


## Türkiye’de Çevresel Kuznets Hipotezinin Geçerliliği Bağlamında Karbon Emisyonu ( CO2) ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Hatemi-J ve Zamanla Değişen Nedensellik\*

Ömer Fazıl Emek<sup>1</sup> 

Oğuzhan Özçelebi<sup>2</sup> 

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi / Submitted: 17.09.2021

Kabul Tarihi / Accepted: 11.11.2021

Yayın Tarihi / Online Publication: 30.11.2021

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de 1960-2015 yılları arası çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezi bağlamında incelemek, aralarında simetrik ve asimetrik ilişkisinin olup olmadığını tespit etmektir. Bunun için çevresel kirlenmeyi temsilen kişi başına düşen karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>), ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına düşen GSYH, ayrıca kontrol değişken için literatürde ağırlıklı olarak kullanılan kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. ARDL sınır testi yaklaşımı ile uzun ve kısa dönem ilişkisine ait elde edilen bulgulara göre Türkiye’nin uzun dönemde ekonomik büyüme ve çevresel kirlenme arasında çevresel Kuznets tarafından iddia edilen *ters-U* şeklindeki bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak CO<sub>2</sub> ile kişi başına düşen GSYH değişkenleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Kişi başına düşen GSYH’da meydana gelecek yüzde 1’lik artış CO<sub>2</sub>’yi yüzde 0.000154 azaltmaktadır. Ayrıca CO<sub>2</sub> ile kişi başına düşen enerji tüketimi ilişkisi de anlamlı ve pozitif işaretlidir. Kişi başına düşen enerji miktarında meydana

\* Bu çalışma, 27-28 Mayıs 2021 tarihleri arası Kapadokya Üniversitesi tarafından düzenlenen I. Ulusal Çevreci Beşeri Bilimler Konferansı, “Karbon Emisyonu (CO<sub>2</sub>) İle Ekonomik Büyüme İlişkisi. Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliği” isimli özet metin sunumunun genişletilmiş halidir.

1. Dr. Öğretim Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Nusaybin Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Programı, omerfazilemek@artuklu.edu.tr, ofemek@gmail.com

2. Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, ogozc@istanbul.edu.tr

gelecek yüzde 1’lik artış CO2’yi yüzde 0.003887 artırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Çevresel Kirlenme, Çevresel Kuznets Hipotezi

**JEL Sınıflaması:** B22, C22, O40

## 1. GİRİŞ

Tarihsel süreç içerisinde dünya nüfusu, kişi başına düşen gelirler ve dünya gayri safi yurtiçi hâsılası, 1800 ile 1990’lı yıllar arasında daha önceki dönemlere karşın kıyaslanamayacak bir gelişim göstermiştir. Örneğin dünya nüfusu, 1500, 1820 ve 1992 yıllarında sırasıyla, 425 milyon, 1 milyar 68 milyon ve 5 milyar 441 milyon; kişi başına düşen GSYH, 565, 651 ve 5.145 dolar; dünya GSYH’sı, 240 milyar, 695 milyar ve 27 trilyon 995 milyar dolar olmuştur. Bu doğrultuda 1500-1820 yılları arasında dünya nüfusu, kişi başına düşen GSYH ve dünya GSYH’daki artışlar sırasıyla, 0,29, 0,04 ve 0,33 iken 1820-1992 yılları arasında bu artışlar, 0,95, 1,21 ve 2,17’dir. Sanayi devrimi ve sonrasındaki dönem itibariyle ekonomik büyümenin, ülke veya ülke ekonomileri için öncelikli amaç haline geldiği tartışmasız kabul gören bir gerçektir. Tüm dünya çeşitli bölgelere ayrıldığında da benzeri bir tabloyla karşılaşmaktadır. Batı Avrupa, Japonya, Latin Amerika, Doğu Avrupa, Asya ve Afrika, artan ekonomik büyüme trendine eşgüdümlü bir eğilim göstermişlerdir. 1820-1992 yılları arasında bu bölgelerdeki büyüme artışları ise sırasıyla, 2,13, 2,75, 3,05, 1,92, 1,84 ve 1,99’dur. İktisat tarihçisi Angus Maddison’un 1820 yılından itibaren 56 ülkeyi kapsayan büyüme, kişi başına düşen gelirler ve nüfusla ilgili yapmış olduğu kapsamlı çalışmasından elde edilen bu istatistiki verilere göre sanayi devriminin nüfus artışı ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin muazzam boyutlarda olduğu rahatlıkla görülmektedir (Yeldan, 2011).

Bu bilgiler ışığında ekonomik büyümenin, tüm ülkelerin sorunlarına çözüm sağlayan temel bir reçete olarak düşünüldüğünü söylemek yanlış bir değerlendirme olmayacaktır. Ülkelerin, artan nüfuslarına kaynak aktarması, vatandaşlarına belirli bir refah seviyesi sunması, teknolojik gelişmeyi yakalayabilmesi adına ekonomik büyümeyi mutlaka ön plana alması gerekiyordu. Ancak zaman içerisinde ekonomik büyüme yanlısı ana akım iktisadi görüşe karşıt olarak farklı ekonomi-politik görüşler ortaya çıkmaya başladı. Ekono-

mik büyüme ilacının yan etkiler gösterdiği fikrini temel alan bu muhalif görüşlerin öne sürdüğü savlara göre ekonomik büyüme, sermayenin belirli sınıflarda yoğunlaşmasından dolayı sınıfsal gelir farklılıkları oluşturmakta, kaynakların hunharca tahrip edilmesinden kaynaklı çevresel problemler doğurmaktaydı. Teorik olarak bu iki karşı akımın ekonomik büyüme ve çevre yanlısı görüşleri, iktisadın ele aldığı temel sorunsallarındandır.

Bu bağlamda yüksek bir ekonomik büyüme ile daha fazla çevresel tahribat mı? Düşük ekonomik büyüme ile daha az çevre kirliliği mi? Yoksa başka bir alternatif olabilir mi? soruları anlam kazanmaktadır. Literatürde ele alınan bu sorulara getirilen yaklaşımlardan en dikkat çekenini ise 1955 yılında “*Economic Growth and Income Inequality*” (Ekonomik Büyüme ve Gelir Eşitsizliği) isimli çalışma ile literatüre “*Kuznets hipotezini*” kazandıran Simon Kuznets olmuştur. Bu hipotez, ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin “*ters-U*” şeklinde bir seyir izlediğini iddia etmektedir. Ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği önce birlikte artış gösterir daha sonra eşik seviye olarak belirlenen bir noktadan sonra bu iki değişkenden ekonomik büyüme artmaya devam ederken gelir eşitsizliği düşmeye başlar. Değişkenler arasında böyle bir ilişkinin nedenini Kuznets (1955), sanayileşmenin ilk aşamalarında sermayenin yüksek gelir gruplarında toplanarak eşitsizliği artıracığını, daha sonraki aşamalarda ise sanayileşmenin ileri bir kalkınmaya yol açacağını ve bu olumlu etkiden diğer gelir gruplarının da pay alarak eşitsizliğin tersine döneceğini belirtmiştir. Ancak son dönemlerde eşitsizlik üzerine yapmış olduğu çalışmalarla tanınan Thomas Piketty (2015), Kuznets’in ekonomik büyüme hakkında gerçekçi olmayan spekülasyonlar öne sürdüğü gerekçesiyle kendisine ağır eleştirilerde bulunmuştur. Piketty (2015), çan eğrisi diye tabir ettiği bu eğriyi, ana akım ekonomik büyüme taraftarı olan Kuznets’in soğuk savaş dönemi politik bir icadı olarak görmüştür. Kuznets’e göre her şeyin düzelmesi için biraz beklenmesi gerektiği düşüncesi Piketty (2015) tarafından kabul görmemiştir.

