

TÜRKİYE İÇİN ÇKE VE YKE HİPOTEZLERİNİN ARAŞTIRILMASI: ÇAPRAZ KANTİLOGRAM TESTİNDEN KANITLAR*

INVESTIGATING THE EKC VE LCC HYPOTHESES FOR TÜRKİYE: EVIDENCE FROM CROSS QUANTİLOGRAM TEST

Araştırma Makalesi
Research Paper

Süleyman YURTKURAN **
Uğur Korkut PATA ***
Sinan ERDOĞAN ****
Güray AKALIN *****

Öz:

Dünyada küreselleşme faaliyetleriyle birlikte ekonomik büyüme hızı artmaya başlamıştır. Ancak ekonomik büyümeyle birlikte aşırı kaynak tüketimi ve artan emisyonlar gibi çevresel olumsuzluklar ortaya çıkmıştır. Çevresel olumsuzluklar ve kaygılar küresel dünyanın sürdürülebilir büyüme kavramına odaklanmasına neden olmuştur. Bu çalışmada sürdürülebilir büyüme kapsamında Türkiye için 1961Q1 ile 2022Q4 yılları arasında çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) ve yük kapasitesi eğrisi (YKE) hipotezleriyle analiz edilmiştir. Bunun için çalışmada çapraz kantilogram yöntemi kullanılmıştır. Bulgular, kısa dönemde ekonomik büyümedeki artışın karbondioksit emisyonlarını ve ekolojik ayak izini artırdığını, yük kapasitesi faktörünün azalttığını ve uzun dönemde ekonomik büyümenin çevre kalitesini artırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar Türkiye’de ÇKE ve YKE hipotezlerinin geçerli olduğunu belirtmektedir. Çalışmada Türkiye için sürdürülebilir çevresel büyüme stratejilerinin dönemlere göre farklılaştırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: YKE, ÇKE, Türkiye, Çapraz Kantilogram

Abstract:

The rate of economic growth has started to increase with globalization activities in the world. However, environmental negativities such as excessive resource consumption and increased emissions have emerged with economic growth. Environmental negativities and concerns have led the global world to focus on the concept of sustainable growth. Within the scope of sustainable growth, this study analyzes the relationship between environmental pollution and economic growth for Türkiye between 1961Q1 and 2022Q4 with the environmental Kuznets curve (EKC) and load capacity curve (LCC) hypotheses. For this, the study uses the cross-quantilogram method. The findings show that the increase in economic growth in the short-term increases carbon dioxide emissions and ecological footprint, decreases the load capacity factor, and in the long term, economic growth increases environmental quality. These results indicate that the EKC and LCC hypotheses are valid in Türkiye. The study emphasizes that sustainable environmental growth strategies for Türkiye should be differentiated according to periods.

Keywords: LCC, EKC, Türkiye, Cross Quantilogram

* Makale Geliş Tarihi: 09.01.2025

Makale Kabul Tarihi: 10.04.2025

** Doç. Dr., Trabzon Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, suleymanyurtkuran@trabzon.edu.tr, orcid.org/0000-0002-7085-9203.

*** Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ugurkorkut.pata@mku.edu.tr, orcid.org/0000-0002-2853-4106.

**** Doç. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, sinanerdogan@mku.edu.tr, orcid.org/0000-0003-3491-8234.

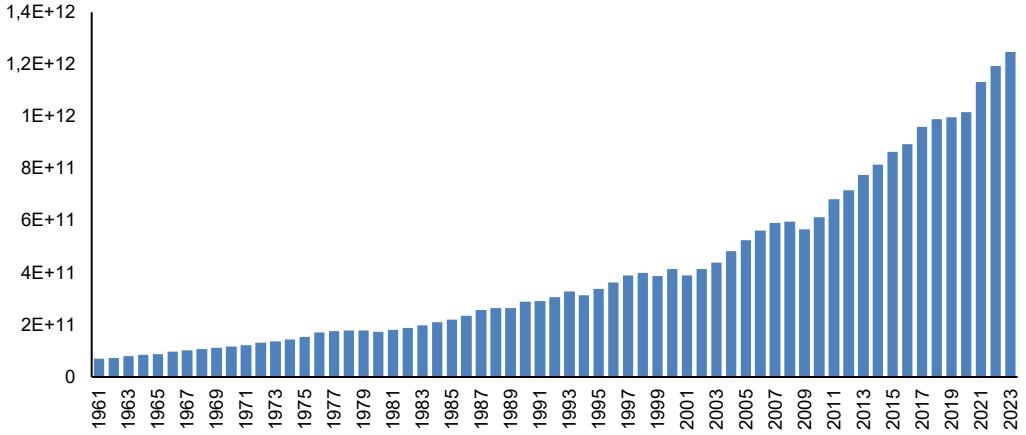
***** Doç. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, guray.akalin@dpu.edu.tr, orcid.org/0000-0002-6647-5418.

GİRİŞ

Ekonomik büyüme, bireylerin, toplulukların ve ulusların refahı için geniş kapsamlı etkileri olan temel bir itici güçtür. Özünde, ekonomik büyüme bir ekonominin üretim kapasitesindeki artışı temsil eder, daha fazla mal ve hizmet yaratılmasını ve nihayetinde toplumun yaşam standartlarında bir iyileşmeyi sağlar. Bu kavram dünya çapında toplumsal refahın gelişimi için önemli göstergeler arasında bulunmakta ve bir ülkenin refah seviyesinin ilk göstergesi ve ulusal ekonomik politikanın temel hedefleri arasında yer almaktadır (Pata ve Yurtkuran, 2018). Ekonomik büyümeye katkıda bulunan birkaç temel faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında yeni ürünler, hizmetler veya üretim süreçlerinin geliştirilmesi yoluyla üretkenlikte artış sağlayan inovasyon gibi etkenler vardır. Doğrudan yabancı yatırımlar ise ekonomik büyümeyi artıran, olumlu taşıma etkilerine ve bilgi transferlerine yol açabilen bir diğer faktördür (Ha vd., 2020). Bu faaliyetler neticesinde toplumların yaşam kalitesi artmakta ve refah seviyeleri yükselmektedir. Bunun yanında ekonomik büyüme yalnızca bireylerin yaşam standardını iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda bir toplumun gelişmesi için gerekli kaynakları ve istikrarı da sağlamaktadır.

Büyüme, bir ülkenin özerkliğinin bir garantisi ve ekonomik sisteminin “sağlıklı” olduğunun ve olası ekonomik risklere ve dış tehditlere dayanabildiğinin bir işareti olarak görülmektedir (Wajeetongratana, 2020). Ekonomik büyümeye ilişkin toplu istatistikler II. Dünya Savaşı’nı izleyen dönemde batı ekonomilerindeki ekonomik büyümenin yaşam koşullarının iyileşmesi, mal ve hizmetlere daha fazla erişim ve genel refahın artmasıyla el ele gittiğini göstermektedir. Benzer şekilde, gelişmekte olan ve yükselen piyasalardaki ekonomik büyümedeki keskin artışlar, yüz milyonlarca insanı yoksulluktan kurtararak yaşam koşullarını önemli ölçüde iyileştirmiştir (Yap, 1998). Dahası ekonomik büyüme, özellikle gelişmiş ülkelerde belirli bir toplumsal refah düzeyini sürdürmek için gereklidir ve sanayi ülkelerine benzer bir yaşam standardına ulaşmanın bir yolu olarak gelişmekte olan ekonomiler için daha da önemlidir.

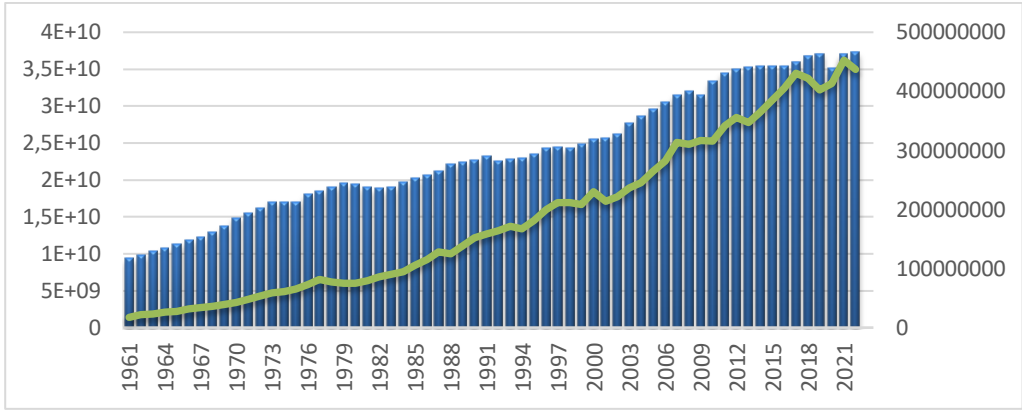
Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye son yıllarda ekonomik olarak hızla büyümekte ve büyük ölçüde tarımsal bir ekonomiden, dinamik, çeşitlendirilmiş ve hızla sanayileşen bir ülkeye dönüşmektedir. Ülkenin ekonomik performansı, kamu işletmelerinin özelleştirilmesi, Avrupa Birliği ile daha yakın entegrasyon ve yeni teknolojilerin ve inovasyonun benimsenmesi gibi bir dizi faktör tarafından yönlendirilmektedir (Durmaz ve Lee, 2015). Şekil 1 Türkiye’nin özellikle 1980’li yıllardan itibaren hızlı bir ekonomik büyüme sürecine girdiğini göstermektedir. Türkiye artık gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) açısından dünyanın en büyük 20 ekonomisinden biri olarak sıralanmaktadır (World Bank, 2024).



