

Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye’de Geçerliliği: 1970-2020 Örneği

Osman TÜZÜN¹, Hatice ARMUTCUOĞLU TEKİN²

Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye’de Geçerliliği: 1970-2020 Örneği

The Validity of the Environmental Kuznets Curve in Turkey: The Example of 1970-2020

Öz

Bu çalışmanın amacı çevre kirliliği ve gelir düzeyi ve/veya büyüme ilişkisini gösteren Çevresel Kuznets Eğrisi’nin (ÇKE) Türkiye’de geçerliliğinin araştırılması olarak belirlenmiştir. Bunun için bu çalışmada Türkiye’deki kişi başına karbondioksit salınımı (CO₂) ve kişi başına gelir düzeyi arasındaki ilişki dışa açıklığın kirlilik üzerindeki etkisi de dikkate alınarak 1970-2020 yılları kapsamında doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (NARDL) yöntemiyle araştırılmıştır. Türkiye’de ÇKE’nin geçerliliğini sınanan daha önceki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, NARDL yönteminin ve daha güncel veri setinin kullanılmasının ilgili literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir. Elde edilen ampirik sonuçlara göre ise Çevresel Kuznets Eğrisi’nin Türkiye’de kübik polinom N şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda ilgili dönemde Türkiye’nin çevresel açıdan geleceksiz büyüme tehlikesiyle karşı karşıya olduğu söylenebilir. Bu nedenle çevre kirliliğinin azaltılması için yenilenemez enerji kaynaklarının bilinçsiz tüketiminin azaltılmasının ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılacak olan yatırımların artırılmasının ülke ekonomisi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Ekonomik büyüme, Doğrusal Olmayan ARDL Sınır Testi

Abstract

This study aims to investigate the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) in Turkey, which shows the relationship between environmental pollution and income level and/or growth. Thus, in this study, the relationship between carbon dioxide emissions per capita (CO₂) and income per capita in Turkey was investigated with the non-linear distributed lag autoregressive limit test (NARDL) method for the years 1970-2020, taking into account the effect of openness on pollution. Unlike previous studies that tested the validity of EKC in Turkey, it is thought that the apply of the NARDL method and the use of more recent data set will contribute to the relevant literature in this study. According to the empirical results obtained, it has been determined that the Environmental Kuznets Curve is N-shaped cubic polynomial in Turkey. In this context, it can be said that Turkey is facing the danger of “growth without a future” in terms of environment. Therefore, it is thought that reducing the unconscious consumption of non-renewable energy resources and increasing investments to be allocated to renewable energy resources will be beneficial for the country's economy in order to reduce environmental pollution.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Economic growth, Nonlinear ARDL Bound Test

Makale Türü: Araştırma makalesi

Paper Type: Research article

1. Giriş

Tüm toplumlar ekonomik büyüme ve kalkınma düzeylerini arttırmayı hedeflemektedirler. Bu hedefe ulaşmak için ise daha çok üretmek ve kimi zaman da daha çok tüketmek yıllarca bu hedefin

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Uşak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, osman.tuzun@usak.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4765-6985>.

² Dr. Öğretim Üyesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Söke İşletme Fakültesi, Ekonomi Bölümü, hatice.armutcuoglu@adu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4594-6417>.

aracı olmuştur. Daha sonra sanayileşmenin artması sonucu çevre kirliliğinde meydana gelen artışlar, iklim değişiklikleri ve salgın hastalıkların ortaya çıkmasının da etkileri sebebiyle toplumsal refahın artması için sadece büyümenin yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle ekonomi literatüründe sanayi devriminden sonra yaşanan hızlı büyüme sonucunda çevre, doğal kaynaklar ve büyüme arasındaki ilişki tartışılmaya başlanmıştır. Hatta 1970'lerde Roma Kulübünün "Büyümenin Sınırları" adlı raporunda sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde doğal kaynakları korumak ve çevreye verilen zararların önlenmesi için sıfır büyüme hedeflenmesi önerilmiştir (Meadows vd., 1972). Bu bağlamda çevre ve büyüme ilişkileri çerçevesinde 1972 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansında ilk defa sürdürülebilir kalkınma ifadesi kullanılmıştır (Tıraş, 2012: 62).

1987 Brutland raporuna göre sürdürülebilir kalkınma, büyüme ve doğal kaynaklar arasındaki dengenin kurulması ve bugünkü nesillerin gelecek nesillere doğal kaynak aktarımını etkin bir şekilde sağlaması olarak tanımlanan bir kavramdır. Büyümedeki değişim ise üretim ve tüketim faaliyetlerinin değişmesiyle gerçekleşmektedir. Bu bağlamda üretimin ve tüketimin artması gayrisafi yurtiçi hasılayı (GSYH) arttırmakta, dolayısıyla ekonomik büyümedeki olumlu trende katkı sağlamaktadır. Diğer taraftan üretimin ve tüketimin artması hem doğal kaynaklarda azalmaya hem de çevresel bozulmaya neden olmakta, doğal kaynakların gelecek nesillere etkin aktarımının önünde engel olabilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde hem tüketici hem de üreticiyi etkileyen büyüme ve çevre ilişkisinin araştırılmasının politika yapıcılara yol gösterici olması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Buna göre çalışmada çevre ve büyüme ilişkisini yansıtan Çevresel Kuznets Eğrisi'nin (ÇKE) ulaşılabilir veri kısıtından dolayı 1970-2020 zaman aralığında Türkiye'de geçerliliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

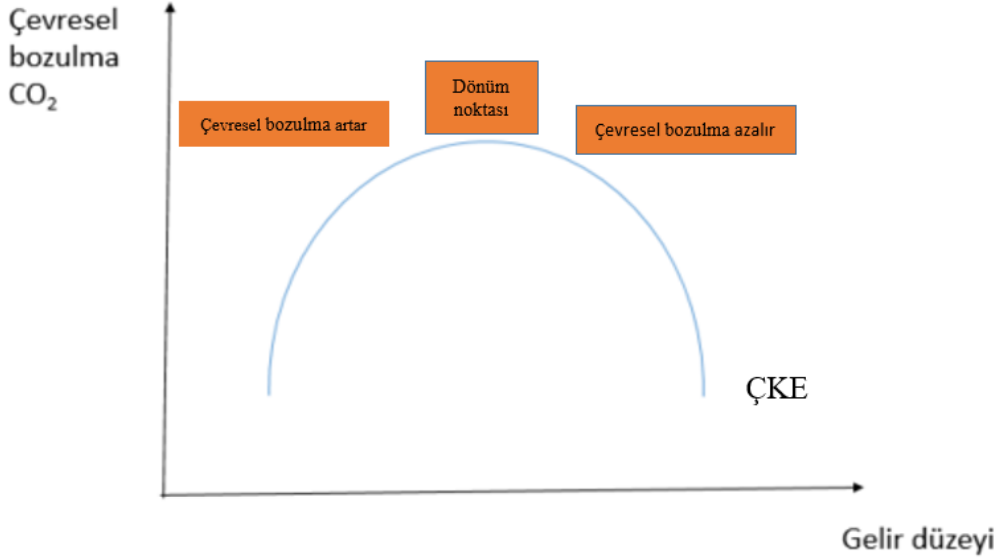
1980'li yıllardan sonra küreselleşmenin hızlanması, üretimin ve tüketimin artması büyüme literatüründe çevresel gelecek konusundaki endişeleri arttırmıştır. Daha önceleri büyüme ve gelir dağılımındaki adaletsizlik arasındaki ilişki çerçevesinde büyümenin etkilerine yönelik önemli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan en temel eserlerden biri olarak değerlendirilen Kuznets (1955)'in çalışmasında kişi başına düşen gelirin artmasıyla birlikte gelir dağılımındaki adaletsizliğin önce artıp daha sonra azalacağı sonucuna ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak bu çalışma geliştirilerek literatürde çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi çerçevesinde genişletilmiştir. Daha sonra ise çevre kirliliği ve büyüme arasındaki ilişki ampirik olarak incelendiğinde ters U şeklinde bir ilişkinin olduğu gözlemlenmiştir (Auty, 1985). Panayotou (1993) ise, "çevre kirliliği ve kişi başına düşen gelir arasındaki ters U şeklindeki ilişkiyi gösteren eğriyi Çevresel Kuznets Eğrisi" olarak tanımlamıştır. Buna göre kişi başına düşen gelirin artmasıyla birlikte çevre kirliliği önce artmakta daha sonra azalmaktadır.

1996 İnsani Kalkınma Raporu'nda çevre kirliliğine göz yumularak, yenilenemez enerji kaynaklarının bilinçsizce tüketimi kötü büyüme tanımlarından "geleceksiz büyüme" tanımlamasıyla kavramsallaştırılmıştır. Bu nedenle büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin yönünün tespit edilmesi Türkiye'nin geleceksiz büyüme içinde olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir.