Her ne kadar S. Kuznets yoğun eleştirilere maruz kalsa da yapmış olduğu öncü çalışmasında belirtilen “*ters-U*” eğrisinin geçerliliği literatürde hala tartışılmakta ve popülerliğini korumaktadır. Grossman ve Krueger (1995), Kuznets tarafından iddia edilen ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında “*ters-U*” şeklinde olan eğrinin çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme ilişkisinde de geçerli olabileceği varsayımından yola çıkarak litera-

türde tartışma konusu açmıştır. Yaklaşık 30 yıldır tartışılan bu konuda Dasgupta v.d., (2002), kalkınmanın ilk aşamalarında yoğun sanayileşmenin hızla kirlenmeye neden olduğunu, bu dönemlerde insanların temiz hava ve sudan ziyade daha çok iş ve gelirle ilgilendiğini, çevresel politikaların uygulanmasının maliyetinden dolayı ekonomik büyüme öncelikli ancak çevresel kirlenmenin arttığı bir dönem yaşandığını belirtmiştir. Ancak kişi başına düşen gelirler arttıkça iki değişken arasındaki seyir değişmektedir. Kalkınma ilerledikçe, insanlar çevreye daha fazla değer vermeye başlamakta, önde gelen endüstriyel sektörler daha temiz ve düzenleyici kurumlar daha etkin hale gelmektedir (Dasgupta v.d., 2002). Teorik olarak geliştirilen bu yaklaşım literatürde çevresel Kuznets eğrisi olarak ifade edilmektedir.

Çevresel Kuznets eğrisinin geçerliliği ve bu konudaki ampirik kanıtlar çevre kirliliği, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ekseninde yoğun araştırmalara konu olmuştur. Apergis ve Ozturk (2015), elde edilen ampirik kanıtların tartışmalı olduğunu ve ülkeler arasında uygulanacak politika önerileri için net fikir vermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca genel anlamda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme, çevresel kirlenme ve ekonomik büyüme, çevresel kirlenme ve enerji tüketimi ilişkilerinin üç farklı şekilde ele alındığı, çalışmalarda çevresel kirlenme ve ekonomik büyüme ilişkisini test eden çevresel Kuznets hipotezine ağırlıklı olarak odaklanılması ve bu alanda daha çok çalışmalar yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğini sınav alan çalışmalarda çevresel kirlenmeyi ölçen temel değişkenin genellikle karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) olduğu görülmektedir. Küresel sıcaklıkların 2100 yılına kadar ortalama 1,4 ila 5,8 °C arasında artabileceği tahmin edilmekte ve sera gazı emisyonlarının yüzde 75’ini oluşturan karbon emisyonları (CO<sub>2</sub>) küresel ısınmada başrol oynamaktadır. Karbon emisyonlarını (CO<sub>2</sub>) azaltmak için son dönemlerde yapılan Kyoto protokolü ve Paris antlaşmaları gibi uluslararası antlaşmalar devreye girmiş olsa da ekonomik büyümeden vazgeçmek istemeyen ülkeler fosil kaynaklı yakıtların kullanımını yoğun bir şekilde devam ettirmektedirler (Churchill v.d., 2018).

Türkiye’de küresel ısınmayla mücadeleyi amaçlayan ve bu anlamda emisyon miktarını belirli bir seviyenin altında tutmayı taahhüt eden Kyoto protokolüne üye ülkeler arasındadır. Türkiye, artan nüfusu ve geleceğe yönelik yatırımları itibarıyla henüz gelişmekte olan ülkeler arasında yer al-

maktadır. Fosil kaynaklı yakıtların kullanımı ekonomik büyümeyi sağlamak için gerekli olsa da Kyoto protokolü çerçevesinde verilen taahhütler, Türkiye'nin -gelişmekte olan ülkeler kategorisindeki konumu itibariyle-ekonomik büyümeden bir miktar vazgeçmesine neden olur mu? sorusunu gündeme getirmektedir. Bu yönüyle Türkiye'de çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişki var mıdır? Varsa bu ilişkinin yönü nedir? Türkiye'de çevresel Kuznets eğrisi geçerli midir?

Yapılan bu çalışmanın amacı, literatürde tartışılan bu sorulara cevap getirebilmektir. Bunun için Türkiye'de 1960-2015 yılları arası çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi çevresel Kuznets eğrisi hipotezi bağlamında incelemek, aralarında simetrik ve asimetrik ilişkisinin olup olmadığını tespit etmektir. Bu doğrultuda çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek için değişkenler arasında kısa ve uzun dönem ilişkisinde değişkenlerin aynı seviyede durağan olma şartını aramayan ARDL sınır testi; nedenselliğin var olup olmadığını belirlemek için ise Toda-Yomamoto simetrik nedensellik, Hatemi-J ve zamanla değişen asimetrik nedensellik testleri uygulanmıştır. Bu çalışmanın şimdiye kadarki yapılan çalışmalardan ayırt edici özelliği, kullanılan geleneksel yöntemlerin yanında Hatemi-J ve zamanla değişen asimetrik nedensellik testleri gibi alternatif yöntemlerin kullanılmış olmasıdır. Çalışmada bu yöntemlerden elde edilen bulguların geleneksel yöntemlerden elde edilen bulguları destekleyip desteklemediğinin açıklamasına da imkan sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmanın giriş bölümünde araştırmanın önemi, amacı ve teorisi hakkında bilgi verilmiş, daha sonraki aşamalarında ise temin edilen verilerden oluşturulan modelin, kullanılan yöntemler dahilinde analizi yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise analiz kısmından elde edilen bulgular iktisadi bağlamda işlenerek tamamlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Türkiye Üzerine Yapılan Ampirik Çalışmalar

Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğine yönelik Türkiye üzerine yapılan ampirik çalışmaların literatürde azımsanmayacak sayıda yer edindiği,