Şekil 1: Türkiye’de Yıllar İtibariyle GSYİH Değerleri

Kaynak: World Bank, 2024

Bununla birlikte geleneksel ekonomik büyüme modellerinin çeşitli dezavantajları vardır. Ekonomik büyümeyle ilişkili kapsamlı kaynak tüketimi, emisyonlar ve atık üretimi, kaynak kıtlığının ve kirliliğin artması gibi dezavantajlar sürdürülebilir ve çevresel büyüme yaklaşımlarının ön plana çıkmasına yol açmıştır. Ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, çevre ekonomisi alanında kapsamlı bir şekilde incelenen karmaşık ve çok yönlü konular arasında yer almaktadır. Birçok çalışma iklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın nedenlerini araştırmak için ekonomik büyüme ile karbondioksit (CO₂) salımı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Abbasi ve Khalid, 2015, Sahoo vd., 2022). Mevcut literatür, ekonomik büyümenin küresel olarak CO₂ emisyonlarındaki artışa önemli bir katkıda bulunduğunu öne sürmektedir. Ekonomiler genişledikçe ve sanayileştikçe, enerji yoğun mal ve hizmetlerin artan üretimi ve tüketimi daha fazla sera gazı emisyonlarına yol açmaktadır. Bu, özellikle hızlı ekonomik kalkınmanın genellikle çevresel tahribat pahasına gerçekleştiği gelişmekte olan ekonomilerde daha belirgin olarak gözlemlenmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme, iyileştirilmiş yaşam standartları ve teknolojik ilerlemeler gibi birçok fayda sağlamış olsa da aynı zamanda çevresel bozulmaya ve artan CO₂ emisyonlarına da yol açmaktadır (Ali vd., 2022, Yurtkuran, 2022). Şekil 2 tüm dünyada ve Türkiye’de gerçekleşen CO₂ salımı değerlerini göstermektedir. Sütun grafikler dünya verilerini gösterirken çizgi grafik Türkiye’deki değerleri ifade etmektedir. Belli başlı yıllarda düşüşler yaşansa da genele bakıldığında çevre kirliliğinin giderek arttığı, bunun da hem dünya hem de Türkiye için önemli bir tehdit olduğu görülmektedir.

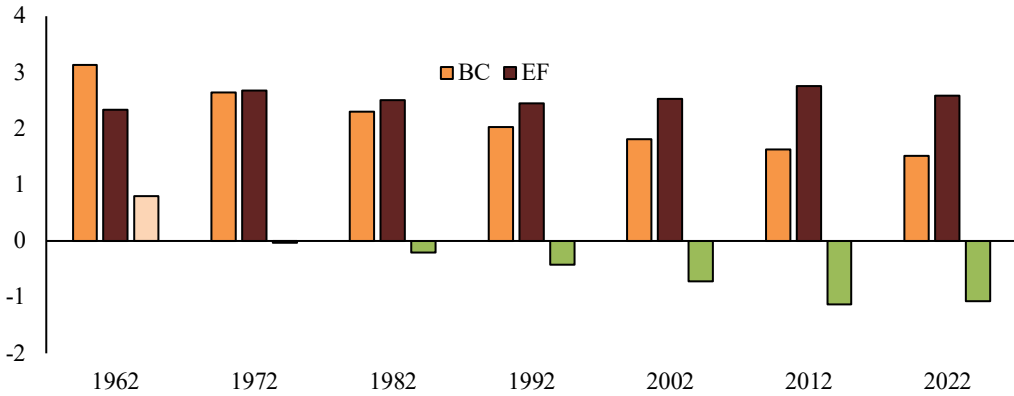


Şekil 2: Türkiye’de ve Dünyada Yıllar İtibariyle CO₂ Salımı Değerleri

Kaynak: Our World in Data (2024)

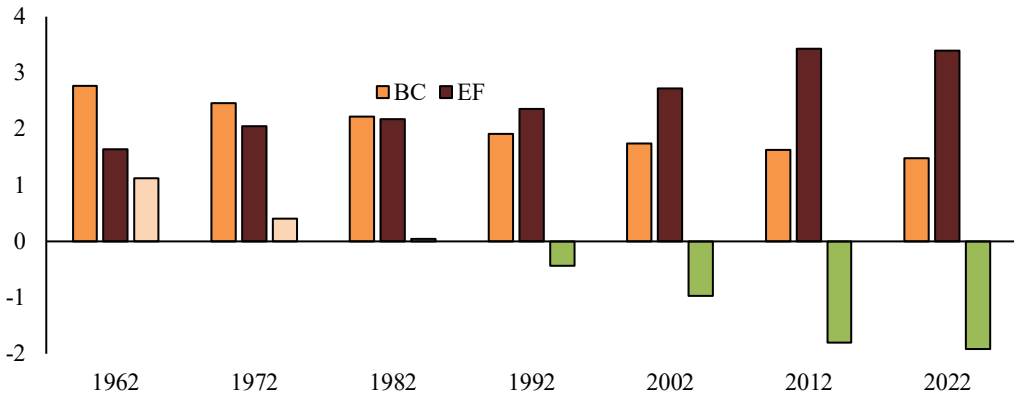
CO₂ salımı çevresel kirlilik göstergelerinden sadece bir tanesidir. Özellikle son zamanlarda yapılan çalışmalarda ekolojik ayak izi (EF) CO₂ salımına alternatif bir çevresel bozulma ölçütü olarak gösterilmektedir (Pata ve Yurtkuran, 2023; Wang vd., 2024). EF, insan faaliyetlerinin çevresel etkisini ölçmek için yaygın olarak tanınan etkili bir araç haline gelmiştir. Ekolojik ayak izi, belirli bir nüfusun tüketim modellerini desteklemek ve ortaya çıkan atıkları emmek için gereken biyolojik olarak üretken arazi ve su miktarını temsil etmektedir (Niccolucci vd., 2008). Bu ölçüm, mevcut yaşam tarzlarının ve kaynak kullanımının sürdürülebilirliği hakkında kapsamlı bir bakış açısı sunarak, çevre yönetimine yönelik daha dikkatli ve sorumlu yaklaşımlara olan ihtiyacı vurgular. Ekolojik ayak izinin temel güçlü yönlerinden biri, insan faaliyetlerinin ve Dünya’nın bunları destekleme kapasitesinin birbiriyle bağlantılı olduğunu iletme yeteneğidir. Enerji tüketiminden gıda üretimine kadar çeşitli girdileri biyolojik olarak üretken alanın standart bir birimine (küresel hektar alan) dönüştürerek, ekolojik ayak izi çevresel sonuçları görselleştirmek için ilişkilendirilebilir bir yol sunmaktadır. Bu, politika kararlarını bilgilendirmek ve gezegenin kaynaklarının sınırları içinde yaşamının gerekliliği konusunda kamuoyunu bilinçlendirmek açısından özellikle yarar sağlamaktadır (McBain vd., 2017).

Şekil 3 dünyada biyokapasite (BC) ve EF değerlerini sunmaktadır. İlk dönemlerde BC’nin EF’yi aştığı, dolayısıyla ekolojik fazlalığın olduğu görülmektedir. Fakat 1970’li yıllardan itibaren EF BC’yi geçmekte, yani ekolojik açık meydana gelmektedir. Bu açık yıllar itibariyle giderek artmaktadır. Aynı durum Şekil 4’te Türkiye’de de meydana gelmektedir. Türkiye’de ekolojik açığın dışa açılmanın 1980’li yıllarda arttığı görülmektedir.



Şekil 3: Dünyada Yıllar İtibariyle BC ve EF Değerleri

Kaynak: Global Footprint Network (2025)



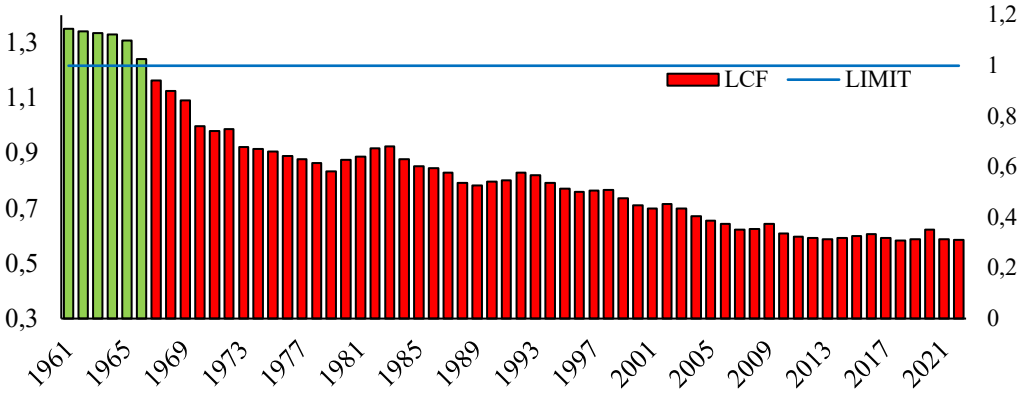
Şekil 4: Türkiye’de Yıllar İtibariyle BC ve EF Değerleri

Kaynak: Global Footprint Network (2025)

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz eden birçok çalışma yapılmakta ve çeşitli hipotezler geliştirilmektedir. Bunlardan bir tanesi de Grossman ve Krueger (1991)’in çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezidir. ÇKE hipotezi, bir ülkenin kişi başına düşen geliri arttıkça, çevresel bozulma düzeyinin başlangıçta arttığını, ancak belirli bir noktadan sonra azaldığını öne süren, çevre ekonomisi alanında yaygın olarak tartışılan bir kavramdır. Bu hipotez, farklı ülkeler, kirleticiler ve zaman dilimleri arasında geçerliliğini inceleyen çalışmalarla kapsamlı araştırmaların odak noktası olmuştur. ÇKE hipotezinin arkasındaki mantık, sanayileşmenin erken aşamalarında, ekonomik büyümenin çevresel endişelerden önce gelmesi ve bunun da artan kirliliğe ve çevresel bozulmaya yol açmasıdır. Ancak, bir ülkenin gelir düzeyi arttıkça, daha temiz bir çevreye olan talep ve çevre korumaya yatırım yapma yeteneği de artmakta ve bu da kirlilik düzeylerinde bir düşüşe neden olmaktadır (Yurtkuran, 2020).