Toplumların yapısal dönüşümlerinin tarım, sanayi ve hizmetler olarak gerçekleştiği bilinmektedir. Bunlardan geleneksel tarım toplumlarında geri dönüşüm ve çevre politikalarının yeterince olgunlaşmadığı düşünülebilir. Sanayi toplumuna geçildiğinde üretim ve verimlilik artışı, hizmetler toplumuna geçildiğinde ise bilgi toplumunun özellikleri genellikle daha çok gözlemlenmektedir. Bu anlamda toplumların gelişmişlik dönemlerinin ilk aşamasında artan üretimin uzun dönemde çevreye vereceği zararlı etkiler henüz gözlemlenmediği ve ilgili yasalar düzenlenmediği için çevre kirliliği artmaktadır. Oysa bilgi toplumu mertebesinde küresel ısınma ve geleceksiz büyümenin olumsuz etkilerinin elimine edilmesi adına çevre kirliliğini önlemeye yönelik politikaların geliştirilmesiyle birlikte çevre kirliliğinin azalacağı öngörülebilmektedir. Bu bağlamda Çevresel Kuznets Eğrisi Şekil 1'de görselleştirilmiştir. Buna göre gelir düzeyi arttıkça önce çevresel bozulma yani karbondioksit salınımı (CO₂) artmakta, daha sonra belirli bir gelir düzeyinde dönüm noktasında (eşik gelir olarak genellikle

adlandırılmaktadır) çevresel bozulma maksimuma ulaşmakta, bu noktadan sonra gelir düzeyindeki artış çevresel bozulmanın azalmasında etkili olmaktadır.

Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi



Şekil 1’de gösterilen ÇKE’yi test etmek için oluşturulan modeller zaman serisi örnekleri için Denklem 1’deki gibi modellenebilir.

$$y_t = \alpha_t + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \beta_3 x_t^3 + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklem 1’de gösterilen α parametresi, modelin sabit katsayısını; t terimi ilgili zamanı; y değişkeni çevre kirliliği göstergesini; x değişkeni gelir düzeyini ve son olarak ε terimi modelin hata terimini ifade etmektedir. Kurulan model sonucunda çevre kirliliği ve gelir düzeyi arasındaki ilişkinin durumu şu şekillerde yorumlanabilmektedir (Dinda, 2004: 440-441):

- $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ ise çevre kirliliği ve gelir arasında ilişki bulunmamaktadır.
- $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3$ ise artan doğrusal ilişki geçerli, yani gelir arttıkça çevre kirliliği artmaktadır.
- $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3$ ise azalan doğrusal ilişki geçerli, yani gelir arttıkça çevre kirliliği azalmaktadır.
- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ ise ters U şeklinde ilişki geçerli, yani gelir arttıkça çevre kirliliği önce artar, maksimum olur ve azalmaya başlar. Bu durumda ÇKE geçerlidir. Şekil 1’deki ÇKE’nin geçerli olması için modelde bu koşulların geçerli olması gerekmektedir.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ ise U şeklinde ilişki geçerlidir, yani gelir arttıkça çevre kirliliği önce azalır, minimum olur ve artmaya başlar.
- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ ise kübik polinom veya N şeklinde ilişki söz konusudur.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ ise N şeklinde ilişkinin tersi söz konusudur.

Ek 1 ve Ek 2’de incelenen literatür taramasına göre, çevre kirliliği göstergesi olarak daha çok karbondioksit salınımının (CO_2) tercih edildiği görülmüştür. Bu nedenle Şekil 1’de yer alan çevre kirliliği göstergesi için CO_2 değişkeni tercih edilmiştir. Karbondioksit salınımı diğer adıyla karbon emisyonu ise insan nüfusunun artması ve insanların refahını arttırmak amacıyla sanayileşmeye gitmeleri,

şehirleşmenin artması ve buna bağlı olarak artan enerji ihtiyacı ile birlikte yenilenemez enerji kaynakları tüketiminin artması ve tüm bu faaliyetlerin sonucunda doğadaki karbondioksit gazının kontrolsüzce atmosfere yayılmasıdır. Bu kontrolsüzce artan karbondioksit salınımı küresel ısınmanın en önemli nedenlerinden biri olup sürdürülebilir kalkınmanın önündeki en temel engellerden biridir. Oysa buharlı makinenin keşfiyle başlayan yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimi ve sanayileşme, enerji verimliliğini arttırmış bugünün teknolojilerinin oluşmasında önemli rol oynamıştı. Bugün ise bilinçsiz enerji tüketimi nedeniyle ve bu enerji kaynaklarının atmosfere yaydıkları gazlar nedeniyle bu yenilenemez enerji kaynakları yerine güneş, rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının bunlarla ikame edilmesi ve çevre politikaları açısından karbonsuzlaşma hedeflenmektedir. Bu çerçevedeki enerji kaynakları karbon salınımları açısından gruplandırıldığında, en fazla karbon salınımı yapan yakıtlar, kömür, petrol ve doğal gaz şeklinde sıralanabilirken; hidroelektrik, nükleer enerji, güneş ve rüzgar enerjisi gibi enerji kaynaklarının karbon salınımına neden olmadığı söylenebilmektedir (Sachs, 2019: 195). Bu nedenle karbondioksit salınımını azaltmak için; enerji verimliliğinin artırılması, ikame kaynakların tercih edilmesi, yakıt dönüşümü yani elektrifikasyon gibi uygulamalar önerilmektedir (Sachs, 2019: 197). Bunun gibi gelir düzeyi artan ülkelerin üretim tekniklerinde kullandıkları yenilenemez enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynaklarının alması da zamana göre ÇKE'nin ters U şeklini almasını açıklamaktadır.

ÇKE'nin şeklini belirleyen temel unsurlar; çevre kalitesi talebinin gelir esnekliği, ölçek, teknoloji ve yapısal etkiler, uluslararası ticaret, piyasa mekanizması ve regülasyonlar olarak sıralanabilir (Dinda, 2004: 435-440). Bunlardan çevre kalitesi talebinin gelir esnekliğine göre, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliğini azaltma ve çevreyi korumak adına ödeme yapmaya talep artarken, gelir düzeyi düştükçe bu talebin azaldığı açıklanmaktadır (McConnell, 1997). Ölçek, çıktı ve yapısal etkilere bakıldığında ölçeğe göre çıktı düzeyi arttıkça, kullanılması gereken girdi ve emisyon miktarı da artacaktır. Ancak çıktı düzeyinin daha da artması sonucunda çevre kirliliğini önlemeye yönelik faaliyetler ve önlemler de artmaktadır. Yapısal etkiler çerçevesinden bakıldığında ise tarımsal ekonomiden kentsel ekonomiye geçişin, araştırma geliştirme faaliyetlerinin ve bilgi teknolojilerinin ekonomideki kullanımının artması ile birlikte geleneksel üretim modelleri yerine çevreye daha az zarar veren temiz teknolojilerin kullanıldığı üretim modelleri tercih edilebilmektedir.

Uluslararası ticaret arttığında ise önce çevresel bozulmanın artacağı, ancak ölçek büyüdükçe yasal düzenlemelerle birlikte çevresel bozulmanın azalacağı düşünülmektedir. Bu durum zaman zaman yatırımların yer değiştirmesinden kaynaklanabilmektedir. Yani zengin ülkelerde çevre ile ilgili yasal düzenlemelerin varlığı ve bu düzenlemelerle gelen maliyet artışları çevre kirliliğine yol açan yatırımların veya üretim merkezlerinin doğrudan yabancı sermaye yatırımları aracılığıyla zengin ülkelere daha düşük gelirli ülkelere kaymasına yol açabilmektedir. Ancak uluslararası ticaret aracılığıyla temiz teknolojinin yayılması, çevre kirliliğinin azaltılması için uluslararası yardım kuruluşlarının sürdürülebilir kalkınma politikasına yönelik uygulamaları (eğitim, finans desteği vb.) kirliliğin azaltılmasında önemli rollere sahiptir. Piyasa mekanizması açısından değerlendirildiğinde ise gelire bağlı fiyat maliyet politikaları yine ÇKE'nin ters U şeklinde olmasını açıklamaktadır. Son olarak mülkiyet hakları vb. gibi regülasyonlar çevreyi koruma amaçlı olarak zengin ülkelerde daha katı uygulandığı için kirliliğin belli bir gelir düzeyinden sonra azalmasını açıklayan diğer bir faktördür (Dinda, 2004: 435-440).

2. Literatür

Büyüme ve enerji politikalarının değerlendirilebilmesi ve bu çerçevede politika yapıcılara yol gösterilmesi açısından ÇKE üzerine gerçekleştirilen literatür oldukça zengindir. Çalışmanın kapsamı Türkiye olduğu için ilgili alanyazın taramasında Ek 1'de öncelikle Türkiye üzerine yapılmış olan çalışmalarda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş, daha sonra Ek 2'de ÇKE üzerine yabancı alanyazında gerçekleştirilen güncel çalışmalara göre uygulanan yöntemler ve kullanılan değişkenler tespit edilmiştir.

