı) çevre kirliliği üzerindeki etkisinin oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca kentleşmenin çevre kirliliği üzerinde negatif etkili olduğu sonucu elde edilmiştir. Liddle ve Lung (2010) çalışmasında 17 gelişmiş ülke için 1960-2005 yılları arasındaki dönemde çevre kirliliğini özellikle yaş grupları üzerinden incelemişlerdir. Bu doğrultuda yaş ortalamasının artması enerji tüketimini artırmakta ve çevre kirliliği üzerinde pozitif etki yaratmaktadır. Çalışmada ayrıca nüfus kadar yüksek olmamakla birlikte kentleşme ve ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkili olduğu belirtilmiştir. Iwata ve diğerleri (2012) nükleer enerjinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini 11 OECD ülkesi için ülkelere göre farklı dönemler için incelemişlerdir. Buna göre, çalışma kapsamındaki ülkelerin büyük çoğunluğunda enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkili olduğu görülmektedir. Buna karşılık az sayıda ülkede nükleer enerjinin çevre kirliliğini azaltıcı etkiye sahip olacağı değerlendirilmektedir. Zhang ve Lin (2012) Çin için ulusal ve bölgesel düzeyde 1995-2010 yılları arasındaki dönemde kentleşmenin enerji tüketimi ve çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular ulusal düzeyde kentleşmenin enerji tüketimini ve çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Bölgesel sonuçlar incelendiğinde kentleşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin orta bölgede doğu bölgesine göre fazla olduğu görülmektedir. 14 Asya ülkesi için 1990-2011 yıllarını kapsayan Apergis ve Ozturk (2014) çalışmasında çevre kirliliği ile kişi başına düşen milli gelir, nüfus, arazi, sanayi sektörü (GSYİH içindeki payı) arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada çevre kirliliği ile kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Shafiei ve Salim (2014) OECD ülkeleri için 1980-2011 yılları arasındaki dönemde çevre kirliliği üzerinde etki olan faktörleri incelemişlerdir. Çevre kirliliği üzerinde yenilenebilir enerjinin negatif, yenilenemeyen enerjinin pozitif etkili olduğu tespit edilen çalışmada kentleşme ve çevre kirliliği arasında ters U şeklinde ilişki olduğu belirtilmiştir. Ohlan (2015) çalışmasında 1970-2013 yılları arasındaki dönemde Hindistan için nüfus yoğunluğu, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ticari açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yapılan analizler sonucunda hem kısa hem de uzun dönemde nüfus yoğunluğunun, enerji tüketiminin ve ekonomik büyümenin çevre kirliliğini artırdığı tespit edilmiştir. 1980-2012 yılları arasındaki dönemde seçilmiş 25 Afrika ülkesinde yenilenebilir enerji ile çevre kirliliği ilişkisini inceleyen Zoundi (2017), ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında pozitif ve doğrusal bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte çevre kirliliğinin azaltılmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Destek (2018) Türkiye için yapmış olduğu çalışmada 1990-2014 yılları arasındaki dönemde ekonomik büyüme, kentleşme, enerji yoğunluğu ve çevre kirliliği ilişkisini incelemiştir. Çalışmada kentleşme ve enerji yoğunluğundaki artışın çevre kirliliğini hızlandırdığı sonucu elde edilmiştir. Türkiye için yapılan diğer bir çalışmada Başoğlu (2018)

1971-2014 yılları arasındaki dönemde ekonomik büyüme, nüfus, enerji tüketimi, beşeri sermaye, sanayi ve hizmet sektörü (GSYİH içindeki payı) ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çevre kirliliği üzerinde en büyük etkiye sahip olan faktörün enerji tüketimi olduğu tespit edilen çalışmada beşeri sermayenin çevre kirliliğini azaltıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dogan ve Inglesi- Lotz (2020) 1980-2014 yılları arasındaki dönem için Avrupa ülkelerinde yapmış oldukları çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test etmişlerdir. Çalışmada ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisinin ters U şeklinde olduğu sonucu elde edilmiştir. Diğer taraftan enerji verimliliği ve çevre dostu teknolojilerin çevre kirliliğinin azaltılmasında önemli bir etken olduğu belirtilmiştir. Topdağ ve diğerleri (2020), 2016 yılında gelir düzeylerine göre sınıflandırılan 154 ülke için ekonomik büyüme, nüfus, finansal gelişmişlik ve hizmet sektörü (GSYİH içindeki payı) ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kantil regresyon yaklaşımı uygulanan çalışmada ekonomik büyüme ve finansal gelişmişliğin çevre kirliliği üzerinde pozitif, nüfusun ise negatif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Wu ve diğerleri (2021) 18 gelişmiş ülkede 2005-2016 yılları arasındaki dönem için yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerji ve fosil enerji yoğunluğundaki değişimin çevre kirliliğini azaltmada önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca endüstriyel yapı ve ekonomik büyümenin çevre kirliliğinin azaltılmasındaki etkisinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Polloni-Silva ve diğerleri (2021) çevre kirliliği ile ekonomik büyüme, nüfus, enerji yoğunluğu, sanayi ve hizmet sektörü arasındaki ilişkiyi 2006-2015 yılları arasındaki dönemde Brezilya'nın 27 eyaleti için incelemişlerdir. Ülke içerisindeki bölgesel farklılıkları tespit edebilmek üzere yapılan çalışma sonucunda zengin ve düşük gelirli bölgelerde ekonomik büyüme ve nüfusun çevre kirliliği üzerinde pozitif etki yarattığı belirlenmiştir. Ayrıca Brezilya'da enerji yoğunluğundaki artışın çevre kirliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Zhao ve diğerleri (2022) Çin'in 30 ilinde 2000-2018 yılları arasındaki dönemde Hanehalkı CO<sub>2</sub> (HECs) emisyonlarını STIRPAT modelini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmada tüm illerde çevre kirliliğinin artış eğiliminde olduğu ve Guandong, Shandong ve Hebei illerinin en çok çevre kirliliğine neden olan iller olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada Şanghai ve Gansu haricindeki illerde kentleşme ve nüfusun çevre kirliliği üzerinde pozitif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada özellikle ülkedeki ulusal hanehalkı CO<sub>2</sub> emisyonlarının %40'mın Guandong, Jiangsu, Hebei, Henan, Zhejiang ve Anhui illeri tarafından kaynaklandığı ve bu illere yönelik uygulanacak çevre kirliliğini azaltıcı politikaların ulusal anlamda önemli olduğu değerlendirilmiştir.

STIRPAT modeli kullanarak çevre kirliliği üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar özet olarak değerlendirildiğinde ekonomik büyüme ve nüfus ve kentleşmenin çevre kirliliğini pozitif etkilediği (York vd., 2003; Hayden & Shandra, 2009; Jia vd., 2009; Liddle & Lung, 2010; Bozkurt & Okumuş, 2015; Ohlan, 2015; Destek vd., 2016, Zoundi, 2016; Destek & Aydın, 2021) görülmektedir. Buna karşılık çevre kirliliği üzerinde nüfusun (Toğdağ vd., 2020) ve kentleşmenin (Jia vd., 2009) negatif olduğunu gösteren çalışmalarda bulunmaktadır. İncelenen çalışmalarda genel olarak çalışmaların gelişmiş ülkeler üzerine yoğunlaştığı (Okumuş vd., 2021; Liddle & Lugn, 2010; Iwata vd., 2012; Apergis & Ozturk, 2014; Shafiei & Salim, 2014; Dogan & Lotz, 2020; Wu vd., 2021) görülmekte ve farklı ülke gruplarının birlikte ele alındığı (York vd., 2003; Toğdağ vd., 2020) az sayıda çalışma bulunmaktadır. Son olarak çalışmamızla fikir olarak benzerlik gösteren Hayden ve Shandra (2009) alışmasının 19 yüksek gelirli, 22 orta gelirli ve 4 düşük gelirli ülke üzerinde yapıldığı görülmektedir. Bu doğrultuda çalışmada 27 yüksek gelirli, 24 üst orta gelirli ve 21 düşük orta gelirli ülke olmak üzere farklı gelire sahip ülkelerde çevre kirliliği üzerinde etkili olan faktörler belirlenecek ve Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi sınanacaktır.

