

Çin Kirli mi Büyüyor? Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Analizi

Is China Growing Dirty? A Cointegration Analysis with Structural Breaks

Mustafa NAIMOĞLU¹ , Sefa ÖZBEK² 

Öz

Ekonomik büyüme ve kalkınma ülke ekonomilerinin en önemli makroekonomik hedefleri içerisinde yer almaktadır. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde birçok yol bulunmakta ve sürdürülebilirliğin sağlanması çok önemli bir yer tutmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın insan refahının artışına katkı sağlamanın gerekliliği değerlendirildiğinde, ülke ekonomilerinde büyümenin niteliği ve özelliği önem arz etmektedir. Bu çalışmada 1971 yılına göre 2018 yılında kişi başı enerji kullanımını %393.64, kişi başı gayri safi yurt içi hasılasını %3180.01 ve kişi başı karbondioksit emisyonunu ise %610.51 artıran Çin ekonomisinde 1971-2018 örneklem döneminde enerji tüketimi, ticari serbestleşme, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılmaktadır. Çalışmada ilk olarak yapısal kırılmalı Zivot ve Andrews (1992) birim kök testi aracılığıyla değişkenlerin durağanlığı sınanmaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ise yapısal kırılmaları modele dahil eden Gregory ve Hansen (1996) eşbütünleşme testi ile araştırılmaktadır. Kısa ve uzun dönem katsayı tahmini ise FMOLS ve CCR yöntemleri ile incelenmektedir. Bulgular; ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu kısa ve uzun dönemde artırdığını göstermiştir. Dolayısıyla Çin'de kirli büyümenin gerçekleştiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç Çin'de önemli bir sorun olarak öne çıkmaktadır. CO2 emisyonunun Çin'de yüksek düzeyde seyretmesi ve küresel ölçekte bu sorunun önemli ağırlığa sahip olması sorunu yerel olmaktan çıkarmaktadır. Dolayısıyla politikacıların bu sorunun çözümü için ivedilikle somut adımlar atması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji tüketimi, ticari serbestleşme, CO2 emisyonu, ekonomik büyüme, Çin

Jel Code: C22, F41, Q43



DOI: 10.26650/JEPR1055637

¹Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Bingöl, Türkiye

²Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gümrük İşletme Bölümü, Mersin, Türkiye

ORCID: M.N. 0000-0001-9684-159X;
S.Ö. 0000-0002-1043-2056

Sorumlu yazar/Corresponding author:

Sefa ÖZBEK,
Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gümrük İşletme Bölümü, Mersin, Türkiye

E-posta/E-mail:
sefaozbek@yahoo.com

Başvuru/Submitted: 10.01.2022

Revizyon Talebi/Revision Requested:
09.03.2022

Son Revizyon/Last Revision Received:
21.03.2022

Kabul/Accepted: 30.03.2022

Atıf/Citation: Naimoglu, M., Ozbek, S. (2022). Çin kirli mi büyüyor? yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi - Journal of Economic Policy Researches*, 9(2), 245-264.
<https://doi.org/10.26650/JEPR1055637>



ABSTRACT

Economic growth and development are some of the most important macroeconomic targets for national economies. Many ways exist for achieving these goals, and ensuring sustainability has a very important place. How much economic growth and development need to contribute to increasing human welfare, the quality and characteristics of growth in a national economy become important. This study examines the relationships among energy consumption, trade liberalization, economic growth, and CO2 emissions over the sample period of 1971-2018 in the Chinese economy, which saw a 393.64% per capita increase in energy use, 3,180.01% increase in gross domestic product per capita, and 610.515% increase in CO2 emissions per capita in 2018 compared to 1971. The study first tests the stationarity of the variables using the Zivot and Andrews (1992) unit root tests with structural breaks. The presence of long-term relationships among the variables was investigated using the Gregory and Hansen (1996) cointegration test, which includes structural breaks in the model. The short- and long-term coefficient estimations were analyzed using the Full Modified Ordinary Least Squares (FMOLS) and canonical cointegration regression (CCR) methods. Estimates for the short- and long-term coefficients were analyzed using the FMOLS and CCR methods. The results show that economic growth and energy consumption increase CO2 emissions in the short and long term. Therefore, pollution growth is determined to have taken place in China. This result stands out as an important problem in China. The high level of CO2 emissions in China and the fact that this problem has a significant weight on a global scale removes the problem from being local. Therefore, politicians need to take concrete steps immediately to solve this problem.

Keywords: Energy consumption, trade liberalization, CO2 emissions, economic growth, China

Jel Code: C22, F41, Q43

EXTENDED ABSTRACT

Many theories are found in the economic literature about economic growth. The most important of these are the neoclassical growth model and endogenous growth models. Endogenous growth theory has questioned assumptions such as the need to include technology as an exogenous variable in the neoclassical model, the validity of the convergence hypothesis without active policies, the presence of decreasing returns to scale in production factors, and the presence of constant returns for the production function. The endogenous growth model started occurring in the economics literature with Romer's (1986) study. Acceptance of the endogenous growth model and its most important difference compared to the neoclassical model involves the technology factor. According to this model, technology is not an external factor, but one that gets internalized through research and development and human capital. In other words, it links economic growth to factors within the system. A qualified workforce is given importance in endogenous growth models. Thus, this emphasizes the need to increase the knowledge and qualifications of the human capital that are able to use technology, and the human capital investment ratio gains importance. Increases in the impacts from globalization have caused countries' economies to grow; however, whether or not this growth causes environmental pollution is a topic often discussed. Pollution growth occurs alongside economic growth when this economic growth causes air pollution and environmental degradation for whatever reasons. This situation negatively affects the sustainability of the economic growth and development process.

Many studies are found on the relationships between CO₂ emissions and other macroeconomic variables. However, these studies are seen to have mostly examined this within the scope of Kuznets curve. The relationship between CO₂ emissions and economic growth is seen to have been frequently examined, especially using various forms of the environmental Kuznets curve. These studies are seen to have investigated the validity of the inverse-U relationship using the variables of CO₂ emissions, per capita income, and per capita income squared (square form). Another model related to the validity of the environmental Kuznets curve is seen in studies that have investigated the validity of the cube of per capita income. When examining the relationships between environmental quality and other macroeconomic indicators, the variable of CO₂ emissions is seen to have been frequently used as an environmental quality indicator (environmental degradation). With regard to environmental variables, variables such as carbon footprint, ecological footprint, biomass, and solid waste are seen to have been frequently used alongside CO₂ emissions.