özellikle de son yıllarda yoğunlaşmaya başladığı gözlemlenmektedir. İktisadi yazına göre geleneksel ekonomik büyüme şeklinin bir süre çevreyi tahrip ettiği ancak belirli bir eşik seviyeden sonra bunun düzelmeye başlayacağını ileri süren çevresel Kuznets eğrisi için bazı koşulların oluşması gerekmektedir. Öncelikle bu koşullardan biri, çevresel kirlenmeye neden olan sanayileşme evresine girilme sürecinin başlamasıdır. Bu da kuşkusuz belirli bir zaman aralığı içinde gerçekleşmektedir. Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğinin test edilebilmesi böyle bir zaman diliminin meydana gelmesine bağlıdır ve doğru bir veri seçimi için de önemlidir. Uzun yıllardır belirli bir gelişme düzeyini yakalamaya çalışan Türkiye’de de çevresel Kuznets hipotezinin geçerli olup olmadığı çeşitli araştırmalara konu olmuş ve bu çalışmalarda ele alınan dönem aralıklarının genellikle 1950, 1960, 1970 ve 1980’li yıllardan başladığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmalarda kullanılan karbondioksit emisyon (CO<sub>2</sub>) değerleri, kurulan modellerin temel değişkenlerinden biri olmuştur. Hipotezin sınanması için ekonomik büyümeyi temsilen GSYH veya kişi başına düşen GSYH verileri bu değişkenlerden bir diğeridir. Ayrıca hipotezin formüle edilebilmesi için ekonomik büyümeyi temsilen alınan değişkenin karesinin hesaplanarak modele dahil edilmesi gerekmektedir. Son dönemlerde değişkenin küpünün de hesaplanarak modele katılması ilişkiler arasında “N” şeklinde bir seyir izleyip izlemediğinin tespiti için önemli bir soru olmuştur. Bu temel değişkenlerin yanında kişi başına düşen enerji tüketimi, dışa açıklık oranı, finansal gelişme gibi kontrol değişkenlerin de kullanıldığı görülmüştür. Ağırlıklı olarak geleneksel yöntemler içerisinde kısa ve uzun dönem ilişkisini tespit etmek için ARDL sınır testi yaklaşımı, yine aralarında herhangi bir nedenselliğin var olup olmadığını belirlemek için ise Granger nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Bunların yanında yine klasik yöntemlerden sayılabilecek Johansen eşbütünlük testi, klasik regresyon analizi, dinamik en küçük kareler yöntemi (DOLS), hata düzeltme modeli (ECM), vektör hata düzeltme modeli (VECM), Toda-Yamamoto nedensellik analizi gibi yöntemler denenmiştir. Ayrıca yapılan araştırmaları farklı kılan Kejriwal eşbütünlük testi, Gregory ve Hansen, Hatemi- J eşbütünlük testleri, STIRPAT çevre modeli gibi yöntemlerin de ele alındığı görülmektedir.

Tüm bu dönem aralığı, yöntem ve değişkenlerden elde edilen bulgular, Türkiye’de çevresel Kuznets eğrisinin geçerli olduğu yönünde net bir fikir

vermemektedir. Ancak bu hipotezin geçerliliği yönünde çoğunluklu bir kanaatin ortaya çıktığı da belirtilmelidir. Halicioğlu (2009), Saatçi ve Dumrul (2011), Shahbaz v.d., (2013), Yavuz (2014), Albayrak ve Gökçe (2015), Lebe (2016), Çağlar ve Mert (2017), Destek (2018), Güney (2018), Katircioğlu ve Katircioğlu (2018), Çetin ve Seyidova (2019), Öztürk ve Gülen (2019), Yurtkuran (2020), çevresel Kuznets hipotezinin Türkiye’de geçerli olduğunu; Başar ve Temurlenk (2007), Ozturk ve Acaravci (2010), Dam, Karakaya ve Bulut (2013), Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015), Koçak (2014) geçerli olmadığını; farklı olarak Başar ve Temurlenk (2007), Dam, Karakaya ve Bulut (2013) ve Yavuz (2014) ise “ters-N” şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinde de belirgin bir görüş şekillenmemiştir. Halicioğlu (2009), Shahbaz v.d., (2013), Lebe (2016) bu ilişkinin çift yönlü; Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015), Destek (2018), Çetin ve Seyidova (2019) ekonomik büyümeden çevre kirliliğine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu; Ozturk ve Acaravci (2010) ise değişkenler arasında herhangi bir nedenselliğin olmadığını saptamışlardır. Bulgulardaki farklılıkların temel nedeninin, kullanılan dönem aralıkları, yöntemler ve modele alınan değişkenlerden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca yapısal kırılmayı dikkate alan Yavuz (2014)’un çalışmasında 1979, Çağlar ve Mert (2017)’in çalışmasında ise 1994 ve 2001 ekonomik krizlerinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğini yabancı ülke ve ülke grupları üzerinde sınavan çalışmalarda ele alınan dönem aralıkları çok farklı yıllarda başlamakta, hatta 1870 ve 1929 yıllarını başlangıç alan çalışmalara da rastlanmaktadır. Kişi başına düşen karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu, kişi başına düşen GSYH gibi temel değişkenlerin yanında, kişi başına düşen enerji tüketimi, ticari açıklık, finansal gelişme gibi değişkenlerin yanında son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ve tüketimi de kontrol değişkenler arasında dikkat çekmektedir. Ülke bazında yapılan çalışmalarda geleneksel yöntemler arasında yine ARDL sınır testi yaklaşımı; ülke grupları üzerinde yapılan çalışmalarda ise panel sabit ve tesadüfi etkiler, dinamik panel, panel ARDL ve çeşitli panel eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Bu çalışmalarda çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliği yönünde oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kullanılan dönem aralıkları, yöntemler ve modele alınan değişkenler, ülke ve ülke gruplarına göre fark-

lılık arz etmektedir. Yapılan bu çalışmalar arasında List ve Gallet (1999), Jalil ve Feridun (2011), Jayanthakumaran, Verma ve Liu (2012), Shahbaz, Lean ve Shabbir (2012), Chow ve Li (2014), Erataş ve Uysal (2014), Erataş ve Uysal (2014), Apergis ve Ozturk (2015), Sugiawan ve Managi (2016), Yurtkuran ve Terzi (2018), Manga ve Cengiz (2020), Sarkodie ve Ozturk (2020) çevresel Kuznets hipotezini doğrulamışlardır. He ve Richard (2010), Güriş ve Tuna (2011), Saboori ve Sulaiman (2013), Al-Mulali, Saboori ve Ozturk (2015), Shahbaz, Haouas ve Hoang (2019) ise çevresel Kuznets hipotezini desteklemeyen çalışmalardır. Suki v.d., (2020) kısa dönemde hipotezi doğrulamazken uzun dönemde doğrulamıştır. Aytun (2014), Churchill v.d., (2018) çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan (“N” ve “ters-N”) ilişki; Stern v.d., (1998), Işık, Engeloğlu ve Kılınç (2015), Örnek ve Türkmen (2019) ülke gruplarına ayırdığında birbirinden farklı sonuçlar elde etmişlerdir.