#### 4. VERİ, MODEL VE YÖNTEM

Çevresel bozulmalar ile ekonomik ve sosyal faktörler arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde, Ehrlich ve Holdren (1971) tarafından geliştirilmiş olan IPAT modelini temel alan ampirik çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Ehrlich ve Holden (1971) tarafından oluşturulan IPAT şu şekilde oluşmaktadır.

$$I=P \times A \times T \quad (1)$$

Denklem 1'de bulunan değişkenlerden I, çevresel bozulmayı; P, nüfusu; A, ekonomik büyümeyi ve T değişkeni de teknoloji seviyesini ya da enerji tüketimini ve enerji etkinliğini temsil etmektedir. Modele çevresel bozulmaya etki eden faktörlerin birbirleriyle olan ilişkisinin dahil

edilmesi avantaj olarak değerlendirilmesine karşılık modeldeki değişkenlerin oransal olarak eşit etkiye sahip olduğu varsayımı eleştirilmiştir. Bu doğrultuda IPAT modeline yönelik eleştiriler göz önüne alınmış ve Dietz ve Rosa (1994) tarafından revize edilerek STIRPAT modeline dönüştürülmüştür. Model şu şekilde formüle edilmektedir (Destek, 2018; Aras, 2022).

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i \quad (2)$$

Denklem 2’de I, A, P ve T, değişkenleri IPAT modeli ile aynı etkiye sahiptir ve i, bireysel birimi, a, sabit terimi, b, nüfusun, c, refahın ve d teknolojinin parametrelerini e ise hata terimini ifade etmektedir. Çalışmada denklem 2’de yapılan düzenlemeler sonucunda oluşturulan ampirik model şu şekildedir;

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{PCit} + \beta_2 \ln GDP_{PCKit} + \beta_3 \ln URB_{it} + \beta_4 \ln EI_{it} + \vartheta_t \quad (3)$$

Modelde bulunan  $\ln CO_2$ , çevresel bozulmayı temsil eden karbon emisyonunun doğal logaritmasını,  $\ln GDP_{PC}$ , ekonomik büyümeyi temsilen kullanılan kişi başına düşen reel GSYH’nın doğal logaritmasını,  $\ln GDP_{PCK}$ , kişi başına düşen reel GSYH’nın doğal logaritmasının karesini,  $\ln URB$ , kentleşmeyi temsilen toplam nüfusun içerisindeki kent nüfusunun payının,  $\ln EI$ , ise STIRPAT modelinde bulunan teknolojik gelişimi temsilen modele dahil edilen enerji yoğunluğu değişkeninin doğal logaritmasını ve  $\vartheta_t$  hata terimini ifade etmektedir. Modelde kullanılan karbon emisyonu ( $CO_2$ ) değişkeni ve ekonomik büyüme değişkeni ( $GDP_{PC}$ ) kişi başı formda, kentleşme değişkeni ( $URB$ ) kent nüfusunun toplam nüfusa oranlanması şeklinde, enerji yoğunluğu değişkeni ( $EI$ ) bir birim GSYH üretmek için kullanılan enerji birimi şeklinde Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmada, Birleşmiş Milletler tarafından yapılan sınıflandırma kapsamında 27 yüksek gelirli, 24 üst orta ve 21 düşük orta gelirli olmak üzere toplam 72 ülke de (ülke listesi EK 1’de yer almaktadır) enerji yoğunluğu verilerinin 2014 yılına kadar olması nedeniyle gözlem aralığı 1990-2014 yılları olarak seçilmiştir.

Çalışmada çevresel bozulmayı etkileyen değişkenler ve çevresel bozulma arasındaki uzun dönemli ilişki etkileri FMOLS (2000) (Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi) ve DOLS (2001) (Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi) katsayı tahminci testleri ile analiz edilmiştir. Son olarak çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin (2012) nedensellik testi ile incelenmiştir.

Değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisinin analizinde sıklıkla kullanılan Pedroni, (2000) tarafından geliştirilen FMOLS tahmincisi, eşbütünlüşme denklem ve stokastik şokların uzun dönem korelasyonunun neden olduğu problemlerden kaçınmak üzere bağımsız değişkenlerle hata terimi arasındaki içsellik ilişkisiyle hata terimleri arasındaki otokorelasyon sorununu dikkate alan yarı-parametrik bir düzeltme yöntemi kullanılmaktadır (Akt. Küçükaksoy vd., 2015). FMOLS eşbütünlüşme testine ait denklem şu şekildedir;

$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = (\sum_{t=1}^T Z_t Z_t')^{-1} (\sum_{t=1}^T Z_t Y_t' - T[\lambda_1^+ 0^2]) \quad (4)$$

Denklem 4’te bulunan  $Z_t = (X_t', D_t')$ ’dir. FMOLS yönteminde otokorelasyon problemi yaratan parametrede kernel tahmincisi kullanılarak bu sorun giderilmektedir (Pata, 2019).

Pedroni (2001) tarafından önerilen grup ortalama panel DOLS tahmincisi regresyon tahmin denklemi şu şekildedir;

$$\gamma_{it} = \alpha_i + \beta \chi_{it} + \sum_{k=-K_1}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta x_{it} + \mu_{it} \quad (5)$$

Bu denklemde 5’de  $-K_1$  ve  $K_i$  öncül gecikme sayılarını göstermektedir. Paneli oluşturan yatay kesitler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı kabul edilen bu modelde panel eşbütünlüşme vektörü elde edilirken ilk olarak denklem 6’daki model her bir yatay kesit için tahmin edilmektedir.

$$\chi_{it} = \chi_{it-1} + e_{it} \quad (6)$$

Burada FMOLS'da olduğu gibi panel DOLS tahmincisinde de Newey-West yöntemi kullanılmaktadır. Sonraki aşamada her bir yatay kesite ait DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayılarının aritmetik ortalaması alınmakta ve panel eşbütünleşme katsayısı şu şekilde oluşmaktadır.

$$\hat{\beta}_{GD}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta^* D_i \quad (7)$$

Bu denklemde  $\hat{\beta}_{GD}^*$  her bir yatay kesit için DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayısı gösterirken grup ortalama panel DOLS tahmincilerine ait t-istatistikleri de şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$t_{\hat{\beta}_D^*} = N^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N t_{\hat{\beta}_{D,i}^*} \quad (8)$$

Burada ise  $t_{\hat{\beta}_D^*}$  her bir yatay kesit için DOLS tahmincisinden elde edilen eşbütünleşme katsayısına ilişkin t-istatistiğini göstermektedir (Nazlıoğlu, 2010: 99; Akt. Gülmez, 2015: 25).