This study empirically discusses the long-term relationships among economic growth, energy consumption, trade liberalization, and CO₂ emissions in the Chinese economy during the 1971-2018 period. The model used in the empirical analysis is shown in Eq. 1:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln EK_t + \beta_3 \ln TS_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

where $\ln CO_{2t}$ is the natural log of carbon dioxide emissions in metric tons per capita, $\ln GDP_t$ is the natural log of GDP per capita, $\ln EK_t$ is the natural log of energy use in oil equivalent per capita, and $\ln TS_t$ is the natural log of trade liberalization in percentage of total trade in GDP. Data on energy consumption and CO₂ emissions were compiled from the International Energy Agency and World Bank databases. Data on GDP per capita and trade liberalization were obtained from the World Bank database. The study has tested the stability of the variables using the Zivot and Andrews (1992) test, which allows for structural breaks. The cointegration relationship among variables was revealed using the test Gregory and Hansen (1996) proposed. Lastly, the short- and long-term coefficient estimations were made using the FMOLS and CCR methods.

The presence of long-term relationships among the variables was investigated using the Gregory and Hansen (1996) cointegration test. The findings show the presence of a cointegration relationship. FMOLS and CCR estimators were used to estimate the cointegration coefficient, with economic growth and energy use being concluded to have a positive effect on CO₂ emissions. Energy use was observed to have a greater effect on CO₂ emissions compared to economic growth. This situation shows that China is unable to provide energy efficiency while achieving economic growth. Meanwhile, the highest percentage regarding energy use occurs with fossil fuels; thus, CO₂ emissions have been

concluded to increase during economic growth and environmental degradation to occur. While this situation poses a significant problem for China in particular, it may also become an important problem globally given that China produces a significant percentage of CO₂ emissions worldwide. Great importance is had in having policy makers encourage the use of renewable environmentally friendly energy in place of fossil fuels, both for the future of China and of the rest of the world.

1. Giriş

Ülke ekonomilerinin en önemli makroekonomik hedeflerinden birisi ekonomik büyümedir. Söz konusu hedefin sürdürülebilir olması önemli görülmektedir. Bir ekonominin üretim hacminde dönemler itibarıyla meydana gelen artış olarak tanımlanan ekonomik büyüme, sıklıkla ülke ekonomilerindeki reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'daki (GSYH) artışlar ile açıklanmaktadır (Turan, 2008). Sürdürülebilir ekonomik büyüme hem gelişmiş ekonomilerde hem de gelişmekte olan ekonomilerde ciddi önem taşımaktadır. Ekonomik kalkınma ise ekonomik büyümenin yanı sıra sosyal değişkenlerde meydana gelen iyileşme olarak tanımlanmakta ve daha geniş bir kavram olarak iktisat literatüründe yer almaktadır. Yani ekonomik büyüme niceliksel olarak gelişme iken kalkınma ise hem niceliksel hem de niteliksel olarak gelişme anlamına gelmektedir (Özel, 2012). Gelişmekte olan ülke (GOÜ) ekonomilerinde başta altyapı eksikliği, sağlık sisteminde sürdürülebilirliğin sağlanamaması, gelir dağılımı adaletsizliği gibi sorunların varlığı söz konusu ülkeleri ekonomik kalkınma hedeflerine yönlendirmektedir. Söz konusu olumsuz koşullar gelişmiş ülkelerde GOÜ'lere kıyasla daha nadir görüldüğü için bu ülkeler ekonomik büyüme hedefine yoğunlaşmaktadır (Seyidoğlu, 2006).

Ekonomik büyüme ile ilgili iktisat yazınında birçok teori bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri Neoklasik büyüme modeli ve içsel büyüme modelleridir. Neoklasik modelde teknolojinin dışsal bir değişken olarak yer alması, aktif politikalar olmaksızın yakınsama hipotezinin geçerliliği, üretim faktörlerinde ölçüğe göre azalan getirinin mevcut olması, üretim fonksiyonu için sabit getirinin varlığı gibi varsayımlar içsel büyüme teorisi tarafından sorgulanmıştır (Atamtürk, 2007). 1980'li yıllar ile birlikte dünya ekonomisinde ticari ve finansal serbestleşme hareketliliği başlamıştır. Bu dönemde matematiksel yöntemlerin ve ekonometrik metodolojinin gelişmesi ile ekonomik büyüme literatürü artmaya başlamıştır (Pack, 1994; Fine, 2000). İçsel büyüme modeli Romer (1986) çalışması ile iktisat literatüründe yer almaya başlamıştır. İçsel büyüme modelinin kabul görmesi ve Neoklasik modele göre en önemli farkı teknoloji faktörüdür. Bu modele göre teknoloji dışsal olmayıp, Ar-Ge ve beşeri sermaye ile içselleştirilmiştir. Diğer bir ifadeyle ekonomik büyümeyi sistem içindeki faktörlere bağlamıştır. İçsel büyüme modellerinde nitelikli işgücüne önem verilmektedir. Böylece teknolojiyi kullanabilecek beşeri sermayenin bilgi donanımı ve niteliğinin artırılmasının gerekliliği vurgulanmakta ve beşeri sermaye yatırım oranı önem kazanmaktadır (Grossman & Helpman, 1991).

1980'li yıllar ile birlikte ekonomik büyüme modelleri içerisinde içsel büyüme modellerinin ön plana çıkmasıyla beşeri sermayenin önemi ortaya konulmuştur. Nitelikli işgücünün önemi anlaşılmış ve büyümenin temel unsurlarından biri kabul edilmiştir. İçsel büyüme modellerinde beşeri sermayenin işgücünün eğitilmiş olması kadar sağlıklı olması da

önemli görülmektedir (Schultz, 1960, 1961; Mushkin, 1962). Ancak çalışmalarda daha çok eğitim üzerine eğilimin olduğu görülmekte sağlık konusu ikinci planda yer almaktadır (Mankiw, Romer, & Weil, 1992; Barro & Sala-i-Martin, 1992; Barro, 1991).

Bir ekonomide emek faktörü, büyümenin ana unsurlarının başında gelmektedir. Mikro düzeyde ele alındığında, emek verimliliği bireysel emeğin sağlıklı olması ile yükselecektir (Yetkiner, 2006). Dolayısıyla bireylerin sağlıklı olması ekonomik büyüme açısından önemli görülmektedir. Bu durumun gerçekleşebilmesi için ekonomik birimlerin daha temiz bir çevrede yaşaması gerekmektedir. Son dönemlerde tüm dünyada zaman zaman meydana gelen çevresel felaketler, araştırmacıların çevreye olan ilgisini artırmaktadır. Küreselleşmenin ağırlığının artması ile ülke ekonomilerinin büyüdüğü; ancak söz konusu büyümenin çevre kirliliğine sebep olup olmadığı sıklıkla tartışılmaktadır. Bir ekonomi büyürken, çeşitli sebeplerle hava kirliliği ve çevresel bozulmalara yol açması durumunda kirli büyüme gerçekleşmiş olmaktadır (Palokangas, 2012). Bu durum ise ekonomik büyüme ve kalkınma sürecinin sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Çetintaş, Bicil, & Türköz, 2016). Dünya genelinde görülen küresel ısınma, çevresel bozulmalar, iklim değişikliği gibi ciddi sorunlara neden olmaktadır. Bu durumun ana sebeplerinden birisi enerjinin çoğunlukla fosil yakıtlardan elde edilmesidir. Başta petrol, kömür ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarının kullanımı ile meydana gelen çevresel bozulma tüm dünyada gelecek açısından olumsuz beklentileri artırmaktadır. Öyle ki fosil yakıt kullanımı ile sera gazı yoğunluğu artmakta ve böylece yerkürenin karbon tutma kapasitesi düşmektedir. Bu durum ise karbon tutma kapasitesinin azalmasına yol açarak son dönemde ortaya çıkan düşük karbon ekonomisi kavramı önünde ciddi engeller oluşturmaktadır.