### 3. VERİ, DATA VE METODOLOJİ

Bu çalışmada çevresel kirlenmeyi temsilen kişi başına düşen karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>), ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına düşen GSYH, ayrıca kontrol değişken için literatürde ağırlıklı olarak kullanılan kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenlerine ait veriler, Dünya Bankasının veri tabanından temin edilmiştir. Bu durumda karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) bağımlı; kişi başına düşen GSYH, kişi başına düşen GSYH<sup>2</sup> ve kişi başına düşen enerji tüketiminden oluşan bağımsız değişkenlerden aşağıdaki model kurulmuştur.

$$CO2_t = a_{10} + a_{11}PerGDP_t + a_{12}PerGDP_t^2 + a_{13}perENERGY_t + \mu_{1t}$$

#### 3.1. Birim Kök Testleri: ADF ve PP

Ekonometrik modellerde serilerin durağan olup olmadıklarının tespiti doğru bir tahmin yapabilmek adına oldukça önemlidir. Aksi takdirde sahte regresyon hatasından kaynaklanan yanlış saptamaların ortaya çıkması muhtemeldir. Her bir serinin durağanlık seviyesinin belirlenmesi ayrıca buna uygun tahmincilerle modelin tahmin edilmesine imkân tanımaktadır. Bu doğrultuda serilerin durağanlıklarının tespiti için yaygın olarak kullanılan birim kök testlerinden Dickey, Fuller (1981) ve Phillips, Perron (1988) ta-



rafından geliştirilen DF ve ADF geleneksel birim kök testleri, modeldeki serilere uygulanmış ve bu sonuçlar tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Birim Kök Test Sonuçları

		ADF	Prob.	PP t	Prob.	$\Delta$ ADF	Prob.	$\Delta$ PP t	Prob.
		t ist.		ist.		t ist.		ist.	
Sabitli	CO2	0.68	0.99	0.64	0.98	-8.0*	0.00	-6.9*	0.00
	perGDP	2.59	1.00	3.60	1.00	-6.8*	0.00	-6.1*	0.00
	perGDP <sup>2</sup>	0.32	0.97	0.28	0.97	-6.4*	0.00	-6.7*	0.00
	perENR	0.76	0.99	2.22	0.99	-7.3*	0.00	-7.8*	0.00
		ADF		PP		$\Delta$ ADF		$\Delta$ PP	
S.&T	CO2	-1.43	0.84	-1.47	0.82	-7.9*	0.00	-7.1*	0.00
	perGDP	0.28	0.99	0.34	0.99	-7.1*	0.00	-6.7*	0.00
	perGDP <sup>2</sup>	-1.19	0.90	-1.21	0.89	-7.2*	0.00	-6.9*	0.00
	perENE	-2.33	0.40	-2.30	0.90	-7.4*	0.00	-9.0*	0.00

Gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir.  $\Delta$  sembolü birinci fark anlamında kullanılmıştır.\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla%10, %5, %1 anlamlılık düzeylerine karşılık gelmektedir.

Tablo 3'ten elden edilen ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre hem sabitli hem de sabit ve trendli modellerde karbon emisyon miktarı (CO2), kişi başına düşen GSYH, kişi başına düşen GSYH<sup>2</sup> ve kişi başına düşen enerji tüketimi serilerinin birim kök içerdikleri yani düzeyde durağan olmadıkları belirlenmiştir. Tablo 3'teki serilerin tamamının düzeyde durağan olmadıkları, ilk farklarının alınarak durağan hale gelmeleri gerekmektedir. Bu durumda I(1) serilerin I(2) olmaları dışındaki tüm durağanlık seviyelerine sahip değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem eşbütünleşme analizi yapılmasına imkân tanıyan ARDL sınır testi analizinin yapılması uygun bir seçim olacaktır.

### 3.2. ARDL Sınır Testi

Zaman serileri için kullanılan eşbütünleşme yöntemlerinde tüm serilerin ilk farklarının alınması I(1) koşulunun sağlanması gerekmektedir. Ancak bu ortak özelliğin karşılanması durumunda eşbütünleşme ilişkisi sınanabilmektedir. Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme analizleri bu temel mantığa göre işlemektedir. Ancak Pesaran, Shin ve Smith (2001), serilerin düzeyde

durağan I(0) veya ilk farkları I(1) alınarak durağan hale gelme durumlarında da eşbütünleşme ilişkisinin test edilebileceğini ve güvenilir sonuçlar alınabileceğini belirterek otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) yöntemini geliştirmişlerdir. (Mert ve Çağlar, 2019, s.279). Bu yönüyle ARDL sınır testi yaklaşımında serilerin durağan olma şartını aramadığından Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme yöntemlerine göre bu yöntemin daha avantajlı olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda çalışmada ele alınan değişkenlerin eşbütünleşme ilişkisini incelemek için oluşturulan model aşağıdaki gibidir:

$$\Delta CO2_t = \alpha_{10} + \sum_{j=1}^m \alpha_{1j} \Delta CO2_{t-j} + \sum_{j=0}^n \beta_{1j} \Delta perGDP_{t-j} + \sum_{j=0}^k \alpha_{1j} \Delta perGDP^2_{t-j} + \sum_{j=0}^p \delta_{1j} \Delta perENERGY_{t-j} + \gamma_{11} CO2_{t-1} + \gamma_{12} perGDP_{t-1} + \gamma_{13} perGDP^2_{t-1} + \gamma_{14} perENERGY_{t-1} + \mu_{1t}$$

Değişkenler arasında bir eşbütünleşme olduğunun belirlenmesi için serilerin düzeyde durağan I(0) ve ilk farkları I(1) için elde edilen kritik değerler, analiz sonucunda çıkan F istatistiki değerden küçük olmaları gerekmektedir. Diğer bir deyişle F değeri, I(0) ve I(1) değerlerinden yüksek olması durumunda modelde bir eşbütünleşik ilişkinin varlığından söz edilebilir. Bu doğrultuda tablo 4’te ARDL sınır testi sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4.** ARDL Sınır Testi Sonuçları

Test İstatistiği	Değer	Anlamlılık Düzeyi	I(0)	I(1)
F istatistiği	5.103050	%10	2.37	3.2
k	3	%5	2.79	3.67
		%2.5	3.15	4.08
		%1	3.65	4.66

Tablo 4’ten elde edilen ARDL sınır testi sonuçlarına göre 5.10 olan F istatistik değeri 4.66 I(1) kritik değerinden büyük olduğundan değişkenler arasında yüzde 1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen ARDL uzun dönem katsayı sonuçları tablo 5’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** ARDL Uzun Dönem Katsayı Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t İstatistiği	Prob.
perGDP	-0.000154	8.67E-05	-1.772033	0.0838***
perGDP <sup>2</sup>	3.65E-09	3.88E-09	0.940776	0.3523
perENERGY	0.003887	0.000336	11.58187	0.0000***
C	-0.706314	0.134387	-5.255810	0.0000***

\*\*\*,\*\*, \* sırasıyla %10, %5, %1 düzeylerine karşılık gelmektedir.