Eşbütünleşme ilişkisi ve yönü tespit edildikten sonra değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi kullanılmıştır. Dumitrescu Hurlin nedensellik testi heterojen panellerde,  $N > T$  ya da  $T > N$  olduğu durumlarda doğru sonuçlar sunabilmektedir (Dumitrescu & Hurlin 2012: 1451).

Değişkenler arasındaki ilişkinin incelenebilmesi için değişkenlerin durağan olması gereken testin X ve Y arasındaki nedensellik ilişkisini test ettiği doğrusal model şu şekildedir.

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} X_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Modelde bulunan K optimum gecikme sayısını belirtmektedir. Testin sıfır hipotezi incelenen değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmadığını, alternatif hipotez ise nedensellik ilişkisinin olduğunu ifade etmektedir.

## 5. AMPİRİK BULGULAR

Çalışma da oluşturulan modelde bulunan değişkenlere ait tanımlayıcı değişkenler Tablo 1'de görülmektedir. Tablo 1 incelendiğinde karbon emisyonu ( $CO_2$ ) değişkenine ait panel ortalamasının yüksek geliri ülkelerde -1.142, üst orta gelirli ülkelerde -0.781 ve düşük orta gelirli ülkelerde -0.985 olduğu görülmektedir. Ekonomik büyüme (GDPPC) değişkenine ait panel ortalamasının ise yüksek, üst orta ve düşük orta gelirli ülke olmak üzere sırasıyla 10.397, 8.548 ve 7.067 dolar olduğu tespit edilmektedir. lke gruplarına ait diğer tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmaktadır

**Tablo 1:** Değişkenlere ait Tanımlayıcı İstatistikler

Yüksek Gelirli lkeler					
	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
Ortalama	-1.142	10.397	108.439	4.353	1.974
Medyan	-1.190	10.494	110.119	4.364	2.008
Maksimum	0.661	11.626	135.163	4.605	3.042
Minimum	-2.855	8.614	74.208	3.869	0.806
Std. Hata	0.599	0.574	11.767	0.135	0.383
Çarpıklık	0.116	-0.576	-0.402	-0.707	-0.265
Basıklık	3.442	3.415	3.195	3.840	2.857
Gözlem Sayısı	675	675	675	675	675
Üst Orta Gelirli lkeler					
	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
Ortalama	-0.781	8.548	73.315	4.113	2.058
Medyan	-0.823	8.558	73.254	4.144	2.099
Maksimum	0.749	9.499	90.231	4.514	3.054
Minimum	-2.127	6.592	43.455	3.274	0.247
Std. Hata	0.609	0.485	8.142	0.266	0.451
Çarpıklık	0.317	-0.670	-0.475	-0.705	-0.832
Basıklık	2.616	3.773	3.266	3.021	3.950
Gözlem Sayısı	600	600	600	600	600

**Tablo 1 (Devamı):** Değişkenlere ait Tanımlayıcı İstatistikler

Düşük Orta Gelirli Ülkeler					
	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
Ortalama	-0.985	7.067	50.410	3.610	1.738
Medyan	-1.039	7.100	50.423	3.692	1.783
Maksimum	1.429	8.455	71.500	4.251	3.103
Minimum	-3.019	5.286	27.944	2.180	0.382
Std. Hata	0.776	0.675	9.493	0.448	0.512
Çarpıklık	0.204	-0.162	0.065	-0.630	-0.333
Basıklık	3.457	2.626	2.548	2.717	2.968
Gözlem Sayısı	525	525	525	525	525

Zaman serisi ve panel veri analizlerinde ilk olarak yapılması gereken serilerin birim köklü olup olmadıklarının test edilmesidir. Bu çalışmada serilerin durağanlığı her üç ülke grubu için Im ve diğerleri (2003), Levin ve diğerleri (2002), Fisher ADF ve Fisher PP (1999, 2001) panel birim kök testleri için analiz edilmiştir. Yüksek gelirli ülkeler için elde edilen sonuçlar Tablo 2’de görülmektedir. Tablo 2’de görülen bilgiler IPS, LLC ve Fisher ADF ve PP panel birim kök testi sonuçlarına göre düzeyde sadece lnCO<sub>2</sub> değişkeninin durağan olduğu görülmektedir. lnEI değişkeninin ise Fisher PP birim kök testi haricindeki test sonuçlarında durağan olduğu görülmektedir. Analizlere devam edilebilmesi için tüm değişkenlerin durağan olması gerekliliği nedeniyle fark işlemi uygulanmış ve değişkenlerinin hepsinin tüm birim kök testlerinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 2:** Yüksek Gelirli Ülkeler için Panel Birim Kök Test Sonuçları

Düzye – Sabit ve Trendli Terim					
Değişkenler	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
<b>Panel Birim Kök Testleri</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>
IPS	-1.936 <sup>b</sup> [0.026]	3.237 [0.999]	2.962 [0.998]	4.426 [0.000]	-1.988 <sup>b</sup> [0.023]
LLC	-1.916 <sup>b</sup> [0.027]	1.687 [0.954]	1.817 [0.965]	-0.029 [0.488]	-2.298 <sup>b</sup> [0.010]
Fisher ADF-Chi-square	84.518 <sup>a</sup> [0.000]	43.704 [0.840]	46.135 [0.767]	32.620 [0.983]	78.446 <sup>b</sup> [0.016]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-1.935 <sup>b</sup> [0.026]	3.452 [0.999]	3.209 [0.999]	4.625 [1.000]	-1.773 <sup>b</sup> [0.038]
Fisher PP -Chi-square	106.698 <sup>a</sup> [0.000]	40.623 [0.919]	41.836 [0.886]	261.149 <sup>a</sup> [0.000]	70.177 <sup>c</sup> [0.068]
Fisher PP -Choi -Z-St.	-2.482 <sup>a</sup> [0.006]	4.297 [1.000]	4.196 [1.000]	3.188 [0.999]	-0.878 [0.189]
<b>Panel Birim Kök Testleri</b>	<b>Fark Değerleri – Sabit ve Trendli Terim</b>				
	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>t-istatistiği</b>
IPS	-18.203 <sup>a</sup> [0.000]	-11.938 <sup>a</sup> [0.000]	-11.896 <sup>a</sup> [0.000]	-9.153 <sup>a</sup> [0.000]	-16.811 <sup>a</sup> [0.000]
LLC	-14.531 <sup>a</sup> [0.000]	-12.261 <sup>a</sup> [0.000]	-12.177 <sup>a</sup> [0.000]	-7.695 <sup>a</sup> [0.000]	-16.814 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF-Chi-square	345.867 <sup>a</sup> [0.000]	228.087 <sup>a</sup> [0.000]	227.175 <sup>a</sup> [0.000]	207.813 <sup>a</sup> [0.000]	319.676 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-14.716 <sup>a</sup> [0.000]	-10.460 <sup>a</sup> [0.000]	-10.450 <sup>a</sup> [0.000]	-6.846 <sup>a</sup> [0.000]	-13.682 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP -Chi-square	870.077 <sup>a</sup> [0.000]	377.549 <sup>a</sup> [0.000]	373.368 <sup>a</sup> [0.000]	486.223 <sup>a</sup> [0.000]	833.452 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP -Choi -Z-St.	-22.104 <sup>a</sup> [0.000]	-12.651 <sup>a</sup> [0.000]	-12.627 <sup>a</sup> [0.000]	-10.668 <sup>a</sup> [0.000]	-22.167 <sup>a</sup> [0.000]

**Not:** [ ] , köşeli parantez içerisindeki veriler olasılık değerlerini göstermektedir. “a” , “b” , “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Üst orta gelirli ülke grubuna ait birim kök testi sonuçlarının bulunduğu Tablo 3 incelendiğinde lnGDPPC, lnGDPPCK ve lnURB serilerinin düzeyde IPS ve Fisher ADF birim kök testi sonuçlarına göre durağan olduğu, lnEI serisinin ise her üç birim kök testi sonuçlarında birim köklü olduğu görülmektedir. Fark işlemi uygulandığında ise tüm serilere ait sonuçların %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu sonucu elde edilmektedir.



