



KARBONDİOKSİT EMİSYONU (CO₂) İLE İHRACAT, ENERJİ, DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Emre Kadir ÖZEKENCİ¹

Öz

Ticaretin serbestleşmesi ve sanayileşmenin hızla artması gelişen piyasa ekonomilerindeki ülkelerin karbondioksit (CO₂) emisyonunu ve küresel ısınmadaki payını arttırmaktadır. Bu bağlamda, gelişen piyasa ekonomisinde yer alan Türkiye'nin ihracatı, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımları ve ekonomik büyümesinin karbondioksit emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu çalışmada, 1990-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile kısa dönemdeki etkiyi tespit etmek amacıyla Vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanılmıştır. Yapılan ARDL sınır testi yaklaşımı sonuçlarına göre, CO₂ emisyonu ile doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit edilirken, ihracat ve ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamsız ve negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, doğrudan yabancı yatırımlardaki %1'lik artış CO₂ emisyonu %9; enerji tüketimindeki %1 artış ise CO₂ emisyonunu %76 artırmaktadır. Bu çalışmanın sınırlılığı, enerji tüketim verilerinin 2015 yılına kadar hesaplanmış olması ve serinin devamının olmaması olarak ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: İhracat, CO₂ Emisyonu, Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, ARDL
JEL Sınıflandırması: C10, F10, Q50

THE RELATIONSHIP BETWEEN CARBON DIOXIDE EMISSIONS (CO₂) AND EXPORTS, ENERGY, FOREIGN DIRECT INVESTMENTS AND ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TURKEY

Abstract

The liberalization of trade and the rapid development in industrialization increase the carbon dioxide (CO₂) emissions of countries in developing market economies and their share in global warming. In this context, it is aimed to investigate whether Turkey's exports, energy consumption, foreign direct investments, and economic growth, which is in a developing market economy, have an effect on carbon dioxide emissions. In this study, Vector error correction model (VECM) was used to determine the short-term effect with ARDL bounds test approach using annual data for the period 1990-2015. According to the results of the ARDL limit test approach, a long-term statistically significant and positive relationship was found between CO₂ emissions, foreign direct investments, and energy consumption, while a statistically insignificant and negative relationship was found between exports and economic growth. In addition, a 1% increase in foreign direct investments increases CO₂ emissions by 9%, and a 1% increase in energy consumption increases CO₂ emissions by 76%. The limitation of this study is that the energy consumption data was calculated until 2015 and there is no continuation of the series.

Keywords: Export, CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, ARDL
JEL Classification: C10, F10, Q50

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çaç Üniversitesi, ekadirozekenci@cag.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6669-0006

1. Giriş

Küresel ekonominin gelişimi ile enerji talebi arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Başka bir ifadeyle, dünya ekonomisinin büyümesi enerji talebini artırmaktadır. Ekonomik faaliyetlerdeki bu artış sera gazlarının yükselmesine neden olmaktadır (Topallı, 2017:686). Çelik ve Ertürkmen (2021) sürdürülebilir bir büyüme için ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerinin de göz ardı edilmemesi gerektiğini belirtmiştir. Enerji, üretim sürecinde girdi olarak işletmenin gelişmesinde hayati rol oynayan önemli bir üretim faktörüdür. Ayrıca, enerjinin yaşam standardını ve üretkenliği artırdığı da belirtilmektedir. Diğer yandan, petrol ve kömürden enerji üretiminin karbondioksit (CO₂) emisyonları ve çevre kirliliğinden sorumlu olduğu da tartışılmaktadır. Dolayısıyla, CO₂ emisyonlarının dünya çapında arttığı ve küresel ısınmayı tetiklediği ifade edilmektedir (Ahmad ve Du, 2017:521). Son zamanlarda araştırmacılar enerjiyi ekonomik büyüme için emek ve sermaye ile önemli bir faktör olarak kullanmaya başlamıştır (Apergis ve Payne, 2010, 2012; Salim vd., 2014). Bununla birlikte, çevre ekonomistleri, politikayı formüle etmek için CO₂ ve ekonomik büyüme ilişkisini sıklıkla incelemektedir. Bu nedenle, CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki son otuz yıldır en çok tartışılan konuların başında gelmektedir (Dinda, 2009). Bu durum araştırmacıları ilk olarak Grossman ve Krueger (1991) tarafından ortaya atılan ve ters-U Hipotezi olarak da bilinen Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine yönlendirmektedir. Bu hipoteze göre, ekonomik büyüme başlangıçta çevre kirliliğini arttırmakta daha sonra ise azaltmaktadır (Pao ve Tsai, 2011:686; Sapkota ve Bastola, 2017:209). Diğer bir ifadeyle, ekonomik olarak gelişen bir ülkenin başlangıçta çevre kirliliği artmakta iken, ortalama bir gelir düzeyine ulaşması durumunda çevre kirliliği azalmakta daha açık bir ifadeyle çevresel kalitesi artmaktadır (Omri, Nguyen ve Rault, 2014:382; Mike, 2020:109).

Sera gazı emisyonu, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin temel nedeni olarak görülmektedir. Sera gazları içinde CO₂, azot protoksit (N₂O) ve metan (CH₄) toplam emisyonun %99'unu oluşturmaktadır. CO₂'in toplam sera gazı içindeki oranı ise %70 seviyesindedir. Atmosfere çıkan CO₂ 5 ile 200 yıl kadar asılı kalmaktadır (Yılmaz ve Karabiber, 2022:200). Küresel ölçekte yaratılan CO₂ emisyonu, 1960 yılında yaklaşık 10.000 megaton düzeyinde iken, 2021 yılında yaklaşık dört kat artarak 37.124 megaton düzeyine ulaşmıştır. Buna ilaveten, 1990 yılından itibaren hızlı sanayileşen ve enerji tüketimi yüksek olan gelişmekte olan ülkelerin emisyonu üç kat artış göstermiştir. Türkiye küresel CO₂ emisyonu sıralamasında 1970 yılında 34. ülke iken, 2021 yılında 13. ülke konumuna gelmiştir (Global Carbon Atlas, 2023).