Tablo 5’te görüleceği üzere ARDL uzun dönem katsayı bulgularına göre bağımlı değişken karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) ile temel bağımsız değişken olan kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişkinin yüzde 10 anlamlılık düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Kişi başına düşen GSYH’da meydana gelecek yüzde 1’lik artış karbon emisyon miktarını (CO<sub>2</sub>) yüzde 0.000154 azaltacaktır. Ancak aralarındaki ilişkinin katsayı değeri oldukça düşüktür. Teorik olarak kişi başına düşen gelirlerdeki artışın uzun dönemde çevresel kirlenmeyi az da olsa azalttığı söylenebilir. Çevresel Kuznets hipotezinde belirtilen “ters-U” şeklinde bir seyir olduğunun sınıması için kişi başına düşen GSYH<sup>2</sup>’nin de modele dâhil edilmesi ve bu değişkenin anlamlı olması gerekirdi. Kişi başına düşen GSYH<sup>2</sup> değişkeni anlamlı çıkmadığından çevresel Kuznets hipotezinin Türkiye için geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol değişken olarak alınan kişi başına düşen enerji miktarı değişkeninin ise yüzde 1 anlamlılık düzeyinde olduğu görülmüştür. Kişi başına düşen enerji miktarında meydana gelecek yüzde 1’lik artış karbon emisyon miktarını (CO<sub>2</sub>) yüzde 0.003887 artıracaktır. Yani kişi başına düşen enerji tüketimindeki artış düşük bir miktarda çevresel kirlenmeye neden olmaktadır. Uzun dönem katsayıları tahmin edildikten sonra kısa dönemde meydana gelen sapmaların kaç dönemde dengeye geldiğini hesaplayabilmek için ARDL kısa dönem katsayı sonuçları tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6’da görüleceği üzere “CointEq” olarak ifade edilen hata düzeltme katsayısının işleyebilmesi için bu katsayının istatistiki olarak anlamlı, negatif işaretli ve 1’den küçük olması gerekmektedir. Hata düzeltme katsayısı, yüzde 1 anlamlılık düzeyinde ve katsayı değeri -0.346 olduğundan belirti-

len tüm koşulları sağlamaktadır. Bu nedenle kısa dönemde modelde oluşacak sapmalar belirli bir süre sonra dengeye gelecektir. Tablo 6’daki ARDL sınır testi kısa dönem katsayı sonuçlarına göre kısa dönemdeki 1 birimlik sapma sonraki dönemde yaklaşık yüzde 35 oranında düzelecek, 2 yıl 9 ay sonra ise tamamen dengeye gelecektir. Oluşturulan modelin kalıntılarında otokorelasyon, normallik testi ve değişen varyans olup olmadığını belirlemek için tablo 7’de diognastik test sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 6.** ARDL (2,0,4,1) Sınır Testi Kısa Dönem Katsayıları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-Statistic	Prob.
D(CO2(-1))	-0.226810	0.048271	-4.698668	0.0000*
D(perGDP <sup>2</sup> )	3.90E-9	7.68E-10	5.082870	0.0000*
D(perGDP <sup>2</sup> (-1))	5.60E-9	7.90E-10	7.080618	0.0000*
D(perGDP <sup>2</sup> (-2))	1.52E-9	8.54E-10	1.783212	0.0820***
D(perGDP <sup>2</sup> (-3))	1.82E-9	7.56E-10	2.406932	0.0207**
D(perENERGY(-1))	0.003246	0.000154	21.03341	0.0000*
CointEq(-1))	-0.345790	0.065343	-5.291932	0.0000*

\*\*\*,\*\*, \* sırasıyla%10, %5, %1 düzeylerine karşılık gelmektedir.

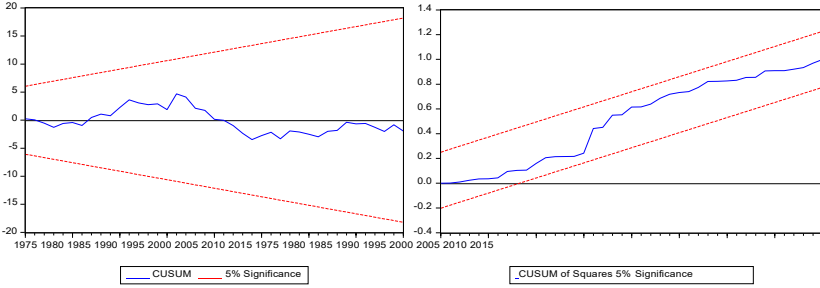
**Tablo 7.** Diognastik Test Sonuçları

Test	İstatistik Değeri	Prob.
Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi	2.134855	0.0769
Breusch-Pagan-Godfrey Heterokedasite/Değişen Varyans Testi	0.448181	0.9372
Jargue-Bera Normallik Testi	0.974271	0.614384
Ramsey RESET Testi	0.9663	0.9613

Tablo 7’de görüleceği üzere Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM, Breusch-Pagan-Godfrey Heterokedasite/Değişen Varyans, Jargue-Bera Normallik ve Ramsey RESET testlerinden elde edilen bulgulara göre otokorelasyon ve değişen varyans probleminin olmadığı, hata terimlerinin normal da-

ğıldığı ve spesifikasyon/model kurma hatasının olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca modelde yapısal bir kırılmanın olup olmadığını belirlemek için de şekil 1’de sunulan CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> testleri uygulanmaktadır.

**Şekil 1.** Spesifikasyon Test Sonuçları



Şekil 1’deki kırmızı kesik çizgiler yüzde 95 güven aralığını ve mavi çizgi ise parametre tahminlerini ifade etmektedir. Her iki testte de parametre tahminleri güven aralıkları içerisinde olduğundan bu tahminler kararlı ve istikrarlıdır. Parametre tahminleri güven aralıkları dışında kalmadığından modelde yapısal bir kırılmanın varlığından söz edilememektedir.