2015 yılının Aralık ayında Paris'te 21. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı toplanmıştır (Topçu, 2018). Paris Anlaşması'nın kabul edildiği toplantıda içinde bulunulan 21. yüzyılda küresel ısınmayı önlemek amacıyla küresel sıcaklık artışını 2°C altında tutmak ve sıcaklık artışını 1.5°C'ye kadar sınırlandırma konusunda uzlaşma sağlanmıştır. Böylece küresel iklim değişikliği tehdidinin en az riskli duruma indirmek amaçlanmaktadır (UNFCCC, 2017). Bu amaçla birlikte ülkelerin mevcut %80'i aşan fosil yakıt kullanımını düşürmek ve temiz enerji kullanımını teşvik etmek çok önemlidir (Karakaya, 2016). Diğer yandan dünyanın yaklaşık %35 CO₂ emisyonlarına sahip olan Çin, Hindistan ve Rusya ekonomileri çevresel kalitenin artması için taahhüt ve girişimlerde bulunmuşlardır. Çin 2005 yılını temel yıl olarak kabul edip %45 karbon emisyon azaltımı taahhüdünde bulunurken Hindistan %25 ve Rusya %15-25 azaltma taahhüdünde bulunmuştur (Singh & Dube, 2014). Ancak Çin ekonomisinin yakın zamanda bu taahhüdü gerçekleştiremeyeceği görülmektedir. Bunun nedeni 2005 (5407.4 mt CO₂) yılına göre 2010 yılında CO₂ emisyonu %44.81 artış gösterirken 2010 (7830.6 mt CO₂) yılına göre 2015 yılında %16.66 artış ve 2015 (9135.2 mt CO₂) yılına göre 2019 yılında %36.79 artış göstermiştir (IEA, 2022). Ayrıca Çin ekonomisinin

yüksek oranda fosil yakıt kullanımı ve yüksek miktarda CO₂ salınımı sonucunda Çevresel Performans Endeksi'nde 109. sırada yer almasına neden olmuştur (EPI, 2016). Bununla beraber Çin'in birçok hedef taahhüdü bulunsa da 2018 verilerine göre iklim değişikliğinde de olumlu bir görüntü sergileyememiş ve düşük gelişim gösteren ülkeler sınıfına katılarak 41. sırada yer alabilmiştir (CCPI, 2018). Toplam sera gazı emisyonları içerisinde en yüksek paya sahip olan CO₂ gazı, çevresel bozulmalar üzerinde ciddi etkilere sahip olabilmektedir. Dolayısıyla, çevresel bozulma göstergesi olarak alan yazında en çok kullanılan değişken CO₂ emisyonu göstergesidir. CO₂ emisyonu değişkeni küresel iklim değişikliğinin ölçümünde önemli bir değer ölçüsü olarak tercih edilmektedir. CO₂ emisyonunu en aza indirmek için en önemli alternatif enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kullanımı teşvik edilmektedir (Ağır, Özbek, & Türkmen, 2020).

Küreselleşmenin derinleşmesiyle birlikte çeşitli ticari antlaşmalarla hemen hemen tüm dünyada yatırımlar serbestleşmiştir. GOÜ'ler çeşitli sebeplerle (teknoloji transferini, sermaye birikimlerini ve verimliliklerini artırmak vb. gibi) gelişmiş ülkelere gelecek yatırımları teşvik etmektedirler. Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), GOÜ ekonomilerine katkı sağlasa da ilgili ülkelerde kâr amaçlı olarak kolay ve çabuk ulaşılabılır olan fosil yakıt kullanımının artırılmasıyla çevresel bozulmalara sebep olabilmektedir (Şeker, Ertuğrul, & Çetin, 2015). GOÜ'lerde gelişmiş ülkelere göre çevresel politikalara daha az önem verildiği ve böylece çevre dostu olmayan yatırımların bu ülkelere yöneleceği savunulmuştur. "Kirlilik Sığınağı Hipotezi" olarak da bilinen bu görüşe göre, GOÜ'lere giren DYY'ler bu ülkelerdeki yani ev sahibi ülkelerdeki çevresel kirliliği daha da artırmaktadır (Akçay & Karasoy, 2018). Bu hipotezin tersini ileri süren görüş GOÜ'lere giren DYY'lerin bu ülkelerdeki kirliliği, teknoloji transferi aracılığıyla azaltacağını savunmaktadır. Bu görüş ise "Kirlilik Halesi Hipotezi" olarak adlandırılmaktadır (Zarsky, 1999; Kim & Adilov, 2012).

Uluslararası Enerji Ajansı'ndan (IEA) elde edilen verilere göre Çin 2018 yılında dünya toplam enerji tüketiminin %22.38 ve dünya GSYH'sinin ise %13.10'lük payına sahiptir. Ayrıca Çin 2018 yılında toplam enerji tüketimi içerisinde %24.46 fosil yakıt kullanmaktadır. Yine aynı yıl fosil yakıt payı içerisinde %51.57 ile kömür liderliğe sahipken onu %13.56 petrol ve %7.06 ile doğalgaz takip etmektedir. Yani Çin küresel ekonomi içerisinde GSYH payı ile enerji kullanımı gibi çok ciddi bir yere sahip değilken kullandığı toplam enerji ve özellikle fosil yakıt kullanımıyla tek başına önemli bir konuma sahiptir. Bu duruma 2018 yılında dünya CO₂ emisyonlarının %28.43'ünden sorumlu olması da eklenince Çin'in tek başına dünya genelinde ne kadar önemli olduğunu gösterirken bu sebeplerden dolayı Çin ekonomisi özelinde çalışılmasının gerekliliği ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada Çin ekonomisine ait 1971-2018 döneminde yıllık enerji tüketimi, ticari serbestleşme, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu verilerinden yararlanılarak, değişkenler

arasındaki uzun dönemli ilişki tespit edilmeye çalışılmaktadır. Ampirik literatür incelendiğinde Çin özelinde ilgili konuda az sayıda çalışmanın olduğu, güncel dönem veri setleri ile benzer çalışmanın olmadığı görülmektedir. Diğer yandan yapısal kırımlı testler aracılığıyla enerji tüketimi, ticari serbestleşme, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkinin tespiti ile alan yazına katkı sunulacağı düşünülmektedir. Takip eden bölümde literatür araştırmasına yer verilmektedir. Üçüncü bölümde veri seti ve model tanıtılarak, ekonometrik bulgular ortaya konmaktadır. Çalışmanın son bölümü olan dördüncü bölümünde ise ekonometrik sonuçlar ışığında değerlendirmeler yapılarak politika önerilerinde bulunulmakta ve çalışma sonlandırılmaktadır.