Ülkeler, sera gazı emisyonunu azaltmak için bazı düzenlemeler, sübvansiyonlar ve ekonomik araçlar kullanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkeler ekonomilerini büyütme, yatırım ve tasarruf açıklarını finanse etmek için doğrudan yabancı yatırımları (DYY) teşvik etmektedir. Ancak, yatırım açığı olan ve DYY'ye bağımlı olan bazı ülkeler, söz konusu yatırımları ülkelerine çekebilmek için zayıf çevre politikaları benimseyebilmektedir (Aydın ve Esen, 2018; Mike ve Kardeşler, 2018). Ayrıca, sera gazını artıran ve kirlilik yaratan sektörlerdeki üretim faaliyetleri DYY aracılığı ile gelişmekte olan ülkelere transfer edilebilmektedir. Günümüzde DYY'nin gelişmekte olan ülkelere CO₂ emisyonunu artıran bir faktör olup olmadığı yoğun olarak tartışılan konulardan biridir. Dolayısıyla bu durum, DYY ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiye yönelik araştırmaların önemini artırmıştır (Yılmaz ve Karabiber, 2022:201). Bu konuda literatürde iki farklı yaklaşım mevcuttur. Bunlardan birincisi doğrudan yabancı yatırımlar ile çevre kirliliği arasındaki pozitif ilişkiyi savunan Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH) iken; ikincisi ise negatif ilişkiyi savunan Kirlilik Hale Hipotezi (KHH)'dir (Al-mulali ve Tang, 2013:813; Zarsky, 1999:8). KSH, doğrudan yabancı yatırımların kısıtlayıcı çevre politikaları uygulayan gelişmiş ülkelere ziyade, gevşek çevre politikalarının ve ucuz iş gücünün olduğu ülkelere yöneldiğini savunmaktadır. Bu durum ise, gelişmekte olan ülkelere çevresel bozulmaları artırmakta ve ev sahibi ülkeleri "kirlilik sığınağı"na dönüştürmektedir (Güzel ve Okumuş, 2020:3). KHH'nde ise, işletmelerin küresel ekonomide rekabet edebilmesi ve artan talebi karşıyabilmesi için çevreye zarar veren ürünlerden ziyade çevre dostu ürünlerin üretimini artırması gerekmektedir. Bu bağlamda, ileri teknoloji ve daha iyi çevresel yönetim sistemlerine sahip olan

çok uluslu işletmeler, yatırım yaptıkları ülkelerin çevresel kalitelerine fayda sağlamaktadır (Yılmaz ve Karabiber, 2022:201; Seker, Ertugrul ve Cetin, 2015: 348).

Uluslararası ticaretin hız kazanması yalnızca ekonomik büyümeyi teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde kitlesel enerji kullanımına ve sera gazı emisyonlarına yol açmaktadır (Weber vb., 2008; OECD, 2019). Özellikle, ihracatın çevresel etkilerinin karmaşık olması, ihracat kaynaklı kirletici emisyonlarının ve sera gazı emisyonlarının aynı anda nasıl azaltılacağını net şekilde ortaya koyamamaktadır (Shao vd., 2020:1). Ayrıca, uluslararası ticaret ve lojistik sektörünün iç içe geçmiş olması, söz konusu alanlarda ortaya çıkan enerji tüketimi ve kirlilik tartışmalarını da beraberinde getirmektedir. Bu durum, uluslararası ticaret, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkinin ele alınmasını gerektirmektedir. Ancak, ilgili değişkenler ile uluslararası ticaret arasındaki ilişkiyi araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Al-Mulali ve Sheau-Ting, 2014:485).

Bu çalışmada, Türkiye'nin ihracatı, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımları ve ekonomik büyümesinin CO₂ üzerinde bir etkisinin olup olmadığı Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen Gecikmesi Dağıtılmış Otopregresif Modeli (ARDL sınır testi) ile incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise metodoloji hakkında bilgilere yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ampirik bulgular sunulmuştur. Son bölümde ise ampirik bulgulardan çıkan sonuçlar değerlendirilip özetlenmiştir.

2. Literatür Taraması

İlgili alan yazın incelendiğinde, CO₂ ile GSYİH, DYY, enerji tüketimi ve ihracat arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu alanda yapılmış bazı çalışma ve sonuçları aşağıda özetlenmektedir.

Ang (2008) çalışmasında, 1971–1999 döneminde Malezya'da büyüme, kirletici emisyonlar ve enerji tüketimi arasındaki uzun vadeli ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlar, kirlilik ve enerji kullanımının uzun vadede büyüme ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca hem kısa hem de uzun vadede ekonomik büyümeden enerji tüketimi artışına doğru güçlü bir nedensellik olduğunu ortaya koymuştur.

Jalil ve Mahmud (2009), 1975-2005 zaman serisi verilerini kullanarak karbon emisyonları ile enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Çin örneğinde incelemiştir. Araştırma bulguları, karbon emisyonlarının uzun vadede gelir ve enerji tüketimi tarafından belirlendiğini ve ticaretin CO₂ emisyonları üzerinde olumlu ancak istatistiksel olarak önemsiz bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Halicioğlu (2009) çalışmasında, 1960-2005 dönemi için zaman serisi verilerini kullanarak karbon emisyonları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki dinamik nedensel ilişkileri Türkiye örneğinde incelemiştir. Ampirik sonuçlar, Türkiye'deki karbon emisyonlarını açıklamada en önemli değişkenin gelir olduğunu, bunu enerji tüketimi ve dış ticaretin izlediğini göstermiştir.

Jayanthakumaran vd. (2012), 1971–2007 dönemi boyunca yıllık verileri kullanarak Çin ve Hindistan için çevresel emisyonlar ile ekonomik büyüme, enerji ve ticaret arasındaki uzun vadeli ilişkiyi incelemiştir. Çin'deki CO₂ emisyonları, kişi başına düşen gelir, yapısal değişiklikler ve enerji tüketiminden etkilenmiş ancak yapısal değişiklikler ve CO₂ emisyonları açısından Hindistan için benzer bir nedensellik ilişkisi kurulamamıştır.

Farhani vd. (2014), 1971–2008 dönemi boyunca Tunus için karbondioksit (CO₂) emisyonları, büyüme, enerji tüketimi ve ticaret arasındaki dinamik ilişkiyi incelemiştir. Ampirik sonuçlar, değişkenler arasında çift yönlü uzun dönemli nedensellik ilişkisini ortaya koymuştur.

Al-Mulali ve Sheau-Ting (2014) çalışmasında, ticaret-enerji tüketimi, ticaret-CO₂ emisyonu, ihracat-enerji tüketimi, ihracat-CO₂ emisyonu, ithalat-enerji tüketimi ve ithalat-CO₂ emisyonu arasındaki çift yönlü uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir. 1990-2011 dönemi için 6 farklı bölgeden 189

ülkeye ilişkin veriler kullanılmıştır. Araştırma bulguları, Doğu Avrupa dışındaki tüm bölgelerin, ticaret değişkenleri ile enerji tüketimi arasında ve ticaret değişkeni ile CO₂ emisyonu arasında uzun vadeli pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Kesgingöz ve Karamelikli (2015), 1960-2011 yılları arasında Türkiye'nin dış ticaret, enerji tüketimi ve ekonomik büyümesinin CO₂ emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığını analiz etmiştir. Ampirik bulgular, CO₂ emisyonu, dış ticaret ve büyüme ile uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuştur.

Anatasia (2015) çalışmasında, 1978–2008 dönemi için Tayland ve Malezya'da gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), ihracat, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tayland için sonuçlar, ihracattan CO₂ emisyonlarına, GSYİH'den CO₂ emisyonlarına ve GSYİH'den enerji tüketimine uzanan tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Malezya için sonuçlar, enerji tüketiminden CO₂ emisyonlarına, ihracattan CO₂ emisyonlarına uzanan tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir.

Rafindadi (2016), Nijerya'da ekonomik büyüme, enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari açıklık ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma, 1971'den 2011'e kadar olan zaman serisi verileri ile gerçekleştirilmiştir. Ampirik sonuçlar, finansal gelişmenin enerji talebini artırdığını ancak CO₂ emisyonlarını azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, ekonomik büyüme enerji talebini düşürürken, CO₂ emisyonlarını artırmıştır.