### 3.3. Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Analizleri

#### 3.3.1. Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi

Geleneksel simetrik nedensellik testleri içerisinde yer alan Granger (1969) nedensellik analizi, birim kök testleri ile elde edilen bulgular neticesinde serilerin ilk farkta durağan olma koşulunu zorunlu kılmaktadır. Toda-Yamamoto (1995) tarafından geliştirilmiş Toda-Yamamoto testi ise serilerin ilk farkta durağan olma koşulunu aramadan nedensellik analizi yapabileceği gibi özel bir avantaja sahiptir. Modeldeki seriler içerisinde yer alan karbon emisyon miktarının (CO<sub>2</sub>) sabitli ve trendli modelde yüzde 10 anlamlılık düzeyinde düzeyde durağan olduğu düşünülerek simetrik nedensellik testleri içerisinde Toda-Yamamoto testi uygulanmış olup aşağıdaki sonuçlarda gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları

Bağımlı Değişken: CO2			
Bağımsız Değişken	Chi-sq	df	Prob.
perGDP	2.939003	1	0.0865
perENERGY	0.866485	1	0.3519
All	3.296191	2	0.1924

Tablo 8’den elde edilen bulgulara göre kişi başına düşen GSYH’dan karbon emisyon miktarına (CO<sub>2</sub>), yüzde 10 anlamlılık düzeyinde tek yönlü nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir. Simetrik nedensellik analizi olan T.Y. testinden sonra bu değişkenler arasında asimetrik nedensellik ilişkisinin olup olmadığı da incelenecektir.

### 3.3.2. Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Analizi

Granger ve Yoon (2002), serilerin pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılması fikrini ilk olarak ortaya çıkarmışlar ve değişkenler arasında gizli bir eşbütünlüşme ilişkisinin olabileceğini belirtmişlerdir. Bu fikri temellerden yola çıkan Hatemi-J (2012) ise değişkenlerin pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılmış halinin asimetrik etkilerine yoğunlaşmıştır. Bu doğrultuda Hatemi-J (2012) tarafından geliştirilmiş olan Hatemi-J asimetrik nedensellik testi bulguları tablo 9’da gösterilmiştir.

**Tablo 9.** Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Sonuçları

Nedensellik İlişkisi	Test İstatistiği	Bootstrap	Bootstrap	Bootstrap
		Kritik Değer (%1)	Kritik Değer (%5)	Kritik Değer (%10)
(+)perGDP>(+)CO2	0.258	7.787	4.010	2.790
(+)perGDP>(-)CO2	1.508	7.393	3.832	2.693
(-)perGDP>(-)CO2	0.149	12.065	4.422	2.420
(-)perGDP>(+)CO2	1.710	7.219	4.111	2.954

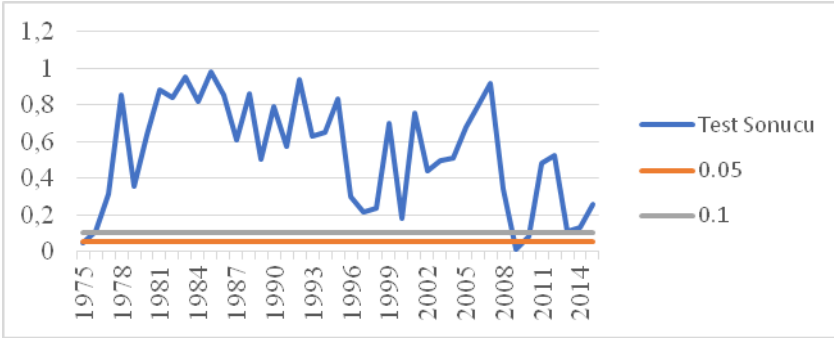
Tablo 9’dan elde edilen bulgulara göre kişi başına düşen GSYH değişkenleri pozitif ve negatif bileşenle-

rine ayrılarak kişi başına düşen GSYH'daki artışın karbon emisyon miktarındaki (CO<sub>2</sub>) artışın, kişi başına düşen GSYH'daki artışın karbon emisyon miktarındaki (CO<sub>2</sub>) azalışın, kişi başına düşen GSYH'daki azalışın karbon emisyon miktarındaki (CO<sub>2</sub>) azalışın ve kişi başına düşen GSYH'daki azalışın karbon emisyon miktarındaki (CO<sub>2</sub>) artışın nedeni olmadığı yani bu değişkenlerin birbirini açıklayamadığı görülmüştür. Bu sonuçlar, değişkenler arasında asimetrik nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Araştırmanın son aşamasında ise bir başka asimetrik nedensellik analizi olan zamanla değişen nedensellik testi uygulanmıştır.

### 3.3.3. Zamanla Değişen Asimetrik Nedensellik Analizi

Geleneksel nedensellik testlerinde nedenselliğin sabit olmaması, ekonometrik uygulamaların yanında teorik ve politik analizlerde de bazı kaygılar uyandırmaktadır. Para politikasında gerçekleşen değişiklikler, ekonomide yaşanan büyük şoklar gibi çeşitli ekonomik ve politik etkenlerden dolayı nedensellik ilişkileri zamana bağımlı olarak değişebilir (Arslanturk, Balcılar ve Ozdemir, 2011) Zamanla değişen nedensellik testi, ortaya çıkan böyle bir durumun istikrarlılığını test etme özelliğine sahiptir. Bu testin analiz edilmesi için öncelikle alt örnek boyutlarına karar verilme-lidir. Zamanla değişen asimetrik nedensellik testinin temel mantığına göre çalışmada 56 gözlem boyutu bulunmakta olup ilk gözlemden 56. gözleme kadar Hatemi-J asimetrik nedensellik testi uygulanır. Diğer aşamada ilk gözlem düşürülerek 56+1=57. gözleme kadar devam eder. Yani bu süreç, ilk gözlem atılıp her aşamada diğer gözleme bir gözlem eklenerek son aşamaya kadar sürer. Her bir gözlem aralığında elde edilen test istatistiği bootstrap kritik değer ile normalleştirilir. Burada yalnızca test istatistikleri değil aynı zamanda bootstrap kritik değerleri de zamana bağlı olarak değişmektedir (Yılancı ve Bozoklu, 2014).

Bu doğrultuda zamanla değişen asimetrik nedensellik testi bulguları şekil 2'de gösterilmiştir. Bu çerçevede, örneklem büyüklüğü  $T = 56$  olduğundan zamanla değişen nedensellik testini uygulamak için  $(ss = [T(0.01 + 1.8/\sqrt{T})])$  formülleri kullanarak alt örnek boyutu 55 olarak tespit edilmiştir (Yılancı ve Kilci, 2021).

