



Cilt / Volume: 12, Sayı / Issue: 24, Sayfalar / Pages: 49-63

Araştırma Makalesi / Research Article

Received / Alınma: 01.06.2022

Accepted / Kabul: 17.07.2022

TÜRKİYE'DE DIŞ TİCARET AÇIKLIĞININ CO2 EMİSYONU ÜZERİNE ASİMETRİK ETKİSİ: DOĞRUSAL OLMAYAN ARDL YAKLAŞIMI

Demet YAMAN SONGUR¹

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisini incelemektir. Söz konusu ilişkinin varlığı 1987-2020 dönemi için araştırılmıştır. Modelde dış ticaret açıklığının yanı sıra enerji tüketimi ve GSYH değişkenlerine de yer verilmiştir. Bu şekilde oluşturulan model doğrusal olmayan ARDL yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Bulgular, enerji tüketimindeki değişmelerin karbondioksit emisyonunu da aynı yönde etkilediğini göstermektedir. Benzer şekilde GSYH'daki değişmelerinde karbondioksit emisyonunu aynı yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, dış ticaret açıklığındaki bir artışın karbondioksit emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan dış ticaret açıklığındaki bir azalışın da karbondioksit emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak dış ticaret açıklığındaki bir azalışı bir artışa göre karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi daha fazladır.

Anahtar Kelime: Dış Ticaret Açıklığı, Karbondioksit Emisyonu, NARDL.

Jel Kodları: C32, F18, K32.

¹Dr., Dicle Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, E-posta: demet.yaman@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9562-4320.

Atıf/Citation

Yaman Songur, D. (2022). Türkiye'de dış ticaret açıklığının CO2 emisyonu üzerine asimetrik etkisi: Doğrusal olmayan ARDL yaklaşımı. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(24), 49-63.

THE ASYMMETRIC EFFECT OF FOREIGN TRADE OPENNESS ON CO2 EMISSIONS IN TURKEY: NONLINEAR ARDL APPROACH

Abstract

The aim of this study is to examine the effect of foreign trade openness on carbon dioxide emissions in Turkey. The existence of the said relationship was investigated for the 1987-2020 period. In addition to foreign trade openness, energy consumption and GDP variables are also included in the model. The presented model was analyzed with the nonlinear ARDL approach. The findings show that changes in energy consumption also affect carbon dioxide emissions in the same direction. Similarly, it shows that changes in GDP affect carbon dioxide emissions in the same direction. However, it was concluded that an increase in the foreign trade openness reduces carbon dioxide emissions. On the other hand, it has been concluded that a decrease in the foreign trade openness also reduces carbon dioxide emissions. However, a decrease in the foreign trade openness has a greater effect on carbon dioxide emissions than an increase.

Keywords: Foreign Trade Openness, Carbon Dioxide Emissions, NARDL.

Jel Codes: C32, F18, K32.

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra üretim süreçlerinin değişmesi ve fosil yakıtların kullanımının artması verimliliğin ve üretimin artmasına neden olmuştur. Üretimde meydana gelen bu dönüşüm ve üretimin artması, daha fazla enerji talebine yol açmış, fosil yakıtların yol açtığı sera gazlarının çevresel sorunlar ile birlikte iklim değişikliklerine neden olduğu gözlenmiştir. Özellikle 1980'den günümüze hızla artan küreselleşme ve bunun getirdiği dış ticaret artışı üretim artışını sağlamış ve doğal olarak da çevresel sorunların katlanarak artmasına neden olmuştur. Bu anlamda, çevresel sorunları dikkate alan bir üretim sürecinin dolayısıyla da ekonomik büyüme sürecinin sağlanması gereklilikten ziyade bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle sanayi üretiminde meydana gelen artışlar karbondioksit salınımını arttırmış ve hava kirliliğinin en önemli nedeni haline gelmiştir (Wang, vd. 2011).

Literatürde ekonomik büyüme, dış ticaret ve çevre kirliliği arasındaki ilişki çevresel Kuznets eğrisi ile incelenmektedir. Kuznets (1955) kişi başına düşen gelir ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin ters-U şeklinde olacağını ifade etmiştir. Buna göre, kişi başına düşen gelir başlangıçta artarken gelir eşitsizliğini arttıracaklarını, bir noktadan sonra gelir eşitsizliğinin azalacağını ileri sürmüştür. Bu ilişki daha sonra çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılmıştır. Buna göre ekonomik büyüme arttıkça öncelikle çevre kirliliği artmakta ancak bir noktadan sonra ekonomik büyüme artmaya devam ederken çevre kirliliği azalma eğilimine girmektedir. Çevresel Kuznets eğrisini inceleyen çalışmalar daha sonra ticareti de modele dahil etmişlerdir (Cole, 2004). Ancak ülkelerin dış ticareti azaltıcı çevresel önlemleri almakta isteksiz olduğunu ifade edilebilir (Lapan ve Sikdar,