**Tablo 3:** Üst Orta Gelirli Ülkeler için Panel Birim Kök Test Sonuçları

Düzye – Sabit ve Trendli Terim					
Değişkenler	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
Panel Birim Kök Testleri	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği
IPS	-0.647 [0.258]	-2.620 <sup>a</sup> [0.000]	-2.260 <sup>b</sup> [0.011]	-2.019 <sup>b</sup> [0.021]	0.909 [0.818]
LLC	-1.984 <sup>b</sup> [0.023]	-0.801 [0.211]	-1.333 <sup>c</sup> [0.091]	-5.504 <sup>a</sup> [0.000]	0.555 [0.710]
Fisher ADF-Chi-square	56.557 [0.185]	87.258 <sup>a</sup> [0.000]	82.817 <sup>a</sup> [0.001]	92.635 <sup>a</sup> [0.000]	34.282 [0.932]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-0.555 [0.289]	-2.046 <sup>b</sup> [0.020]	-1.797 <sup>b</sup> [0.036]	-1.462 <sup>c</sup> [0.071]	0.943 [0.827]
Fisher PP -Chi-square	42.706 [0.688]	65.393 <sup>b</sup> [0.048]	63.253 <sup>c</sup> [0.069]	62.541 <sup>c</sup> [0.077]	37.627 [0.859]
Fisher PP –Choi -Z-St.	0.629 [0.735]	-0.686 [0.246]	-0.375 [0.353]	1.697 [0.955]	0.752 [0.774]
Fark Değerleri – Sabit ve Trendli Terim					
Panel Birim Kök Testleri	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği
IPS	-14.262 <sup>a</sup> [0.000]	-11.567 <sup>a</sup> [0.000]	-11.901 <sup>a</sup> [0.000]	-1.407 <sup>c</sup> [0.079]	-15.443 <sup>a</sup> [0.000]
LLC	-14.514 <sup>a</sup> [0.000]	-11.681 <sup>a</sup> [0.000]	-11.956 <sup>a</sup> [0.000]	-2.487 <sup>a</sup> [0.006]	-16.004 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF-Chi-square	250.502 <sup>a</sup> [0.000]	207.645 <sup>a</sup> [0.000]	211.551 <sup>a</sup> [0.000]	82.650 <sup>a</sup> [0.001]	271.279 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-12.045 <sup>a</sup> [0.000]	-10.004 <sup>a</sup> [0.000]	-10.320 <sup>a</sup> [0.000]	-0.291 [0.385]	-12.852 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP -Chi-square	468.909 <sup>a</sup> [0.000]	586.755 <sup>a</sup> [0.000]	577.787 <sup>a</sup> [0.000]	345.806 <sup>a</sup> [0.000]	330.034 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP –Choi -Z-St.	-15.858 <sup>a</sup> [0.000]	-14.543 <sup>a</sup> [0.000]	-14.399 <sup>a</sup> [0.000]	-3.808 <sup>a</sup> [0.000]	-14.336 <sup>a</sup> [0.000]

Not: [ ] , köşeli parantez içerisindeki veriler olasılık değerlerini göstermektedir. “a” , “b” , “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Düşük orta gelirli ülke grubu, panel birim kök testi sonuçları ise Tablo 4’de sunulmaktadır. Her üç birim kök testi sonuçları incelendiğinde, düzeyde IPS birim kök testi sonuçlarına göre lnGDPPC serisinin durağan olduğu, LLC birim kök testi sonuçlarına göre lnCO<sub>2</sub>, lnGDPPC ve lnGDPPCK serilerinin durağan olduğu, Fisher ADF birim kök testine sonuçlarına göre lnGDPPCK ve lnURB serilerinin durağan olduğu görülmektedir. Serilerin farkı alındığında 1. Fark düzeyinde tüm serilerin IPS, LLC ve Fisher ADF ve PP birim kök testlerine göre durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 4:** Düşük Orta Gelirli Ülkeler için Panel Birim Kök Test Sonuçları

Düzye – Sabit ve Trendli Terim					
Değişkenler	lnCO <sub>2</sub>	lnGDPPC	lnGDPPCK	lnURB	lnEI
Panel Birim Kök Testleri	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği
IPS	-1.206 [0.113]	-0.368 <sup>a</sup> [0.356]	0.166 [0.566]	0.608 [0.728]	1.365 [0.913]
LLC	-1.977 <sup>b</sup> [0.024]	-3.361 <sup>a</sup> [0.000]	-2.858 <sup>a</sup> [0.002]	-0.690 [0.244]	0.673 [0.749]
Fisher ADF-Chi-square	52.014 [0.138]	64.826 [0.539]	59.765 <sup>b</sup> [0.037]	72.691 <sup>a</sup> [0.002]	36.350 [0.716]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-1.043 [0.148]	0.098 [0.539]	0.551 [0.709]	0.564 [0.713]	1.602 [0.945]
Fisher PP -Chi-square	37.598 [0.664]	54.169 <sup>c</sup> [0.098]	52.224 [0.134]	58.768 <sup>b</sup> [0.044]	33.261 [0.830]
Fisher PP –Choi -Z-St.	0.057 [0.522]	-0.769 [0.779]	1.263 [0.896]	4.223 [1.000]	1.769 [0.961]

**Tablo 4 (Devamı):** Düşük Orta Gelirli Ülkeler için Panel Birim Kök Test Sonuçları

Panel Birim Kök Testleri	Fark Değerleri – Sabit ve Trendli Terim				
	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği	t-istatistiği
IPS	-15.255 <sup>a</sup> [0.000]	-7.674 <sup>a</sup> [0.000]	-7.489 <sup>a</sup> [0.000]	-4.603 <sup>a</sup> [0.000]	-13.797 <sup>a</sup> [0.000]
LLC	-13.051 <sup>a</sup> [0.000]	-9.880 <sup>a</sup> [0.000]	-9.630 <sup>a</sup> [0.000]	-9.676 <sup>a</sup> [0.000]	-14.753 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF-Chi-square	253.551 <sup>a</sup> [0.000]	128.965 <sup>a</sup> [0.000]	126.195 <sup>a</sup> [0.000]	333.967 <sup>a</sup> [0.000]	230.926 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher ADF- Choi-Z-St.	-12.337 <sup>a</sup> [0.000]	-7.153 <sup>a</sup> [0.000]	-7.003 <sup>a</sup> [0.000]	-1.912 <sup>b</sup> [0.027]	-11.153 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP -Chi-square	817.403 <sup>a</sup> [0.000]	150.523 <sup>a</sup> [0.000]	148.493 <sup>a</sup> [0.000]	318.936 <sup>a</sup> [0.000]	481.699 <sup>a</sup> [0.000]
Fisher PP -Choi -Z-St.	-19.839 <sup>a</sup> [0.000]	-7.611 <sup>a</sup> [0.000]	-7.515 <sup>a</sup> [0.000]	-2.440 <sup>a</sup> [0.007]	-13.976 <sup>a</sup> [0.000]

Not: [ ] , köşeli parantez içerisindeki veriler olasılık değerlerini göstermektedir. “a” , “b” , “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Çalışmada tüm ülke grupları için serilerin durağanlığı tespit edildikten sonra seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Pedroni (1999), Kao (1999) eşbütünleşme testleriyle sınanmıştır. Pedroni eşbütünleşme testi sonuçları birinci grup kesitiçi (within) dört, ikinci grup kesitler arası (between) üç olmak üzere toplam yedi testten oluşmaktadır. Boş hipotezi “seriler arasında eş bütünleşme yoktur” olan testlerin sonuçlarında tüm ülke gruplarında boş hipotez reddedilmektedir. Bu doğrultuda üç ülke grubu içinde CO<sub>2</sub> karbon emisyonu, ekonomik büyüme, kentleşme ve enerji yoğunluğu arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu kabul edilmektedir.