**Şekil 2.** Zamanla Değişen Asimetrik Nedensellik Sonuçları

Şekil 2’den elde edilen bulgulara göre 1960-2015 yılları arası yüzde 10 anlamlılık düzeyinde kişi başına düşen GSYH’dan kişi karbon emisyon miktarına (CO<sub>2</sub>) doğru zamanla değişen asimetrik nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇ

Ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında “*ters-U*” şeklinde bir ilişkinin olduğuna yönelik öne sürülen “*Kuznets hipotezinden*” yola çıkılarak ekonomik büyüme ile çevresel kirlenme arasında da böyle bir ilişkinin olduğu iddiası literatürde “*çevresel Kuznets hipotezi (ÇKE)*” olarak belirtilmektedir. Kuznets hipotezine göre kalkınmanın ilk aşamalarında ekonomik büyüme-gelir eşitsizliği birlikte artarken; sanayileşmenin gelişip ileri bir kalkınma aşamasına geçmesi ile ekonomik büyüme-gelir eşitsizliği arasında bu kez ters yönlü bir ilişki başlamaktadır. Çevresel Kuznets hipotezine göre de sanayileşmenin ilk ve sonraki dönemlerinde benzeri bir ilişki gözlemlenmektedir. İlk aşamalarda ekonomik büyümeyi artırmak adına beraberinde oluşan çevre kirlenmelerindeki artış göz ardı edilmekte ve böyle bir durum her iki değişkenin de yükselmesine neden olmaktadır. Ancak ileri bir kalkınma aşamasında sanayileşmenin oluşturduğu çevresel bozulmadan rahatsızlık duyulmakta ve buna yönelik uygulanan politikalar çevresel kirlenmelerde azalmalara yol açmaktadır. Bu teorik bilgiye göre sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkelerdeki kalkınma aşamaları, ekonomik büyüme ile çevresel kirlenme ilişkisinin seyrini farklılaştırmaktadır.



Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğinin incelenmesi, günümüzde yaşanan çevresel problemlerinin iddia edildiği gibi ülkelerin ileri bir kalkınma aşamasında azalıp azalmadığının bilinmesi açısından önemlidir. Bu doğrultuda konu hakkında çeşitli çalışmalar yapılmış ve çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliği sınanmıştır. Bu çalışmada da Türkiye için çevresel Kuznets eğrisinin geçerli olup olmadığı araştırılmıştır. Öncelikle, çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin sınanması için kişi başına düşen karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) bağımlı; kişi başına düşen GSYH, kişi başına düşen GSYH<sup>2</sup> ve kişi başına düşen enerji tüketiminden oluşan bağımsız değişkenlerden oluşan bir model kurulmuştur. 1960-2015 yılları arası bu değişkenlere ait elde edilen verilerden ARDL sınır testi yaklaşımı ile uzun ve kısa dönem ilişkisine ait bulgular elde edilmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre Türkiye’nin uzun dönemde ekonomik büyüme ve çevresel kirlenme arasında Kuznets tarafından iddia edilen “*ters-U*” şeklindeki bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu, Türkiye üzerine yapılan Halicioğlu (2009), Saatçi ve Dumrul (2011), Shahbaz v.d., (2013), Yavuz (2014), Albayrak ve Gökçe (2015), Lebe (2016), Çağlar ve Mert (2017), Destek (2018), Güney (2018), Katircioğlu ve Katircioğlu (2018), Çetin ve Seyidova (2019), Öztürk ve Gülen (2019), Yurtkuran (2020)’in çalışmalarını doğrulamazken; Başar ve Temurlenk (2007), Ozturk ve Acaravci (2010), Dam, Karakaya ve Bulut (2013), Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015), Koçak (2014)’ın çalışmalarını desteklemektedir. Yabancı çalışmalar içerisinde ise List ve Gallet (1999), Jalil ve Feridun (2011), Jayanthakumaran, Verma ve Liu (2012), Shahbaz, Lean ve Shabbir (2012), Chow ve Li (2014), Erataş ve Uysal (2014), Erataş ve Uysal (2014), Apergis ve Ozturk (2015), Sugiawan ve Managi (2016), Yurtkuran ve Terzi (2018), Manga ve Cengiz (2020), Sarkodie ve Ozturk (2020)’ün çalışmalarını doğrulamazken; He ve Richard (2010), Güriş ve Tuna (2011), Saboori ve Sulaiman (2013), Al-Mulali, Saboori ve Ozturk (2015), Shahbaz, Haouas ve Hoang (2019)’un çalışmalarını desteklemektedir.

Fakat kişi başına düşen karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) ile kişi başına düşen GSYH değişkenleri arasında anlamlı ve negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu ilişkiye göre karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) ile kişi başına düşen GSYH değişkenlerinin işaretleri ters yönlüdür. Kişi başına düşen GSYH’da meydana gelecek yüzde 1’lik artış karbon emisyon miktarını (CO<sub>2</sub>) yüzde 0.000154 azaltmaktadır. Her ne kadar anlamlı ve ters yönlü bir

ilişki olsa da bu azalmanın dikkate değer bir miktarda olmadığı görülmektedir. İktisadi olarak bu sonuçtan, Türkiye’de ekonomik büyümenin çevresel kirlenmede az da olsa bir düşüşe yol açtığı anlamı çıkmaktadır. Ekonomik büyüme ile birlikte çevresel politikalara ağırlık verilmesi bu azalmanın miktarını artıracak beklentisini doğurabilir. Elde edilen diğer bir bulgu ise karbon emisyon miktarı (CO<sub>2</sub>) ile kişi başına düşen enerji tüketimi ilişkisinin anlamlı ve pozitif işaretli olmasıdır. Kişi başına düşen enerji miktarında meydana gelecek yüzde 1’lik artış karbon emisyon miktarını (CO<sub>2</sub>) yüzde 0.003887 artırmaktadır. Literatürdeki beklentiye göre kişi başına düşen enerji tüketimindeki artış bir miktar çevresel kirlenmeye neden olmaktadır.

Konu hakkında yapılan diğer bir araştırma ise değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi üzerine olmuştur. İlk olarak Toda-Yamamoto simetrik nedensellik daha sonra Hatemi-J ve zamanla değişen asimetrik nedensellik ilişkileri incelenmiştir. Toda-Yamamoto simetrik ve zamanla değişen asimetrik nedensellik analizlerine göre kişi başı GSYH’dan karbon emisyon miktarına (CO<sub>2</sub>) doğru nedenselliğin varlığı tespit edilirken Hatemi-J asimetrik nedensellik analizine göre ise böyle bir nedenselliğin olmadığı görülmüştür. Genel olarak tüm sonuçlardan ekonomik büyümedeki artışların çevresel kirlenmeyi düşük bir miktar azalttığı; ekonomik büyümenin çevresel kirlenmedeki azalmanın bir nedeni olabileceği çıkarımı yapılabilir. Yapılan bu araştırmadan elde edilen bulgular, büyüme odaklı politikaların geliştirilmesi konusundaki çabanın devam edilmesi gerektiğini göstermektedir.