Ahmad ve Du (2017) çalışmasında, İran'ın enerji üretimi, CO₂ emisyonları ve ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, 1971–2011 dönemi için yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Araştırma bulguları, CO₂ emisyonları ile enerji üretiminin İran'ın ekonomik büyümesi üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

Topallı (2017), Brezilya, Çin, Hindistan, Güney Afrika ve Türkiye'nin 1960-2013 dönemi için ekonomik büyüme, ihracat ve CO₂ emisyonu arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir. Ampirik olarak, G. Afrika ve Türkiye için ihracattan CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ancak Brezilya, Çin ve Hindistan için ihracat ve CO₂ arasında nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Obradović ve Lojanica (2017), Yunanistan ve Bulgaristan örneklerini kullanarak enerji kullanımı, CO₂ emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkileri incelemiştir. Değişkenler arasındaki nedenselliği belirlemek için 1980'den 2010'a kadar yıllık verilerle Vektör Hata Düzeltme modeli kullanılmıştır. Ampirik bulgular, uzun vadede her iki ülkede de enerji ve CO₂ emisyonlarından ekonomik büyümeye nedensellik olduğunu göstermektedir.

Akalpler ve Hove (2019) çalışmasında, karbondioksit emisyonları, enerji kullanımı, brüt sabit sermaye oluşumu, kişi başına düşen reel GSYİH, ihracat ve ithalatın Hindistan ekonomik büyümesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada, 1971-2014 dönemi için yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Ampirik olarak, kısa vadede, Hindistan ekonomisinde kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla'nın geçmiş değerinden, gayri safi sabit sermaye oluşumundan, enerji tüketiminden, karbondioksit emisyonlarından ve ithalatından etkilendiği, ancak uzun vadede brüt sabit sermaye oluşumu, karbon salınımı ve ihracatın önemli rol oynadığı saptanmıştır.

Haug ve Ucal (2019), Türkiye'de dış ticaret ve doğrudan yabancı yatırımın (FDI) CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ampirik olarak, uzun vadede ihracattaki düşüşler kişi başına CO₂ emisyonlarını azaltırken, ihracattaki artışların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. Ayrıca, ithalattaki artışlar kişi başına CO₂ emisyonlarını artırırken, ithalattaki düşüşlerin uzun vadeli etkisi olmadığı saptanmıştır.

Zubair vd. (2020) çalışmasında, gayri safi yurtiçi gelir, ticaret entegrasyonu, doğrudan yabancı yatırım (FDI) girişleri, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ve sermayenin Nijerya'daki karbon emisyonlarını azaltıp azaltmadığını ortaya koymuştur. Çalışmada, 1980-2018 dönemi için yıllık

zaman serisi verileri kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, karbon (CO₂) emisyonları, gelir, ticaret entegrasyonu, DYY girişleri, GSYİH ve sermaye arasında uzun vadeli bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Yılmaz ve Karabiber (2022), Türkiye’de ihracatın, doğrudan yabancı yatırımların (DYY) ve gayri safi yurt içi hasılanın (GSYİH) çevre kirliliğine olan etkisini ele almıştır. Çalışmada, 1974-2019 dönemi için yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Araştırma bulguları, ihracatın CO₂ emisyonunu istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Diğer yandan, DYY ile CO₂ emisyonu arasında güçlü bir bağlantı ve nedensellik ilişkisi olmadığı saptanmıştır.

Özetle, ilgili alanda yapılmış çalışmaların birçoğu gelişmekte olan ülkeler üzerine gerçekleştirilmiştir. Söz konusu ülke grupları için yıllık zaman serisi verileri kullanılmış ve ilgili değişkenler arasındaki ilişki saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, geçmiş çalışma sonuçları, analizin yapıldığı ülke ve ele alınan zaman dilimine göre farklılık göstermektedir.

3. Metodoloji

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin ihracatı, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımları ve ekonomik büyümesinin CO₂ üzerinde bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymaktır. Bu çalışmada, ilgili alan yazındaki diğer çalışmalara ilave olarak Türkiye’de CO₂ ile ihracat, enerji tüketimi, DYY ve GSYİH değişkenleri arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.2. Veri Seti

Çalışmada CO₂ ile ihracat, enerji, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu ilişkiler E-Views 12 paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Değişkenlerin Açıklamaları

| DEĞİŞKENLER | TEMSİL | AÇIKLAMA | KAYNAK |
|-----------------------------|----------|---|-------------------------------|
| Gayri safi yurtiçi hasıla | LNPGDP | Kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla (% yıllık) | |
| İhracat | LNEXP | Mal ve Hizmet İhracatı (% GSYİH) | Dünya Bankası |
| Karbondioksit emisyonu | LNPCO2 | Kişi başına CO ₂ emisyonu (metrik ton) | (Dünya Kalkınma Göstergeleri) |
| Doğrudan yabancı yatırımlar | LNFDI | Doğrudan yabancı yatırımlar (% GSYİH) | |
| Enerji tüketimi | LNENERGY | Kişi başına kg petrol eşdeğeri | |

Çalışmada ekonomik büyüme değişkeni olarak; kişi başına reel GSYİH (USD, yıllık), ihracat (% GSYİH), kişi başına CO₂ emisyonu (metrik ton), doğrudan yabancı yatırımlar (% GSYİH) ve enerji tüketimi (kg petrol eşdeğeri) değişkenleri logaritmaları alınarak kullanılmıştır. Verilerin tümü Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Yıllık zaman serisi, 1990’dan 2015’e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Enerji tüketimi verisi 2015 yılına kadar yayınlandığı için, bu çalışmanın uygulamasında 2015 yılına kadarki veriler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın analizinde, Keskingöz ve Karamelikli (2015) çalışmalarına benzer şekilde aşağıdaki model tanımlanmıştır:

$$CO2_t = f(ihracat_t, GSYİH_t, DYY_t, lnEnerji_t)$$

3.3. Yöntem

Zaman serisi analizinde öncelikle verilerin durağanlığının sınanması gerekmektedir. Granger ve Newbold (1974)’e göre durağan olmayan seriler üzerinden yapılan tahminde sahte regresyon sorunuyla karşı karşıya kalınabilir. Bu nedenle ekonometrik analizlerde değişkenler arasında anlamlı ilişkiler elde edebilmek için analiz edilen serilerin durağan olması gerekmektedir (Kocak, 2014:66). Bu çalışmada durağanlık sınaması için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) (1981) ve Philips

ve Perron (PP) (1988) birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonraki aşamasında kısa ve uzun dönemli ilişkilerin tahmin edilebilmesi için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Pesaran vd. (2001)'in geliştirdiği yaklaşım, I(0) ve I(1) değişkenlerinin her ikisinin de modelde yer almasına ve bunlar arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını test etmeye imkan sağlamaktadır. Ancak, bağımlı değişkenin yine I(1) olması ve bağımsız değişkenlerin de I(2) ve daha yüksek bütünleşme derecesine sahip olmaması gerekmektedir (Şimşek, 2004:8). Ayrıca, Pesaran vd. (2001)'e göre seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespit edilebilmesi için F değerinin hesaplanması gerekir. Hesaplanan F değeri, üst kritik değerden büyük ise boş hipotez olan "*H0: Seri eş-bütünleşik değildir*" reddedilmekte, alternatif hipotez olan "*H1: Seri eş-bütünleşiktir*" kabul edilmektedir. Eğer hesaplanan F değeri Pesaran alt kritik değerinden küçük ise seriler arasında eş bütünleşme ilişkisinden bahsedilememekte olup, son olarak hesaplanan F değeri alt ve üst kritik değeri arasındaysa kesin bir yorum yapılamamakta ve diğer eş bütünleşme testleri yaklaşımlarına başvurulması gerekmektedir (Özmen ve Koçak, 2012; Yılmaz ve Tekgöl, 2019).