**Tablo 5:** Ülke Gruplarına göre Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Ülke Grupları	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst Orta Gelirli Ülkeler		Düşük Orta Gelirli Ülkeler	
	t-istatistiği	Ağırlıklı t-istatistiği	t-istatistiği	Ağırlıklı t-istatistiği	t-istatistiği	Ağırlıklı t-istatistiği
<b>Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi</b>						
Panel v-istatistiği	-1.285 [0.900]	-0.645 [0.740]	0.786 [0.215]	-2.196 [0.986]	0.582 [0.280]	-0.334 [0.630]
Panel rho-istatistiği	0.199 [0.579]	-0.704 [0.240]	-1.205 [0.114]	-0.771 [0.220]	-0.182 [0.426]	-0.137 [0.445]
Panel PP-istatistiği	-3.593 <sup>a</sup> [0.000]	-5.459 <sup>a</sup> [0.000]	-6.863 <sup>a</sup> [0.000]	-6.873 <sup>a</sup> [0.000]	-4.512 <sup>a</sup> [0.000]	-4.734 <sup>a</sup> [0.000]
Panel ADF-istatistiği	-1.334 <sup>c</sup> [0.091]	-6.018 <sup>a</sup> [0.000]	-7.694 <sup>a</sup> [0.000]	-7.545 <sup>a</sup> [0.000]	-4.770 <sup>a</sup> [0.000]	-4.301 <sup>a</sup> [0.000]
Grup rho-istatistiği	0.733 [0.768]		1.085 [0.861]		1.343 [0.910]	
Grup PP-istatistiği	-7.070 <sup>a</sup> [0.000]		-8.273 <sup>a</sup> [0.000]		-4.941 <sup>a</sup> [0.000]	
Grup ADF-istatistiği	-7.671 <sup>a</sup> [0.000]		-8.182 <sup>a</sup> [0.000]		-5.127 <sup>a</sup> [0.000]	
<b>Kao Panel Eşbütünleşme Testi</b>						
ADF	-3.403 <sup>a</sup> [0.000]		-5.130 <sup>a</sup> [0.000]		-2.943 <sup>a</sup> [0.001]	
Residual Varyans	0.001		0.003		0.009	
HAC Varyans	0.001		0.003		0.011	

Not: [ ] , köşeli parantez içerisindeki veriler olasılık değerlerini göstermektedir. “a” , “b” , “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Pedroni eşbütünleşme testi ile değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu sonucu elde edilmiş olup, değişkenler arasındaki ilişki Kao (1999) eşbütünleşme testi ile de incelenmiştir. Tablo 5’de bulunan sonuçlara göre Kao eşbütünleşme testine göre de değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu görülmektedir.

Eşbütünleşme testlerinin uygulanmasının ardından bu ilişkinin katsayılarını tahmin edebilmek üzere FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılmıştır. Üç ülke grubu için FMOLS ve DOLS yöntemleri atı sonuçlar Tablo 6’ da görülmektedir. Elde edilen FMOLS sonuçlarında yüksek ve üst orta gelirli ülkelerde Çevresel Kuznets Hipotezinin geçerliği olduğu, düşük orta gelirli ülkelerde ise geçerli

olmadığı tespit edilmektedir. Bu sonuçlara ek olarak çevre kirliliği üzerinde kentleşmenin pozitif, enerji yoğunluğunun negatif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 6:** Ülke Gruplarına göre FMOLS ve DOLS Katsayı Tahmincisi Sonuçları

Model	$\ln CO2_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{PCit} + \beta_2 \ln GDP_{PCKit} + \beta_3 \ln URB + \beta_4 \ln EI + \vartheta_t$					
	Panel FMOLS			Panel DOLS		
Değişkenler	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Orta Gelirli Ülkeler	Yüksek Gelirli Ülkeler	Üst Orta Gelirli Ülkeler	Düşük Orta Gelirli Ülkeler
	Katsayı	Katsayı	Katsayı	Katsayı	Katsayı	Katsayı
lnGDP <sub>PC</sub>	0.054 [0.000]	1.080 <sup>a</sup> [0.000]	-0.762 [0.277]	3.417 <sup>a</sup> [0.000]	6.552 <sup>a</sup> [0.000]	4.514 <sup>c</sup> [0.088]
lnGDP <sub>PCK</sub>	-0.057 <sup>a</sup> [0.000]	-0.104 <sup>a</sup> [0.000]	0.049 [0.325]	-0.163 <sup>a</sup> [0.000]	-0.366 <sup>a</sup> [0.000]	-0.262 [0.149]
lnURB	1.332 <sup>a</sup> [0.000]	0.524 <sup>a</sup> [0.000]	1.115 <sup>a</sup> [0.000]	0.628 <sup>a</sup> [0.001]	-1.067 <sup>b</sup> [0.039]	2.216 <sup>a</sup> [0.000]
lnEI	-0.555 <sup>a</sup> [0.000]	-0.738 <sup>a</sup> [0.000]	-0.324 <sup>b</sup> [0.021]	-0.605 <sup>a</sup> [0.000]	-0.561 <sup>a</sup> [0.000]	-0.952 <sup>a</sup> [0.000]

Not: [ ], köşeli parantez içerisindeki veriler olasılık değerlerini göstermektedir. “a”, “b”, “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Tablo 6’da bulunan DOLS yöntemine ait sonuçların, FMOLS yöntemiyle elde edilen sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmektedir. Buna göre yüksek ve üst orta gelirli ülkelerde Çevresel Kuznets Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Analiz sonucunda kentleşmenin çevre üzerindeki etkisi yüksek ve düşük orta gelirli ülkelerde pozitif iken, üst orta gelirli ülkelerde negatif olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular tüm ülke gruplarında enerji yoğunluğunun çevre kirliliği üzerindeki etkisinin negatif olduğu yönündedir.