2011). Dış ticaret üç yolla çevresel etkilere yol açmaktadır. Bunlardan birincisi, ölçek etkisi olup, dış ticaretin piyasaları genişletmesi, dolayısıyla üretimin ve tüketimin artması ve çevresel kirliliğin artmasını ifade etmektedir. İkincisi teknik etki olup, dış ticaretin çevresel kirliliği dikkate alacak şekilde daha çevre dostu teknolojilere ve üretim süreçlerine yol açacağını savunmaktadır. Dış ticaretin çevre üzerinde oluşturacağı üçüncü etki kompozisyon etkisi olup, bu etki dış ticareti gerçekleştirilen malların kompozisyonunun çevresel etkilerinin farklı olacağını ifade etmektedir. Bu nedenle dış ticaretin çevresel etkilerinin olumlu veya olumsuz olabileceği ancak nihayetinde etkinin ne yönde olabileceğinin belirlenmesinin zor olacağı ileri sürülmektedir (Çetin ve Şeker, 2014: s.2).

Bu bağlamda çalışmanın amacı, Türkiye’de 1987-2020 yılları arasında, dış ticaretin karbondioksit emisyonu üzerine asimetrik etkilerinin incelenmesidir. Bu kapsamda doğrusal olmayan ARDL sınır testinden faydalanılmıştır. Çalışmanın izleyen ikinci bölümünde konu hakkındaki ilgili ampirik literatür özetlenmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan analiz tekniği hakkında bilgiler verilerek devam eden bölümde bu analizlerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmekle birlikte birtakım politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. AMPİRİK LİTERATÜR

Dış ticaret ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki ilk olarak Grossman ve Krueger (1991)’in NAFTA ülkelerini incelediği çalışmasında ele alınmıştır. Elde edilen bulgular dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonunu arttırdığı yönündedir. Bu çalışmadan sonra literatürde iki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma yer almaktadır. Söz konusu çalışmaların bir özeti Tablo 1’de sunulmuştur. Bulgular genellikle dış ticaret açıklığından karbondioksit emisyonuna doğru pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Doğan ve Şeker (2016), Doğan, vd. (2017) ve Zafar, vd. (2019) dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonunu negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Choi, vd. (2010) ise iki değişken arasında herhangi bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur.

Tablo 1. Dış Ticaret Açıklığı ile CO₂ Emisyonu İlişkin Literatür

Yazar(lar)	Ülke ve Dönem	Yöntem	Bulgular
Grossman ve Krueger (1991)	NAFTA (1977-1984)	Panel Regresyon	Dış ticaret açıklığı CO ₂ emisyonunu arttırmaktadır.
Choi, vd. (2010)	Çin, Kore, Japonya	VAR-VEC Analizi	Dış ticaret açıklığı ile CO ₂ salınımı arasında bir ilişki yoktur.

(1971-2006)			
Antweiler, vd. (2011)	44 Ülke (1975-1994)	Panel Regresyon	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunu arttırmaktadır.
Naranpanawa (2011)	Sri Lanka (1960-2006)	ARDL	Kısa dönemde dış ticaret CO_2 salınımını etkilerken uzun dönemde aralarında bir ilişki yoktur.
Sharma (2011)	69 Ülke (1985-2005)	Panel Regresyon	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunu pozitif etkilemektedir.
Farhani, vd. (2013)	MENA Ülkeleri (1980-2009)	Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunu pozitif etkilemektedir.
Gu vd. (2013)	China (1981-2010)	Granger, Engle Granger Johansen Eşbütünleşme Testi	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunun nedenidir.
Akın (2014)	85 Ülke (1990-2011)	Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	Dış ticaret açıklığı arttıkça CO_2 salınımı artmaktadır.
Yazdi ve Mastorakis (2014)	İran (1975-2011)	ARDL	Dış ticaret açıklığı ile CO_2 salınımı arasında uzun dönemli ilişki söz konusudur.
Alan ve Paramati (2015)	18 Gelişmekte Olan Ülke (1980-2011)	Panel VECM	Dış ticaret açıklığı ile CO_2 salınımı arasında uzun dönemde karşılıklı bir nedensellik söz konusudur.
Kasman ve Duman (2015)	AB Üyesi ve Aday Ülkeler (1992-2010)	Panel Veri Analizi	Kısa dönemde dışa açıklıktan CO_2 salınımına doğru tek yönlü nedensellik söz konusudur.
Doğan ve Şeker (2016)	23 Ülke (1985-2011)	Panel Veri Analizi	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunu negatif etkilemektedir.
Doğan, vd. (2017)	OECD (1995-2010)	EKK	Dış ticaret açıklığı CO_2 salınımını negatif etkilemektedir.
Zafar vd. (2019)	18 Yükselen Ekonomi (1990-2015)	Panel VECM, Granger Nedensellik	Ticari açıklık CO_2 emisyonunu negatif etkilemektedir.