CO₂ salımı ve EF doğanın yalnızca talep tarafını dikkate almaktadır. Siche vd. (2010), hem EF’yi hem de BC’yi içeren yük kapasitesi faktörü (LCF) adı verilen bir değişken geliştirmişlerdir. Bu değişken BC/EF kullanılarak belirlenmekte ve eşik değerinin 1 olduğu

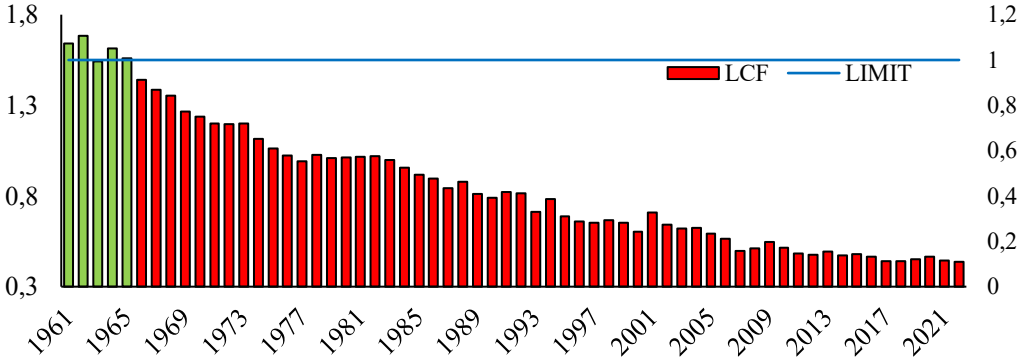
varsayılmaktadır. Eşiğin üzerinde çevresel sürdürülebilirliğe yönelik bir tehdit bulunmamakta, 1'in altında ise çevresel bozulma olduğu sonucuna varılmaktadır. Şekil 5'te dünya genelindeki LCF değerleri gösterilmektedir. Bu değer 1970'lerden bu yana 1 eşiğinin altına düştüğü görülmektedir ve bu durum tüm dünya için büyük bir çevresel tehdit oluşturmaktadır.



Şekil 5: Dünya'da LCF Değerleri

Kaynak: Global Footprint Network (2025).

Şekil 6'da Türkiye'ye ait LCF değerleri yer almaktadır. Dünya ile paralel bir şekilde LCF değeri giderek azalmakta ve eşik değerden uzaklaşmaktadır.

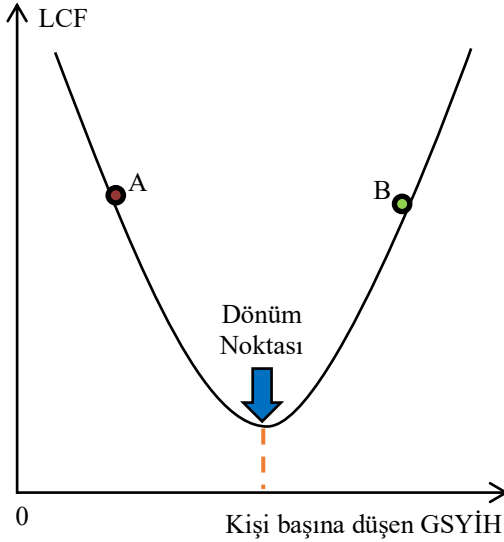


Şekil 6: Türkiye'de LCF Değerleri

Kaynak: Global Footprint Network (2025)

Dogan ve Pata (2022) ve Pata ve Kartal (2023), LCF göstergesi ile gelir arasındaki ilişkinin U şeklinde olabileceğini öne sürmüşler ve bu ilişkiyi yük kapasitesi eğrisi (YKE) hipotezi olarak nitelendirmişlerdir. YKE hipotezine göre ekonomik büyüme artarken ilk başta LCF değerinin azalacağı, ilerleyen dönemlerde ise belli bir dönüm noktasından sonra artacağı öngörülmektedir. YKE hipotezine ait grafik Şekil 7'de yer almaktadır. Buna göre

bir ekonomi A noktası gibi bir yerde yer aldığından kişi başına düşen GSYİH değeri artarken kirlilik artmaktadır. Böyle bir ekonomide sanayileşme yeni başladığı için ekonomik büyüme gerçekleşirken çevresel kaliteden ödün verilmektedir. Bu durum daha çok gelişmekte olan ekonomilerde kendini göstermektedir. Ekonomik büyüme gerçekleştikçe çevresel kalitede artık artışlar yaşanmaya başlamaktadır. Dönüm noktasının sağ tarafında yer alan B noktası gibi bir yerde de kişi başına düşen GSYİH artarken çevresel bozulma azalmaktadır. Çünkü insanlar temiz çevreye karşı daha duyarlı olmakta ve sürdürülebilir çevresel büyüme faaliyetleri daha fazla gerçekleşmektedir.



Şekil 7: YKE Hipotezi

Şu ana kadar ÇKE ve YKE hipotezine ait çalışmalar genellikle Türkiye için doğrusal zaman serileri yaklaşımları kullanmışlardır ve analiz dönemi ayırımına gitmemişlerdir. Bu çalışma çapraz kantilogram (CQ) yöntemi kullanarak Türkiye’de ÇKE ve YKE hipotezlerinin geçerliliğini dört farklı dönem itibariyle incelemektedir. Böylece çalışma kısa, orta ve uzun dönemde gelir ve çevresel göstergeler (CO_2 salımı, EF ve LCF) arasındaki ilişkilerdeki farklılaşmayı dikkate alarak daha geniş bir sürdürülebilir kalkınma analizi yapma ve Türkiye ile ilgili çevresel literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir. Dolayısıyla bu çalışma temel olarak Türkiye’de ÇKE ve YKE hipotezlerinin geçerli olup olmadığını CQ yöntemiyle test etmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben birinci bölümde literatürdeki çalışmalardan bahsedilmiştir. İkinci bölümde veri, model ve metodoloji yer alırken, üçüncü bölümde ampirik sonuçlara değinilmiş ve sonuç bölümünde politika önerilerinden söz edilmiştir.

1. LİTERATÜR

Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin incelenmeye başlanması yarım yüz yıl öncesine gitmektedir. Meadows vd. (1972) çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen bir rapor yayınlamışlardır. Yazarlar, ekonomik büyümede sürdürülebilirliğin olabilmesinin doğal kaynak kısıtı sebebiyle zor olduğunu ve çevreyi korumak için ekonomik büyümenin yavaşlatılması gerektiğini ifade etmişlerdir. 1990'lı yıllarda çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye ait yeni tanımlamalar bulunmuştur. Beckerman (1995) “Çevreci olmak için çok fakir” ifadesiyle yoksul ülkelerin çevre kirliliği ile mücadele edemeyeceğini ve bu mücadeleyi ancak gelişmiş ülkelerin göstereceğini belirtmiştir. Martinez-Alier (1995) ise gelişmiş ülkelerden ziyade gelişmekte olan ülkelerin çevre sorunlarından ziyade büyüme sorunlarıyla ilgilendiğini, bu durumun da çevre kirliliğini artırdığını ifade etmiştir. Bu gelişmeler ÇKE hipotezinin temelini oluşturmuştur. Ters U şeklinde ifade edilen ÇKE, ilk defa Grossman ve Krueger (1991) tarafından elde edilmiştir. ÇKE hipotezi kavramını ilk defa Panayotou (1993) ifade etmiştir. ÇKE hipotezinde bağımlı değişkenlerde doğal kaynaklara yönelik insan talebi yer alırken, arz yönü hesaba katılmamaktadır. Siche vd. (2010) doğanın hem talep hem de arz tarafını dikkate alan kapsamlı bir değişken geliştirdiler ve bu değişkeni LCF olarak adlandırdılar. Doğan ve Pata (2022), LCF göstergesi ile gelir arasındaki ilişkinin U şeklinde olabileceğini öne sürdüler ve YKE hipotezini önerdiler.

Bu bölüm üç alt başlıktan oluşmaktadır. Birinci kısımda ÇKE hipotezinin teorik altyapısı çerçevesinde GSYİH ile CO₂ salımı arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalar incelenmektedir. İkinci kısım ÇKE hipotezi kapsamında EF ile GSYİH arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaları oluşturmaktadır. Üçüncü kısımda YKE hipotezinin teorik altyapısı çerçevesinde LCF ile GSYİH arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar sunulmaktadır.

1.1. CO₂ ile GSYİH Arasındaki İlişki

CO₂ ile GSYİH arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi kapsamında inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Coondoo ve Dinda (2008) 88 ülkede, Dutt (2009) 124 ülkede, Iwata vd. (2010) Fransa’da, Saboori vd. (2012) Malezya’da, Farhani ve Shahbaz (2014) 10 MENA ülkesinde, Ahmed vd. (2016) 24 Avrupa ülkesinde, Saboori vd. (2016) Malezya’da, Marques vd. (2017) Avustralya’da ve Yurtkuran (2021) Türkiye’de yapmış oldukları analizde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu belirlemişlerdir.

Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) 24 OECD ülkesinde, Azomahou vd. (2006) 100 ülkede, Pao vd. (2011) Rusya’da, Du vd. (2012) Çin’de, Kohler (2013) Güney Afrika’da, Pablo-Romero ve Jesus (2016) 25 Latin Amerika ve Karayip ülkelerinde, Aung vd. (2017) Myanmar’da, Özokcu ve Özdemir (2017) 78 ülkede, Masron ve Subramaniam (2018) gelişmekte olan 64 ülkede gerçekleştirmiş oldukları çalışmada ÇKE hipotezinin geçersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

1.2. EF ile GSYİH Arasındaki İlişki

Ekolojik ayak izi, CO₂ salımına göre daha kapsamlı bir çevre göstergesidir. Bu kapsamda da ÇKE hipotezi çalışmalarında CO₂ salımının yanı sıra EF'yi çevresel gösterge olarak belirten birçok çalışma bulunmaktadır. Charfeddine (2017) 15 MENA ülkesinde, Pandey vd. (2020) 15 Asya ülkesinde, Sharma vd. (2021) 8 Asya ülkesinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmişlerdir. Hervieux ve Darne (2016) seçilmiş 11 ülkede bu hipotezin geçerli olmadığını tespit etmişlerdir. Son yıllarda EF'nin çevre göstergesi olarak yapıldığı çalışmalara bakıldığında;

Mehmood (2022) SAARC ülkelerinde 1990-2016 döneminde ekonomik büyüme, biyokütle enerji tüketimi, küreselleşme ve doğal kaynakların çevre kalitesi üzerindeki etkisini analiz etmiş ve ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ng vd. (2022) 36 OECD ülkesinde ekonomik büyüme, işsizlik oranı ve alternatif enerji kaynakları ile EF arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir ve ÇKE hipotezinin geçersizliğini belirtmişlerdir. Saqib vd. (2023) ABD'de 2005-2020 döneminde ekonomik büyüme, finansal teknoloji, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerjinin çevre üzerindeki etkisini incelemiş ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmiştir. Hakkak vd. (2023) Rusya'da 1992-2018 döneminde gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ekonomik büyüme, kentleşme, nükleer enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının EF üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yazarlar Rusya'da ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmişlerdir. Mohamed vd. (2024) Malezya'da ekonomik büyüme ve elektrik tüketiminin çevre kalitesi üzerindeki etkisini analiz etmiş ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Boluk ve Karaman (2024) Türkiye'de 1968-2020 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, tarımsal üretim ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir ve ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Ximei vd. (2025) Asya-Pasifik Ekonomik İş birliği ülkelerinde 1991-2020 dönemi için gerçekleştirmiş oldukları çalışmada ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Özbek ve Naimoğlu (2025) İngiltere'de 1990-2022 döneminde FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmincileri yardımıyla yapmış oldukları analizde ÇKE hipotezini geçerli bulmuşlardır.

1.3. LCF ile GSYİH arasındaki ilişki

Son yıllarda çevre kirliliğinin hem arz hem talep tarafını dikkate alan LCF değişkeni analizlerde yer almaktadır. Pata ve Kartal (2023) Güney Kore'de, Dogan ve Pata (2022) G7 ülkelerinde, Guloglu vd. (2023) 26 OECD ülkesinde, Jin vd. (2023) Almanya'da, Yurtkuran ve Güneysu (2023) Türkiye için YKE hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Pata vd. (2023) ise Almanya için gerçekleştirmiş olduğu analizde bu hipotezin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Feng vd. (2024) E-7 ülkelerinde 1996-2019 döneminde panel kantil regresyon yöntemiyle analiz uygulamışlardır. Wu vd. (2024) 1996-2019 döneminde panel kantil regresyon yöntemi yardımıyla çalışma gerçekleştirmişlerdir. Wang vd. (2024) 1990-2020 döneminde seçilmiş BRICS ülkelerinde 1990-2018 döneminde Drisscoll-Kraay regresyon yöntemi yardımıyla analizde bulunmuşlardır. Çamkaya vd. (2025) Fransa'da MMQR

yöntemi yardımıyla 1985-2021 dönemi için analiz gerçekleştirmişlerdir. Khan vd. (2025) G8 ülkelerinde 1990-2020 dönemi için analizde bulunmuşlardır. Yazarlar YKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Shahzad vd. (2024) 2000-2020 döneminde panel kantil regresyon yöntemi yardımıyla dünyadaki en fazla turizmin yaşandığı ülkelerde analiz gerçekleştirmiştir. Erdoğan (2024) Afrika ülkelerinde 1992-2020 döneminde FMOLS ve DOLS yöntemiyle çalışma yapmıştır. Yazarlar YKE hipotezinin geçersiz olduğunu belirlemiştir.

Türkiye’de YKE hipotezini inceleyen çalışmalara bakıldığında; Yurtkuran ve Güneysu (2023) 1980-2018 döneminde AARDL yönteminden yararlanarak çalışmada bulunmuşlardır ve YKE hipotezinin geçerli olduğunu belirlemişlerdir. Daştan (2024) 1980-2019 döneminde AARDL yöntemini kullanmıştır ve YKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çağlar vd. (2024) AARDL yöntemi yardımıyla gerçekleştirmiş olduğu çalışmada YKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmişlerdir.

2. VERİ, MODEL VE METODOLOJİ

2.1. Veri ve Model

Bu çalışma Türkiye’de çevresel kirlilik ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ÇKE ve YKE hipotezleri çerçevesinde analiz etmektedir. Bağımlı değişkenlerden CO₂ ve EF ÇKE hipotezi analizinde, LCF ise YKE hipotezi analizinde kullanılmıştır. Logaritması alınan değişkenlere ait veri setine 1961 ile 2022 yılları arasında ulaşılabildiği için bu çalışmada kullanılan veri seti quadratic match sum yöntemiyle üçer aylık frekansa dönüştürülmüş ve 1961Q1-2022Q4 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, değişkenlerin sembolleri, ölçüm yöntemleri ve kullanılan kaynaklar Tablo 1’de listelenmiştir.

Tablo 1: Değişkenlere ait Semboller, Ölçüm Yöntemleri ve Kaynaklar

Değişken	Sembol	Ölçüm Yöntemi	Kaynak
Yük Kapasitesi Faktörü	LCF	Biyokapasite/Ekolojik ayak izi	Global Footprint Network (2025)
Ekolojik ayak izi	EF	Kişi başına global hektar alan	Global Footprint Network (2025)
CO ₂ salımı	CO ₂	Kişi başına, ton fosil yakıt	Our World in Data (2024)
Gayri safi yurtiçi hasıla	GSYİH	Kişi başına, sabit fiyatlar, 2015 \$	World Bank (2024)

2.2. Metodoloji

Bu çalışmadaki ampirik analizler üç adımdan oluşmaktadır.

- Birinci olarak tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Bu adım verilerin temel değerleri hakkında bilgi içermektedir. Bununla birlikte bu aşamada serilerin normal dağılıp dağılmadığının tespitinde Jargue Bera normallik testi uygulanmıştır.
- İkinci aşamada doğrusallık testi uygulanmıştır. Serilerin lineer olup olmadığının tespitinde Broock vd. (1996) tarafından geliştirilen ve Brock- Dechert- Scheinkman (BDS) olarak adlandırılan yöntemden yararlanılmıştır.
- Son aşamada ise CQ yöntemi yardımıyla seriler arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

2.3. CQ Testi

Değişkenler arasındaki karmaşık ilişkilerin incelenmesi ekonometrik analizlerde uzun zamandır devam eden bir zorluk olmuştur. Kantil regresyon bu arayışta güçlü bir araç olarak ortaya çıkmış ve araştırmacıların bir değişkenin farklı kantillerdeki koşullu dağılımını keşfetmesini sağlamıştır (Koenker ve Hallock, 2001). CQ testi iki zamanlı değişken arasındaki ilişkiyi incelemek ve kantil bağımlılığını analiz etmek için Han vd. (2016) tarafından literatüre kazandırılmıştır. İlk olarak Linton ve Whang (2007) tarafından önerilen, zaman serisi değişkenlerinin çeşitli kısımlarını tahmin eden bu test, kantil vuruşlarının korelogramına bağlı olmaktadır. CQ testi birçok açıdan fayda sağlamaktadır. İlk olarak CQ testinin yorumlanması diğer testlere göre daha kolay olmaktadır. İkincisi, korelogramda moment koşulları ve varyans oranına ihtiyaç varken CQ testinde bunlara gerek duyulmamaktadır. Üçüncüsü, CQ testi güçlü kuyruk ağırlıklı serilerde etkin ve doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Dördüncüsü, serilerde meydana gelen aşırı gecikme bu testte farklı kantiller arasından optimum gecikmenin seçilmesiyle sorun olmaktan çıkarılır ve modelin yanlış belirlenme sorunu ortadan kaldırılır. Beşincisi, CQ testi verilerde yaşanan aykırı değerlerin etkilerini değerlendirebilir ve normal dağılıma sahip olmayan verilerle başa çıkabilir.