2. Literatür

CO₂ emisyonu ile diğer makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak söz konusu çalışmaların daha çok Kuznets eğrisi kapsamında incelendiği görülmektedir. Özellikle Çevresel Kuznets Eğrisinin çeşitli formlarıyla CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ilişkisinin sıklıkla incelendiği tespit edilmiştir (Saatçi & Dumrul, 2011; Chandran & Tang, 2013; Öztürk & Acaravcı, 2013; Shahbaz, Khraief, Uddin, & Öztürk, 2014; Shahbaz, Khan, Ali, & Bhattacharya, 2015; Apergis & Öztürk, 2015; Bento & Moutinho, 2016; Lebe, 2016; Pata, 2018a, Pata, 2018b, Pata, 2018c). Söz konusu çalışmalarda CO₂ emisyonu ve kişi başına düşen milli gelir ve kişi başına düşen milli gelirin karesi değişkenleri kullanılarak (karesel form) ters-U ilişkisinin geçerliliğinin araştırıldığı görülmüştür. Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerliliği ile ilgili bir diğer model ise kübik formun geçerliliğinin araştırıldığı çalışmalardır (Şahinöz & Fotourehchi, 2013; Erdoğan, Türköz ve Gümüş, 2015; Allard, Takman, Uddin ve Ahmed, 2018; Manga & Cengiz, 2020). Söz konusu çalışmalarda ise karesel forma ek olarak kişi başına düşen milli gelirin küpü eklenerek model sınamakta ve N formunun geçerliliği araştırılmaktadır. Çevre ile büyüme ilişkisinin ele alındığı bu çalışmada ise CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve ticari serbestleşme ile ilişkisi incelenmektedir. Böylece çevresel bozulmalar sadece ekonomik büyüme ile değil ayrıca enerji kullanımı ve ticari serbestleşme ile ilişkilendirilmektedir.

Çevresel kalite ve diğer makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, çevresel kalite göstergesi olarak (çevresel bozulma) sıklıkla CO₂ emisyonu değişkeninin kullanıldığı gözlemlenmektedir (Mikayilov, Galeotti, & Hasanov, 2018; Çağlayan Akay & Kangallı Uyar, 2019; Yurtkuran, 2021). CO₂ emisyonu ile atmosfere salınan sera gazları ifade edilmektedir. Çevre değişkeni ile ilgili olarak CO₂ emisyonunun yanı sıra karbon ayak izi, ekolojik ayak izi, biyomas, katı atık gibi değişkenlerin de sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Aşıcı & Acar, 2013; Ulucak & Erdem, 2017; Destek, 2018).

Ang (2007)'de Fransa ekonomisinde 1960-2007 örneklem dönemine ait yıllık CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve gelir ilişkisini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak Johansen eşbütünlük, ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Ampirik bulgular uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimi ve CO₂ emisyonuna doğru nedensellik ilişkisinin varlığını gösterirken; kısa dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığını ortaya koymuştur. Çin ekonomisi için CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini araştıran Zhang ve Cheng (2009), örneklem dönemi olarak 1960-2007'yi seçmiştir. Ampirik yöntem olarak Granger nedensellik analizinin uygulandığı çalışmada, enerji tüketiminden karbon emisyonuna ve ekonomik büyümeden de enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır. Diğer yandan çalışma bulgularında, enerji tüketiminin ve CO₂ emisyonlarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Güney Afrika'da 1965-2006 örneklem döneminde enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve kirletici emisyonlar arasındaki ilişkiyi araştıran Menyah ve Woldo-Rufael (2010), ampirik yöntem olarak Granger nedensellik testinden yararlanmışır. Nedensellik analizi bulguları, kirletici emisyonlardan ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına doğru da tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır. Chang (2010) çalışmasında, Çin ekonomisinde 1981-2006 örneklem döneminde CO₂ emisyonu, ham petrol, kömür, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak Johansen eşbütünlük ve Granger nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada ekonomik büyümeden kömür, CO₂ emisyonuna ve ham petrol tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır. Diğer taraftan elektrik tüketiminin, ekonomik büyüme ile pozitif ilişki içinde bulunduğu sonucu elde edilmiş ve kömür tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Lotfalipour vd., (2010)'da İran'da 1967-2007 örneklem dönemi için CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, fosil yakıt tüketimi ve enerji tüketimi (petrol ve doğalgaz) ilişkisini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak Granger nedensellik ve Toda-Yamamoto nedensellik analizlerinden yararlanılmışır. Ampirik bulgular uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden CO₂ emisyonuna doğru nedensellik ilişkisinin varlığını göstermiştir. Diğer yandan fosil yakıt tüketiminden CO₂ emisyonuna doğru herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. 1960-2005 örneklem döneminde Türkiye ekonomisinde CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, dış ticaret ve milli gelir değişkenleri arasındaki ilişkiyi inceleyen Halıcıoğlu (2009), ampirik yöntem olarak ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testini kullanmıştır. Sınır testinde iki farklı bulgu elde edilmiştir. Bunlardan ilki uzun dönemde CO₂ emisyonunun; milli gelir, enerji tüketimi ve dış ticaret tarafından belirlendiği

ikincisi ise milli gelirin; CO₂ emisyonu, dış ticaret ve enerji tüketimi değişkenleri ile belirlendiğidir. Nedensellik bulguları ise hem kısa hem de uzun dönemde karbon emisyonları ile gelir arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Öztürk ve Acaravcı (2010)'da ise Halıcıoğlu (2009) çalışmasında kullanılan ampirik yöntem aracılığıyla Türkiye ekonomisinde 1968-2005 örneklem döneminde CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, istihdam ve enerji tüketimi ilişkisini araştırmıştır. Ampirik bulgular, söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığına işaret etmiştir. Nedensellik bulguları ise kısa dönemde hem CO₂ emisyonundan hem de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin olmadığı; ancak istihdam oranının ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucunu vermiştir. Türkiye ekonomisinde 1970-2008 örneklem döneminde CO₂ emisyonu, kişi başına düşen milli gelir, yatırımlar ve birincil enerji tüketimi ilişkisini araştıran Altıntaş (2013), ampirik yöntem olarak ARDL sınır testi ve Granger nedensellik testlerini kullanmıştır. Ampirik bulgular, söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermiştir. Diğer taraftan, kısa dönemde kişi başına düşen milli gelir ve birincil enerji tüketiminden CO₂ emisyonuna doğru; uzun dönemde ise enerji tüketimi, kişi başına düşen milli gelir ve yatırımlardan CO₂ emisyonuna doğru Granger tipi nedenselliğin mevcut olduğu sonucuna ulaşmıştır.