Dış ticaret ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki Türkiye özelinde de ele alınmıştır. Söz konusu literatüre ait bir özet Tablo 2’de sunulmuştur. Atıcı ve Kurt (2007) EKK tahmincisini kullandığı çalışmada dış ticaret açıklığının CO_2 emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Halıcıoğlu (2009) ARDL sınır testini kullandığı çalışmasında dış ticaret açıklığının karbondioksit salınımının bir belirleyicisi olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Öztürk ve

Acaravcı (2013) ARDL sınır testini kullandığı çalışmalarında dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonunu pozitif etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Çetin ve Şeker (2014) benzer şekilde ARDL sınır testini kullandıkları çalışmalarında dış ticaret açıklığının karbondioksit salınımını uzun dönemde arttırdığını tespit etmişlerdir. Artan vd. (2015) çalışmalarında eşbütünleşme, VEC ve VAR analizlerini kullanmışlar ve karbondioksit emisyonu ile dış ticaret açıklığı arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bozkurt ve Okumuş (2015) çalışmasında Hatemi-J eşbütünleşme testini kullanmışlar ve karbondioksit emisyonu ile dış ticaret arasında iki yapısal kırılma altında ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Keskingöz ve Karamelikli (2015) çalışmalarında ARDL sınır testini kullanmışlar dış ticaret ile karbondioksit emisyonu ile dış ticaret arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kızılkaya vd. (2016) çalışmalarında Johansen eşbütünleşme testini kullanmışlar ve dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonunu pozitif yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Akbulut Bekar ve Terzi (2018) çalışmasında VAR analizini kullanmışlar ve dış ticaret açıklığı ile karbondioksit emisyonunun birbirini etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Yılmaz ve Dilber (2020) çalışmalarında ARDL sınır testini kullanmışlar ve dış ticaret artışının elektrik emisyonunu arttırdığını ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Türkiye’de Dış Ticaret Açıklığı ile CO₂ Emisyonuna İlişkin Literatür

Yazar(lar)	Dönem	Yöntem	Bulgular
Atıcı ve Kurt (2007)	1968-2000	EKK	Dış ticaret açıklığı CO ₂ emisyonunu arttırmaktadır.
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	ARDL	Dış ticaret açıklığı karbondioksit salınımının bir belirleyicisidir.
Öztürk ve Acaravcı (2013)	1960-2007	ARDL	Dış ticaret açıklığı CO ₂ emisyonunu pozitif etkilemektedir.
Çetin ve Şeker (2014)	1980-2010	ARDL	Uzun dönemde dış ticaret açıklığı karbondioksit salınımını arttırmaktadır.
Artan vd. (2015)	1981-2012	Eşbütünleşme, VEC ve VAR Analizi	CO ₂ ile dış ticaret arasında uzun dönemli ilişki söz konusudur.
Bozkurt ve Okumuş (2015)	1966-2011	Hatemi-J Eşbütünleşme Testi	CO ₂ ile dış ticaret arasında 2 yapısal kırılma altında ilişki söz konusudur.
Keskingöz ve Karamelikli	1960-2011	ARDL	Dış ticaret ile karbondioksit emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişki vardır.

(2015)			
Kızılkaya, vd. (2016)	1967-2010	Johansen Eşbütünleşme Analizi	Dış ticaret açıklığı CO_2 emisyonunu pozitif etkilemektedir.
Akbulut Bekar ve Terzi (2018)	1974-2013	VAR	Dış ticaret açıklığı ile CO_2 emisyonu birbirini etkilemektedir.
Yılmaz ve Dilber (2020)	1970-2014	ARDL	Dış ticaret artışı elektrik emisyonunu arttırmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde değişkenler arasındaki doğrusal olmayan başka bir ifade ile asimetrik ilişkinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Bu çalışmada dış ticaret açıklığı ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki doğrusal olmayan ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelenmiştir.

3. MODEL, VERİ SETİ VE YÖNTEM

Dış ticaret açıklığı ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemek için zaman serisi analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda aşağıda yer alan (1) numaralı denklemde çalışmada kullanılan modelin logaritmik doğrusal hali verilmiştir:

$$\ln CO2_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EC_t + \beta_2 \ln GDP_t + \beta_3 \ln TRADE_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu denklemde $\ln CO2_t$ karbondioksit salınımını, $\ln EC_t$ birincil enerji tüketimini, $\ln GDP_t$ gayri safi yurtiçi hasılayı, $\ln TRADE_t$ ise ithalat ile ihracatın toplamını veren dış ticaret açıklığını göstermektedir. Çalışmada kullanılan GSYH, ithalat ve ihracat verileri Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri'nden alınmış olup, 2015 fiyatları ile reel hale getirilmiştir. Birincil enerji tüketimi (gigajoule) ve karbondioksit emisyonu (metric tons) ise British Petrol veri tabanından elde edilmiştir. Tüm veriler 1987-2020 dönemine ait yıllık verilerdir.