CQ yönteminde iki zaman serisi, $i = 1, 2$ ise $x_i, t, t \in Z$ ile gösterilir. Bir serinin dağılım ve yoğunluk fonksiyonları $F_i(\cdot)$ ve $f_i(\cdot)$ olarak ifade edilebilir. $q_i(\alpha) = \inf\{v : F_i(v) \geq \alpha\}$, $\alpha_i \in (0, 1)$ ise x_i, t 'nin kantilidir. $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)^T$ için $(q_1(\alpha_1)q_2(\alpha_2))^T$ iki boyutlu kantil serisini verir.

Denklem 1'de gecikmesi k ve kantili α olan CQ formülü sunulmaktadır.

$$p_{\alpha}(k) = \frac{E[\Psi_{\alpha_1}(x_{1,t-q_1(\alpha_1)})\Psi_{\alpha_2}(x_{2,t-k-q_2(\alpha_2)})]}{\sqrt{E[\Psi_{\alpha_1}^2(x_{1,t-q_1(\alpha_1)})]}\sqrt{E[\Psi_{\alpha_2}^2(x_{2,t-k-q_2(\alpha_2)})]}} \quad (1)$$

Denklem 1'de α gösterge parametresini temsil eder. Zaman gecikmeleri $k = 0, +1, +2, \dots, x_{1,t}$ ve $x_{2,t}$ arasındaki ilişki, bir dizi kantil boyunca CQ yöntemi ile belirlenir. Bu yöntem, aylık ve yıllık analizler için bağımlılığın kapsamını ve uzunluğunu $k=1$ ve $k=12$ gecikmelerinin bir fonksiyonu olarak belirlemeyi mümkün kılar.

3. AMPİRİK SONUÇLAR

Tablo 2'de tanımlayıcı istatistiklere ait bilgiler yer almaktadır. En az sapması olan değişken EF iken en fazla sapma gösteren değişken ise CO₂'dir. İki değişken pozitif sağa çarpık iken, iki değişken negatif sola çarpıktır. Ayrıca tüm değişkenlerin çarpıklık değerleri sıfıra, basıklık değerleri de ikiye yakındır. Jarque-Bera test istatistik değerleri de serilerin normal dağılıma sahip olmadığını göstermektedir.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

	LCF	EF	CO ₂	GSYİH
Ortalama	-0,24	0,92	0,90	8,62
Ortanca	-0,23	0,88	1,05	8,58
Maksimum	0,53	1,25	1,68	9,56
Minimum	-0,83	0,48	-0,62	7,81
Standart sapma	0,40	0,22	0,59	0,47
Çarpıklık	0,16	-0,17	-0,57	0,24
Basıklık	1,87	1,98	2,31	2,08
Jarque-Bera	14,12	11,81	18,49	11,14
Olasılık Değeri	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 3, BDS testinin sonuçlarına ilişkin bilgileri içermektedir. BDS testinin sıfır hipotezi, serinin doğrusal olarak bağımlı olduğunu belirtirken, alternatif hipotez, serinin doğrusal olarak bağımlı olmadığını belirtir. Tablo 3'e bakıldığında m=2 ile m=6 arasındaki tüm değişkenlerin z istatistiksel değerlerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Bu, tüm değişkenlerin farklı boyutlarda doğrusal olmadığı anlamına gelir. Sonuç olarak hem JB test istatistiği hem de BDS yöntemi, serinin doğrusal olmayan bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu istatistikler dikkate alındığında, CQ yönteminin ampirik analiz için iyi bir seçim olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

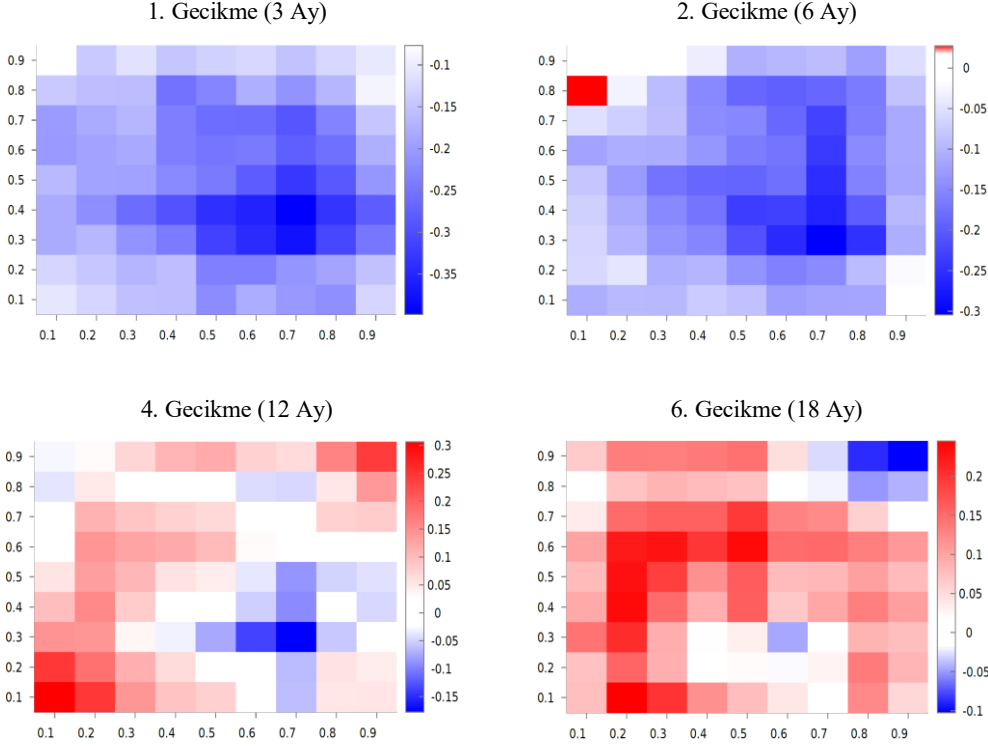
Tablo 3: BDS test for non-linearity

m	LCF	EF	CO ₂	GSYİH
2	0,20*	0,19*	0,21*	0,20*
3	0,34*	0,32*	0,35*	0,34*
4	0,44*	0,40*	0,45*	0,44*
5	0,51*	0,46*	0,52*	0,51*
6	0,56*	0,50*	0,57*	0,56*
*: %1'de anlamlı				

Bu çalışmada CQ analizinde 4 farklı gecikme hesaplanmıştır. Gecikme 1 üç ay, gecikme 2 altı ay, gecikme 4 on iki ay ve gecikme 6 on sekiz aydır. Tanımlayıcı istatistikler ve BDS testinden sonra, bu çalışmada seriler arasındaki ilişki CQ yaklaşımı kullanılarak analiz edilmekte ve sonuçlar Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da gösterilmektedir. Şekillerde, kırmızı renkler seriler arasında pozitif, mavi renkler negatif bir ilişkiyi ifade etmektedir. Beyaz renkler ise seriler arasında ilişki olmadığını belirtmektedir. Şekillerde, dikey eksenler bağımsız değişkeni (GSYİH) ve yatay eksenler bağımlı değişkenleri (LCF, EF ve CO₂) temsil etmektedir.

Çalışmada ilk olarak GSYİH ile LCF arasındaki ilişki kısa ve uzun vadede analiz edilmektedir. Bu ilişki, Şekil 8'de yer almaktadır. GSYİH'nin LCF üzerindeki etkisi, 3 aylık dönemde (1. gecikme) farklı kantillerde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. GSYİH, 0,5. ve 0,8. kantiller arasında LCF'yi azaltmaktadır. Bu dönemde, GSYİH'nin LCF üzerinde olumlu bir etkisi bulunmamaktadır. Yani GSYİH'deki artış çevre kirliliğini arttırmaktadır. 6 aylık dönemde (2. gecikme) de çok bir değişiklik bulunmamaktadır. Negatif etki 0,5. ve 0,8. kantiller arasında devam ederken, GSYİH 0,1. kantilde LCF'yi artırmaktadır. 12 aylık

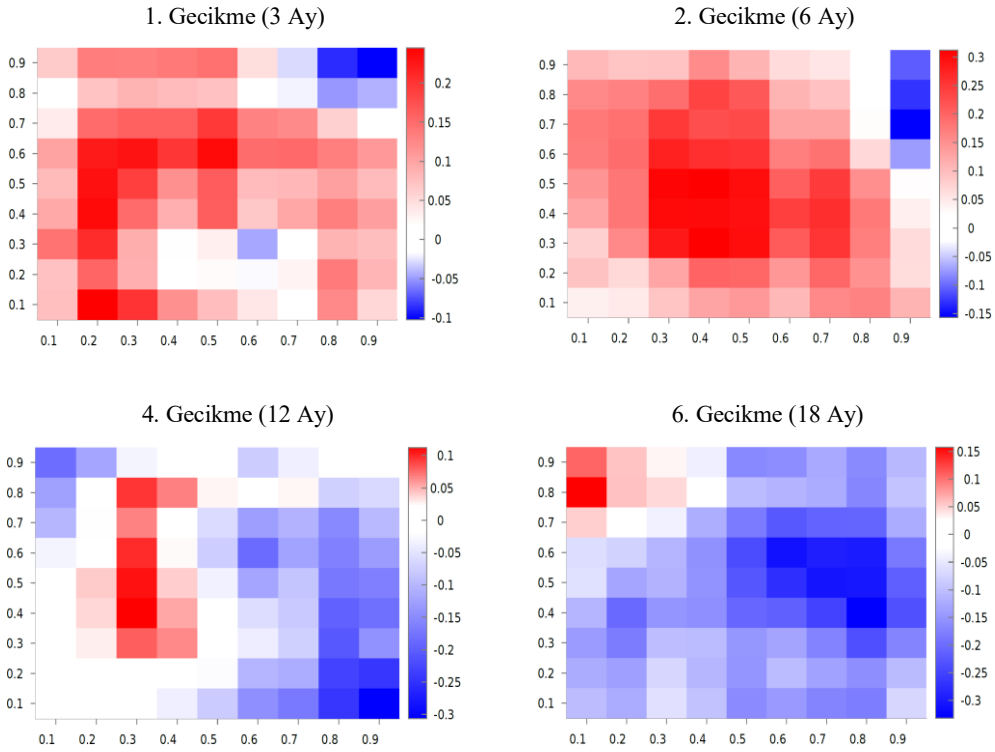
dönemde (3. gecikme), GSYİH özellikle 0,1, 0,2 ve 0,9 kantillerde LCF'yi artırmaktadır. Son olarak, 18 aylık dönemde (6. gecikme), GSYİH'nin LCF üzerindeki olumlu etkisinin belirgin olduğu görülmektedir. GSYİH'nin 0,8 ve 0,9. kantiller hariç tüm kantillerde LCF'yi artırdığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, kısa vadede LCF'yi azaltan GSYİH, uzun vadede bu değişkeni arttırmakta ve kirlilik azalmaktadır. Sonuçlar, YKE hipotezinin Türkiye'de geçerli olduğunu göstermektedir.