Bu bağlamda ilk olarak çevre kirliliği göstergesi olarak hangi değişkenin kullanıldığına bakılacak olursa, literatürde bu alanda dikkate alınan en temel çalışmalardan biri olan Panayotou (1997) kirlilik göstergesi olarak kükürtdioksit gazını (SO₂) çevre kirliliği göstergesi olarak kullanmıştır. Karadaş ve Koşaroğlu (2021) ise çalışmalarında çevre kirliliğini ölçmek için iklim değişikliğine neden olan gazlardan biri olan azot protoksit (N₂O) salınımını kullanmışlardır. nal ve Aktuğ (2021), Murshed vd. (2022) diğer çalışmalardan farklı olarak çevre kirliliği göstergesi olarak ekolojik ayak izi değişkenini tercih etmişlerdir. Ekolojik ayak izini ise ilgili literatürden yola çıkarak tüketim nedeniyle ortaya çıkan atıkların ortadan kaybolması veya yok edilebilmesi ve tüketilen doğal kaynakların yeniden retilbilmesi için gereken biyolojik kapasite olarak tanımlamışlardır (nal ve Aktuğ, 2021:115). Simionescu vd. (2022) ise sera gazı emisyonlarını kirlilik göstergesi olarak kullanmıştır. İncelenen alanyazın çerçevesinde çevre kirliliğini ölçmek için karbon emisyonunun (CO₂) daha çok tercih edildiği görülmüştür (Saatçi ve Dumrul (2011), Lebe (2016), Efeoğlu (2022), Ağırman ve Osman (2022), Canpolat Gökçe ve Kızılkaya (2022), Adebayo vd. (2022), Hashmi vd. (2022), Apergis ve Ozturk (2015)). Arı ve Zeren (2011), Albayrak ve Gökçe (2015), Beşer vd. (2017), Emek ve zçelebi (2021), Koca ve Sevinç (2022), zbek ve Oğul (2022) ve Taghvae vd. (2022) ise çalışmalarında bu gösterge için karbon emisyonunun kişi başına değerlerini kullanmışlardır.

ÇKE'nin geçerliliğini araştıran çalışmalar her ne kadar büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiye odaklansada çevre kirliliğini etkileyen diğer faktörlerin rollerini de kurdukları modellerde dikkate almışlardır. Bu bağlamda Türkiye için yapılan çalışmalar dikkate alındığında, Arı ve Zeren (2011) çalışmalarında enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğundaki artışın çevre kirliliğinde de artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Efeoğlu (2022) enerji tüketimindeki artış ve sanayileşmedeki artışın çevre kirliliğinde artışa neden olduğunu doğrulamış, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin kirliliği azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Koca ve Sevinç (2022), finansal gelişmenin kirliliği azaltıcı, dışa açılmanın ise kirliliği arttırıcı etkisinin olduğunu elde etmiştir. Lebe (2016)'nin çalışmasında ise finansal gelişme, dışa açılma ve enerji tüketiminin emisyonu arttırdığı görülmüştür. Dışa açıklığın çevre kirliliğini arttırmasının nedeni ise dış ticarete konu olan malların çevreci olmayan üretim teknikleriyle üretilmesi ile açıklanmaktadır (Koca ve Sevinç, 2022: 327).

Efeoğlu (2022), Lebe (2016) ve Koca ve Sevinç (2022)'in çalışmalarında finansal gelişmenin çevre kirliliğine etkisi konusunda fikir birliği olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda iki bakış açısı mevcuttur. Birincisi, finansal gelişmişliğin yüksek olması, ekonomilerde AR-GE faaliyetlerini arttırarak verimlilik ve ekonomik büyümede artışa ve doğrudan yabancı yatırımların artmasına neden olarak yabancı firmaların daha fazla çevre dostu üretim yapmasını sağlayacak ve bunun sonucunda çevre kirliliğinin azalmasında etkili olabilecektir. Diğeri ise, finansal sistemin gelişmişliği paranın giriş çıkışını kolaylaştırdığı için aynı zamanda çevre kirliliğine neden olan büyük firmaların kendi ülkelerindeki kirliliği azaltmak veya uygulanan cezai yaptırımlardan kaçmak için üretimlerini gelişmekte olan/azgelişmiş ülkelere kaydırarak gittikleri ülkede kirliliğinin artmasına neden olabileceklerdir.

Canpolat Gökçe ve Kızılkaya (2022), enerji tüketiminin yanı sıra turizm gelirlerindeki artışın da çevre kirliliğini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte, Karadaş ve Koşaroğlu (2021) ormanlık alanlar ve tarım alanı kullanımının çevre üzerindeki etkilerine çalışmalarında yer vermişlerdir. Buna göre ormanlık alanlardaki artış çevre kirliliğinin azalmasında etkili olurken, tarım alanları kullanımındaki artış çevre kirliliğinde artışa neden olmaktadır. Simionescu vd. (2022: 813-814) çalışmalarında 2 ayrı model tahminlemişlerdir. Birinci modelde ÇKE'nin geçerliliğini sınıamışlar ve bunun yanında yenilenebilir enerji tüketimi, emek verimliliği ve finansal gelişmenin sera gazlarına etkisini araştırmışlardır. İkinici modelde ise yönetişim kalitesindeki iyileşmenin kirlilik üzerinde ne gibi etkileri olabileceğini araştırmak için söz hakkı ve hesap verebilirlik, düzenleyici kalitesi, hkmet etkinliği, politik istikrar, yolsuzluğun kontrolü ve hukukun üstünlüğü gibi yönetişim göstergelerinden faydalanmışlardır.

Son dönemde ÇKE üzerine yapılan çalışmalardan olan Murshed vd. (2022), 5 Güney Asya ülkesi için 1995-2015 yılları kapsamında yaptıkları çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenebilir elektrik üretimi değişkenlerini modellerine dahil etmişler ve bu faktörlerin karbon ayak izinin azalmasına katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Balsalobre-Lorente vd. (2022) 1990-2019 yılları kapsamında PIIGS Ülkeleri için gerçekleştirdikleri çalışmada ÇKE'yi incelerken ekonomik büyüme veya gelir değişkeni yerine ekonomik karmaşıklık endeksini kullanmıştır. ÇKE'yi etkileyen faktörlere bakıldığında inceledikleri modeller çerçevesinde doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve kentleşmenin karbon emisyonunu arttırdığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise karbon emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Wang vd. (2022) ise kentleşmenin artmasının büyümenin kirlilik üzerindeki etkisini arttırdığını, bununla birlikte dışa açıklık ve doğal kaynak kiralama bedelinin de çevresel baskıyı arttırdığını ancak nüfusun yaşlanması ve yenilenebilir enerji tüketiminin artmasının çevre kalitesinin artmasına katkıda bulunduğunu göstermişlerdir. Taghvaei vd. (2022)'de OECD ülkeleri için gerçekleştirdikleri çalışmada büyüme değişkeninin ekonomideki yapısal değişiklikleri açıklamakta yetersiz olacağı düşüncesiyle büyüme yerine ekonomik karmaşıklık endeksini kullanmışlar ve ÇKE'yi tarım, sanayi ve hizmetler olmak üzere sektörel bazda değerlendirmişler, en kirlitici sektörün hizmetler sektörü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Apergis ve Ozturk (2015) ise kurumsal performansın iyileştirilmesinin kirliliğin azaltılmasında önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir.

ÇKE üzerine yapılan çalışmalar yöntemsel açıdan değerlendirilecek olursa temelde zaman serisi ve panel veri analizleri olarak iki ayrı grupta değerlendirilebilir. Zaman serisi analizi kapsamında ise eşbütünlük, nedensellik, vektör hata düzeltme modelleri (VECM) yöntem olarak tercih edilmektedir. Buna göre Ağırman ve Osman (2022) ve Albayrak ve Gökçe (2015) çalışmalarında Johansen eşbütünlük testi ve VECM yöntemlerini tercih ederlerken; Lebe (2016), Emek ve Özçelebi (2021), Özbek ve Oğul (2022), Ünal ve Aktuğ (2021) ve Al-Mulali vd. (2015) ARDL sınır testlerini çalışmalarında uygulamışlardır. Canpolat Gökçe ve Kızılkaya (2022) ise RALS Engle-Granger eşbütünlük testi ile ÇKE'yi araştırmışlardır. Nedensellik açısından ise Lebe (2016) Granger nedensellik, Emek ve Özçelebi (2021) Toda-Yomamoto simetrik nedensellik testi, Hatemi-J ve zamanla değişen asimetrik nedensellik testlerinin sonuçlarını ÇKE açısından değerlendirmişlerdir. Panel veri uygulamalarında ise panel regresyon yöntemleri, eşbütünlük testleri ve nedensellik testlerinin tercih edildiği görülmektedir. Arı ve Zeren (2011), Beşer vd. (2017) ve Murshed vd. (2022) Tamamen Genelleştirilmiş En Küçük Kareler, Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmincisi, Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi gibi panel regresyon yöntemlerini uygulamışlardır. Efeoğlu (2022) ise ÇKE hipotezinin geçerliliğini Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı E7 ülkeleri için 1989-2016 yılları için panel veri yöntemlerinden Parks-Kmenta tahmincisi ile araştırmıştır. Karadağ ve Koşaroğlu (2021), Hashmi vd. (2022) ve Simionescu vd. (2022) panel ARDL sınır testi yöntemini kullanmışlardır. Kao, Pedroni, Westerlund, Nyblom-Harvey, Fisher-Johansen Eşbütünlük Testleri gibi yöntemlerde Taghvaei vd. (2022), Apergis ve Ozturk (2015), Koca ve Sevinç (2022) ve Adebayo vd. (2022)'nin çalışmalarında gözlemlenmiştir. Balsalobre-Lorente vd. (2022) Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi ile Wang vd. (2022) de doğrusal olmayan nedensellik sonuçları ile ÇKE'yi değerlendirmişlerdir.