Dış ticaret açıklığının karbondioksit emisyonu üzerine etkisini araştırmak için Pesaran, vd. (2001)'nin ortaya attığı ARDL yaklaşımı kullanılmıştır. Bu kapsamda, (1) numaralı eşitlikte yer alan model aşağıdaki gibi yeniden düzenlenmiştir.

$$\begin{aligned}
\Delta \ln CO2_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_{1,k} \Delta \ln CO2_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{2,k} \Delta \ln EC_{t-k} \\
& + \sum_{k=0}^n \beta_{3,k} \Delta \ln GDP_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{4,k} \Delta \ln TRADE_{t-k} + \alpha_1 \ln CO2_{t-1} \\
& + \alpha_2 \ln EC_{t-1} + \alpha_3 \ln GDP_{t-1} + \alpha_4 \ln TRADE_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{2}$$

Uzun dönem tahmininin yapılabilmesinin ön koşulu değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olmasıdır. Pesaran vd. (2001) değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığının tespiti için iki farklı test geliştirmişlerdir. Bu testlerden birincisi alt ve üst kritik değerlere göre belirlenen standart F-testi (sınır testi)’dir. Bu testte, Pesaran vd. (2001)’nin elde ettiği alt ve üst kritik değerler hesaplanan F-test istatistiği ile birlikte değerlendirilir. Hesaplanan F-test istatistiği üst kritik değerden büyük ise, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ileri süren sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu bağlamda, ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu kabul edilmektedir. Pesaran vd. (2001)’nin önerdiği ikinci testte ise, bir hata düzeltme modelinde değişkenlerin uzun dönem denge değerlerine dönmesi beklenmektedir. Bunun için, aşağıda verilen model tahmin edilir ve hata düzeltme katsayısının (η) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması beklenir.

$$\begin{aligned}
\Delta \ln CO2_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_{1,k} \Delta \ln CO2_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{2,k} \Delta \ln EC_{t-k} \\
& + \sum_{k=0}^n \beta_{3,k} \Delta \ln GDP_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{4,k} \Delta \ln TRADE_{t-k} + \eta ECM_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{3}$$

Buraya kadar ifade ettiğimiz modellerde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerine simetrik etkileri incelenmektedir. Bununla birlikte değişkenler arasında asimetrik ilişkiler de söz konusu olabilir. Bu kapsamda bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerine asimetrik etkilerini incelemek amacıyla Shin vd. (2014)’nin geliştirdiği doğrusal olmayan ARDL yaklaşımından yararlanılmıştır. Bu kapsamda modele bağımsız değişkenlerin pozitif ve negatif bileşenleri eklenmiştir. Değişkenlere ait negatif ve pozitif bileşenler Granger ve Yoon (2002) takip edilerek pozitif ve negatif kısmi toplamlar şeklinde elde edilmiştir.

$$\begin{aligned}
\Delta \ln CO2_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_{1,k} \Delta \ln CO2_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{2,k} \Delta ECPOS_{t-k} \\
& + \sum_{k=0}^n \beta_{3,k} \Delta ECNEG_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{4,k} \Delta GDPPOS_{t-k} \\
& + \sum_{k=0}^n \beta_{5,k} \Delta GDPNEG_{t-k} + \sum_{k=0}^n \beta_{6,k} \Delta TRADEPOS_{t-k} \\
& + \sum_{k=0}^n \beta_{7,k} \Delta TRADENEG_{t-k} + \alpha_1 \ln CO2_{t-1} + \alpha_2 ECPOS_{t-1} \\
& + \alpha_3 ECNEG_{t-1} + \alpha_4 GDPPOS_{t-1} + \alpha_5 GDPNEG_{t-1} \\
& + \alpha_6 TRADEPOS_{t-1} + \alpha_7 TRADENEG_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{4}$$

Yukarıdaki denklemde yer alan pozitif ve negatif değişkenler aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$ECPOS_t = \sum_{j=1}^k \max(\Delta \ln EC_j, 0)$$

$$ECNEG_t = \sum_{j=1}^k \min(\Delta \ln EC_j, 0)$$

$$GDPPOS_t = \sum_{j=1}^k \max(\Delta \ln GDP_j, 0)$$

$$GDPNEG_t = \sum_{j=1}^k \min(\Delta \ln GDP_j, 0)$$

$$TRADEPOS_t = \sum_{j=1}^k \max(\Delta \ln TRADE_j, 0)$$

$$TRADENEG_t = \sum_{j=1}^k \min(\Delta \ln TRADE_j, 0)$$

(5)