Şekil 8: GSYİH'nin LCF üzerindeki etkisine ait CQ yöntemi sonuçları

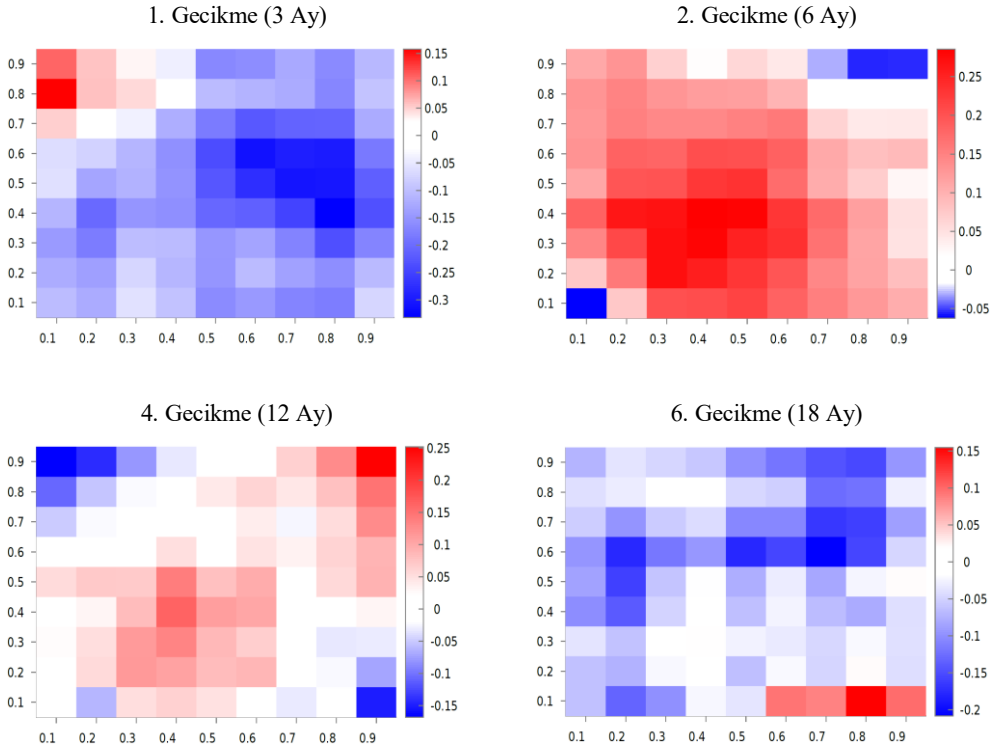
İkinci olarak, bu çalışmada GSYİH'nin EF üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Sonuçlar Şekil 9'da gösterilmiştir. 3 aylık dönemde (gecikme 1), GSYİH'nin EF'yi 0,2. ve 0,5. kantillerde pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Yani kısa dönemde GSYİH'deki artış çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. 6 aylık dönemde (gecikme 2), GSYİH'nin EF üzerindeki pozitif etkisi 0,3. ve 0,8. kantillerde belirgin bir şekilde devam etmektedir. Yalnızca 0,9. kantilde bir negatif etkinin olduğu görülmektedir. 12 aylık dönemde (gecikme 4), GSYİH'nin EF üzerinde 0,3 ila 0,4. kantillerde pozitif bir etkisi bulunurken bu etki ve 0,6 ila 0,9. kantillerde negatif bir etkiye dönüşmektedir. Yani GSYİH'deki artışlar çevre kalitesine katkıda bulunmaya başlamaktadır. Son olarak, 18 aylık dönemde (gecikme 6), pozitif etki yalnızca 0,1. kantilde bulunabilirken, pozitif etkinin tüm kantillere yayıldığı gözlemlenmektedir. Sonuç olarak kısa dönemde GSYİH'de yaşanan artış EF'yi artırırken

uzun vadede bu değer EF'yi düşürmekte çevre kalitesini arttırmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir.



Şekil 9: GSYİH'nin EF üzerindeki etkisine ait CQ yöntemi sonuçları

Son olarak, bu çalışma GSYİH'nin CO₂ salımı üzerindeki etkisini incelemektedir ve sonuçlar Şekil 10'da gösterilmektedir. 3 aylık dönemde (1. gecikme) GSYİH'nin CO₂ salımını 0.1. kantilde arttırdığı görülmektedir. 6 aylık dönemde (2. gecikme) GSYİH'nin CO₂ salımı üzerindeki pozitif etkisi 0,2. ve 0,6. kantiller arasında görülmektedir. Yani kısa dönemde GSYİH'deki artış CO₂ salımının giderek fazlalaşmasına sebebiyet vermektedir. 12 aylık dönemde (4. gecikme), GSYİH'nin CO₂ salımı üzerindeki pozitif etkisinin giderek azaldığı, buna karşılık negatif etkinin de belirginleşmeye başladığı görülmektedir. Son olarak, 18 aylık dönemde (6. gecikme), GSYİH'nin CO₂ salımı üzerindeki negatif etkisi özellikle 0,2. ila 0,8. kantiller arasında meydana gelmektedir. Sonuç olarak, kısa dönemde çevre kirliliğine sebebiyet veren ve CO₂ salımını arttıran GSYİH, uzun dönemde bu salımı azaltmakta ve çevre kalitesine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 10: GSYİH'nin CO₂ üzerindeki etkisine ait CQ yöntemi sonuçları

SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışma Türkiye’de ekonomik büyümenin LCF, EF ve CO₂ salımı üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için CQ yönteminden yararlanılmıştır. Sonuçlar kısa dönemde ekonomik büyümedeki artışların çevre kirliliğini arttırdığını, uzun dönemde de azalttığını belirtmektedir. Dolayısıyla Türkiye’de YKE ve ÇKE hipotezlerinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Ekonomik büyüme, mal ve hizmet üretiminin artmasını sağlayarak bireyler için daha yüksek gelirler ve gelişmiş yaşam standartları sağlar. Bu, gıda, barınma, sağlık hizmeti ve eğitim gibi ihtiyaçlara daha iyi erişim anlamına gelir. Ekonomik büyüme genellikle teknolojik yeniliği besler ve üretkenliği daha da artırabilecek, yaşam standartlarını iyileştirebilecek ve toplumsal zorlukları ele alabilecek yeni ürün, süreç ve hizmetlerin geliştirilmesine yol açar. Genişleyen ekonomiler yeni iş fırsatları yaratır, işsizliği azaltır ve bireylere gelir ve amaç duygusu sağlar. Bununla birlikte, ekonomik büyümenin zorlukları olmadığını kabul etmek önemlidir. Kontrolsüz veya sürdürülemez büyüme çevresel hasara, toplumsal eşitsizliğe ve kaynak tükenmesine yol açabilir. Dolayısıyla ekonomik büyümeyi sürdürülebilir ve kapsayıcı bir şekilde gerçekleştirmek, faydalarının geniş çapta

paylaşılmasını ve çevrenin gelecek nesiller için korunmasını sağlamak hayati önem taşımaktadır.

