

Doğuş Üniversitesi Dergisi, 18 (1) 2017, 31-44

Türkiye’de Dış Ticaret ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişkilerin Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Testleriyle Analizi

The Symmetric and Asymmetric Causality Analysis between Foreign Trade and Carbon Emissions in Turkey

Mustafa Kemal DEĞER⁽¹⁾, Uğur Korkut PATA⁽²⁾

ÖZ: Dış ticaret, karbondioksit salınımını doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkileyebilmektedir. Doğrudan etkinin karbondioksit salınımını artırması, dolaylı etkinin azaltması sebebiyle artan dış ticaretin karbondioksit salınımı üzerindeki etkisi belirsizdir. Bu çalışma, Türkiye’de dış ticaret ile karbondioksit salınımı arasındaki ilişkiyi 1971-2011 döneminde simetrik (Toda-Yamamoto (1995)), Hacker-Hatemi (2006)) ve asimetrik (Hatemi-J (2012)) nedensellik testleri ile incelemektedir. Nedensellik testleri sonuçlarına göre dış ticarettten karbondioksit salınımına doğru pozitif tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca karbondioksit salınımından dış ticarete negatif bir geri besleme etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbondioksit Salınımı, Dış Ticaret, Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Testleri, Çevre Kirliliği.

ABSTRACT: Foreign trade can effect CO₂ emissions either directly or indirectly. The impact of increasing foreign trade on carbon emissions is unclear because of direct effect increases carbon emissions versus indirect effect reduces this emission. This study investigates the causality relationship between foreign trade and carbon emissions with symmetric (Toda-Yamamoto (1995), Hacker-Hatemi (2006)) and asymmetric (Hatemi-J (2012)) causality analyses covering the period from 1971 to 2011 in Turkey. According to these causality tests results, a positive one way causality is moving from foreign trade to carbon dioxide emissions. Also, a negative feedback effect has been found from carbon emissions to foreign trade.

Keywords: Carbon Emissions, Foreign Trade, Symmetric and Asymmetric Causality Tests, Environmental Pollution.

JEL Classifications: Q56, Q53, C32, F18

1. Giriş

Dünyanın en büyük ve ilk ekonomik krizi olarak nitelendirilen 1929 Büyük Buhran sonrası birçok ülke tarafından uygulanan “komşuya zarar verme politikaları”, dünya ekonomisinin durma noktasına gelmesine yol açmış ve sanayileşmiş ülkeler bu gelişmelerden olumsuz etkilenmiştir. Dünya ekonomisinde yaşanan bu sıkışma üzerine sanayileşmiş ülkeler yeni bir arayış içerisine girmişler ve II. Dünya Savaşı sonrasında yeni dünya ekonomik düzeninin oluşturulmasına yönelik olarak dünya ticaretinin serbestleştirilmesini hedeflemişlerdir. Bu çerçevede 1944 yılında yapılan Bretton Woods Konferansında dünya ticaretinin serbestleştirilmesi için Uluslararası Ticaret Örgütü’nün kurulması karara bağlanmış olsa da bu örgüt anlaşması hiçbir ülkenin meclis ve senatoları tarafından kabul edilmeyince 1947 yılında geçici bir anlaşma olarak Gümrük Tarifeleri ve Ticaret Genel Anlaşması (GATT) yürürlüğe

^(1,2) Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü; mkdeger@ktu.edu.tr, korkutpata@ktu.edu.tr

Geliş/Received: 12-07-2016, Kabul/Accepted: 13-10-2016

girmiştir. GATT, günümüze kadar etkisini devam ettiren ticari küreselleşmenin ikinci büyük dalgasının başlangıcı olarak önemli bir görev üstlenmiş ve bu görevi 1995 yılında faaliyete geçen Dünya Ticaret Örgütü'ne devretmiştir.

Ticari küreselleşme ülkelere sağladığı önemli avantajların yanında bir takım sorunları da beraberinde getirmektedir. Örneğin dış ticaret yoluyla daha geniş pazarlara ürün satılması, bir yandan ölçek ekonomileri, verimlilik ve bağlantı etkileri ile ekonomik büyümeyi uyarabilmekte iken, diğer yandan ara ve sermaye malları ile temel hammaddelerin yurt dışından ithalatı da ülkelerin ihtiyaç duyduğu girdilere kolaylıkla ulaşabilmelerine ve böylelikle ekonomik büyümelerini canlandırmalarına hizmet edebilmektedir. Ancak ticari küreselleşme ile artan rekabet baskısı, yerli firmaların yok olabilmesine yol açabildiği gibi bu firmaların maliyet düşürme çabalarında farklı uygulamalara yönelebilmelerine de neden olmaktadır. Bu bağlamda ticari serbestleşme ile artan ihracat ve ithalat, bir yandan aşırı mal üretim ve tüketimine sebebiyet vermesiyle çevre kirliliğine yol açabildiği gibi özellikle az gelişmiş ülke (AGÜ)'ler ile gelişmekte olan ülke (GOÜ)'lerdeki yerel firmalar, rekabet üstünlüğü sağlayabilmek ve kar marjlarını arttırabilmek için çevre kirliliğine yol açan endüstrilere yığılabilmektedir.