(4) numaralı eşitlikte tanımlanan doğrusal olmayan bir ARDL modeli ile bağımsız değişkenlerin pozitif ve negatif bileşenlerini içeren bir model oluşturulmuştur. Model aynı zamanda bu bileşenlerin hem kısa hem de uzun dönem asimetrik etkilerini de içermektedir. Pesaran vd. (2001)’nin geliştirdikleri sınır testi yöntemi ve kritik değerleri (4) numaralı model için de geçerlidir. Bu noktada unutulmaması gereken belirsizliğe ait pozitif ve negatif bileşenlerden oluşan iki değişkenlerin birbirine karşılıklı bağımlılığa sahip olduğudur. Bu nedenle, bu bileşenler tek bir değişken olarak kabul edilmelidir. Bu nedenle modelde üç açıklayıcı değişken olduğu dolayısıyla da söz konusu F-testi kritik değerlerinin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerde kullanılabilir olduğu varsayılmalıdır (Shin vd., 2014: 191).

Doğrusal olmayan ARDL modelinin tahmininde (4) numaralı model en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir. Kısa vadede asimetrik ilişki ise şu şekilde tespit edilir: Wald testine ait yokluk hipotezi ($\sum \hat{\beta}_{4,k} = \sum \hat{\beta}_{5,k}$) reddedilirse kısa dönemde değişkenler arasında asimetrik bir ilişki olduğu ifade edilebilir. Uzun dönemde de kısmi katsayıların normalize edilmiş katsayılarla eşitliği ($\frac{\hat{\alpha}_4}{-\hat{\alpha}_1} = \frac{\hat{\alpha}_5}{-\hat{\alpha}_1}$) reddedilirse, uzun vadeli asimetrik etki söz konusudur.

4. BULGULAR

Çalışmada öncelikle ele alınan serilerin durağanlık durumları incelenmiştir. Bu çerçevede, Arttırılmış Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden yararlanılmış ve elde edilen bulgular Tablo 3’de sunulmuştur. Bulgular hem sabit hem de sabit ve trend içeren modelde tüm değişkenlerin 1. Dereceden fark alındığında durağan hale geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, enerji tüketimi değişkeninin sabitli ve trendli modelde istatistiksel olarak %10 anlamlılık düzeyinde düzeyde durağan olduğunu göstermektedir. Bu durumda dikkate alındığında analizde ARDL yönteminin kullanılması uygun olacaktır.

Tablo 3. Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF Birim Kök Testi			
	Sabitli		Sabitli ve Trendli	
	Test İstatistiği	Gecikme	Test İstatistiği	Gecikme
$\ln CO_{2t}$	-1.010	0	-3.190	0
$\ln EC_t$	-1.124	0	-3.232*	0
$\ln GDP_t$	0.150	0	-2.613	0
$\ln TRADE_t$	-1.764	0	-1.036	0
$\Delta \ln CO_{2t}$	-6.371***	0	-6.452***	0
$\Delta \ln EC_t$	-7.365***	0	-7.279***	0
$\Delta \ln GDP_t$	-5.927***	0	-5.849***	0
$\Delta \ln TRADE_t$	-6.094***	0	-6.612***	0

PP Birim Kök Testi				
	Sabitli		Sabitli ve Trendli	
	Test İstatistiği	Bandwith	Test İstatistiği	Bandwith
$\ln CO_{2t}$	-1.124	4	-2.926	4
$\ln EC_t$	-1.204	5	-3.227*	1
$\ln GDP_t$	0.318	4	-2.649	1
$\ln TRADE_t$	-2.176	4	-0.859	1
$\Delta \ln CO_{2t}$	-6.545***	4	-6.661***	4
$\Delta \ln EC_t$	-7.541***	4	-7.454***	4
$\Delta \ln GDP_t$	-6.053***	4	-6.183***	5
$\Delta \ln TRADE_t$	-6.094***	0	-8.479***	6

Not: ADF testinde maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak alınmıştır. Gecikme uzunluklarının belirlenmesinde Schwartz Bilgi Kriteri kullanılmıştır. PP testi Bandwidth genişliği Bartlett – Kernel methodu ile belirlenmiştir. *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiksel anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Sabitli model için kritik değerler %1, %5 ve %10 için sırasıyla -3.646, -2.954 ve -2.616; sabitli ve trendli model için ise -4.263, -3.553 ve -3.209'dur.