**Tablo 7:** Yüksek Gelirli Ülkeler için Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Yüksek Gelirli Ülkeler			
Boş Hipotez	W-istatistiği	Z-Bar istatistiği	Olasılık
GDPPC, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	4.791 <sup>a</sup>	5.175	0.000
CO <sub>2</sub> , GDPPC'nin nedenseli değildir.	3.025	1.579	0.114
GDPPCK, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	4.774 <sup>a</sup>	5.142	0.000
CO <sub>2</sub> , GDPPCK'nin nedenseli değildir.	3.013	1.555	0.119
URB, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	5.313 <sup>a</sup>	6.239	0.000
CO <sub>2</sub> , URB'nin nedenseli değildir.	3.417 <sup>a</sup>	4.861	0.000
EI, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	6.016 <sup>a</sup>	7.671	0.000
CO <sub>2</sub> , EI'nin nedenseli değildir.	4.636 <sup>a</sup>	4.861 <sup>a</sup>	0.000

Not: “a”, “b”, “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Çalışmada oluşturulan modelde bulunan değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu Hurlin (2012) tarafından geliştirilmiş yöntem ile analiz edilmiştir. Bu yöntemin heterojenliği göz önünde bulundurulması ve hem zaman boyutunun yatay kesit boyutundan hem de yatak kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olduğu durumda kullanılması gibi önemli avantajları bulunmaktadır. Bu doğrultuda yapılan nedensellik analizlerine ait sonuçlar Tablo 7, 8 ve 9’da sunulmaktadır. Tablo 7’de bulunan Yüksek Gelirli ülke grubuna ait sonuçlarda ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Kentleşme ve enerji yoğunluğu ile karbon emisyonu arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucu elde edilmiştir.

**Tablo 8:** Üst Orta Gelirli Ülkeler için Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Üst Orta Gelirli Ülkeler			
Boş Hipotez	W-istatistiği	Z-Bar istatistiği	Olasılık
GDPPC, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	5.706 <sup>a</sup>	6.636	0.000
CO <sub>2</sub> , GDPPC'nin nedenseli değildir.	3.955 <sup>a</sup>	3.275	0.001
GDPPCK, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	5.719 <sup>a</sup>	6.661	0.000
CO <sub>2</sub> , GDPPCK'nin nedenseli değildir.	3.888 <sup>a</sup>	3.146	0.001
URB, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	6.502 <sup>a</sup>	8.166	0.000
CO <sub>2</sub> , URB'nin nedenseli değildir.	5.474 <sup>a</sup>	6.192	0.000
EI, CO <sub>2</sub> 'nin nedenseli değildir.	5.931 <sup>a</sup>	7.069	0.000
CO <sub>2</sub> , EI'nin nedenseli değildir.	4.075 <sup>a</sup>	3.504	0.005

Not: “a”, “b”, “c” ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Üst orta gelirli ülkelere ait sonuçlar incelendiğinde ekonomik büyüme, kentleşme ve enerji yoğunluğu ile karbon emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

**Tablo 9:** Düşük Orta Gelirli Ülkeler için Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Boş Hipotez	Düşük Orta Gelirli Ülkeler		Olasılık
	W-istatistiği	Z-Bar istatistiği	
GDPPC, CO2'nin nedenseli değildir.	5.136 <sup>a</sup>	5.185	0.000
CO2, GDPPC'nin nedenseli değildir.	3.316 <sup>c</sup>	1.915	0.055
GDPPCK, CO2'nin nedenseli değildir.	5.150 <sup>a</sup>	5.210	0.000
CO2, GDPPCK'nin nedenseli değildir.	3.272 <sup>c</sup>	1.836	0.066
URB, CO2'nin nedenseli değildir.	6.475 <sup>a</sup>	7.590	0.000
CO2, URB'nin nedenseli değildir.	4.468 <sup>a</sup>	3.984	0.000
EI, CO2'nin nedenseli değildir.	5.074 <sup>a</sup>	5.073	0.000
CO2, EI'nin nedenseli değildir.	2.886	1.143	0.252

Not: "a", "b", "c" ise sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerini temsil etmektedir.

Tablo 9'da bulunan düşük orta gelirli ülke grubu sonuçlarında ekonomik büyüme ile karbon emisyonu ve kentleşme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmektedir. Buna karşılık enerji yoğunluğu ile karbon emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisinin tek yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Küresel olarak canlıların yaşamlarını tehdit eden sorunlardan en önemlisi çevresel bozulmalardır. Yaşanan iklim değişikliklerinin en önemli nedenleri arasında ekonomik büyüme, hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, sanayileşme yer almaktadır. Nüfus artışı, kentleşme ve sanayi üretimindeki hızlı artış enerji tüketimini artırmakta, enerji tüketimi ise çevresel bozulmayı hızlandırmaktadır. Bu nedenle son yıllarda sürdürülebilir ekonomik büyüme hedefleri kapsamında iktisadi büyüme ve çevre ilişkisi çok sayıda çalışmaya konu olmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde ÇKE kapsamında araştırmacıların bir bölümünün gelişmiş ülkeler üzerinde yoğunlaştığı, diğer bölümünün ise gelişmekte olan ülkeler kapsamında konuyu araştırdıkları görülmektedir.

Çalışmada farklı gelir düzeylerindeki ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin geçerliliği STIRPAT çevre modeli temel alınarak incelenmiştir. Çalışma 27 yüksek gelirli ülke, 24 yüksek orta gelirli ülke ve 21 düşük orta gelirli ülke olmak üzere 72 ülkenin birlikte değerlendirilmesi ve STIRPAT çevre modelinin kullanılması sebebiyle farklılaşmaktadır. Çalışmada ayrıca enerji tüketimi değişkeni olarak enerji yoğunluğu kullanılması diğer bir farklılık olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada ülkelerin büyük bölümü için enerji yoğunluğu verisinin 2014 yılına kadar olması nedeniyle çalışma dönemi 1990-2014 olarak seçilmiştir. Çalışmada ilk olarak serilerin durağanlığı IPS, LLC ve Fisher panel birim kök testleri ile incelenmiş ve serilerin birinci farkta durağan oldukları tespit edilmiştir. Durağan olduğu tespit edilen seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Pedroni ve Kao eşbütünleşme yöntemleriyle incelenmiştir. Serilere ait eşbütünleşme katsayısı ise FMOLS ve DOLS yöntemleriyle araştırılmıştır. FMOLS ve DOLS yöntemlerine ait sonuçlar incelendiğinde yüksek ve yüksek orta gelirli ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliği olduğu, düşük orta gelirli ülkelerde ise geçerli olmadığı görülmektedir. Elde edilen diğer bulgular kentleşmenin karbon salımını pozitif, enerji yoğunluğunun ise negatif etkilediği yönündedir. Çalışma da oluşturulan model kapsamındaki değişkenler arasında nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik yöntemi ile analiz edilmiştir. Nedensellik analizleri sonucunda yüksek gelirli ülkelerde ekonomik büyümeden karbon salımına doğru tek yönlü, yüksek orta ve düşük orta gelirli ülkelerde ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen diğer sonuçlarda kentleşme ile karbon salımını arasındaki nedensellik ilişkisinin tüm ülke gruplarında çift yönlü olduğu, enerji yoğunluğu ile karbon salımını arasındaki nedensellik ilişkisinin yüksek ve yüksek orta gelirli ülkelerde çift yönlü, düşük orta gelirli ülkelerde tek yönlü olduğu görülmüştür.