ÇKE üzerine yapılan çalışmalarda hangi gelir düzeyinde kirliliğin azalmaya başlayacağını bilmesi politika önerisi açısından önemlidir. Buna göre Dinda (2004: 442) yapmış olduğu literatür taramasında çevre kirlilik düzeyinin azalmaya başladığı dönüm noktasının 3000-10000 ABD doları arasında değiştiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda dönüm noktasını değerlendiren çalışmalara bakılacak olursa Albayrak vd. (2015) Türkiye için 1995-2010 dönemi için dönüm noktasını 2548257 TL olarak bulmuş, Apergis ve Ozturk (2015) 14 Asya ülkesi için dönüm noktasını 10594\$ olarak tespit etmiştir. Arı ve Zeren (2011), Karadağ ve Koşaroğlu (2021) ise ÇKE'yi N şeklinde tespit etmişler ve dönüm noktalarını birbirinden farklı bulmuşlardır. Bunun nedeni ise seçilen kirlilik göstergesi, zaman aralıkları, örneklem grubu ve seçilen metodolojilerin farklılaşmasından kaynaklanmaktadır. Ancak Panayotou (1997) en

azından ortamdaki kirlilik seviyelerinin bilinmesi durumunda; politikalar ile kurumların düşük gelir seviyelerinde çevresel bozulmayı önemli ölçüde azaltabileceği ve daha yüksek gelir seviyelerinde iyileştirmeleri hızlandırabileceğini belirtmiştir. Buna göre doğru politika ve uygulamalar sonucunda ekonomik büyümenin çevresel maliyeti azaltılabilecektir. Bu bağlamda ÇKE üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda dönüm noktalarının tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Alanyazın kapsamında ÇKE'in geçerliliği Ek 1 ve Ek 2'de 22 ayrı çalışma ile detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışmalardan sadece Arı ve Zeren (2011), Emek ve Özçelebi (2021) ve Al-Mulali vd. (2015) çalışmalarında ÇKE'nin geçerli olmadığını tespit etmişlerdir. Buna göre çalışma kapsamında gözden geçirilmiş olan literatürde yöntem, dönem ve veri seti değişmesine rağmen ÇKE eğrisinin geçerli olduğu sonucuna ulaşan çalışmaların daha fazla olduğu görülmüştür (Saatçi ve Dumrul (2011), Efeoğlu (2021), Lebe (2016), Ağırman ve Osman (2022), Wang vd. (2022), Taghvaei vd. (2022) vb.). Sonuç olarak ele alınan literatür çerçevesinde Çevresel Kuznets Eğrisinin ampirik olarak gözlemlenebildiği ancak hangi gelir düzeyinde çevre kirliliğinin azalmaya başlayacağı konusunda literatürde bir fikir birliği olmadığı söylenebilir. Bu çalışmada ise ÇKE'yi inceleyen önceki literatürden farklı olarak NARDL yöntemi bu ilişkiyi analiz etmek için kullanılmış asimetrik şokların etkisi de dikkate alınmıştır. Ayrıca kavramsal olarak incelenen geleceksiz büyümenin ampirik olarak araştırılması ve bunun için ÇKE'nin kullanılması da çalışmayı diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır

3. Veri Seti, Birim Kök Testleri ve Yöntem

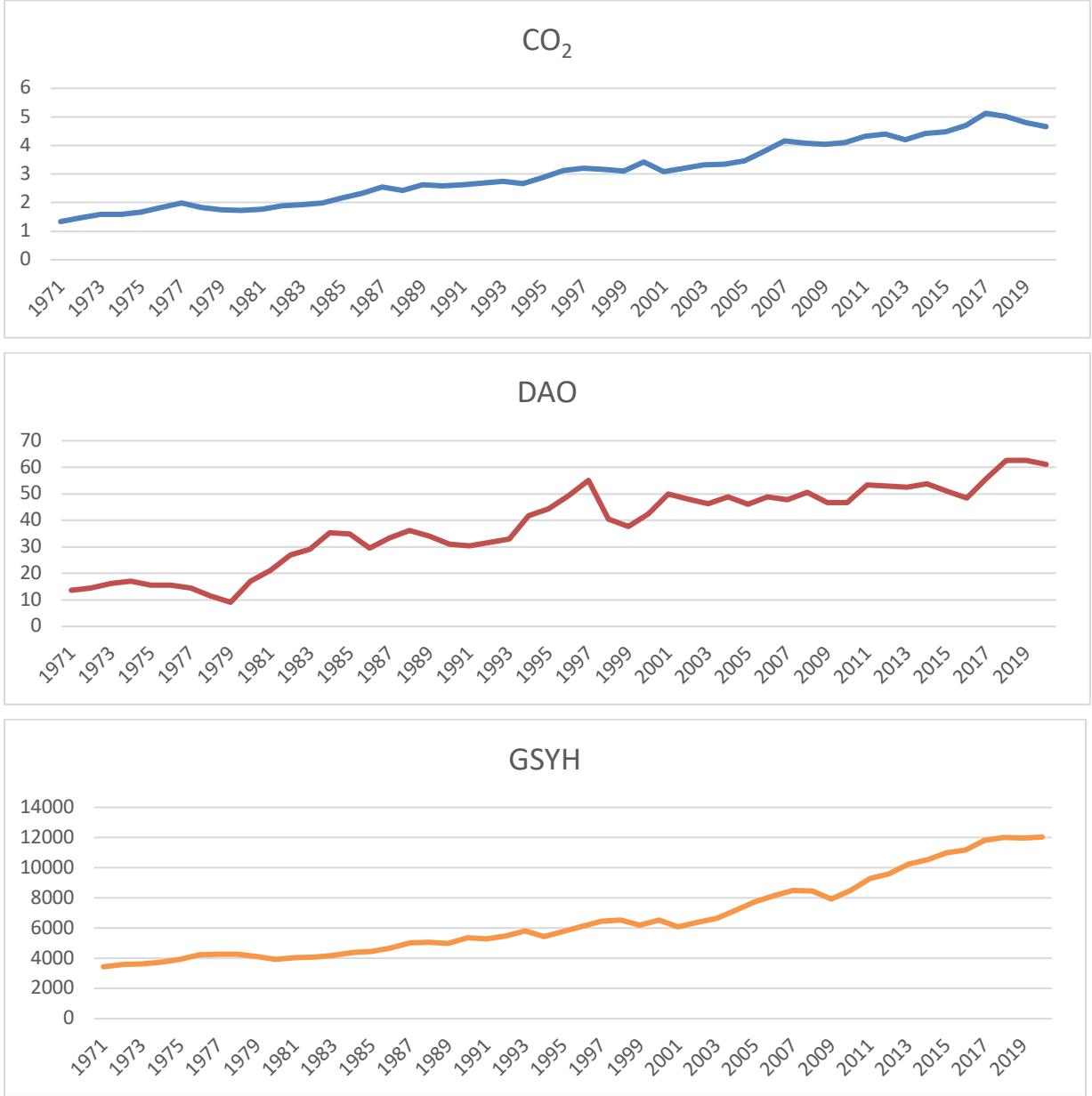
Bu çalışmada kullanılan veri seti 1970-2020 zaman aralığında ÇKE'nin Türkiye'de geçerliliğinin analiz edilmesi amacıyla Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. ÇKE'nin Türkiye'deki durumunu tahmin etmek için denklem (2)'deki yapıya ek olarak Dışa Açıklık Oranı³ verisi de eklenmiştir. Böylelikle, Türkiye'de dışa açıklığın ÇKE'nin geçerliliğindeki etkisi de ortaya konmaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti Tablo 1'de açıklanmaktadır:

Tablo 1. Değişken Tanımlamaları

Değişken Adı	Kısaltma	Kaynak
Karbondioksit Emisyonu (Her bir dolar başına kg)	CO ₂	Dünya Bankası
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Kişi başı, 2015 \$)	GSYH	Dünya Bankası
Dışa Açıklık Oranı	DAO	Dünya Bankası

Söz konusu değişkenlere ilişkin zaman grafikleri Grafik 1'de toplu olarak gösterilmektedir. Karbondioksit salınımının 2000'lerin başında dalgalanma gösterdiği ve Pandemi döneminde azalışa geçtiği görüne de pozitif eğilime sahip olduğu söylenebilir. Bu durumda sokağa çıkma yasaklarının araç kullanımında ve enerji tüketiminde azalışa yol açmasının etkili olduğu değerlendirilebilir. Dışa açıklık oranı ise ekonomide meydana gelen dalgalanmalardan daha çok etkilenmiştir. Dışa açıklık 1980'li yıllara kadar yataya yakın bir seyir gösterse de dışa mal ticareti olarak açılma sonrasında ekonomik konjonktüre bağlı dalgalanmalar göstermiş olup genel olarak pozitif bir eğilime sahip görünmektedir. Dolar cinsinden Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla serisinin de pozitif eğim göstermekle birlikte ekonomik kriz dönemlerindeki kırılmaları dikkat çekmektedir.

³ Dışa açıklık oranı dış ticaret hacminin GSYH'ye oranıdır.