Tablo 4'de doğrusal olmayan ARDL bulguları yer almaktadır. İlk olarak Panel A'da verilen diognastik test sonuçlarının değerlendirilmesi uygun olacaktır. Tahmin edilen modele ait $\overline{R^2}$ değerine bakıldığında bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücü kabul edilebilir bir seviyede olduğu ifade edilebilir. Modelde hata terimini normallik dağılımı Jarque-Bera testi ile değişen varyans sorunu Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedastisity testi ile, otokorelasyon sorunu Breusch-Godfrey sıra korelasyon LM testi ile ve modelde spesifikasyon hatası olup olmadığı da Ramsey testi kullanılarak tespit edilmiştir. Bulgular analizde söz konusu sorunların olmadığını göstermektedir. Buna göre, Jarque-Bera testine göre hata terimlerinin normal dağıldığı ifade eden yokluk hipotezi reddedilememektedir. Dolayısıyla hata terimleri normallik dağılımına uymaktadır. Diğer taraftan Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedastisite testine göre değişen varyans sorunu olmadığını ifade eden yokluk hipotezi reddedilememektedir. Yani kalıntıların homoskedastik olup değişen varyans sorunu yoktur. Breusch-Godfrey otokorelasyon testine göre ise kalıntıların otokorelasyona sahip olmadığını ifade eden yokluk hipotezi reddedilememiştir. Dolayısıyla otokorelasyon sorununun da olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına F-istatistiğine bakılarak karar verilmektedir. Hesaplanan F-istatistiği istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde üst kritik değer üzerinde. Bu nedenle değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını öne süren yokluk hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi, GSYH ve dış ticaret açıklığı arasında uzun dönemli ilişki söz konusudur. Tablo 4 Panel B'de ise bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında uzun ve kısa dönemde asimetrinin varlığına ilişkin bulgular verilmiştir. Bulgulara göre bağımsız değişkenler ile bağımlı

değişken arasında hem kısa hem de uzun dönemde asimetrik bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. NARDL Sonuçları

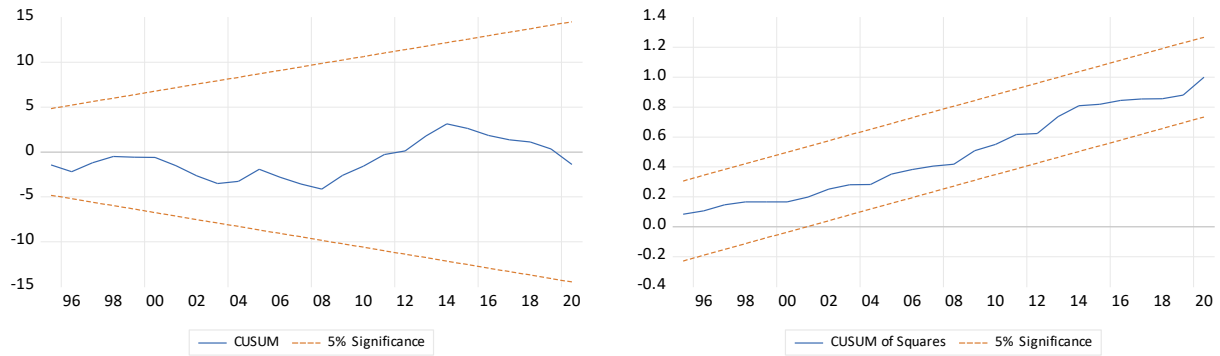
Panel A: Diognastik Testler			
<i>F-istatistiği</i> (Sınır Testi)	86.927***	χ^2_{BG}	0.583 (0.611)
ECM_{t-1}	-2.876 [0.070]***	χ^2_{BPG}	0.571 (0.999)
$\overline{R^2}$	0.99	Ramsey Testi	0.124 (0.725)
Jarque-Bera	1.751 (0.417)		
Panel B: Asimetri Testleri			
	Wald-SR		Wald-LR
<i>lnEC</i>	-4.637***	<i>lnEC</i>	5.448***
<i>lnGDP</i>	-10.288***	<i>lnGDP</i>	10.232***
<i>lnTRADE</i>	8.308***	<i>lnTRADE</i>	-9.594***
Panel C: Kısa Dönem Katsayılar			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık
<i>lnCO2_{t-1}</i>	-0.538***	0.091	0.002
<i>lnCO2_{t-2}</i>	-1.340***	0.102	0.000
<i>lnECPOS_t</i>	0.328*	0.146	0.075
<i>lnECPOS_{t-1}</i>	0.973***	0.146	0.001
<i>lnECPOS_{t-2}</i>	1.220***	0.126	0.000
<i>lnECPOS_{t-3}</i>	0.393**	0.119	0.022
<i>lnECNEG_t</i>	0.368*	0.160	0.069
<i>lnECNEG_{t-1}</i>	-0.424*	0.168	0.053
<i>lnECNEG_{t-2}</i>	2.036***	0.181	0.000
<i>lnECNEG_{t-3}</i>	-0.974***	0.159	0.002
<i>lnGDPPOS_t</i>	-0.861***	0.168	0.004
<i>lnGDPPOS_{t-1}</i>	1.562***	0.270	0.002
<i>lnGDPNEG_t</i>	-2.963***	0.545	0.003
<i>lnGDPNEG_{t-1}</i>	0.945	0.774	0.277
<i>lnGDPNEG_{t-2}</i>	-2.636***	0.558	0.005
<i>lnGDPNEG_{t-3}</i>	-5.930***	0.786	0.001
<i>lnTRADEPOS_t</i>	0.149	0.098	0.190
<i>lnTRADEPOS_{t-1}</i>	-0.738***	0.093	0.001
<i>lnTRADEPOS_{t-2}</i>	-0.068	0.042	0.169
<i>lnTRADEPOS_{t-3}</i>	0.276***	0.034	0.001
<i>lnTRADENEG_t</i>	1.364**	0.342	0.010
<i>lnTRADENEG_{t-1}</i>	-0.814*	0.349	0.067
<i>lnTRADENEG_{t-2}</i>	0.958**	0.300	0.024
<i>lnTRADENEG_{t-3}</i>	3.313***	0.362	0.000
<i>Sabit</i>	13.945***	0.757	0.000
Panel D: Uzun Dönem Katsayılar			
	Katsayı	Standart Hata	Olasılık
<i>lnECPOS_t</i>	1.013***	0.111	0.000
<i>lnECNEG_t</i>	0.350***	0.041	0.000
<i>lnGDPPOS_t</i>	0.243***	0.053	0.006