ABD ve İngiltere'de 1960-2014 örneklem döneminde enerji tüketimi, dış ticaret, kentleşme, ekonomik büyüme ve nükleer enerji üretiminin CO₂ emisyonu üzerine etkilerini inceleyen Çetintaş ve Sarıkaya (2015), ampirik yöntem olarak ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testinden yararlanmıştır. Ampirik bulgular, İngiltere ekonomisinde hem kısa hem de uzun dönemde ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarını pozitif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. ABD'de de ise ekonomik büyümenin CO₂ emisyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Nedensellik bulguları ise ABD'de enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına doğru; İngiltere'de CO₂ emisyonlarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir. 1966-2011 örneklem döneminde Türkiye'de enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu, ticari açıklık oranı, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu ilişkisini araştıran Bozkurt ve Okumuş (2015), ampirik yöntem olarak Hatemi-J (2008) eşbütünleşme testini kullanmıştır. Ampirik bulgular söz konusu değişkenler arasında iki yapısal kırılmayla (1973, 1985) birlikte uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermiştir.

Çetintaş vd., (2016)'da Türkiye ekonomisine ait 1960-2011 örneklem döneminde kentleşme, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak ARDL sınır testinden yararlanılan çalışmada kısa ve uzun dönemli etkiler incelenmiştir. Ampirik sonuçlar değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermektedir. Kısa dönem bulguları, kentleşme ve ekonomik büyümenin

CO₂ emisyonunu etkilemediğini; uzun dönem bulguları ise ekonomik büyüme, kentleşme ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Külünk (2018)'de Türkiye ekonomisinde kişi başına düşen milli gelir ile CO₂ emisyonu ilişkisini Engle-Granger eşbütünlük ve Granger nedensellik testleri ile araştırmıştır. 1960-2013 örneklem döneminin araştırdığı çalışmada ampirik bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Nedensellik bulguları ise CO₂ emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu göstermiştir. Atgür (2021) çalışmasında Çin'de 1971-2014 dönemi verileri aracılığıyla CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak En Küçük Kareler (EKK), Johansen eşbütünlük ve Granger nedensellik testlerinden yararlanılmıştır. EKK ve Johansen eşbütünlük test bulguları değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermektedir. Nedensellik testi bulguları ile istatistiksel olarak anlamlı olmadığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir. 1971-2014 döneminde Çin ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonu üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. Veri Seti, Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Bu bölümde Çin ekonomisinde 1971-2018 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve CO₂ emisyonu arasındaki uzun dönemli ilişki Yılcı ve Özcan (2010), Beşel ve Yardımcıoğlu (2016) ve Karadaş ve Koşaroğlu (2020) çalışmalarında kullanılan metodoloji referans alınarak ampirik analiz ele alınmaktadır.

3.1. Model ve Veri

Ampirik analizde kullanılacak model (1)'de gösterilmektedir:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln EK_t + \beta_3 \ln TS_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1) denkleminde $\ln CO_{2t}$, CO₂ emisyonunun (kişi başı metrik ton) logaritması, $\ln GDP_t$, kişi başı GSYH'nin logaritması, $\ln EK_t$, enerji kullanımının (kişi başı petrol eşdeğer yağ) logaritması ve $\ln TS_t$ ise ticari serbestleşmenin (toplam ticaretin GSYH içindeki payı) logaritmasını ifade etmektedir. Enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu verisi Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve Dünya Bankası (WDI) veri tabanından derlenmiş; kişi başı GSYH ve ticari serbestleşme değişkenlerine ait veriler ise Dünya Bankası (WDI) veri tabanından elde edilmiştir.

3.2. Çalışmanın Analiz Yöntemi

Çalışmanın bu bölümünde yapısal kırılmaya izin veren Zivot ve Andrews (1992) testi ile değişkenlerin durağanlığı sınanmaktadır. Değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi ise

Gregory ve Hansen (1996) tarafından önerilen test ile ortaya konmaktadır. Son olarak kısa-uzun dönem katsayı tahminleri FMOLS ve CCR yöntemleri ile yapılmaktadır.

3.2.1. Zivot ve Andrews (1992) Birim Kök Testi

Yapısal kırılmalı birim kök testlerinde kırılma tarihinin dışsal olarak belirlenmesi yani bağımsız varsayılması izlenecek testler için tutarlı değildir. Bu yüzden Perron (1989)'a kırılma tarihinin dışsal olarak belirlendiği için eleştiri gelmiş ve içsel olarak belirlenen birim kök testlerinin gelişmesine yol açmıştır.

Zivot ve Andrews (1992) tarafından literatüre kazandırılan durağanlık testinde yapısal değişimler içsel olarak belirlenmektedir ve;

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DT(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model A})$$

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 DU(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model B})$$

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU(\varphi) + \theta_2 DU(\varphi) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model C})$$

şeklindeki modelleri ele almışlardır (Zivot & Andrews, 1992). A Modeli için sabit de B Modeli için trend de, C Modeli için ise hem sabit de hem de trend de yapısal kırılmanın bulunduğu süreci ifade etmektedir. Ayrıca A Modeli için temel hipotez sabit de meydana gelen bir değişimle birim köklü olması iken B Modelin'de trend de, C Modelin'de ise hem sabit hem de trend de meydana gelen bir şoktan dolayı birim köke sahip olduğunu ifade etmektedir. Burada ve sırasıyla sabit terim ve trend de yapısal değişimin dikkate alındığı dummy değişkendir. ise hata terimlerinde meydana gelebilecek otokorelasyon sorununu ortadan kaldırmak için modele ilave edilmiştir.