4. Ampirik Bulgular

Bu çalışmanın amacı, gelişen piyasa ekonomisinde yer alan Türkiye'nin ihracatı, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımları ve ekonomik büyümesinin karbondioksit emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu doğrultuda, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesi için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmış ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesinden önce ilk olarak değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Çalışmada uygulanan modelde yer alan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

| | GSYİH | DYY | İhracat | Enerji | CO ₂ |
|---------------------|------------|----------|-----------|----------|-----------------|
| Ortalama | 4.772048 | 1.174473 | 21.38855 | 1235.345 | 3.441826 |
| Medyan | 6.266104 | 0.611077 | 22.14218 | 1174.698 | 3.295474 |
| Maksimum | 11.20011 | 3.623502 | 27.18194 | 1628.207 | 4.414399 |
| Minimum | -5.750.007 | 0.305399 | 13.36510 | 939.5220 | 2.562397 |
| S. Sapma | 4.789836 | 0.946454 | 3.787061 | 216.4248 | 0.626852 |
| Çarpıklık | -1.028.148 | 1.111683 | -0.997604 | 0.343007 | 0.201540 |
| Basıklık | 2.936479 | 3.320503 | 3.094810 | 1.837115 | 1.631285 |
| Jarque-Bera | 4.585083 | 5.466584 | 4.322335 | 1.974825 | 2.205508 |
| J-B Olasılık | 0.101009 | 0.065005 | 0.115191 | 0.372539 | 0.331956 |
| Gözlem | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |

Tablo 2 incelendiğinde, kişi başı CO₂ emisyonunun ortalama 3.44 olduğu, mal ve hizmet ihracatının ise GSYİH'deki payının ortalama 21.38 olduğu, doğrudan yabancı yatırımların ise 1.17 olduğu, kişi başına kg petrol eşdeğeri göstergesi olan enerji tüketiminin 1235.34 olduğu ve son olarak kişi başı reel gayri safi yurtiçi hasılasının ortalama 4.77 olduğu tespit edilmiştir. Serilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını gösteren Jarque-Bera olasılık değerine göre, hesaplanan değerinin kritik değerden ($p < 0.05$) büyük olması sonucunda "seriler normal dağılmaktadır" ifade temsil eden H_0 hipotezi reddedilememektedir. Bu durum serilerin normal dağılım gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Modelde yer alan serilerin normal dağılım göstermesi sonucunda, korelasyon matrisi oluşturulurken Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Spearman korelasyon analizine göre seriler arasındaki yüksek düzeydeki ilişki ($r > 90$) olması çoklu doğrusal bağlantı sorunu olduğunun bir göstergesidir (Çokluk, vd. 2010). Çoklu doğrusal bağlantı sorununun olması durumu, regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin arasında bir ilişki olduğunu şeklinde yorumlanabilir (Alpar, 2021:349). Bu sebeple yapılan bu çalışma değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amacıyla korelasyon analizi uygulanmıştır. Yapılan korelasyon matrisi Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3'te görüldüğü üzere, değişkenler arasındaki yüksek korelasyon ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada, ikinci olarak serilerinin durağanlığını tespit etmek amacıyla ADF ve PP birim

kök testleri uygulanmıştır. Yapılan ADF ve PP birim kök test sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 3: Korelasyon Matrisi

| Korelasyon t-istatistik Olasılık | GSYİH | DYY | İhracat | Enerji | CO ₂ |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| GSYİH | 1.000.000 | | | | |
| | ----- | | | | |
| | ----- | | | | |
| DYY | 0.033162 | 1.000.000 | | | |
| | 0.162551 | ----- | | | |
| | 0.8722 | ----- | | | |
| İhracat | -0.117949 | 0.481709 | 1.000.000 | | |
| | -0.581890 | 2.692.914 | ----- | | |
| | 0.5661 | 0.0127 | ----- | | |
| Enerji | 0.161026 | 0.629402 | 0.580171 | 1.000.000 | |
| | 0.799292 | 3.967.964 | 3.489.581 | ----- | |
| | 0.4320 | 0.0006 | 0.0019 | ----- | |
| CO ₂ | 0.136410 | 0.642393 | 0.604786 | 0.991111 | 1.000.000 |
| | 0.674577 | 4.106.436 | 3.720.343 | 3.649.694 | ----- |
| | 0.5064 | 0.0004 | 0.0011 | 0.0000 | ----- |

Tablo 3'te görüldüğü üzere, değişkenler arasındaki yüksek korelasyon ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada, ikinci olarak serilerinin durağanlığını tespit etmek amacıyla ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Yapılan ADF ve PP birim kök test sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 4: ADF Birim Kök Test Sonuçları

| DEĞİŞKENLER | SABİT | PROB | SABİT+TREND | PROB |
|---------------------|------------|---------------------|-------------|----------|
| | | Düzyey | | |
| CO ₂ | -0.465922 | 0.8823 | -2.928.549 | 0.1709 |
| Enerji | -0.158490 | 0.9320 | -2.990.325 | 0.1542 |
| GSYİH | -5.244.617 | 0.0003** | -5.338.145 | 0.0012** |
| DYY | -1.735.386 | 0.4021 | -3.088.708 | 0.1312 |
| İhracat | -0.158490 | 0.9320 | -2.990.325 | 0.1542 |
| | | Birinci Fark | | |
| d(CO ₂) | -5.682.913 | 0.0001 | -5.557.813 | 0.0008 |
| d(Enerji) | -5.486.646 | 0.0002 | -5.360.705 | 0.0012 |
| d(DYY) | -4.079.595 | 0.0195 | -4.079.595 | 0.0195 |
| d(İhracat) | -5.486.646 | 0.0002 | -5.360.705 | 0.0012 |

H₀: Birim kök vardır. (Seriler durağan değildir).

H₁: Birim kök yoktur. (Seriler durağandır).