$\ln\text{GDPNEG}_t$	0.367***	0.336	0.000
$\ln\text{TRADEPOS}_t$	-0.132***	0.018	0.000
$\ln\text{TRADENEG}_t$	1.676***	0.159	0.000
Sabit	4.846***	0.006	0.000

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. ARDL modelinde maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak alınmış olup model Schwartz Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir. Sınır Testi (F-istatistiği) için alt - üst kritik değerler %10, %5 ve %1 için sırasıyla 1.99-2.94, 2.27-3.28 ve 2.88-3.99'dur. ECM_{t-1} , hata düzeltme modelindeki hata düzeltme katsayısını ifade etmekte olup, köşeli parantez içerisindeki değer standart hata değeridir. Wald_{lr} , uzun dönem asimetriyi, Wald_{sr} ise kısa dönem asimetriyi göstermektedir. χ^2_{BG} , Breusch-Godfrey LM sıra korelasyon testi, χ^2_{BPG} ise Breusch-Pagan-Godfrey değişen varyans testidir.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığından sonra, ARDL uzun dönem modeli tahmin edilmiştir. Uzun dönem katsayılara ait bulgular Tablo 4'de Panel D'de sunulmuştur. Bulgulara göre, enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %1.01 arttırmaktadır. Buna karşın enerji tüketimindeki %1'lik bir azalma karbondioksit emisyonunu %0.35 azaltmaktadır. Diğer taraftan, GSYH'daki %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %0.24 arttırırken, %1'lik bir azalma karbondioksit emisyonunu %0.37 azaltmaktadır. Son olarak ticari açıklıkta meydana gelen %1'lik bir artış karbondioksit emisyonunu %0.13 azaltırken, %1'lik bir azalış karbondioksit emisyonunu %1.68 azaltmaktadır.

Panel A'da yer alan hata düzeltme katsayısının (ECM_{t-1}) negatif ve istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre elde edilen katsayıların uzun dönemde denge değerlerine yakınsadığı söylenebilir. Ayrıca model tahmininden elde edilen katsayıların kararlılığı CUSUM (kümülatif toplam) ve CUSUMSQ (kümülatif karelerin toplamı) testleri aracılığıyla araştırılmıştır. Şekil 1'deki sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde katsayıların istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde kararlı oldukları görülmektedir.