Analize geçmeden önce modelde kullanılacak olan değişkenler için tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Gözlem Sayısı
CO ₂	0.431	0.273	0.018	0.870	48
GDP	3.076	0.492	2.377	3.893	48
EK	2.977	0.224	2.667	3.361	48
TS	1.419	0.296	0.692	1.809	48

Tablo 1 incelendiğinde ortalama değerleri birbirinden farklıyken standart sapma değerleri ekonomik büyüme hariç birbirine yakın çıkmıştır. En büyük standart sapma değerine ekonomik büyüme sahipken en küçük değerine ise enerji kullanımı sahiptir.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırabilmek için öncelikle seriler için durağanlık araştırılacaktır. Bunun için Zivot ve Andrews (1992) durağanlık testi kullanılmış ve sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Zivot ve Andrews Birim Kök Test Sonuçları

Düzy	Model A			Model C		
	Test İstatistiği	Gecikme Uzunluğu	Kırılma Tarihi	Test İstatistiği	Gecikme Uzunluğu	Kırılma Tarihi
CO ₂	-4.462	1	2003	-3.042	1	1989
GDP	-3.612	1	2005	-3.418	1	2006
EK	-5.065	1	2003	-3.286	1	1991
TS	-3.052	1	2011	-4.361	1	2003
Birinci Fark						
CO ₂	-5.218**	0	2000	-5.976***	0	2003
GDP	-4.488*	4	1982	-4.925*	4	2006
EK	-4.345	0	2001	-5.622***	0	2003
TS	-5.443***	3	2008	-5.436**	3	2002
Kritik Değerler	%1=-5.34, %5=-4.93, %10=-4.58			%1=-5.57, %5=-5.08, %10=-4.82		

Not: Kritik Değerler Zivot ve Andrews (1992)’den alınmıştır.

Tablo 2 incelendiğinde sabit de meydana gelen değişimin yer aldığı A Model’inin yanında hem sabit hem de trend de meydana gelen değişimin içerildiği C Modeli için de hesaplanan durağanlık test sonuçlarına yer verilmiştir. Model A için enerji kullanımı (EK) değişkeni hariç Model C için ise tüm değişkenlerin düzey istatistik değerleri mutlak değerce kritik değerlerden küçük olduğundan dolayı tüm seriler düzey değerlerinde durağan değildir. Ayrıca Model A için enerji kullanımı (EK) değişkeni hariç Model C için ise tüm değişkenler için birinci farkı alındıktan sonra birim köklü olma durumunun ortadan kalktığı görülmektedir.

3.2.2. Gregory-Hansen (1996) Eşbütünleşme Testi

Gregory ve Hansen (1996)’nın literatüre kazandırdığı eşbütünleşme testinde yapısal kırılmayı modele içsel olarak dâhil etmiştir. Yapısal kırılmalı birim kök testlerinde olduğu gibi Gregory-Hansen (1996) eşbütünleşme testinde de;

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + a^T y_{2t} + \varepsilon_t \quad (\text{Model A})$$

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + \beta t + a^T y_{2t} + \varepsilon_t \quad (\text{Model B})$$

$$y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{tr} + a_1^T y_{2t} + a_2^T y_{2t} \varphi_{tr} + \varepsilon_t \quad (\text{Model C})$$

şeklinde üç farklı model, seriler arasındaki uzun dönemli ilişki için kullanılmıştır. Burada μ_1 ve μ_2 sabitte kırılmanın olduğu, a_1 kırılma, şok veya yapısal değişiklik meydana gelmeden

önceki eğim katsayısı, a_2 ise kırılma, şok veya yapısal değişiklik meydana geldikten sonraki eğim parametresinde meydana gelen değişimi ifade etmektedir (Gregory & Hansen, 1996). Gregory-Hansen (1996) eşbütünleşme analizi için kullanılan Philips test istatistikleri;

$$Z_a^* = inf_{\tau \in T} Z_a(\tau)$$

$$Z_t^* = inf_{\tau \in T} Z_t(\tau)$$

$$ADF^* = inf_{\tau \in T} ADF(\tau)$$

şeklinde denklemlerle gösterilmektedir (Gregory & Hansen, 1996). Bu testler sonucunda elde edilen Z_a^* , Z_t^* ve ADF^* test istatistikleri Gregory-Hansen (1996) çalışmasında bulunan kritik değerler ile karşılaştırılmakta ve eşbütünleşme ilişkisi için sınanan temel hipotez test bu şekilde test edilmektedir (Tıraşoğlu & Yıldırım, 2012).

Modelde değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Gregory-Hansen (1996) testi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Gregory-Hansen (1996) eşbütünleşme test sonuçları

	Test İstatistiği	Lag	Kırılma Tarihi	Kritik Değerler
ADF	-5.806*	0	1986	1%=-6.51, %5=-6.00, %10=-5.75
Zt	-9.544***	-	1988	
Za	-63.093	-	1988	1%=-80.15, %5=-68.94, %10=-63.42

Not: *(%10), **(%5), ***(%1) düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 3 incelendiğinde ADF test istatistiğinin %10 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerden büyük olduğunu; Zt test istatistiğinin ise %1 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden büyük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu durum Çin için CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.

3.2.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Tahmini

Gregory-Hansen (1996) test sonuçları eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu göstermiştir. Bu yüzden açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyüklüğü ve yönü için uzun dönem katsayıları araştırılacaktır. Bunun için ilk olarak Phillips ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen *Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (FMOLS)* kullanılacaktır. FMOLS tahmincisinde yapısal değişimler dummy değişken olarak modelde yer alabilmektedir. Ayrıca FMOLS tahmincisi bağımsız değişkenler ile hata terimleri arasındaki ilişki ve içsellik sorununun neden olabileceği sapmaların bertaraf edilebilmesi için önemlidir. Bir diğer uzun dönem katsayı tahmincisi için ise Park (1992) tarafından geliştirilen *Kanonik Eşbütünleşik Regresyon (CCR) testi* kullanılacaktır. CCR tahmincisinde ise ilgili dönemde ortaya çıkabilecek olan ve korelasyonun sebep olabileceği içsellik problemini asimptotik şekilde yok etmektedir.

Modelde değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmuş ve uzun dönem katsayı tahmini için FMOLS ve CCR tahmin sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: FMOLS ve CCR uzun dönem katsayı tahmin sonuçları

CO ₂	GDP	EK	TS	C
FMOLS	0.274*** (0.076)	1.127*** (0.123)	-0.031 (0.044)	-3.611*** (0.254)
CCR	0.295*** (0.070)	1.125*** (0.106)	-0.035 (0.037)	-3.656*** (0.239)

Not: *(%10), **(%5), ***(%1) düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Tablo 4'te FMOLS ve CCR sonuçları katsayıların şiddeti ve yönü olarak birbirine benzer sonuçlar göstermiştir. FMOLS sonuçlarına göre uzun dönemde ekonomik büyüme (GDP) ve enerji tüketimi (EK) değişkenlerinin katsayıları pozitif ve anlamlı iken; ticari serbestleşme (TS) değişkeninin katsayısı ise negatif ve istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayılar olarak incelendiğinde ekonomik büyüme (GDP)'de yaşanan %1'lik bir artış CO₂ emisyonunu yaklaşık %0.27 artırırken; enerji tüketiminde yaşanan %1'lik bir artış enerji yoğunluğunu yaklaşık %1.13 artırmaktadır. CCR model sonuçlarına göre ise uzun dönemde ekonomik büyüme (GDP) ve enerji tüketimi (EK) değişkenlerinin katsayıları pozitif ve anlamlı iken; ticari serbestleşme (TS) değişkeninin katsayısı ise negatif ve istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Katsayılar olarak incelendiğinde ekonomik büyüme (GDP)'de yaşanan %1'lik bir artış CO₂ emisyonunu yaklaşık %0.30 artırırken; enerji tüketiminde yaşanan %1'lik bir artış enerji yoğunluğunu yaklaşık %1.13 artırmaktadır.