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

ADF birim kök testine ilişkin oluşturulan boş ve alternatif hipotezlere göre Tablo 4 incelendiğinde, GSYİH değişkeninin hem sabit hem de sabit ve trend'te olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten küçük olması neticesinde "H₀: Birim kök vardır. (Seriler durağan değildir)" hipotezi reddedilmektedir. Bu durum serinin birim kök içermediğini diğer bir ifadeyle serinin durağan olduğunu göstermektedir. CO₂, enerji, DYY ve ihracat değişkenlerinin ise hem sabit hem de sabit ve trend'te olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten büyük olması neticesinde "H₀: Birim kök vardır. (Seriler durağan değildir)" hipotezi reddedilmemektedir. Yani seriler durağan değildir. CO₂, enerji, DYY ve ihracat değişkenlerinin hem sabit hem de sabit ve trend'te birinci dereceden farkları alındığında olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten küçük olması neticesinde "H₀: Birim kök vardır. (Seriler durağan değildir)" hipotezi reddedilmektedir. Yani seriler birinci dereceden durağandır. Tablo 5'te ise PP birim kök testine ilişkin sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 5: PP Birim Kök Test Sonuçları

| DEĞİŞKENLER | SABİT | PROB | SABİT+TREND | PROB |
|---------------------|------------|----------|-------------|----------|
| Düzy | | | | |
| CO ₂ | -0.008351 | 0.9492 | -2.959.414 | 0.1624 |
| Enerji | 0.240856 | 0.9698 | -2.990.325 | 0.1542 |
| GSYİH | -5.244.617 | 0.0003** | -5.334.072 | 0.0012** |
| DYY | -1.735.386 | 0.4021 | -2.424.078 | 0.3594 |
| İhracat | -2.537.572 | 0.1191 | -2.727.793 | 0.2347 |
| Birinci Fark | | | | |
| d(CO ₂) | -7.301.208 | 0.0000 | -7.223.559 | 0.0000 |
| d(Enerji) | -5.883.744 | 0.0001 | -5.716.376 | 0.0005 |
| d(DYY) | -4.152.208 | 0.0039 | -4.044.397 | 0.0209 |
| d(İhracat) | -6.736.148 | 0.0000 | -1.081.876 | 0.0000 |

H₀: Birim kök vardır. (Seriler durağan değildir).

H₁: Birim kök yoktur. (Seriler durağandır).

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 5 incelendiğinde, ADF birim kök testine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Düzyde hem sabit hem de sabit ve trend'te GSYİH değişkeninin durağan olduğu diğer değişkenlerin ise birinci dereceden farkı alındığında durağan olduğu tespit edilmiştir.

I(0) ve I(1) düzeyinde durağan olduğu tespit edilen seriler için ARDL sınır testi yaklaşımı ile bir model tahmin edilir. Ancak tahmin edilen modelin anlamlı olabilmesi için değişen varyans, otokorelasyon, spesifikasyon sorununa ve normallik testine bakılması gerekmektedir. Bu sorunlardan otokorelasyon sorunu için; Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Testi, değişen varyans sorunu için; Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedasticity Testi, spesifikasyon sorunu için; Ramsey testi ve normallik testi için ise Jarque-Bera testi kullanılmıştır. Bu testlere ilişkin sonuçlar Tablo 6, Tablo 7 ve Tablo 8'de sırasıyla gösterilmektedir.

Tablo 6: Otokorelasyon Testi

| BREUSCH-GODFREY SERIAL CORRELATION LM TEST | | | |
|---|----------|-------------------|--------|
| F-istatistiği | 5.556829 | Prob. F(2,2) | 0.1525 |
| Gözlem*R ² | 19.49221 | Prob. Ki-Kare (2) | 0.0001 |

ARDL sınır testi yaklaşımının uygulanabilmesi için modelde yer alan serilerde otokorelasyon sorunun olmaması gerekmektedir. Tablo 6 incelendiğinde, hesaplanan F değeri olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten büyük olması sebebiyle "H₀: Seride otokorelasyon sorunu yoktur." reddedilememektedir. Diğer bir ifadeyle serilerde otokorelasyon sorunu yoktur.

Tablo 7: Değişen Varyans Testi

| HETEROSKEDASTICITY TEST: BREUSCH-PAGAN-GODFREY | | | |
|---|----------|-------------------|--------|
| F-istatistiği | 1.290566 | Prob. F(18,4) | 0.4442 |
| Gözlem*R ² | 19.62140 | Prob. Ki-Kare(18) | 0.3545 |
| Scaled explained SS | 0.601871 | Prob. Ki-Kare(18) | 1.0000 |

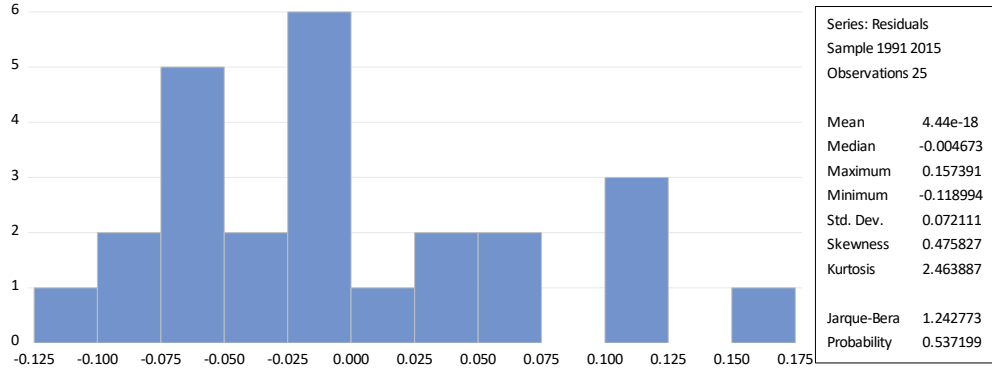
ARDL sınır testi yaklaşımının uygulanabilmesi için ikinci şart ise modelde yer alan serilerde değişen varyans sorunun olmaması gerekmektedir. Tablo 7 incelendiğinde, hesaplanan F değeri olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten büyük olması sebebiyle "H₀: Değişen varyans sorunu yoktur." reddedilememektedir. Diğer bir ifadeyle serilerde değişen varyans sorunu yoktur.

Tablo 8: Spesifikasyon Sorunu Testi

| | DEĞER | DF | OLASILIK |
|-------------------|----------|--------|----------|
| t- istatistiği | 1.274633 | 3 | 0.2922 |
| F- istatistiği | 1.624689 | (1, 3) | 0.2922 |
| Olabilirlik oranı | 9.954330 | 1 | 0.0016 |

ARDL sınır testi yaklaşımının uygulanabilmesi için üçüncü şart ise modelde yer alan serilerde spesifikasyon sorununun olmaması gerekmektedir. Bu testin amacı model kurmada bir hata yapılıp yapılmadığının anlaşılmasıdır. Tablo 8 incelendiğinde, hesaplanan F değeri olasılık değerinin kritik değer olan 0.05'ten büyük olması sebebiyle "*H₀: Spesifikasyon sorunu yoktur.*" reddedilememektedir. Diğer bir ifadeyle serilerde spesifikasyon sorunu yoktur.