Elde edilen bulgular yüksek ve yüksek orta gelirli ülkelerde çevresel bozulmaların azaltıldığı döneme ulaştığını göstermektedir. Bu olumlu sonuçların devam etmesi için teknolojik yenilik hızlandırılmalı ve yeni teknolojilerin, yeni süreçlerin, yeni enerji ve temiz üretim teknolojileri

araştırılmalı ve geliştirilmelidir. Diğer taraftan enerji yoğunluğunun yüksek ve yüksek orta gelirli ülkelerde evre üzerinde negatif, düşük orta gelirli ülkelerde pozitif etkilidir. Elde edilen bu sonuç, Wu ve diğerleri (2021) alışmasıyla uyumlu olup, enerji tüketim yapısının optimize edilmesinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle az gelişmiş bölgelerde yenilenebilir enerji tüketime teşvik edilmeli ve kamu, düşük karbonlu teknolojiler için araştırma, geliştirme ve ticarileştirme konularında destekler sunmalıdır. Son olarak analiz sonuçlarında tüm ülke gruplarında kentleşmenin evre kirliliği üzerinde önemli bir etken olduğunu görülmektedir. Bu doğrultuda ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerine ulaşırken kentleşmenin planlı yapılması ve evre dostu uygulamaların teşvik etmesi gerekmektedir. Yaşam kalitesini artırmak için kırsal kesimden nispi olarak daha zengin bölgelere göç edilmesi kentleşmeyi ve buna bağlı olarak karbon salınımını artırmaktadır. Bu doğrultuda kırsal alanlarda donatı alanlarının oluşturulması, kırsal kesimdeki eksiklerin giderilmesi g etmeleri önleyecek ve evre üzerinde olumlu etki sağlayacaktır. Ayrıca kırsal alanlardaki istihdam eksiliğinin giderilmesi de kırsal alanlardan g edilmesinin engellemesinde yarar sağlayacaktır. Kentsel alanlarda enerji tüketiminin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirilmesi, atıkların dönüştürülmesi gibi uygulamalar da teşvik kapsamında değerlendirilmelidir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler olarak kabul edilen st ve düşük orta gelirli ülkelerde ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyecek şekilde çevreyi kirleten faaliyetlerin engellenmesi amacıyla cezalar getirilmeli, evre dostu teknolojiler ise vergi ve finansman avantajlarıyla desteklenmelidir. Enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılmalı ve bu enerji kaynaklarında meydana gelen arz değişimleri kontrol altına alınarak enerji güvenliği sağlanmalıdır.

---

**Etik Beyan:** Bu alışmada “Etik Kurul” izini alınmasını gerektiren bir yöntem kullanılmamıştır.

**Ethics Statement:** In this study, no method requiring the permission of the “Ethics Committee” was used.

---

## KAYNAKA

- Acaravci, A., & Erdogan, S. (2016). The convergence behavior of CO2 emissions in seven regions under multiple structural breaks. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3), 575-580. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/361656>
- Adams, S., Boateng, E., & Acheampong, A. O. (2020). Transport energy consumption and environmental quality: Does urbanization matter?. *Science of The Total Environment*, 744, 140617. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140617>
- Adedoyin, F. F., Erum, N., & Bekun, F. V. (2021). How does institutional quality moderates the impact of tourism on economic growth? Startling evidence from high earners and tourism-dependent economies. *Tourism Economics*, XX(X), 1-22. <https://doi.org/10.1177/1354816621993627>
- Adedoyin, F. F., & Zakari, A. (2020). Energy consumption, economic expansion, and CO2 emission in the UK: The role of economic policy uncertainty. *Science of the Total Environment*, 738, 140014. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140014>
- Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.004>
- Al-Mulali, U., Saboori, B., & Ozturk, I. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam. *Energy policy*, 76, 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>
- Apergis, N., & Ozturk, I. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological indicators*, 52, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.026>
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). CO2 emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.048>

- Aras, G. (2022). *Türkiye’de ekolojik ayak izi dinamiklerinin STIRPAT modeli kapsamında analizi* (Yayın No. 707530) [Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi] Yükseköğretim Kurumu Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Aslan, A., Destek, M. A., & Okumus, I. (2018). Bootstrap rolling window estimation approach to analysis of the Environment Kuznets Curve hypothesis: evidence from the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(3), 2402-2408. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0548-3>
- Boutabba, M. A. (2014). The impact of financial development, income, energy and trade on carbon emissions: Evidence from the Indian economy. *Economic Modelling*, 40, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.03.005>
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2015). Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve nüfus yoğunluğunun CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkileri: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/183463>
- Cramer, J. C. (1998). Population growth and air quality in California. *Demography*, 35(1), 45-56. <https://doi.org/10.2307/3004026>
- DeHart, J. L., & Soulé, P. T. (2000). Does I=PAT work in local places?. *The Professional Geographer*, 52(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/0033-0124.00200>
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268-283. <http://esjournal.cumhuriyet.edu.tr/pub/issue/40744/452978>
- Destek, M. A., & Aydın, S. (2022). An empirical note on tourism and sustainable development nexus. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18371-9>
- Destek, M. A., Balli, E., & Manga, M. (2016). The relationship between CO<sub>2</sub> emission, energy consumption, urbanization and trade openness for selected CEECs. *Research in World Economy*, 7(1), 52-58. <https://doi.org/10.5430/rwe.v7n1p52>
- Destek, M. A., & Ozsoy, F. N. (2015). Relationships between economic growth, energy consumption, globalization, urbanization and environmental degradation in Turkey. *International Journal of Energy and Statistics*, 3(04), 1550017. <https://doi.org/10.1142/S2335680415500179>
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>
- Destek, M. A., Shahbaz, M., Okumus, I., Hammoudeh, S., & Sinha, A. (2020). The relationship between economic growth and carbon emissions in G-7 countries: Evidence from time-varying parameters with a long history. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(23), 29100-29117. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09189-y>
- Destek, M. A., & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537>
- Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: The role of ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(29), 29387-29396. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2911-4>
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1997). Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(1), 175-179. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.1.175>
- Dogan, E., & Inglesi-Lotz, R. (2020). The impact of economic structure to the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis: Evidence from European countries. *Environmental science and pollution research*, 27(11), 12717-12724. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07878-2>

- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic modelling*, 29(4), 1450-1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth: Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. *Science*, 171(3977), 1212-1217. <https://doi.org/10.1126/science.171.3977.1212>
- Erdogan, S., Okumus, I., & Guzel, A. E. (2020). Revisiting the Environmental Kuznets Curve hypothesis in OECD countries: The role of renewable, non-renewable energy, and oil prices. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(19), 23655-23663. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08520-x>
- Figueroa B, E., & Pastén C, R. (2009). Country specific environmental Kuznets curves: A random coefficient approach applied to high-income countries. *Estudios de Economía*, 36(1), 5-32. <http://hdl.handle.net/10419/66681>
- Fosten, J., Morley, B., & Taylor, T. (2012). Dynamic misspecification in the environmental Kuznets curve: Evidence from CO2 and SO2 emissions in the United Kingdom. *Ecological Economics*, 76, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.023>
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. Working Paper No. 3914. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Gülmez, A. (2015). OECD ülkelerinde ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi: Panel veri analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 18-30. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/309320>
- Gyamfi, B. A., Bein, M. A., Adedoyin, F. F., & Bekun, F. V. (2021). To what extent are pollutant emission intensified by international tourist arrivals? Starling evidence from G7 Countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01765-7>
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy policy*, 37(3), 1156-1164. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012>
- Haseeb, A., Xia, E., Baloch, M. A., & Abbas, K. (2018). Financial development, globalization, and CO2 emission in the presence of EKC: Evidence from BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(31), 31283-31296. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3034-7>
- Hayden, A., & Shandra, J. M. (2009). Hours of work and the ecological footprint of nations: An exploratory analysis. *Local Environment*, 14(6), 575-600. <https://doi.org/10.1080/13549830902904185>
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- International Energy Agency (IEA). (2021). *Assessing the effects of economic recoveries on global energy demand and CO2 emissions in 2021*. <https://www.iea.org>
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2012). Empirical study on the determinants of CO2 emissions: Evidence from OECD countries. *Applied Economics*, 44(27), 3513-3519. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.577023>
- Jalil, A., & Feridun, M. (2011). The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: A cointegration analysis. *Energy economics*, 33(2), 284-291. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China. *Energy policy*, 37(12), 5167-5172. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.044>