Modelde kısa dönem katsayı tahmini yapılmış ardından FMOLS ve CCR hata düzeltme modeli koşulmuş ve sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: FMOLS ve CCR kısa dönem katsayı tahmin sonuçları

ΔEI	ECT _{t-1}	ΔGDP	ΔEK	ΔTS
FMOLS	-0.749*** (0,166)	0.106 (0.147)	1.036*** (0.121)	0.033 (0.032)
CCR	-0.688*** (0.218)	0.116 (0.164)	1.029*** (0.127)	0.043 (0.040)

Not: *(%10), **(%5), *** (%1) düzeyinde anlamlılık seviyeleridir.

Hata düzeltme katsayısı (ECT) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olarak teorik beklentiye uygun bulunmuştur. Dolayısıyla açıklayıcı değişkenlerin CO₂ emisyonu üzerindeki ilgili dönemdeki anlamlı etkisi doğrulanmaktadır. Hata düzeltme terimi ilgili dönemde herhangi bir yapısal değişikliğin dengeye gelme hızını göstermektedir. ECT teriminin katsayısı FMOLS/CCR için -0.749/ -0.688 bulunarak t-1 dönemindeki bir varyantın yaklaşık % 0.75/ %0.69'unun bir dönemde düzeltilileceğini göstermektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Çin ekonomisinde 1971-2018 örneklem döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve CO₂ emisyonu arasındaki uzun dönemli ilişki

araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak yapısal kırılmaların modele içsel olarak dâhil edildiği Zivot ve Andrews (1992) birim kök testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ise Gregory ve Hansen (1996) eşbütünlüşme testi ile araştırılmıştır. Bulgular, eşbütünlüşme ilişkisinin varlığını göstermiştir. Eşbütünlüşme katsayı tahmini için FMOLS ve CCR tahmincilerinden yararlanılmış, ekonomik büyüme ve enerji kullanımının CO₂ emisyonu üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Enerji kullanımının CO₂ emisyonu üzerinde ekonomik büyümeden daha fazla etkisinin olduğu görülmüştür. Bu durum Çin'in ekonomik büyüme gerçekleştirirken enerji verimliliğini sağlayamadığını göstermektedir.

Diğer taraftan kullanılan enerji arasında en yüksek payın fosil yakıt ile olması ekonomik büyüme esnasında CO₂ emisyonunun arttığı ve çevresel bozulmanın meydana geldiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durum Çin özelinde önemli bir sorun teşkil etmekle birlikte, Çin'in CO₂ emisyonu açısından dünya ölçeğinde önemli paya sahip olduğu göz önüne alındığında küresel olarak da önemli bir sorun haline gelebilmektedir. Politika yapımcıların hem Çin'in hem de dünyanın geleceği açısından fosil yakıt kullanımı yerine yenilenebilir çevre dostu enerji kullanımını teşvik etmeleri büyük önem taşımaktadır. Söz konusu sorunlar, Çin özelinde önemli fırsatları da beraberinde getireceği düşünülmektedir. Öyle ki çevre odaklı enerji verimliliğini artıracak olan politikaların uygulamaya konulması ile hem CO₂ salınımı azaltılacak hem de enerji verimliliği sağlanarak sürdürülebilir ekonomik kalkınma gerçekleştirilebilecektir. Küresel iklim krizinin önlenmesi ve gelecekte çevresel bozulmanın en aza indirgenebilmesi için çevre vergisi uygulamasının da etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Çin başta olmak üzere, CO₂ emisyonunun düşürülmesi için ciddi önlemler alınmadığı durumda (ya da gecikmeli uygulamaların yapılması durumunda) çevresel bozulma kaynaklı küresel ısınma sonucu dünya genelinde yenilenebilir enerji payı içerisinde önemli paya sahip olan hidro kaynağı da tehdit altında olacaktır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- S.Ö.; Veri Toplama- M.N.; Veri Analizi/Yorumlama- M.N., S.Ö.; Yazı Taslağı- S.Ö.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- S.Ö., M.N.; Son Onay ve Sorumluluk- S.Ö., M.N.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- S.Ö.; Data Acquisition- M.N.; Data Analysis/Interpretation- M.N., S.Ö.; Drafting Manuscript- S.Ö.; Critical Revision of Manuscript- S.Ö., M.N.; Final Approval and Accountability- S.Ö., M.N.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynakça/References

- Ağır, H., Özbek, S. & Türkmen, S. (2020). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri: Ampirik bir tahmin. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6(4), 39–48.
- Akçay, S., & Karasoy, A. (2018). Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 73(2), 501–526.
- Allard, A., Takman, J., Uddin, G. S. & Ahmed, A. (2018). The n-shaped environmental Kuznets curve: An empirical evaluation using a panel quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5848–5861.
- Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Eşbütünlük ve nedensellik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1), 263–294.
- Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption and output in France. *Energy Policy*, 35, 4772–4778.
- Apergis, N. & Öztürk, İ. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52, 16–22.
- Aşıcı, A. A., & Acar, V. S. (2013). Ekolojik ayak izimiz ne söylüyor? Türkiye’de Büyüme-Doğa İlişkisi. *Ümit Şenese’nin Armağan Paylaşımları: Sayılarla Türkiye Ekonomisi*, 271–298.
- Atamtürk, B. (2007). Büyüme teorileri ve IMF politikaları. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 89–103.
- Atgür, M. (2021). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonları ilişkisi: Çin örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 172–186.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106, 407–443.
- Barro, R. J. & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100, 223–251.
- Bento, J. P. C. & Moutinho, V. (2016). CO₂ emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 142–155.
- Beşel, F., & Yardımcıoğlu, F. (2016). Tüketici güven endeksi ile makro değişkenler arasındaki ilişki. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 1).
- Bozkurt, C. & Okumuş, İ. (2015). Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve nüfus yoğunluğunun CO₂ emisyonu üzerindeki etkileri: Yapısal kırılmalı eşbütünlük analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 12(35). 23–35.
- CCPI (2018). Climate Change Performance Index. (Erişim Tarihi 15.03.2022).
- Chandran, V. G. R. & Tang, C. F. (2013). The impacts of transport energy consumption, foreign direct investment and income on CO₂ emissions in ASEAN-5 economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 445–453.
- Chang, C. C. (2010). A multivariate causality test of carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth in China. *Applied Energy*, 87, 3533–3537.
- Çağlayan, A. E. & Kangallı, U. S. G. (2019). Endogeneity and nonlinearity in the environmental Kuznets curve: A control function approach. *Panoeconomicus*, 1–26.
- Çetintaş, H. & Sarıkaya, M. (2015). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in the USA and the United Kingdom: ARDL approach. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(2), 173–194.
- Çetintaş, H., Bicil, İ. M., & Türköz, K. (2016). Türkiye’de CO₂ salınımları enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 619, 57–67.
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268–283.