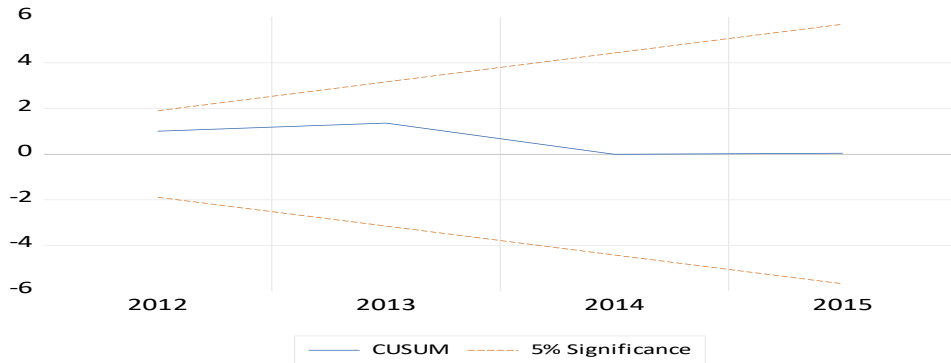
Grafik 1: Normallik Test Sonuçları



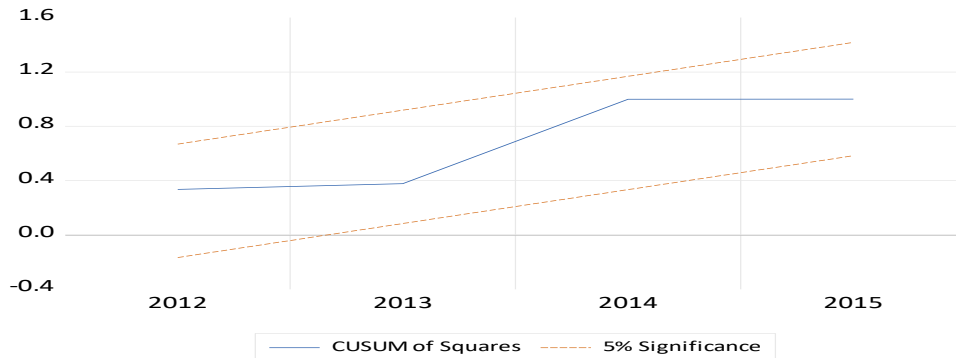
ARDL sınır testi yaklaşımının uygulanabilmesi için dördüncü şart ise modelde yer alan serilerin normal dağılım sergilemesidir. Grafik 1 incelendiğinde, hesaplanan değer kritik değer olan 0.05'ten büyük olması sebebiyle "*H₀: Seriler normal dağılmaktadır*" reddedilememektedir. Diğer bir ifadeyle serilerde normal dağılım sergilemektedir.

Analizde ayrıca Brown vd. (1975) çalışmasında belirtilen değişkenler arasındaki ilişkinin zaman içinde sabitliğini test eden CUSUM ve CUSUM-Kare yöntemleri uygulanmıştır.

Grafik 2: CUSUM Testi Grafiği



Grafik 3: CUSUM Kare Testi Grafiği



Grafik 2 ve 3 birlikte incelendiğinde, katsayılar kırmızı çizgilerle gösterilen kritik değerlerin içinde olması durumu, yapısal kırılma olmadığını ve modelde yer alan katsayıların kararlı olduğunu anlaşılmaktadır. ARDL Sınır testi yaklaşımında uzun dönem ilişkinin varlığını tespit edebilmek amacıyla F istatistiği hesaplanmakta ve sonuçları Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9: Uzun Dönem İlişkinin Varlığı için F İstatistiği Sonuçları

| TEST İSTATİSTİĞİ | DEĞER | PROB. | ALT SINIR | ÜST SINIR |
|------------------|----------|-------|-----------|-----------|
| F-istatistiği | 19.04291 | 10% | 2.2 | 3.09 |
| k | 4 | 5% | 2.56 | 3.49 |
| | | 2.5% | 2.88 | 3.87 |
| | | 1% | 3.29 | 4.37 |

Tablo 9'de hesaplanan F istatistiği değeri %5 anlamlılık düzeyinde Pesaran vd.'nin (2001) yayınladığı üst kritik değeri aşmaktadır. Bu durum ise eş bütünleşme ilişkisinin varlığını göstermektedir. Uzun ve kısa dönemli ilişkinin varlığının belirlenmesi için, farklı gecikmelere göre ARDL modeli oluşturulmaktadır. Maksimum gecikme uzunluğunun Akaike bilgi kriterine göre belirlenmiş olup (1, 3, 2, 1) şeklinde saptanmıştır. ARDL (1, 3, 2, 1) modelinin sonuçları göre uzun dönem katsayıları Tablo 10'de gösterilmektedir.

Tablo 10: ARDL (1, 3, 2, 1) Modeli Sonuçları ve Hesaplanan Uzun Dönem Katsayıları

| DEĞİŞKENLER | KATSAYI | STANDART HATA | T-İSTATİSTİĞİ | PROB. |
|---------------------------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| İhracat | -0.002586 | 0.001813 | -1.426517 | 0.2269 |
| DYY | 0.099693 | 0.011369 | 8.768701 | 0.0009*** |
| GSYİH | -0.000590 | 0.002849 | -0.207009 | 0.8461 |
| ENERJİ | 7.636645 | 0.133349 | 57.26832 | 0.0000*** |
| C | -20.14833 | 0.391750 | -51.43159 | 0.0000*** |
| Düzeltilmiş R ² : 0.995001 | | | | |
| Durbin-Watson: 2.655244 | | | | |

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 10'de yer alan uzun dönem katsayılarına göre, CO₂ ile DYY, Enerji tüketimi arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilirken; CO₂ ile ihracat ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Ayrıca hesaplanan uzun dönem katsayı sonucuna göre ARDL (1, 3, 2, 1) modeli denklemi şöyledir:

$$Co_2 = -20.14833 - 0.002586(ihracat) + 0.099693(DYY) - 0.000590(GSYİH) + 7.636645(Enerji) \quad (1)$$

Denklem 1'e göre, doğrudan yabancı yatırımlardaki bir birimlik artış, CO₂ emisyonu 0.09 birim arttırmaktadır. Enerji tüketimindeki bir birim artış ise CO₂ emisyonunu 7.63 birim arttırmaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli (VCEM) yardımıyla değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Tablo 11'de yer alan CointEq(-1) değeri, uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimi serisinin bir dönem gecikmeli değerini göstermektedir. Bu katsayı kısa dönemdeki dengesizliğin ne kadarının bir sonraki dönemde dengeye geleceğini göstermektedir.