Grafik 1: CO₂, DAO ve GSYH'ye ait zaman grafikleri

Çalışmada kullanılan veri setinin durağanlık seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir. Veri setinin birim kök içerip içermediği uzun dönem denkleminin tahmin edilmesi ve parametrelerin yorumlanabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda Tablo 2'de çalışmada kullanılan veri setine ait birim kök testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2. Birim Kök Testleri

	ADF		PP		KPSS		Zivot-Andrews	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
CO ₂	-2,5117 (0.1189)	-2.4003 (0.374)	-2.4532 (0.1331)	-2.2843 (0.4342)	0.9269	0.1584**	-4.0958	-4.3638

							{2010}	{1998}
GSYH	1.6929 (0.999)	-0.9819 (0.937)	1.7039 (0.9995)	-1.0430 (0.9281)	0.8815	0.2217	-3.4174 {2010}	-3.8184 {2001}
DAO	-1.04 (0.729)	-3.6470 (0.036)**	-0.7164 (0.8329)	-3.1191 (0.1134)	0.8959	0.1368*	-5.0988 {1982}	-5.0784 {1982}
Birinci farklar								
CO₂	-8.5858 (0.000)***	-8.8950 (0.000)***	-8.6239 (0.000)***	-9.4200 (0.000)***	0.3236***	0.1349**		
GSYH	-5.9148 (0.000)***	-6.3962 (0.000)***	-5.9109 (0.000)***	-6.3784 (0.000)***	0.3006***	0.0545***		
DAO	-6.1178 (0.000)***	-6.0465 (0.000)***	-7.9335 (0.000)***	-7.8622 (0.000)***	0.1471***	0.1440**		

*%10, **%5 ve ***%1 önem düzeylerini ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler olasılık değerleridir.

Tablo 2’de yer alan ADF testi Genişletilmiş Dickey Fuller testini göstermektedir. ADF birim kök testine göre; CO₂, GSYH ve DAO değişkenleri sabitli modelde birim kök içermektedir, sabitli-trendli modelde ise DAO değişkeninin birim kök içermediği diğerlerinin sabitli modeldeki gibi birim kök içerdikleri görülmektedir. Değişkenlerin birinci farkı alındığında ise sabitli modelde ve sabitli-trendli modelde birim kök içermedikleri görülmektedir. Phillips-Perron (PP) birim kök testi sonuçlarına göre; CO₂, GSYH ve DAO değişkenleri ADF birim kök testinde olduğu gibi sabitli modelde birim kök içermektedir. Ayrıca sabitli-trendli modelde ADF birim kök testinden farklı olarak tüm değişkenler birim kök içermektedir. Değişkenlerin birinci farkı alındığında ise sabitli modelde ve sabitli-trendli modelde birim kök içermedikleri görülmektedir. Diğer iki birim kök testine göre ters hipotezli olan Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testi sonuçlarına bakıldığında değişkenler arasında farklılaşmalar görülmektedir. CO₂ değişkeni ve DAO değişkeni sabitli modele göre durağan değilken sabitli-trendli modelde (DAO % 10’a göre de olsa) durağandır. GSYH değişkeni her iki modele göre de durağan değildir. Birinci farklar dikkate alındığında ise tüm değişkenler her iki modele göre durağan hale gelmektedir.

Zivot-Andrews birim kök testi ise bir zaman serisinde tek yapısal kırılmanın varlığından hareketle birim kökü sınavan bir testtir (Zivot ve Andrews, 2002). Zivot-Andrews birim kök testi sonuçlarına göre bütün değişkenler hem sabitli hem de sabitli-trendli modelde birim kök içermektedir. Sabitli-trendli modelde; CO₂ değişkeninde yapısal kırılma tarihi 1998 yılı, GSYH değişkeninde yapısal kırılma tarihi 2001 ve DAO değişkeninde yapısal kırılma tarihi 1982 yılı olarak görünmektedir.

Çalışmada kullanılan değişkenlerin birim kök testleri sonucunda oluşan entegrasyon dereceleri değerlendirildiğinde birim kök içermeyen değişkenlerle birim kök içeren değişkenlerin modellenbilmesine olanak sağlayan Auto Regressive Distributed Lag (ARDL) yaklaşımı temel alınmıştır. Ayrıca ilgili zaman aralığında değişkenlerde oluşan negatif ve pozitif şokların asimetrik etkilerinin dikkate alınması adına Doğrusal Olmayan (Nonlinear)/(NARDL) yaklaşımı çalışmanın yöntemi olarak seçilmiştir.

NARDL yaklaşımı Shin vd. (2014) tarafından geliştirilmiştir. NARDL yaklaşımı ile değişkenlerin kısa ve uzun dönemli ilişkileri asimetrik olarak da analiz edilebilmektedir. Böylelikle değişkenlerin negatif ya da pozitif ayrışmalarının değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisini belirleyebildiği ortaya

konmaktadır. Bununla birlikte değişkenlerin simetrik bir yapıda dikkate alınması durumunda ortaya çıkmayan eş bütünleşik ilişki asimetrik bir yaklaşımla (gizli eş bütünleşme) ortaya çıkabilmektedir.

NARDL yöntemi ARDL denklemindeki bağımsız değişkeni, değişkenin içerisindeki negatif ve pozitif şokları ayrıştırarak modele dahil etmektedir. Böylelikle NARDL denklemi asimetrik şokların etkilerini dikkate alan doğrusal olmayan bir yapıyı ortaya çıkarmaktadır (Utkulu ve Ekinci, 2016: 8).

NARDL denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \alpha_2 \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-i}^+ + \alpha_3 \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-i}^- + \alpha_4 Y_{t-i} + \alpha_5 X_{t-i}^+ + \alpha_6 X_{t-i}^- + \epsilon_t \quad (2)$$

Bu denklemde Y ve X sırasıyla bağımlı ve bağımsız değişkenleri, α parametreleri sabit, kısa ve uzun dönem katsayılarını ve ϵ hata terimini göstermektedir. X^+ ve X^- bağımsız değişkenin/değişkenlerin pozitif ve negatif şoklarını temsil etmektedir. Δ ise fark işlemcisidir. Modelde ayrıca uzun dönemli asimetrik ilişkinin varlığı Wald testi ile sınanmaktadır. Wald testinde simetrik ilişkiyi tanımlayan boş hipotezin reddedilmesi ile asimetrik ilişki ortaya konmaktadır. Wald testi kapsamında ortaya çıkan katsayılar modelde α_2 ve α_3 katsayılarıdır. Wald testi bu katsayıların birbirinden farklı olduğu durumda asimetriyi işaret etmektedir.

4. Ampirik Bulgular

Bu çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye’de geçerliliğinin analiz edilmesi amacıyla tahminlenen NARDL modelinin sonuçları Tablo 3’te sunulmuştur. İlgili sonuçlar; uzun dönem katsayılarının tahmin edildiği uzun dönem denklemini, kısa dönem katsayılarının ve hata düzeltme katsayısının tahmin edildiği kısa dönem denklemini, eş bütünleşmenin sınırlarını gösteren sınır testini, tahmin edilen parametrelerin istikrarını gösteren Cusum testini ve tahmin edilen katsayıların güvenilirliğine ilişkin tahmin sonrası testleri içermektedir.

Tablo 3’te NARDL tahmin sonuçları ve eş bütünleşmenin varlığına ilişkin sınır testi sonuçları gösterilmektedir:

Tablo 3: NARDL (1, 1, 0, 0, 0, 0) Tahmin Sonuçları

Co2 = f(GSYH, DAO)	
NARDL (1, 1, 0, 0, 0, 0)	
$\Delta Co2 = C + \Delta Co2_{t-1} + GDP_POS + GDP_POS_{t-1} + GDP_NEG + GDP^2 + GDP^3 + DAO + u$	
Değişkenler	Parametre/Test Değeri
$CO2_{t-1}$	-0.787224*** (-4.959)
$GSYH_Poz_{t-1}$	0.000135** (2.426)
$GSYH_Neg$	0.000132** (2.477)
$GSYH^2$	-0.0000000169** (-2.309)

<i>GSYH</i>³	0.00000000000062** (2.059)
<i>DAO</i>	0.000841* (1.738)
<i>ΔGSYH_Poz</i>	0.000110*** (1.806)
<i>ECM</i>_{t-1}	-0.787*** (-5.355)
<i>UGSYH_Poz</i> (Uzun dönem)	0.000171*** (3.050)
<i>UGSYH_Neg</i> (Uzun dönem)	0.000167*** (3.128)
<i>UGSYH</i>² (Uzun dönem)	-0.0000000215*** (-2,826)
<i>UGSYH</i>³ (Uzun dönem)	0.000000000000788** (2,41)
<i>UDAO</i> (Uzun dönem)	0.001069 (1.742)*
SABİT	0.4913*** (4.044)
F-Sınır	4.248**
t-Sınır	-4.959***
R²	0.810
AIC	-5.292
Breusch-Godfrey (B-G) Test (2) Otokorelasyon	0.089 [0.9150]
ARCH (1) Değişen Varyans	0.110 [0.7408]
Ramsey-Reset Testi (F)	0.255536 [0.6160]
Jarque-Bera Normal Dağılım	2.408 [0.299]

*%10, **%5 ve ***%1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Normal parantezler t istatistiklerini, köşeli parantezler olasılık değerlerini göstermektedir.

Bu çalışmada ÇKE hipotezi, dış açıklık oranı da dikkate alınarak asimetrik bir ilişkinin var olduğuna dair hipotez çerçevesinde sınanmaktadır. Bu kapsamda Tablo 3'te NARDL tahmin sonuçları raporlanmaktadır. NARDL modeli Akaike bilgi kriterinin (AIC) minimum olduğu noktada seçilmiş ve raporlanmıştır.