Şekil 1. CUSUM ve CUSUMQ2 Test Grafikleri

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye’de 1987-2020 yılları arasında, dış ticaretin karbondioksit emisyonu üzerine asimetrik etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda doğrusal olmayan ARDL sınır testinden faydalanılmıştır. Oluşturulan modelde karbondioksit emisyonuna dış ticaret açıklığı değişkeninin etkisinin yanı sıra enerji tüketimi ve GSYH’nın da etkileri araştırılmıştır. Enerji tüketimine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, enerji tüketimindeki artışın karbondioksit emisyonunu arttırdığını, enerji tüketimindeki azalışların ise karbondioksit emisyonunu azalttığını göstermektedir. Ancak bu noktada enerji tüketimindeki bir artışın karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi azalışın yarattığı etkiden daha fazladır. Bu da enerji tüketimindeki pozitif şokların çevresel bozulmalara yol açtığını göstermektedir. Diğer taraftan, GSYH’daki artışlar karbondioksit emisyonunu arttırırken, azalışlar karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Bununla birlikte GSYH’daki bir artışın karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi azalışın yarattığı etkiden daha azdır. Ticari açıklığın karbondioksit emisyonuna etkileri değerlendirildiğinde, literatürde yer alan baskın görüşün aksine dış ticaret açıklığı ile karbondioksit emisyonu arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. Dış ticaret açıklığındaki bir artış ya da bir azalış karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Bununla birlikte bu azalma dış ticaret açıklığının azaldığı durumda daha fazla olmaktadır. Bu kapsamda dış ticaret açıklığı çevresel iyileşmelere neden olmakta yani teknik etkinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Elde edilen bulgular, Doğan ev Şeker (2016), Doğan vd. (2017) ve Zafar vd. (2019) ile tutarlıdır. Dış ticaret açıklığı ile karbondioksit emisyonu arasında elde ettiğimiz bulgular dikkate alındığında, dış ticaretin arttırılmasının çevresel etkisinin olumlu olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda dış ticaretin arttırılması ancak bunun yapılırken de üretim süreçlerinde çevresel bozulmalara yol açacak enerji kullanımının dikkate alınması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut Bekar, S., & Terzi, H. (2018). The relationship between CO2 emission and trade openness in turkey. *Ataturk University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 32(1), 83-98.
- Akin, C. S. (2014). The impact of foreign trade, energy consumption and income on CO2 emissions. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 465-475.
- Alam, M. S., & Paramati, S. R. (2015). Do oil consumption and economic growth intensify environmental degradation? Evidence from developing economies. *Applied Economics*, 47(48), 5186-5203.

- Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment?. *American Economic Review*, 91(4), 877-908.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye’de çevre kirliliği, dışa açıklık ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Atici, C., & Fırat, K. (2007). Türkiye'nin dış ticareti ve çevre kirliliği: çevresel Kuznets eğrisi yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(1 ve 2), 61-69.
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2015). Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve nüfus yoğunluğunun CO2 emisyonu üzerindeki etkileri: yapısal kirilmali eşbütünleşme analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35.
- Choi, E., Heshmati, A., & Cho, Y. (2010). An empirical study of the relationships between CO2 emissions, economic growth and openness. *IZA Discussion Paper Series*, 5304, 1-29.
- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics*, 48, 71-81.
- Çetin, M., & Seker, F. (2014). Ekonomik büyüme ve dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye için bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 213-230.
- Doğan, E., & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074-1085.
- Doğan, E., Seker, F., & Bulbul, S. (2017). Investigating the impacts of energy consumption, real GDP, tourism and trade on CO2 emissions by accounting for cross-sectional dependence: a panel study of OECD countries. *Current Issues in Tourism*, 20(16), 1701-1719.
- Farhani, S., Shahbaz, M., & Arouri, M. E. H. (2013). Panel analysis of CO2 emissions, GDP, energy consumption, trade openness and urbanization for MENA countries. *MPRA Paper* 49258, 1-19,
- Granger, C.W. & Yoon, G. (2002). Hidden cointegration. *Economics Working Paper*.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. Working paper 3914, *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, MA.
- Gu, Z., Gao, Y., & Li, C. (2013). An empirical research on trade liberalization and CO2 emissions in China. *In International Conference on Education Technology and Information System*, 243-246.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.

- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Kesgingöz, H., & 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.
- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E., & Çoban, O. (2016). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği analizi: Türkiye örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 255-272.
- Kuznets S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 49, 1-28.
- Lapan, H. E. & Sikdar, S. (2011). Strategic environmental policy under free trade with transboundary pollution. *Review of Development Economics*, 15(1), 1–18.
- Naranpanawa, A. (2011). Does trade openness promote carbon emissions? Empirical evidence from Sri Lanka. *The Empirical Economics Letters*, 10(10), 973-986.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Sharma, S. S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, 88(1), 376-382.
- Shin, Y., Yu, B. & Greenwood-Nimmo, M. (2014). *Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework*. (In) R. Sickles ve W.C. Horrace, Festschrift in honor of Peter Schmidt içinde, New York: Springer, 281-314.
- Ozturk, I., & Acaravci, 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.
- Yazdi, S. K., & Mastorakis, N. I. K. O. S. (2014). Renewable, CO2 emissions, trade openness, and economic growth in Iran. Latest Trend in Energy. *Environment and Development*, 25, 360-370.
- Yılmaz, M., & Dilber, İ. (2020). Elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve dış ticaret açıklığının CO2 emisyonu üzerine etkisi: ARDL sınır testi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 459-475.
- Wang S., Zhou D., Zhou P. & Wang Q. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy Policy*, 39, 4870-4875.
- Zafar, M. W., Mirza, F. M., Zaidi, S. A. H., & Hou, F. (2019). The nexus of renewable and nonrenewable energy consumption, trade openness, and CO2 emissions in the framework of EKC: evidence from emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15162-15173.