Tablo 11: ARDL (1, 3, 2, 1) Modeline Dayalı Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

| DEĞİŞKENLER | KATSAYI | STANDART HATA | T-İSTATİSTİĞİ | PROB. |
|---------------------------------------|-----------|---------------|---------------|--------|
| D(İhracat) | 0.005161 | 0.001208 | 4.271451 | 0.0129 |
| D(DYY) | -0.017070 | 0.004908 | -3.477872 | 0.0254 |
| D(GSYİH) | 0.001815 | 0.000850 | 2.136954 | 0.0994 |
| D(Enerji) | 6.905397 | 0.260301 | 26.52852 | 0.0000 |
| CointEq(-1)* | -1.409092 | 0.087883 | -16.03369 | 0.0001 |
| Düzeltilmiş R ² : 0.995001 | | | | |
| Durbin-Watson: 2.655244 | | | | |

Tablo 11’de yer alan hata düzeltme modeli sonuçlarına göre, CointEq(-1) değişkeninin -1 ve 0 arasında bir değer alması beklenmekte olup hata düzeltme katsayısı -1.40 olduğu tespit edilmiştir. Bu durum hata düzeltme katsayısının iktisadi olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

5. Sonuç

Dünya nüfusundaki hızlı yükseliş ve buna bağlı olarak artan üretim ve tüketim miktarı, küresel ekonominin gelişmesini sağlarken aynı zamanda karbon salınımını da yükseltmektedir. Bu doğrultuda, bu çalışmada, Türkiye’nin ihracatı, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımları ve ekonomik büyümesinin karbondioksit emisyonu üzerinde bir etkisinin olup olmadığı test edilmiştir. Çalışmada, Türkiye’nin 1990-2015 dönemi için kişi başına reel GSYİH, kişi başına CO₂ emisyonu, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve ihracat yıllık verileri kullanılmıştır. Serilerin durağanlığı ADF ve PP testleriyle sınanmış ve serilerin aynı dereceden durağan olmadığı tespit edilmiştir. Aynı dereceden durağan olmayan seriler için eş bütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinde ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçları, seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, CO₂ ile DYY, Enerji tüketimi arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilirken; CO₂ ile ihracat ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Doğrudan yabancı yatırımlardaki bir birimlik artış, CO₂ emisyonu 0.09 birim arttırmaktadır. Enerji tüketimindeki bir birim artış ise CO₂ emisyonunu 7.63 birim arttırmaktadır. Bu sonuçlar, ilgili alan yazında yer alan Cole vd. (2006); Halicioğlu (2009); Al-mulali (2012); Seker vd. (2015); Yılmaz vd. (2017); Şahin (2018); Zubair vd. (2020) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Çalışma sonuçları gösteriyor ki gerek yatırım gerek üretim faaliyetleri çevresel kirliliği tetiklemektedir. Daha açık bir ifadeyle, sanayinin ve üretimin önemli bir girdisi olan yatırım faaliyetleri ve enerji tüketimi beraberinde CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Bu durum Türkiye için Kirlilik Sığınağı Hipotezi’nin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu hipoteze göre, gelişmekte olan ülkelerin uluslararası alanda DYY’dan daha fazla pay alabilmesi için çevresel standartlara yönelik politikalara daha esnek yaklaştığı söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, DYY artışının CO₂ emisyonunu artırmasındaki sebep, yatırımcıların ve politikacıların çevresel standartların dışına çıkarak veya uyum düzeyini esneterek daha çok yatırımcı çekme gayesi olduğu söylenebilir. Ayrıca, çevre konusunda alınacak önlemlerin başında yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir. Temiz enerji kaynaklarının kullanımı ile çevre kirliliği azaltılabilir.

Diğer yandan, CO₂ ile ihracat ve ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bu sonuçlar, ilgili alan yazında yer alan Soytas ve Sari (2009); Hossain (2011); Haug ve Ucal (2019) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara yönelik şu öneriler sunulabilir; Gelişme hızının yüksek olduğu ülke grubunda yer alan Türkiye için DYY oldukça önem arz etmektedir. Ancak, DYY’ın ekonomik etkilerinin yanı sıra çevresel etkileri de dikkate alınmalıdır. Ekonomik büyümeyle birlikte çevresel kaliteyi artırıcı politikaların benimsenmesi önerilmektedir. Ayrıca, sanayi ve üretim faaliyetlerinde çevre dostu enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir.

Bu çalışmanın en önemli sınırlılığı, enerji tüketim verilerinin 2015 yılına kadar hesaplanmış olması ve serinin devamının olmaması olarak ifade edilebilir. Güncel enerji tüketim verilerinin hesaplanması ve yayınlanması ile çalışma yeniden tekrarlanabilir. Ayrıca, söz konusu çalışma yalnızca Türkiye kapsamında ele alınmıştır. Gelecekte yapılması planlanan çalışmalar daha fazla ülke veya ülke grupları ile daha geniş dönem aralığı ve farklı belirleyiciler kapsamında yeniden incelenebilir.

Kaynakça

Ahmad, N. and Du, L. (2017). Effects of energy production and CO₂ emissions on economic growth in Iran: ARDL approach. *Energy*, 123, 521-537.

- Akalpler, E. and Hove, S. (2019). Carbon emissions, energy use, real GDP per capita and trade matrix in the Indian economy-an ARDL approach. *Energy*, 168, 1081-1093.
- Al-mulali, U. (2012). Factors affecting CO2 emission in the Middle East: A panel data analysis. *Energy*, 44(1), 564-569.
- Al-Mulali, U. ve Tang, C. F. (2013). Investigating the validity of pollution haven hypothesis in the Gulf Cooperation Council (GCC) countries. *Energy Policy*, 60, 813–819.
- Al-Mulali, U. and Sheau-Ting, L. (2014). Econometric analysis of trade, exports, imports, energy consumption and CO2 emission in six regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 484-498.
- Alpar, C. R. (2021). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. 6. Baskı, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Anatasia, V. (2015). The Causal Relationship Between GDP, Exports, Energy Consumption, And CO₂ in Thailand and Malaysia. *International Journal of Economic Perspectives*, 9(4).
- Ang, J. B. (2008). Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 271-278.
- Apergis, N. and Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries. *Energy policy*, 38(1), 656-660.
- Apergis, N. and Payne, J. E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy economics*, 34(3), 733-738.
- Aydin, C. and Esen, Ö. (2018). Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13), 2396-2420.
- Brown, R. L., Durbin, J. and Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-163.
- Cole, M. A., Elliott, R. J. and Fredriksson, P. G. (2006). Endogenous pollution havens: Does FDI influence environmental regulations?. *Scandinavian Journal of Economics*, 108(1), 157-178.
- Çelik, H. ve Ertürkmen, G. (2021). Ekonomik Büyüme ve İhracatın Co2 Salınımı Üzerindeki Etkisi: Seçili Mena Ülkeleri Örneği (1980-2016). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 1928-1947.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları. Ankara: Pegem Akademi.
- Dinda, S. (2009). Climate change and human insecurity. *International Journal of Global Environmental Issues*, 9(1-2), 103-109.
- Farhani, S., Chaibi, A. and Rault, C. (2014). CO2 emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, 426-434.
- Global Carbon Atlas, (2023). Country Emissions. Erişim Adresi <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
- Granger, C. W. and Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, 2(2), 111-120.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy policy*, 37(3), 1156-1164.