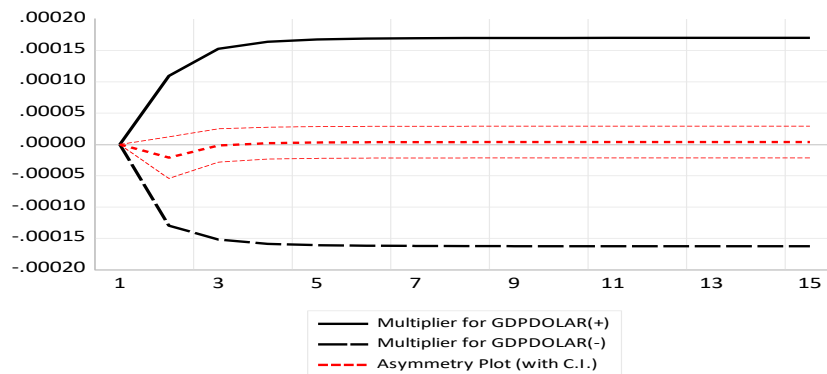
Analiz sonuçlarına bakıldığında F-sınır ve t-sınır testleri uzun dönemli asimetrik bir eş bütünleşme ilişkisinin var olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayısı olan (ECM_{t-1}) gerekli şartlı sağlamakta (negatif ve istatistiksel olarak anlamlı) ve kısa dönemli dengesizliklerin uzun dönemde dengeye geldiğini göstermektedir.

NARDL tahmin modelindeki değişkenlere ilişkin uzun dönem katsayıları incelendiğinde, ÇKE hipotezi açısından " $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ ise kübik polinom veya N şeklinde ilişki söz konusudur." önermesinin geçerli olduğu anlaşılmaktadır. Uzun dönemli katsayılar; GSYH_Poz, GSYH_Neg katsayıları pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı, GSYH² değişkeninin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ve GSYH³ değişkeninin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç N şeklinde bir ÇKE'ye işaret etmektedir. Dış açıklık oranı değişkeninin katsayısı da uzun dönemde dış açıklık oranının artmasının çevre kirliliğine neden olduğunu göstermektedir. Çalışmanın yapılan analiz sonuçlarının bir başka işaret ettiği durum ise kişi başına düşen GSYH değişkeninde meydana gelen negatif ve pozitif şokların çevre kirliliğini arttırdığı yönündedir.

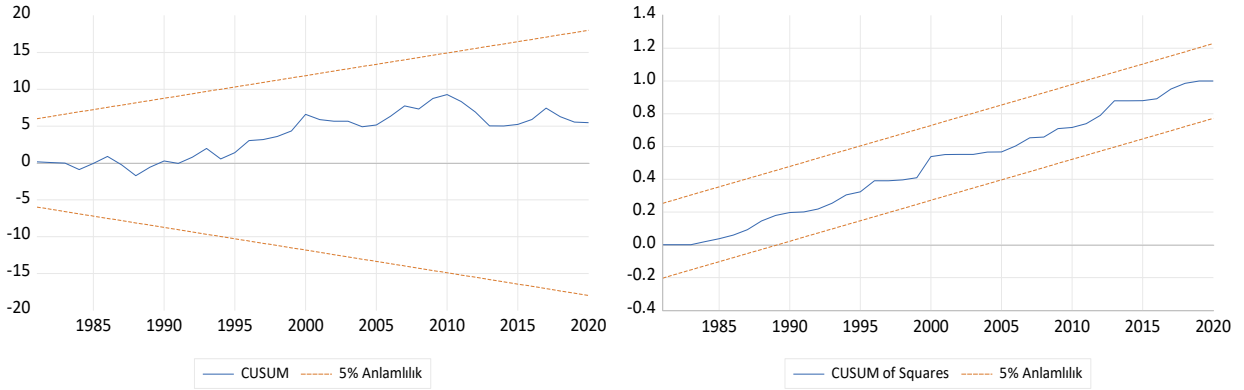
Model tahminindeki parametrelerin güvenilirliğine ilişkin yapılan normal dağılım, model spesifikasyonu, otokorelasyon ve değişen varyans testleri de tahminin güvenilirliğine işaret etmektedir. Jarque-Bera normal dağılım testi ve Ramsey-Reset testi sırasıyla hata teriminin normal dağıldığını ve yapılan tahminlemede model kurma hatası olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte Breusch-Godfrey otokorelasyon testi ve ARCH değişen varyans testi sonuçları ve olasılık değerleri de tahmin edilen modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorununun olmadığını ifade etmektedir.

Bununla birlikte NARDL modelinde ortaya konulan asimetrik etkiler çarpan analizi ile de gösterilebilmektedir. Dinamik çarpan analizinin genel itibarıyla bir etki tepki analizi olduğu söylenebilir. Grafik 2'de, kişi başına düşen GSYH'de meydana gelen asimetrik şoklara CO₂ değişkeninin verdiği tepkilerden hareketle ortaya çıkan dinamik çarpan analizi gösterilmektedir. Grafik 2 değerlendirildiğinde, negatif ve pozitif asimetrik şokların varlığı kırmızı kesikli çizgiden anlaşılmaktadır. Kırmızı kesikli çizginin 3 dönem sonra dengeye geldiği görülmektedir. Ayrıca negatif şokların ilk 3 dönemde daha etkili ve baskın olduğu, net etkinin negatif yönde olduğu söylenebilir.

Grafik 2: Dinamik Çarpan Grafiği



NARDL modelinde tahmin edilen parametrelerin yapısal olarak istikrarlı olup olmadığı Cusum ve Cusum of Squares grafikleri ile takip edilebilmektedir. Grafik 3'te yer alan Cusum ve Cusum of Squares grafiklerine göre NARDL tahmin sonuçlarının ve parametrelerin yapısal olarak uzun dönemde istikrarlı olduğu görülmektedir.

Grafik 2: Cusum ve Cusum of Squares Grafikleri

5. Sonuç

Bu çalışmada Türkiye'nin geleceksiz büyüme tehlikesiyle karşı karşıya olup olmadığını tespit etmek amacıyla Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerliliği dışı açıklık oranı da dikkate alınarak kişi başına karbondioksit emisyonu ve kişi başına gelir düzeyi değişkenleri arasında asimetrik bir ilişki olduğu hipotezinin geçerliliği araştırılmıştır. 1970-2020 zaman aralığı kapsamında bu ilişki NARDL yöntemiyle test edilmiştir. Çünkü değişkenlerin entegrasyon dereceleri farklı çıkmış ve asimetrik şoklar dikkate alınmıştır. Daha önceki Türkiye için ÇKE'nin geçerliliğini sınanan çalışmalar kapsamında ele alınan literatür incelemesinde Saatçi ve Dumrul (2011) zaman serileri analizlerinden Kejriwal eşbütünleşme testini; Albayrak ve Gökçe (2015) Johansen eşbütünleşme testi ve VAR modelini; Emek ve Özçelebi (2021), Ünal ve Aktuğ (2021), Özbek ve Oğul (2022) ve Lebe (2016) ARDL sınır testini; Koca ve Sevinç (2022) ise yapısal kırılma içeren birim kök testleri ve eşbütünleşme testlerini çalışmalarında uygulamışlardır. Bu çalışmada ise önceki çalışmalardan farklı olarak NARDL yöntemi ile bu ilişkinin analiz edilmesinin ve ÇKE'nin geçerliliğinde asimetrik şokların da dikkate alınmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın sonucunda ters U şeklinde olan ÇKE eğrisinin Türkiye'de geçerli olmadığı, eğrinin şeklinin kübik polinom N şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre kişi başına gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliği önce artmakta, daha sonra belirli bir eşik değerinden sonra azalarak minimuma inmekte sonra yine artış trendine girmektedir. Bu bağlamda bu çalışma, Türkiye için son dönemde yapılan araştırmalara bakıldığında Arı ve Zeren (2011), Emek ve Özçelebi (2021) ve Karadaş ve Koşaroğlu (2021)'nin ampirik araştırmalarında ulaştıkları Türkiye'de ÇKE eğrisinin geçerli olmadığı sonucunu desteklemektedir. Bu sonuç Türkiye'nin son dönemde artan bir çevre kirliliği trendine sahip olduğunu göstermekte, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde geleceksiz büyüme tehlikesi ile karşı karşıya olunabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda Türkiye 2030 yılına kadar sürdürülebilir kalkınma amaçlarından olan "Sorumlu üretim ve tüketim", "Erişilebilir Temiz Enerji" gibi amaçlara ulaşmayı Birleşmiş Milletler'le birlikte hedeflemektedir. Bu hedeflere ulaşmak için her ne kadar yasal düzenlemeler gerçekleşse de gerekli denetimlerin de titizlikle sürdürülmesinde fayda bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın literatüre bir diğer katkısı ÇKE çerçevesinde elde edilen ampirik sonuçların geleceksiz büyüme kavramı ile ilişkilendirilmesidir.

Son dönemde gerçekleştirilen yabancı literatürde Al-Mulali vd. (2015) dışında, Apergis ve Ozturk (2015), Adebayo vd. (2022), Balsalobre-Lorente vd. (2022), Hashmi vd. (2022), Murshed vd. (2022), Simionescu vd. (2022), Wang vd. (2022) ve Taghvaei vd. (2022) ÇKE'nin ilgili örneklem için geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmalardan Al-Mulali vd. (2015)'nin çalışması zaman serisi analizinden faydalanırken diğerleri panel veri setleri ile analizlerini gerçekleştirmişlerdir.