Artan çevresel zorluklar ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik acil ihtiyaç karşısında, araştırmacılar ve politika yapıcılar çevresel korumayı ekonomik büyümeyle nasıl uzlaştıracakları sorusuyla boğuşmaktadırlar. Geleneksel olarak bu iki değişken arasında bir denge bulunmaktadır ve ekonomik büyümenin doğası gereği çevresel bozulma gün geçtikte artmaya devam etmektedir. Ancak, giderek artan bir araştırma grubu, ekonomik büyümeyi teşvik ederken aynı zamanda doğal çevreyi de koruyabilen daha ayrıntılı bir yaklaşımın mümkün olduğunu öne sürmektedir. “Yeşil büyüme” kavramı, ekonomik kalkınmanın çevresel kaynakların ve hizmetlerin sürekli sağlanmasını garanti eden bir şekilde sürdürüldüğü umut verici bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır (Capasso vd., 2019). OECD, yeşil büyümeyi doğal varlıkların refahımızın dayandığı kaynakları ve çevresel hizmetleri sağlamaya devam etmesini sağlarken ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı teşvik etmek olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, ekonomi ile çevre arasındaki karşılıklı bağımlılığı kabul eder ve hem ekonomik hem de çevresel hedeflere ulaşmak için yenilikçi stratejilerden yararlanmayı amaçlamaktadır. Bu tür stratejilerden biri, ekonomik performans üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterilen yeşil inovasyonun teşvik edilmesidir (Wang vd., 2019). Temiz teknolojilerin ve kaynak açısından verimli süreçlerin benimsenmesini teşvik eden çevre yönetimi uygulamaları ve politikaları, artan üretkenliğe, azaltılmış çevresel etkiye ve yeni ekonomik fırsatların yaratılmasına yol açabilir. Dünya COVID-19 salgını ve bunun kapsamlı sonuçlarıyla boğuşurken, yeşil bir toparlanmaya duyulan ihtiyaç giderek daha belirgin hale gelmiştir. Ülkeler, ekonomilerini canlandırmaya yardımcı olabilecek ve aynı zamanda iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi acil çevresel endişeleri ele alabilecek yeşil teşvik önlemlerini araştırmalıdır. Kamuoyunun farkındalığı ve katılımı da çevre kirliliğine karşı mücadelede temel bileşenlerdir. Halkı çevre korumanın önemi konusunda eğitmek ve bireyleri çevre dostu seçimler yapmaya teşvik etmek, değişim için tabandan bir hareketi hızlandırabilir. Hükümetler ayrıca sıkı çevre düzenlemelerini uygulamada, sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmede ve yenilikçi kirlilik azaltma teknolojilerinin araştırma ve geliştirilmesine yatırım yapmada öncü bir rol üstlenmelidir. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin belirgin bir örneği, ülkelerin ve bölgelerin fosil yakıtlardan uzaklaşıp güneş, rüzgar ve hidroelektrik gibi daha temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru geçiş yapmak için yoğun çaba sarf ettiği yenilenebilir enerji sektöründe bulunabilir. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin bir başka örneği, geleneksel doğrusal “al-yap-atık” modeli yerine kaynakların yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve yeniden amaçlandırılmasını vurgulayan “dairesel ekonomi” kavramında bulunabilir. Bu yaklaşım yalnızca atığı ve çevresel etkiyi azaltmakla kalmaz, aynı zamanda işletmeler ve endüstriler ürün ve malzemelerin yaşam döngüsünü uzatmanın yenilikçi yollarını araştırdıkça yeni ekonomik fırsatlar da sunar.

Türkiye, yeşil büyüme ilkelerini politikalarına ve uygulamalarına dahil etmeye giderek daha fazla odaklanmaktadır ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve özellikle güneş, rüzgar ve hidroelektrik projeleriyle yenilenebilir enerji payını artırmak için çalışmalar

gerçekleştirmektedir (Erat ve Telli, 2020). Bununla birlikte yeşil teknolojiler kullanılarak ülkede kirletici gazları arıtmak ve gübre üretmek için geliştirilen yenilikçi sistemler kullanılmaktadır (Tübitak, 2023). Yeşil büyüme kapsamında Türkiye gelişmiş ülkelere yetişmek için mevcut çabaları temel alarak ve temel alanlara odaklanarak çeşitli stratejiler geliştirebilir. Bu bağlamda net ve tutarlı politikalar hayati önem taşımaktadır. Bu politikalar güçlü düzenlemeler ve uygulama mekanizmalarıyla desteklenen yenilenebilir enerji, emisyon azaltımı ve kaynak verimliliği için iddialı hedefler belirlemeyi içermelidir. AB'nin standartları ve en iyi uygulamalarıyla uyumlu olmak Türkiye için faydalı bir yol haritası sağlayabilir. Bunun yanında araştırma ve geliştirmeyi desteklemek, yeşil teknolojileri teşvik etmek ve yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve sürdürülebilir tarım gibi alanlarda inovasyonu teşvik etmek esastır. Bu alanlarda özel sektör yatırımını vergi indirimleri, sübvansiyonlar ve diğer mekanizmalar aracılığıyla teşvik etmek geçişi hızlandırabilir. Yeşil projeler için finansmana erişim hayati önem taşır. Yeşil bankalar kurmak, yeşil tahviller geliştirmek ve sürdürülebilir girişimler için uluslararası yatırım çekmek gerekli sermayeyi sağlayabilir. Kaynak verimliliğini, atık azaltmayı ve dairesel ekonomi prensiplerini endüstriler ve tüketiciler arasında teşvik etmek hayati önem taşır. Kamuoyu bilinçlendirme kampanyaları ve eğitim programları tüketim modellerini daha sürdürülebilir tercihlere doğru kaydırmaya yardımcı olabilir. Yeşil ekonomi girişimlerinde gelişmiş ülkeler, uluslararası örgütler ve diğer paydaşlarla iş birliği yapmak bilgi paylaşımını, teknoloji transferini ve fonlara erişimi kolaylaştırabilir. Küresel iklim anlaşmalarına ve girişimlerine katılmak da önemlidir. Yeşil teknolojiler ve sürdürülebilir uygulamalar konusunda yetenekli bir iş gücü geliştirmek için eğitim ve öğretim programlarına yatırım yapmak uzun vadeli başarı için elzemdir. Buna yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve çevre yönetimi gibi alanlarda mühendisler, teknisyenler ve politika yapıcılar için eğitim dahildir. Türkiye bu stratejilere odaklanarak yeşil ekonomiye geçişini hızlandırabilir, yeni ekonomik fırsatlar yaratabilir ve çevresel performansını iyileştirebilir ve nihayetinde bu kritik alanda gelişmiş ülkeleri yakalayabilir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin yayın süreçlerinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi'nin "Etik Kurallara Uygunluk" başlığı altında belirtilen esaslara uygun olarak hareket edilmiştir. Çalışmanın araştırma kısmında etik kurul izni gerektirecek bir husus bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Beyanı

Birden çok yazarlı çalışmada her bir yazarın katkısı aşağıdaki gibidir:

Çalışmanın giriş bölümü Doç. Dr. Uğur Korkut PATA tarafından, literatür bölümü Doç. Dr. Güray AKALIN tarafından, verilerin toplanması ve ampirik uygulamanın gerçekleştirilmesi Doç. Dr. Süleyman YURTKURAN tarafından, sonuç bölümü ise Doç. Dr. Sinan ERDOĞAN tarafından üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makalede yazar tarafından beyan edilmiş herhangi bir olası çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abbasi, F., & Riaz, K. (2016). CO₂ emissions and financial development in an emerging economy: an augmented VAR approach. *Energy Policy*, 90, 102-114.
- Ahmed, A., Uddin, G. S., & Sohag, K. (2016). Biomass energy, technological progress and the environmental Kuznets curve: Evidence from selected European countries. *Biomass and Bioenergy*, 90, 202-208.
- Ali, S., Ghimire, A., Khan, A., Tariq, G., Shah, A. A., & Tariq, M. A. U. R. (2022). Modelling the nexus of carbon dioxide emissions, economic growth, electricity production and consumption: Assessing the evidence from Pakistan. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1075730.
- Aung, T. S., Saboori, B., & Rasoulinezhad, E. (2017). Economic growth and environmental pollution in Myanmar: an analysis of environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 20487-20501.
- Azomahou, T., Laisney, F., & Van, P. N. (2006). Economic development and CO₂ emissions: A nonparametric panel approach. *Journal of Public Economics*, 90(6-7), 1347-1363.
- Beckerman, W. (1995). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment? In *Growth, the Environment and the Distribution of Incomes* (pp. 275-290). Edward Elgar Publishing.
- Boluk, G., & Karaman, S. (2024). The impact of agriculture, energy consumption and economic growth on ecological footprint: testing the agriculture-induced EKC for Türkiye. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 31817-31837.
- Broock, W. A., Scheinkman, J. A., Dechert, W. D., & LeBaron, B. (1996). A test for independence based on the correlation dimension. *Econometric Reviews*, 15(3), 197-235.
- Caglar, A. E., Destek, M. A., & Manga, M. (2024). Analyzing the load capacity curve hypothesis for the Türkiye: A perspective for the sustainable environment. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141232.
- Capasso, M., Hansen, T., Heiberg, J., Klitkou, A., & Steen, M. (2019). Green growth—A synthesis of scientific findings. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 390-402.
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154.
- Coondoo, D., & Dinda, S. (2008). Carbon dioxide emission and income: A temporal analysis of cross-country distributional patterns. *Ecological Economics*, 65(2), 375-385.
- Çamkaya, S., Kaya Y., & Karabayır, M. E. (2025). Do renewable and nuclear R&D expenditures affect environmental quality in France? An assessment from the perspective of the LCC hypothesis and SDGs. *Energy*, 135179.