- EPI (2016). Environmental Performance Index, <http://www.epi.yale.edu/country-rankings> (Erişim Tarihi 14.08.2021).
- Erdoğan, İ., Türköz, K., & Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 113–123.
- Fine, B. (2000). Critical survey. Endogenous growth theory: A critical assessment. *Cambridge Journal of Economics*, 24(2), 245–265.
- Gregory, A. W. & Hansen, B. E. (1996). Residual-Based Tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*, 70, 99–126.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT press.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156–1164.
- Hatemi-J, A. (2008). Tests for cointegration with two unknown regime shifts with an application to financial market integration. *Empirical Economics*, 35(3), 497–505.
- International Energy Agency (IEA), (2022), Data and statistics, www.iea.org. (Erişim Tarihi: 06/02/2022).
- Karadaş, H. A., & Koşaroğlu, Ş. M. (2020). Tarım ürünleri fiyatları, ham petrol fiyatı ve döviz kuru ilişkisi: Türkiye için eşbütünleşme analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(Temmuz 2020 (Özel Ek)), 515–526.
- Karakaya, E. (2016). Paris iklim anlaşması: içeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1–12.
- Kim, M. H. & Nodir, A. (2012). The lesser of two evils: An Empirical investigation of foreign direct investment-pollution tradeoff. *Applied Economics*, 44(20), 2597–2606.
- Külünk, İ. (2018). Türkiye’de ekonomik büyüme ve karbon salınımı ilişkisi: Engle-Granger eşbütünleşme analizi (1960-2013). *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 193–205.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177–194.
- Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A. & Ashena, M. (2010). Economic growth, CO₂ emissions, and fossil fuels consumption in Iran. *Energy*, 35, 5115–5120.
- Manga, M. & Cengiz, O. (2020). Çevresel kuznets hipotezine küreselleşme eksenli yaklaşım: Türki cumhuriyetler örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(28), 738–752
- Mankiw, N. G., Romer, D. & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407–437.
- Menyah, K. & Wolde-Rufael, Y. (2010). Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa. *Energy Economics*, 32, 1374–1382.
- Mikayilov, J. I., Galeotti, M. & Hasanov, F. J. (2018). The impact of economic growth on CO₂ emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1558–1572.
- Mushkin, S. J., (1962). Health as an investment. *Journal of Political Economy*, 70, 129–157.
- Özel, H. A. (2012). Ekonomik büyümenin teorik temelleri. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 63–72.
- Öztürk, İ. & Acaravcı, A. (2010). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220–3225.
- Öztürk, İ., & Acaravcı, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262–267.
- Pack, H. (1994). Endogenous growth theory: intellectual appeal and empirical shortcomings. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 55–72.

- Palokangas, T. (2012). *Clean versus dirty economic growth*. Discussion Paper No. 649:2012.
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 119–143.
- Pata, U. K. (2018a). Procedure, the effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: Evidence from ARDL bounds testing. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 7740–7747.
- Pata, U. K. (2018b). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770–779.
- Pata, U. K. (2018c). The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on CO₂ Emissions: Revisiting the environmental Kuznets Curve hypothesis for Turkey. *Energy*, 160, 1115–1123.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis, *Econometrica*, 57(6), 1361–1401.
- Phillips, P. & Hansen, B. (1990). Statistical Inference in instrumental variables regression with I(1) processes. *Review of Economic Studies*, 57, 99–125.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037.
- Saatçi, M. & Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-bütünlüşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65–86.
- Schultz, T. W. (1960). Capital Formation by Education. *Journal of Political Economy*, 68, 571–583.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 51, 1–17.
- Seyidoğlu, H. (2006). *İktisat Biliminin Temelleri*. İstanbul, Güzem Can Yayınları No:21.
- Shahbaz, M., Khan, S., Ali, A. & Bhattacharya, M. (2015). *The impact of globalization on CO₂ emissions in China*. Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper No. 64450, 1–28.
- Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G. S., & Öztürk, İ. (2014). Environmental Kuznets curve in an open economy: A bounds testing and causality analysis for Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 325–336.
- Singh, S. P. & Dube, M. (2014). BRICS and the world order a beginner's guide, SAIIA & Gegafrica, http://cuts-international.org/BRICTERN/pdf/BRICS_and_the_World_Order-A_Beginners_Guide.pdf (Erişim Tarihi 15.12.2021).
- Şahinöz, A., & Fotourehchi, Z. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi: İndirgenmiş ve ayrıştırılmış modellerle ampirik bir analiz. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 199–224.
- Şeker, F., Ertuğrul, H. M. & Çetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: A bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347–356.
- Tıraşoğlu, M., & Yıldırım, B. (2012). Yapısal kırılma durumunda sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 2(2), 111–117.
- Topçu, F. H. (2018). Düşük karbon ekonomisine geçme(me): İklim değişikliği ve enerji politikaları bağlamında bir bakış. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 115–154.
- Turan, T. (2008). *İktisadi Büyüme Teorisine Giriş*, İstanbul, Yalın Yayıncılık.
- Ulucak, R., & Erdem, E. (2017). Ekonomik büyüme modellerinde çevre: ekolojik ayak izini esas alan bir uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(4), 115–147.
- UNFCC, (2017). http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php, (Erişim Tarihi 19.12.2021).
- Yetkiner, İ. H. (2006). Sağlık ile büyüme. *Ege Academic Review*, 6(2), 83–91.
- Yılcı, V., & Özcan, B. (2010). Yapısal kırılmalar altında Türkiye için savunma harcamaları ile GSMH arasındaki

- ilişkinin analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1), 21–33.
- Yurtkuran, S. (2021). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği ve yeşil lojistik: Türkiye örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(45), 171–201.
- Zarsky, L. (1999). Havens, halos and spaghetti: untangling the evidence about foreign direct investment and the environment. *Conference on Foreign Direct Investment and the Environment*, OECD: Paris, 1–25.
- Zhang, X. P. & Cheng, X. M. (2009). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in China, *Ecological Economics*, 68(10), 2706–2712.
- Zivot, E., & Andrews, D. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251–270.