Dışa açılmanın çevre kirliliğine etkisini inceleyen çalışmalar değerlendirilecek olursa Koca ve Sevinç (2022), Wang vd. (2022) ve Lebe (2016) dışa açılmanın çevre kirliliğini arttırıcı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada elde edilen ampirik sonuçlar da dışa açıklık oranının çevre kirliliğinin artmasına istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde katkı sağladığı ve bu bağlamda ilgili literatürü desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu ise dış ticarete konu olan malların üretilmesinde çevreci olmayan tekniklerin kullanılmasından kaynaklanabilmektedir. Bu bağlamda uzun vadede çevre kirliliğindeki artışın önüne geçilebilmesi için üretim tekniklerinin ve üretimde kullanılan enerji türlerinin gözden geçirilmesinde fayda vardır.

Çevre kirliliği uzun dönemde halk sağlığında ve yaşam kalitesinde bozulmalara neden olacağı için birtakım regülasyonların yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu noktada çevre konusunda toplumsal bir bilincin oluşturulması önem arz etse de kısa dönemde ilk etapta çevre kirliliğinin azaltılmasında etkili olabilecek iktisadi karar birimi, kamudur. Çünkü kirliliğin azaltılması topluma hem bir maliyet yüklemekte hem de fayda sağlamaktadır. Bu faydanın kullanılmasının engellenmemesi ise bedavacılık sorununa neden olmaktadır. Bu nedenle bu alandaki yatırımlar kamu tarafından yapılmalıdır. Bununla birlikte firma ve bireylerin neden oldukları kirliliklerin yarattığı negatif dışsallığın maliyetini, kirliliği ortaya çıkaranlara yükleyecek şekilde vergilerin konulması veya yasal düzenlemelerin yapılması kirliliğin azaltılmasında etkili olabilecektir. Ayrıca merkezi yönetimin, çevre düzenlemelerinde yerel yönetimler ve çevre koruma dernekleri ile iletişim düzeyinin yüksek olması kirliliğin azaltılmasında etkili olabilecektir. Çünkü politikalar her ne kadar ulusal düzeyde oluşturulsa da yerel düzeyde uygulanmakta ve denetlenmektedir.

Çevre kirliliğinin sadece CO₂ değişkeniyle ölçülmesi bu çalışmanın veya herhangi bir temsili değişkenle ölçülmesi genellikle Çevresel Kuznets Eğrisi çalışmalarının en önemli sınırlamasıdır. Bu sınırlamanın ortadan kaldırılabilmesi için genel bir çevre kirliliği endeks değerinin oluşturulması ve hesaplanmasına yönelik gelecekte yapılacak çalışmaların bu alanda önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir. Son olarak çevre kirliliğinin azaltılmasında politika önerileri incelendiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliğinin azaltılmasındaki rolüne dikkat çekilmektedir. Ancak ÇKE'nin geçerliliğini sınavan uygulamalı çalışmalarda sınırlı sayıda çalışmada yenilenebilir enerji değişkenine yer verilmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda ilgili modellere yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kirliliği üzerindeki etkisini gösterebilecek kontrol değişkenlerine yer verilmesi de bu etkinin daha net görülmesinde katkı sağlayabilecektir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazarların Makaleye Olan Katkıları

Yazar 1'in makaleye katkısı %50, Yazar 2'nin makaleye katkısı %50'dir.

Çıkar Beyanı

Çalışmada çıkar çatışması durumu bulunmamaktadır

Kaynaklar

- Adebayo, T. S., Rjoub, H., Akadiri, S. S., Oladipupo, S. D., Sharif, A. ve Adeshola, İ. (2022). "The role of economic complexity in the environmental Kuznets curve of MINT economies: evidence from method of moments quantile regression". *Environmental Science and Pollution Research*, 2022(29): 24248–24260.
- Ağırman, E. ve Osman, A. B. (2022). "Development and Environment Quality Nexus in Turkey: An Empirical Study". *Social Sciences Research Journal*, 11(1), 176-186.
- Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2015). "Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik ilişkisi: Çevresel Kuznets eğrisi ve Türkiye örneği". *Social Sciences Research Journal*, 4(2): 279-301.
- Al-Mulali, U., Saboori, B. ve Ozturk, I. (2015). "Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam". *Energy Policy*, 76(2015): 123–131.
- Apergis, N. ve Ozturk, I. (2015). "Testing environmental Kuznets Curve hypothesis in Asian countries". *Ecological Indicators*, 52(2015): 16–22.
- Arı, A. ve Zeren, F. (2011). "CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi". *Yönetim ve Ekonomi*, 18(2): 37-47.
- Auty, R., (1985). "Materials intensity of GDP: research issues on the measurement and explanation of change". *Resource Policy* 11, 275–283.
- Balsalobre-Lorente, D., Ibanez-Luzon, L., Usman, M. ve Shahbaz, M. (2022). "The environmental Kuznets curve, based on the economic complexity, and the pollution haven hypothesis in PIIGS countries". *Renewable Energy*, 185(2022): 1441-1455.
- Beşer, M. N., Acaroğlu, H. ve Güllü, M. (2017). "Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: İnsani gelişim endeksi etkili mi?". *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31(2018): 189-201.
- Canpolat Gökçe, E. ve Kızılkaya F. (2022). "Türkiye için turizm kaynaklı EKC hipotezinin test edilmesi". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1): 352-362.
- Dinda, S. (2004). "Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey". *Ecological Economics*. 49(2004): 431– 455.
- Efeoğlu, R. (2022). "Çevresel Kuznets eğrisi çerçevesinde sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO2 salınımı üzerindeki etkisi". *Alanya Akademik Bakış*, 6(2): 2103-2115.
- Emek, Ö. F. ve Özçelebi, O. (2021). "Türkiye’de Çevresel kuznets hipotezinin geçerliliği bağlamında karbon emisyonu (CO2) ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi: Hatemi-J ve zamanla değişen nedensellik". *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2): 364-386.
- Hashmi, S. M., Bhowmik, R., Inglesi-Lotz, R. ve Syed, Q. R. (2022). "Investigating the Environmental Kuznets Curve hypothesis amidst geopolitical risk: Global evidence using bootstrap ARDL approach". *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2022): 24049–24062.
- Karadaş, H. A. ve Koşaroğlu, Ş. M. (2021). "N2O için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin test edilmesi". *İzmir İktisat Dergisi*, 36(4): 913-928.
- Koca, A. ve Sevinç, D. (2022). "Çevresel Kuznets Eğrisi’nin BRICS-T ülkelerinde geçerliliği ve finansal gelişmişlik ve dışa açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkisi". *İzmir İktisat Dergisi*. 37(2): 318-333.

- Kuznets, S. (1955). "Economic growth and income inequality". *The American Economic Review*, 45(1), 1– 28.
- Lebe, F. (2016). "Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi". *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- McConnell, K.E., 1997. "Income and the demand for environmental quality". *Environment and Development Economics* 2, 383– 399.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. ve Behrens, W., (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books, New York.
- Murshed, M., Haseeb, M. ve Alam, Md. S. (2022). "The Environmental Kuznets Curve hypothesis for carbon and ecological footprints in South Asia: the role of renewable energy". *GeoJournal*, 87(2022) :2345–2372.
- Özbek, S. ve Oğul, B. (2022). "Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği: Türkiye üzerine ampirik bir çalışma". *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 14(26): 35-46.
- Panayotou, T., (1993). "Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development". ILO, Technology and Employment Programme, Geneva.
- Panayotou, T. (1997). "Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a black box into a policy tool". *Environment and Development Economics*, 2(1998): 465-484.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2011). "Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-bütünleşme yöntemiyle tahmini". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37(2011): 65-86.
- Sachs, J. D. (2019). *Sürdürülebilir kalkınma çağı*. Çev. Barış Gönülşelen. İstanbul: Yeditepe Yayınevi.
- Shin, Y., Yu, B., ve Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications*, 281-314.
- Simionescu, M., Strielkowski, W. ve Gavurova, B. (2022). "Could quality of governance influence pollution? Evidence from the revised Environmental Kuznets Curve in Central and Eastern European countries". *Energy Reports*, 8(2022): 809–819.
- Taghvaei, V. M., Nodehi, M. ve Saboori, B. (2022). "Economic complexity and CO2 emissions in OECD countries: sector-wise Environmental Kuznets Curve hypothesis". *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21491-5>.
- Tıraş, H. H. (2012). "Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme". *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2): 57-73.
- Utkulu, U. ve Ekinci, R. (2016). "Uluslararası petrol ve gıda fiyatlarından iç fiyatlara asimetric ve doğrusal olmayan fiyat geçişkenliği: Türkiye için NARDL modeli bulguları". *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (617), 9-22.
- Ünal, H. ve Aktuğ, M. (2021). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında Türkiye'de çevre kalitesinin değerlendirilmesi. *İnsan & Toplum*, 12(1): 113-136.
- Wang, Q, Wang, X. ve Li, R. (2022). "Does urbanization redefine the environmental Kuznets curve? An empirical analysis of 134 Countries". *Sustainable Cities and Society*, 76(2022): 1-14.
- Zivot, E. ve Andrews, D. W. K. (2002). "Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis". *Journal of business & economic statistics*, 20(1), 25-44.