- Daştan, M. (2024). The Role of Renewable Energy, Technological Innovation, and Human Capital on Environmental Quality in Türkiye: Testing the LCC Hypothesis with Smooth Structural Shifts. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (65), 76-91.
- Dijkgraaf, E., & Vollebergh, H. (2005). A test for parameter homogeneity in CO₂ panel EKC estimations. *Environmental and Resource Economics*, 32(2), 229-39.
- Dogan, A., & Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: Testing the LCC hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135038.
- Du, L., Wei, C., & Cai, S. (2012). Economic development and carbon dioxide emissions in China: Provincial panel data analysis. *China Economic Review*, 23(2), 371-384.
- Durmaz, N., & Lee, J. (2015). An empirical analysis of import demand function for Turkey: an ARDL bounds testing approach. *The Journal of Developing Areas*, 49(4), 215-226.
- Dutt, K. (2009). Governance, institutions and the environment-income relationship: a cross-country study. *Environment, Development and Sustainability*, 11, 705-723.
- Erat, S., & Telli, A. (2020). Within the global circular economy: a special case of turkey towards energy transition. *MRS Energy Sustain* 7 (1): 1–10.
- Erdogan, S. (2024). On the impact of natural resources on environmental sustainability in African countries: a comparative approach based on the EKC and LCC hypotheses. *Resources Policy*, 88, 104492.
- Farhani, S., & Shahbaz, M. (2014). What role of renewable and non-renewable electricity consumption and output is needed to initially mitigate CO₂ emissions in MENA region? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 80-90.
- Feng, Z., Durani, F., Anwar, A., Ahmad, P., Syed, Q. R., & Abbas, A. (2024). From brown to green: Are emerging countries moving in right direction? Testing the validity of LCC hypothesis. *Energy & Environment*, 0958305X241228519.
- Global Footprint Network (2025). Country trends. <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=231&type=BCpc,EFCpc>.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*.
- Guloglu, B., Caglar, A. E., & Pata, U. K. (2023). Analyzing the determinants of the load capacity factor in OECD countries: evidence from advanced quantile panel data methods. *Gondwana Research*, 118, 92-104.
- Ha, N. T. T., Johari, S. M., Thuong, T. T. H., Phuong, N. T. M., & Anh, L. T. H. (2020). The impact of innovation on economic growth: the spillover effect of foreign direct investment. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 8(2), 708-714.
- Han, H., Linton, O., Oka, T., & Whang, Y. J. (2016). The cross-quantilogram: Measuring quantile dependence and testing directional predictability between time series. *Journal of Econometrics*, 193(1), 251-270.

- Hakkak, M., Altıntaş, N., & Hakkak, S. (2023). Exploring the relationship between nuclear and renewable energy usage, ecological footprint, and load capacity factor: A study of the Russian Federation testing the EKC and LCC hypothesis. *Renewable Energy Focus*, 46, 356-366.
- Hervieux, M. S., & Darné, O. (2016). Production and consumption-based approaches for the environmental Kuznets curve using ecological footprint. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 5(3), 318-334.
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2010). Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO₂ in France: the role of nuclear energy. *Energy Policy*, 38(8), 4057-4063.
- Jin, X., Ahmed, Z., Pata, U. K., Kartal, M. T., & Erdogan, S. (2024). Do investments in green energy, energy efficiency, and nuclear energy R&D improve the load capacity factor? An augmented ARDL approach. *Geoscience Frontiers*, 15(4), 101646.
- Khan, K. A., Hamid, A., Sharif, A., Syed, Q. R., & Anwar, A. (2025). Impact of adaptation technologies and green energy on environmental quality: Evidence from G8 economies. *Gondwana Research*, 139, 230-242.
- Koenker, R., & Hallock, K. F. (2001). Quantile regression. *Journal of economic perspectives*, 15(4), 143-156.
- Kohler, M. (2013). CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade: A South African perspective. *Energy Policy*, 63, 1042-1050.
- Linton, O., & Whang, Y. J. (2007). The quantilogram: With an application to evaluating directional predictability. *Journal of Econometrics*, 141(1), 250-282.
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A., & Leal, P. A. (2018). The impact of economic growth on CO₂ emissions in Australia: the environmental Kuznets curve and the decoupling index. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 27283-27296.
- Martinez-Alier, J. (1995). The environment as a luxury good or “too poor to be green”? *Ecological Economics*, 13(1), 1-10.
- Masron, T. A., & Subramaniam, Y. (2018). The environmental Kuznets curve in the presence of corruption in developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 12491-12506.
- McBain, B., Lenzen, M., Wackernagel, M., & Albrecht, G. (2017). How long can global ecological overshoot last? In B. McBain, M. Lenzen, M. Wackernagel, & G. Albrecht, *Global and Planetary Change* (Vol. 155, p. 13). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.06.002>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). The limits to growth-club of rome.
- Mehmood, U. (2022). Biomass energy consumption and its impacts on ecological footprints: analyzing the role of globalization and natural resources in the framework of EKC in SAARC countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(12), 17513-17519.

- Mohamed, E. F., Abdullah, A., Jaaffar, A. H., & Osabohien, R. (2024). Reinvestigating the EKC hypothesis: Does renewable energy in power generation reduce carbon emissions and ecological footprint? *Energy Strategy Reviews*, 53, 101387.
- Ng, C. F., Yii, K. J., Lau, L. S., & Go, Y. H. (2022). Unemployment rate, clean energy, and ecological footprint in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 42863–42872.
- Niccolucci, V., Galli, A., Kitzes, J., Pulselli, R. M., Borsa, S., & Marchettini, N. (2008). Ecological footprint analysis applied to the production of two Italian wines. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128(3), 162-166.
- Our World in Data (2024). Per capita CO₂ emissions. <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>.
- Özbek, S., & Naimoğlu, M. (2025). The effectiveness of renewable energy technology under the EKC hypothesis and the impact of fossil and nuclear energy investments on the UK's Ecological Footprint. *Energy*, 135351.
- Özokcu, S., & Özdemir, Ö. (2017). Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 639-647.
- Pablo-Romero, M. D. P., & De Jesús, J. (2016). Economic growth and energy consumption: The energy-environmental Kuznets curve for Latin America and the Caribbean. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1343-1350.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development*, Geneva, Switzerland: International Labour Office, Working Paper; WP238.
- Pandey, S., Dogan, E., & Taskin, D. (2020). Production-based and consumption-based approaches for the energy-growth-environment nexus: evidence from Asian countries. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 274-281.
- Pao, H. T., Yu, H. C., & Yang, Y. H. (2011). Modeling the CO₂ emissions, energy use, and economic growth in Russia. *Energy*, 36(8), 5094-5100.
- Pata, U. K., & Kartal, M. T. (2023). Impact of nuclear and renewable energy sources on environment quality: Testing the EKC and LCC hypotheses for South Korea. *Nuclear Engineering and Technology*, 55(2), 587-594.
- Pata, U. K., & Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu ve finansal gelişmenin CO₂ salımına etkisi: Türkiye Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 303-318.
- Pata, U. K., & Yurtkuran, S. (2023). Is the EKC hypothesis valid in the five highly globalized countries of the European Union? An empirical investigation with smooth structural shifts. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 17.
- Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T., & Depren, S. K. (2023). Evaluation of the role of clean energy technologies, human capital, urbanization, and income on the environmental quality in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136802.

- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic growth and CO₂ emissions in Malaysia: a cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 51, 184-191.
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2016). Environmental Kuznets curve and energy consumption in Malaysia: A cointegration approach. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(9), 861-867.
- Sahoo, B., Behera, D. K., & Rahut, D. (2022). Decarbonization: examining the role of environmental innovation versus renewable energy use. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(32), 48704-48719.
- Saqib, N., Duran, I. A., & Ozturk, I. (2023). Unraveling the interrelationship of digitalization, renewable energy, and ecological footprints within the EKC framework: empirical insights from the United States. *Sustainability*, 15(13), 10663.
- Shahzad, U., Tiwari, S., Mohammed, K. S., & Zenchenko, S. (2024). Asymmetric nexus between renewable energy, economic progress, and ecological issues: Testing the LCC hypothesis in the context of sustainability perspective. *Gondwana Research*, 129, 465-475.
- Sharma, R., Sinha, A., & Kautish, P. (2021). Does renewable energy consumption reduce ecological footprint? Evidence from eight developing countries of Asia. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124867.
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F., & Ortega, E. (2010). Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192.
- Tübitak (2023). Yeşil büyüme teknoloji yol haritası gübre sektörü teknolojik ihtiyaçlar ve çözümler. Tübitak yayınları. 1-116.
- Ximei, K., Javaid, M. Q., Shams, T., & Sibt-e-Ali, M. (2025). Information and communication technology, economic globalization, and environmental sustainability in APEC nations: Insights from LCC and EKC hypotheses testing. *Sustainable Development*, 33(1), 878-903.
- Wang, Y., Sun, X., & Guo, X. (2019). Environmental regulation and green productivity growth: Empirical evidence on the Porter Hypothesis from OECD industrial sectors. *Energy Policy*, 132, 611-619.
- Wang, S., Zafar, M. W., Vasbieva, D. G., & Yurtkuran, S. (2024). Economic growth, nuclear energy, renewable energy, and environmental quality: Investigating the environmental Kuznets curve and load capacity curve hypothesis. *Gondwana Research*, 129, 490-504.
- Wajeetongratana, P. (2020). Economic growth and its key factors: an alternative view on the factors stimulating agriculture growth. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 175, p. 13028). EDP Sciences.
- World Bank (2024). GDP per capita (constant 2015 US\$). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD>.

- Wu, Y., Anwar, A., Quynh, N. N., Abbas, A., & Cong, P. T. (2024). Impact of economic policy uncertainty and renewable energy on environmental quality: testing the LCC hypothesis for fast growing economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(25), 36405-36416.
- Yap, J. T. (1998). Beyond 2000: Assessment of Economic Performance and an Agenda for Sustainable Growth. In J. T. Yap, *RePEc: Research Papers in Economics*. Federal Reserve Bank of St. Louis. https://ideas.repec.org/p/phd/dpaper/dp_1998-28.html
- Yurtkuran, S. (2020). N11 ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: Fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 191-210.
- Yurtkuran, S. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği ve yeşil lojistik: Türkiye örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(45), 171-201.
- Yurtkuran, S. (2022). Gelen turist sayısının en fazla olduğu 10 ülkede turizm ile CO₂ salımı arasındaki ilişki: panel fourier Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (61), 281-303.
- Yurtkuran, S., & Güneysu, Y. (2023). Financial inclusion and environmental pollution in Türkiye: Fresh evidence from load capacity curve using AARDL method. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(47), 104450-104463.