- Javid, M., & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets Curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.019>
- Jia, J., Deng, H., Duan, J., & Zhao, J. (2009). Analysis of the major drivers of the ecological footprint using the STIRPAT model and the PLS method-A case study in Henan Province, China. *Ecological Economics*, 68(11), 2818-2824. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.012>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.127>
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. <http://www.jstor.org/stable/1811581>
- Küçükaksoy, İ., Çifçi, İ., & Özbek, R. İ. (2015). İhracata dayalı büyüme hipotezi: Türkiye uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 691-720. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/382373>
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 108(1), 1-24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Liddle, B., & Lung, S. (2010). Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: Revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. *Population and Environment*, 31(5), 317-343. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0101-5>
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999) A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 631-652. <http://dx.doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.13>
- Nazlıoğlu, Ş. (2010). *Makro iktisat politikalarının tarım sektörü üzerindeki etkileri: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir karşılaştırma* (Yayın No. 263217) [Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi] Yükseköğretim Kurumu Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ohlan, R. (2015). The impact of population density, energy consumption, economic growth and trade openness on CO2 emissions in India. *Natural Hazards*, 79(2), 1409-1428. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1898-0>
- Okumuş, I., Guzel, A. E., & Destek, M. A. (2021). Renewable, non-renewable energy consumption and economic growth nexus in G7: Fresh evidence from CS-ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 56595-56605. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14618-7>
- 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(20), 16690-16701. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9317-6>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development*. No. 992927783402676. International Labour Organization.
- Panayotou, T. (2000). *Globalization and environment*. CID Working Paper Series.



- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.236>
- Pata, U. K. (2019). Environmental Kuznets Curve and trade openness in Turkey: Bootstrap ARDL approach with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(20), 20264-20276. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05266-z>
- Pata, U. K., & Caglar, A. E. (2021). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: Evidence from augmented ARDL approach with a structural break. *Energy*, 216, 119220. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119220>
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 653-670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- Pedroni, P. (2000). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. In B. H. Baltagi, T. B. Fomby, & R. Carter Hill (Eds.), *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels*. (Advances in Econometrics, 15, pp. 93-130). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15004-2](https://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15004-2)
- Pedroni, P. (2001). Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *Review of Economics and statistics*, 83(4), 727-731. <https://doi.org/10.1162/003465301753237803>
- Polloni-Silva, E., Silveira, N., Ferraz, D., de Mello, D. S., & Morales, H. F. (2021). The drivers of energy-related CO2 emissions in Brazil: A regional application of the STIRPAT model. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(37), 51745-51762. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14097-w>
- Rahman, M. M. (2020). Environmental degradation: The role of electricity consumption, economic growth and globalisation. *Journal of environmental management*, 253, 109742. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109742>
- Rasool, H., Maqbool, S., & Tarique, M. (2021). The relationship between tourism and economic growth among BRICS countries: A panel cointegration analysis. *Future Business Journal*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s43093-020-00048-3>
- Salahuddin, M., Gow, J., & Ozturk, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-326. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.005>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.118>
- Shafiei, S., & Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO2 emissions in OECD countries: A comparative analysis. *Energy policy*, 66, 547-556. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.064>
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: Time-series and cross-country evidence* (Vol. 904). World Bank Publications.
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO2 emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109-121. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.009>
- Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H., & Ozturk, I. (2014). Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, 45, 622-631. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.022>

- Shi, A. (2003). The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975-1996: evidence from pooled cross-country data. *Ecological economics*, 44(1), 29-42. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00223-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00223-9)
- Soule, P. T., & DeHart, J. L. (1998). Assessing IPAT using production-and consumption-based measures of I. *Social Science Quarterly*, 754-765. <https://www.jstor.org/stable/42863845>
- Topdağ, D., Acar, T., & Çelik, İ. E. (2020). Estimation of the global-scale ecological footprint within the framework of STIRPAT models: The quantile regression approach. *İstanbul İktisat Dergisi*, 70(2), 339-358. <https://cdn.istanbul.edu.tr/file/JTA6CLJ8T5/406CB06B65A34C5594C86EC1E63AC2FF>
- United Nations Situation and Prospects. (2020). *World economic situation and prospect*. [https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2020\\_Annex.pdf](https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2020_Annex.pdf)
- Wang, Q., Wang, X., & Li, R. (2022). Does urbanization redefine the Environmental Kuznets Curve? An empirical analysis of 134 Countries. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103382. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103382>
- World Bank. (2021) *Dünya kalkınma göstergeleri*. <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/world-development-indicators>
- Wu, R., Wang, J., Wang, S., & Feng, K. (2021). The drivers of declining CO2 emissions trends in developed nations using an extended STIRPAT model: A historical and prospective analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111328. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111328>
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological economics*, 46(3), 351-365. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00188-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00188-5)
- Yurtkuran, S. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği ve yeşil lojistik: Türkiye örneği. *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(45), 171-201. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.874990>
- Zhang, C., & Lin, Y. (2012). Panel estimation for urbanization, energy consumption and CO2 emissions: A regional analysis in China. *Energy policy*, 49, 488-498. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.048>
- Zhao, L., Zhao, T., & Yuan, R. (2022). Scenario simulations for the peak of provincial household CO2 emissions in China based on the STIRPAT model. *Science of The Total Environment*, 809, 151098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151098>
- Zoundi, Z. (2017). CO2 emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1067-1075. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.018>

**Ek****Tablo 1:** Farklı Gelir Gruplarına göre Analize Dahil Olan lkeler

	<b>Yüksek Gelirli lkeler</b>	<b>st Orta Gelirli lkeler</b>	<b>Dşk Orta Gelirli lkeler</b>
1	Avustralya	Arnavutluk	Cezayir
2	Avusturya	Arjantin	Bangladeş
3	Bahreyn	Botsvana	Benin
4	Belçika	Brezilya	Bolivya
5	Brunei Sultanlığı	Bulgaristan	Kamerun
6	şili	Çin	Kongo, Demokratik Cumhuriyeti
7	Danimarka	Kolombiya	Fildişi Sahili
8	Fransa	Kosta Rika	El Salvador
9	Almanya	Dominik Cumhuriyeti	Gana
10	Yunanistan	Ekvador	Hindistan
11	İtalya	Gabon	Kenyalı
12	Japonya	Guatemala	Moğolistan
13	Lüksemburg	Jamaika	Myanmar
14	Hollanda	Ürdün	Nepal
15	Yeni Zelanda	Lübnan	Nikaragua
16	Norveç	Malezya	Nijerya
17	Umman	Mauritius	Pakistan
18	Polonya	Meksika	Filipinler
19	Portekiz	Panama	Sri Lanka
20	Kore	Paraguay	Tanzanya
21	Suudi Arabistan	Peru	Tunus
22	Singapur	Güney Afrika	
23	İspanya	Tayland	
24	İsviçre	Türkiye	
25	Birleşik Arap Emirlikleri		
26	Amerika Birleşik Devletleri		
27	Birleşik Krallık (İngiltere)		

**Kaynak:** United Nations Situation and Prospects, 2020