EKLER

Ek 1. Türkiye İçin ÇKE'nin Geçerliliğini Araştıran Ampirik Çalışmaların Özeti

Yazar	Ülke	Zaman aralığı	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Arı ve Zeren (2011)	Akdeniz Bölgesi Ülkeleri	2000-2005	KBCO ₂ KBGSMH EC, POPD	Panel Veri Yöntemi, Esnek FMOLS	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Saatçi ve Dumrul (2011)	Türkiye	1950-2007	CO ₂ , GSMH	Kejriwal Eşbütünleşme Testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Albayrak ve Gökçe (2015)	Türkiye	1975-2010	KBCO ₂ , KBRGSYH EC, OPEN	Johansen Eşbütünleşme VAR modeli	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Lebe (2016)	Türkiye	1960-2010	FD, g, EC, OPEN, CO ₂	ARDL Sınır Testi, Granger Nedensellik testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Beşer vd. (2017)	170 Ülke ve İnsani Gelişmişlik Endeksi Değerine Göre Kategorize Edilen Ülke Grupları	1990-2013	KBCO ₂ , KBGSYH	Panel Regresyon Yöntemi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Efeoğlu (2022)	E7 Ülkeleri	1989-2016	CO ₂ RNW, KBGSYH, In, EC, FD	Statik Panel Veri Yöntemi, Parks-Kmenta Tahmincisi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Emek ve Özçelebi (2021)	Türkiye	1960-2015	KBCO ₂ KBGSYH KBEC	ARDL Sınır Testi Toda-Yomamoto Simetrik Nedensellik Testi Hatemi-J ve Zamanla Değişen Asimetrik Nedensellik Testleri	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Karadaş ve Koşaroğlu (2021)	20 Avrupa ülkesi ve Türkiye	1992-2017	N ₂ O GSYH FORLAND AGLAND	Panel ARDL testi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Ünal ve Aktuğ (2021)	Türkiye	1970-2016	EFP, Bio	ARDL modeli	ÇKE hipotezi geçerlidir.

			KBGSMH Fer		
Ağırman ve Osman (2022)	Türkiye	1974-2018	CO ₂ , KBGSYH, CRED, OPEN, EC	VECM	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Canpolat Gökçe ve Kızılkaya (2022)	Türkiye	1965-2019	CO ₂ , RGSYH, TOUREV, FEC	RALS Engle-Granger Eşbütünleşme Testi FMOLS, CCR	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Koca ve Sevinç (2022)	BRICS-T	1991-2017	KBCO ₂ , KBGSYH, FDE, OPEN Ex/GSYH Im/GSYH	Yapısal Kırılma İçeren Birim Kök ve Eşbütünleşme Testleri	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Özbek ve Oğul (2022)	Türkiye	1990-2018	KBCO ₂ , KBGSYH KBEC	ARDL Sınır Testi FMOLS CCR	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Tabloda kısaltma olarak verilen ifadelerin açıklamaları şu şekildedir: CO₂: Karbondioksit emisyonu, GSMH: Gayri safi milli hasıla, RNW: Yenilenebilir enerji, KBGSYH: Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, In: Sanayileşme, EC: Enerji tüketimi, FD: Finansal gelişme, g: Ekonomik büyüme, OPEN: Dışa açıklık, CRED: Özel sektöre verilen yurtiçi krediler, RGSYH: Reel GSYH, TOUREV: Turizm gelirleri, FEC: Birincil enerji tüketimi, KBCO₂: Kişi başına düşen CO₂, POPD: Nüfus yoğunluğu, KBEC: Kişi başına enerji tüketimi, N₂O: Azot protoksit salınımı, FORLAND: Orman alanı, AGLAND: Kullanılan tarım alanı, FDE: Finansal gelişme endeksi, Ex/GSYH: İhracatın GSYH içindeki yüzdesel payı, Im/GSYH: İthalatın GSYH içindeki yüzdesel payı, EFP: Ekolojik ayak izi, Bio: Biyolojik kapasite, Fer: Doğurganlık oranı, VECM: Johansen Eşbütünleşme Vektör Hata Düzeltme Modeli, FMOLS: Tamamen Genelleştirilmiş EKK, CCR: Kanonik Eşbütünleşik Regresyon.

Ek 2. ÇKE'nin Geçerliliğini Araştıran Yabancı Literatürdeki Ampirik Çalışmaların Özeti

Yazar	Ülke	Zaman aralığı	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Al-Mulali vd. (2015)	Vietnam	1981-2011	(CO ₂) ^{ELF} , GSYH, CA, LA, EX, IM, ELF, ELR	ARDL Sınır Testi	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Apergis ve Ozturk (2015)	14 Asya Ülkesi	1990-2011	CO ₂ , GSYH, POPD, LAND, SHARE, POL, GOV, REG, COR	GMM Tahmircisi Panel Eşbütünleşme Testleri (Nyblom-Harvey, Fisher-Johansen, Pedroni, Kao) FMOLS; DOLS; PMGE; MG Tahmircileri	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Adebayo vd. (2022)	Mint Ülkeleri	1990-2018	CO ₂ , FD, g, EC, ECI	DOLS FE-OLS FMOLS MMQR Eşbütünleşme Nedensellik testleri	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Balsalobre-Lorente vd. (2022)	PIIGS ülkeleri	1990-2019	CO ₂ , ECI, FDI, RNW, URB	Westerlund Eşbütünleşme Testi Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi DOLS	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Hashmi vd. (2022)	Küresel düzeyde endeks verileri	1970-2015	GPR, CO ₂ , GGDP, GEC	ARDL Sınır Testi DOLS CCR FMOLS	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Murshed vd. (2022)	5 Güney Asya Ülkesi	1995-2015	CO ₂ , EFP, KBRGSYH, KBEC, FD, URB, OPEN, REO	Panel Regresyon Yöntemi CCEMG, AMG Westerlund Eşbütünleşme Testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Simionescu vd. (2022)	Orta ve Doğu Avrupa Ülkeleri	1990-2019 2002-2019	GHG, GSYH, RNW, LP, CRED, GOVQUAL	Panel ARDL Sınır Testi, PMG, Kao Eşbütünleşme Testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Wang vd. (2022)	134 ülke	1996-2015	Eşik değişkeni: URB, PGDP, PKBCO ₂ , EFP, OPEN, AGP, RNW/T, RENT	Panel Eşik Değer Analizi Doğrusal Olmayan Nedensellik	ÇKE hipotezi geçerlidir.
Taghvaei vd. (2022)	OECD Ülkeleri	1971-2016	KBCO ₂ , ECI, Ag, In, Se	Kao, Pedroni, Westerlund Eşbütünleşme Testleri PMG, MG	ÇKE hipotezi geçerlidir.

Tabloda kısaltma olarak verilen ifadelerin açıklamaları şu şekildedir: CO₂: Karbondioksit emisyonu, EC: Enerji tüketimi, FD: Finansal gelişme, g: Ekonomik büyüme, ECI: Ekonomik karmaşıklık endeksi, GPR: Jeopolitik risk endeksi, GGDP: Küresel GSYH, GEC: Küresel enerji tüketimi, EFP: Ekolojik ayak izi, KBRGSYH: Kişi başına düşen reel gayri safi yurtiçi hasıla, KBEC: Kişi başına enerji tüketimi, URB: Kentleşme, OPEN: Dışa açıklık, REO: Yenilenebilir elektrik üretimi, FDI: Doğrudan yabancı sermaye yatırımı, RNW: Yenilenebilir enerji tüketimi, GHG: Sera gazı emisyonları, LP: Emek verimliliği, CRED: Özel sektöre verilen yurtiçi krediler, GOVQUAL: Yönetim kalitesindeki iyileşme göstergeleri, PGDP: Kişi başına bölgesel GDP, PKBCO₂: Bölgesel kişi başına düşen CO₂, AGP: Toplam nüfus içinde yaşlı nüfusun payı, RNW/T: Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimine oranı, RENT: Doğal kaynak kiralama değeri, KBCO₂: Kişi başına düşen karbondioksit emisyonu, Ag: Tarım sektörü, In: Sanayi Sektörü, Se: Hizmetler Sektörü, POPD: Nüfus yoğunluğu, LAND: kilometrekare cinsinden arazi, SHARE: Sanayi sektörünün GSYH'sinin Toplam GSYH'ye oranı, POL: Siyasal istikrar, GOV: Hükümetin etkinliği,

REG: Düzenleyici kalitesi, COR: Yolsuzluğun kontrolü, $(CO_2)^{ELF}$: Fosil yakıt tüketimden kaynaklı karbon emisyonu, GSYH: Gayri safi yurtiçi hasıla, CA: Sermaye, LA: İşgücü, Ex: İhracat, Im: İthalat, ELF: Fosil yakıtla bağlı elektrik tüketimi, ELR: Yenilenebilir kaynaklara bağlı elektrik tüketimi, DOLS: Dinamik En Küçük Kareler, FE-OLS: Sabit etkiler altında En Küçük Kareler, FMOLS: Tamamen değiştirilmiş En Küçük Kareler, MMQR: Sabit etkilerle momentler nicel regresyon yöntemi, CCR: Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu, CCEMG: Ortak ilişkili Ekiler Ortalama Grup Tahmincisi, AMG: Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi, MG: Ortalama Grup Tahmincisi, PMG: Havuzlanmış Ortalama Grup tahmincisi, GMM: Genelleştirilmiş Momentler Metodu.