- Haug, A. A. and Ucal, M. (2019). The role of trade and FDI for CO₂ emissions in Turkey: Nonlinear relationships. *Energy Economics*, 81, 297-307.
- Hossain, M. S. (2011). Panel estimation for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy policy*, 39(11), 6991-6999.
- Jalil, A. and Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO₂ emissions: a cointegration analysis for China. *Energy policy*, 37(12), 5167-5172.
- Jayanthakumaran, K., Verma, R. and Liu, Y. (2012). CO₂ emissions, energy consumption, trade and income: a comparative analysis of China and India. *Energy Policy*, 42, 450-460.
- Kesgingöz, H. ve Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO₂ Emisyonu Üzerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Mike, F. ve Kardaşlar, A. (2018). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Çevre Kirliliği Üzerine Etkisi. *Journal of Management and Economics Research*, 16(3), 178-191.
- Obradović, S. and Lojanica, N. (2017). Energy use, CO₂ emissions and economic growth—causality on a sample of SEE countries. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 30(1), 511-526.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), (2019). Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods. Paris. Erişim Adresi <http://www.oecd.org/sti/ind/carbondioxideemissionsembodiedininternationaltrade.htm>
- Özmen, M. ve Koçak, F.İ. (2012). Enflasyon, bütçe açığı ve para arzı ilişkisinin ARDL yaklaşımı ile tahmini: Türkiye örneği. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1).
- Pesaran, M. H., Shin, Y. and Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rafindadi, A. A. (2016). Does the need for economic growth influence energy consumption and CO₂ emissions in Nigeria? Evidence from the innovation accounting test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1209-1225.
- Salim, R. A., Hassan, K. and Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries. *Energy economics*, 44, 350-360.
- Seker, F., Ertugrul, H. M. and Cetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: a bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Shao, W., Li, F., Cao, X., Tang, Z., Bai, Y. and Yang, S. (2020). Reducing export-driven CO₂ and PM emissions in China's provinces: A structural decomposition and coordinated effects analysis. *Journal of Cleaner Production*, 274, 123101.
- Soytas, U. and Sari, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member. *Ecological economics*, 68(6), 1667-1675.
- Şahin, D. (2018). Asya Ülkelerinde CO₂ Emisyonu, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları, Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi. *Journal Of Management And Economics Research*, 16(3), 210-218.
- Şimşek, M. (2004). Türkiye'de reel döviz kurunu belirleyen uzun dönemli etkenler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 1-24.

- Topallı, N. (2017). Ekonomik Büyüme, İhracat ve CO2 Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Brics ve Türkiye Örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(12), 685-698.
- Weber, C. L., Peters, G. P., Guan, D. and Hubacek, K. (2008). The contribution of Chinese exports to climate change. *Energy Policy*, 36(9), 3572-3577.
- Yılmaz, T., Zeren, F. ve Koyun, Y. (2017). Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu İlişkisi: Brics ve Mint Ülkeleri Üzerinde Ekonometrik Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1235-1254.
- Yılmaz, S. ve Tekgül, Y. B. (2019). Türkiye’de Döviz Kuru Politikalarının Olası Etkileri. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 212-223.
- Yilmazer, M. ve Karabiber, B. (2022). Türkiye’de İhracat, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ekonomik Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Business and Economics Research Journal*, 13(2), 199-220.
- Zubair, A. O., Samad, A. R. A. and Dankumo, A. M. (2020). Does gross domestic income, trade integration, FDI inflows, GDP, and capital reduces CO2 emissions? An empirical evidence from Nigeria. *Current Research in Environmental Sustainability*, 2, 100009.
- Mike, F. (2020). Kirlilik Sığınağı Hipotezi Türkiye İçin Geçerli Mi? ARDL Sınır Testi Yaklaşımından Bulgular. *Dogus University Journal*, 21(2), 107- 121.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. *NBER Working Paper No. 3914*, Cambridge.
- Omri, A., Nguyen, D. K. ve Rault, C. (2014). Causal interactions between CO2 emissions, FDI, and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equation models. *Economic Modelling*, 42, 382–389.
- Pao, H.-T. ve Tsai, C.-M. (2011). Multivariate Granger causality between CO2 emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product): Evidence from A panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. *Energy*, 36, 685-693.
- Sapkota, P. ve Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64, 206-212.
- Zarsky, L. (1999). Havens, halos and spaghetti: Untangling the evidence about foreign direct investment and the environment. *Foreign direct Investment and the Environment*, 13(8), 47-74.
- Güzel, A. E., & Okumuş, İ. (2020). Revisiting the pollution haven hypothesis in ASEAN-5 countries: new insights from panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 18157-18167.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CARBON DIOXIDE EMISSIONS (CO₂) AND EXPORTS, ENERGY, FOREIGN DIRECT INVESTMENTS AND ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TURKEY

Extended Abstract

Aim: The liberalization of trade and the rapid development in industrialization increase the carbon dioxide (CO₂) emissions of countries in developing market economies and their share in global warming. In this context, it is aimed to investigate whether Turkey's exports, energy consumption, foreign direct investments, and economic growth, which is in a developing market economy, have an effect on carbon dioxide emissions.

Method(s): As an economic growth variable in the study; Real GDP per capita (USD, annual), exports (% GDP), CO₂ emissions per capita (metric tons), foreign direct investment (% GDP) and energy consumption (kg oil equivalent) variables are used as logarithms. All data were obtained from the World Bank database. The annual time series covers the period from 1990 to 2015. Since energy consumption data was published until 2015, data up to 2015 were used in the application of this study. Similar to study of Keskingöz and Karamelikli (2015), the following model was defined in the analysis of this study:

$$CO2_t = f(\text{export}_t, \text{GDP}_t, \text{FDI}_t, \text{Inenergy}_t)$$

In this study, Extended Dickey-Fuller (ADF) (1981) and Philips and Perron (PP) (1988) unit root tests were utilized to test for stationarity. Afterwards, ARDL bounds test approach was used to predict short- and long-term relationships. The approach developed by Pesaran et al. (2001) allows both I(0) and I(1) variables to be included in the model and to test the existence of a long-term relationship between them.

Findings: According to the ADF and PP unit root test results, it has been determined that the GDP variable is both constant and, constant and trend, does not contain a unit root, in other words, the series is stationary. It has been determined that the CO₂, energy, FDI and export variables contain unit root in both constant and, constant and trend. Therefore, the series are not stationary. When the first-order differences of CO₂, energy, FDI and export variables are both fixed and constant and trend, it has been determined that the series do not contain unit roots, that is, the series are first-order stationary. According to the ARDL limit test results, a positive and statistically significant relationship was found between CO₂ and FDI, Energy consumption; No significant relationship was found between CO₂ and exports and economic growth.

Conclusion: The rapid increase in the world population and the resulting increase in production and consumption increase the global economy while increasing carbon emissions at the same time. Accordingly, in this study, it has been tested whether Turkey's exports, energy consumption, foreign direct investments and economic growth have an effect on carbon dioxide emissions. In this study, annual data of Turkey's real GDP per capita, CO₂ emissions per capita, foreign direct investments, energy consumption and exports for the period 1990-2015 were used. A one-unit increase in foreign direct investment increases CO₂ emissions by 0.09 units. A one-unit increase in energy consumption increases CO₂ emissions by 7.63 units. The results of the study show that both investment and production activities trigger environmental pollution. More clearly, investment activities and energy consumption, which are an important input of industry and production, increase CO₂ emissions. On the other hand, no significant relationship was found between CO₂ and exports and economic growth. The following suggestions can be made regarding the findings obtained from this study; FDI is very important for Turkey, which is in the group of countries with a high growth rate. However, the environmental impact of FDI should be considered as well as its economic impact. It is important to adopt policies that increase environmental quality along with

economic growth. In addition, it is recommended to promote environmentally friendly energy sources in industry and production activities.