### **Investigation of the Relationship between Carbon Emission (CO<sub>2</sub>) and Economic Growth in the Context of the Validity of the Environmental Kuznets Hypothesis in Turkey: Hatemi-J and Time Varying Causality**

**Abstract:** The aim of this study is to examine the short- and long-term relationship between environmental pollution and economic growth between the years 1960-2015 in Turkey in the context of the environmental Kuznets curve (ÇKE) hypothesis and to determine whether there is a symmetrical or asymmetrical relationship between them. For this, carbon emission amount per capita (CO<sub>2</sub>) representing environmental pollution, GDP per capita representing economic growth, and also energy consumption per capita variables,

which are mainly used in the literature, were used for the control variable. According to the findings of the ARDL bounds test approach and the long- and short-term relationship, it has been determined that there is no “inverted-U” shaped relationship claimed by environmental Kuznets between economic growth and environmental pollution in Turkey in the long run. However, it was determined that there is a significant relationship between CO<sub>2</sub> and GDP per capita variables. A 1 percent increase in GDP per capita reduces CO<sub>2</sub> by 0.000154 percent. In addition, the relationship between CO<sub>2</sub> and energy consumption per capita is also significant and positive. A 1 percent increase in the amount of energy per capita increases CO<sub>2</sub> by 0.003887 percent.

**Keywords:** Economic Growth, Environmental Pollution, Environmental Kuznets Hypothesis

**JEL Classification:** B22, C22, O40

## Kaynaklar

Albayrak, E. N., & Atilla Gökçe (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye İlişkisi. *Social Sciences Research Journal*, 4(2), 279-301.

Al-Mulali, U., Saboori, B., & Ozturk, İ. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*, 76, 123-131.

Apergis, N., & Ozturk, İ. (2015). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Asian Countries. *Ecological Indicators*, 52, 16–22.

Arslanturk, Y., Balcilar, M., & Ozdemir, Z. A. (2011). Time-Varying Linkages Between Tourism Receipts and Economic Growth in a Small. *Economic Modelling*, 28, 664-671.

Aytun, C. (2014). Çevresel Kuznets Hipotezi: Panel Veri Analizi. *Akademik Bakış Dergisi*(44).

Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 1-12.

Chow, G. C., & Li, J. (2014). Environmental Kuznets Curve: Conclusive Econometric Evidence for CO<sub>2</sub>. *Pacific Economic Review*, 19(1), 1-7.

Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., & Smyth, R. (2018). The Environmental Kuznets Curve in the OECD: 1870–2014. *Energy Economics*, 75, 389-399.

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.

Çetin, A., & Seyidova, N. (2019). Türkiye’de Bankacılık Sektörünün Çevreye Etkisinin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile Ekonometrik Açından İncelenmesi. *Maliye ve Finans Yazıları*(112), 57-76.

Dam, M. M., Karakaya, E., & Bulut, Ş. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(EYİ 2013 Özel Sayısı), 85-96.

Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147–168.

Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye İçin İncelenmesi: Sturpat Modelinden Bulgular. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268-283.

Dickey, D. A., & Wayne, A. F. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.

Erataş, F., & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “BRİCT” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.

Erdoğan, İ., Türköz, K., & Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi İçin Geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(44), 113-123.

Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438.

Granger, C. W., & Yoon, G. (2002). *Hidden Cointegration*. San Diego: Department of Economics Working Paper. University of California.

Grossman, G. M., & Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.

Güney, A. (2018). Genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye İçin Yeniden Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.

Gürüş, S., & Tuna, E. (2011). Çevresel Kuznets Eğrisi'nin Geçerliliğinin Panel Veri Modelleriyle Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 173-190.

Halicioğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156–1164.

Hatemi-J, A. (2012). Asymmetric Causality Tests with an Application. *Empirical Economics*, 43, 447–456.

He, J., & Richard, P. (2010). Environmental Kuznets Curve for CO2 in Canada. *Ecological Economics*, 69, 1083–1093.

İşık, N., Engeloğlu, Ö., & Kılınç, E. C. (2015). Kişi Başına Gelir İle Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Gelir Seviyesine Göre Ülke Grupları İçin Çevresel Kuznets Eğrisi Uygulaması. *AKÜ İİBF Dergisi*, 17(2), 107-125.

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.

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.

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.

Koçak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.

Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.

Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünlük ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.

List, J. A., & Gallet, C. A. (1999). The Environmental Kuznets Curve: Does One Size Fit All? *Ecological Economics*, 31, 409–423.

Manga, M., & Cengiz, O. (2020). Çevresel Kuznets Hipotezine Küreselleşme Endeksli Yaklaşım: Türki Cumhuriyetler Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(52), 738-752.

Mert, M., & Çağlar, A. E. (2019). *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.

Örnek, İ., & Türkmen, S. (2019). Gelişmiş ve Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin Analizi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 109-129.

Öztürk, S., & Gülen, M. İ. (2019). Çevresel Kuznets Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin Ampirik Analizi: 1960-2014 Dönemi ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 219–227.

Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79-113.

Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.

Piketty, T. (2015). *Yirmi Birinci Yüzyılda Kapital*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(37), 65-86.

Saboori, B., & Sulaiman, J. (2013). Environmental Degradation, Economic Growth and Energy Consumption: Evidence of the Environmental Kuznets Curve in Malaysia. *Energy*, 60, 892-905.

Sarkodie, S. A., & Ozturk, I. (2020). Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Kenya: A Multivariate Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(117), 1-12.

Shahbaz, M., Haouas, I., & Hoang, T. H. (2019). Economic Growth and Environmental Degradation in Vietnam: Is the Environmental Kuznets Curve a Complete Picture? *Emerging Markets Review*, 38, 197-218.

Shahbaz, M., Lean, H. H., & Shab, M. S. (2012). Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.

Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T., & Ali, A. (2013). Revisiting the Environmental Kuznets Curve in a Global Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 594-502.

Stern, D. I., Auld, T., Common, M. S., & Sanyal, K. K. (1998). *Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur?* Canberra : Centre for Resource and Environmental Studies, The Australian National University.

Sugiawan, Y., & Managi, S. (2016). The Environmental Kuznets Curve in Indonesia: Exploring the Potential of Renewable Energy. *Energy Policy*, 98, 187-198.

Suki, N. M., Sharif, A., Afshan, S., & Suki, N. M. (2020). Revisiting the Environmental Kuznets Curve in Malaysia: The Role of Globalization in Sustainable Environment. *Journal of Cleaner Production*, 264, 1-10.

Y.Toda, H., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.

Yavuz, N. Ç. (2014). CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test With a Structural Break. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(3), 229-235.

Yeldan, E. (2011). *İktisadi büyüme ve Bölüşüm Teorileri*. Ankara: Efil Yayınevi.

Yılanç, V., & Bozoklu, Ş. (2014). Türk Sermaye Piyasasında Fiyat ve İşlem Hacmi İlişkisi: Zamanla Değişen Asimetrik Nedensellik Analizi. *Ege Akademik Bakış*, 14(2), 211-220.

Yılancı, V., & Kilci, E. N. (2021). The Role of Economic Policy Uncertainty and Geopolitical Risk in Predicting Risk in Predicting prices of precious metals: Evidence From a Time-Varying Bootstrap Causality Test. *Resources Policy*, 72, 1-9.

Yurtkuran, S. (2020). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Testi: Temiz Enerji Tüketimi’nin Rolü. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 570-589.

Yurtkuran, S., & Terzi, H. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*(20), 267-284.