İktisat yazınında ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiler, “Çevresel Kuznets Eğrisi” (ÇKE) yardımıyla ifade edilmektedir. Bu eğriye göre kişi başına düşen gelir belirli bir seviyeye yükselinceye kadar ekonomik büyüme çevre kirliliğine yol açarken, bu seviyeden sonra ekonomik büyüme, çevre bilincinin gelişmesi ve daha temiz sektörlere üretimin kaydırılmasıyla çevre kirliliğinde azalmaya yol açacaktır. Dolayısıyla dış ticaretin uyaracağı ekonomik büyümenin, özellikle eşik gelir düzeyinin altında kalan AGÜ ve GOÜ'lerdeki çevre kirliliğini arttıran sonuçlar doğurması beklenmektedir. Öte yandan gelişmiş ülke (GÜ)'lerdeki katı çevre düzenlemelerinin varlığı, ciddi boyutlarda çevre kirliliğine yol açan ürünlerin çevre ile ilgili yasal düzenlemelerin bulunmadığı veya yasal düzenlemeler bulunsu bile yeterli denetimlerin gerçekleştirilmediği AGÜ ve GOÜ'lerde üretilmesine yol açmaktadır. Hatta birçok sanayileşmiş ülke firmaları, kendi ülkelerindeki bu yasal düzenlemelerden kurtulmak için üretimlerini çevrenin hoyratça kirletilebildiği ülkelere kaydırabilmektedirler. Literatürde “Kirlilik Limanları Hipotezi” olarak adlandırılan bu durum, son zamanlarda Doğrudan Yabancı Yatırımlar (DYY)'in nedenlerini ve sonuçlarını araştıran ampirik çalışmalarda dikkate alınmaya başlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, dış ticaretin çevre kirliliği ile olan ilişkilerini Türkiye ekonomisi özelinde ele almaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın takip eden ikinci bölümünde dış ticaret ve çevre kirliliği arasındaki ilişkileri ele alan teorik ve ampirik literatürdeki bilgilere ve bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde kullanılan veri seti ve yöntem tanıtılmış, dördüncü bölümünde yapılan ampirik test sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise elde edilen bulgular değerlendirilip bazı politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. Dış Ticaret ve Çevre Kirliliği: Teori ve Ampirik Literatür

Dış ticaretin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, Klasik iktisatçılardan günümüze kadar güncelliğini koruyan bir tartışma konusudur. Dış ticaret büyüme ilişkilerini ele alan ampirik çalışmalarda, ihracata dayalı büyüme görüşünün desteklenmesi yanında ithalatın da ekonomik büyümenin önemli bir belirleyicisi olduğuna dair

güçlü bulgular söz konusudur. İhracat vasıtasıyla daha geniş pazarlara ulaşılması, bir yandan ölçek ekonomilerinden yararlanmaları için firmalara önemli avantajlar sağlarken, diğer taraftan ihracatın neden olacağı verimlilik artışı ve bağlantı etkileri, bir bütün olarak ülke ekonomisinin büyümesine katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde ihracat vasıtasıyla yeni bilgi ve yönetim teknolojilerinin ülkeye transferi de ekonomik büyümenin itici faktörleri arasında görülmektedir. Ekonomik büyümeyi dış ticaret vasıtasıyla uyarmanın bir başka yolu, özellikle AGÜ ve GOÜ’lerin ihtiyaç duydukları hammadde, makine ve teknoloji gibi girdilerin yurt dışından ithal edilmesidir. Dış ticaretin uyaracağı bu büyümenin ise çevre kirliliği üzerinde bir takım sonuçlar ortaya çıkarması kaçınılmazdır.

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği üzerine ilk tartışmalar, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ile ortaya konulmuştur. ÇKE’ye göre ekonomik büyümenin neden olacağı gelir artışları ile çevre kirliliği arasında önce pozitif; belirli bir gelir düzeyinden sonra ise negatif bir ilişki söz konusudur. Daha açık bir ifade ile ekonomik büyüme, belirli bir gelir düzeyine erişinceye kadar çevre kirliliğinde artışa yol açarken, bu gelir düzeyinden sonra ise azalışlara neden olabilecektir (Başar ve Temurlenk, 2007: 2). Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki bu ters U şeklindeki ilişkinin temelinde (i) ölçek ekonomileri etkisi, (ii) üretim kompozisyonundaki değişim etkisi ile (iii) teknik etki, Araştırma-Geliştirme (AR-GE) ile çevre dostu üretim teknolojilerinin kullanılması ve yaygınlaşmasının yol açtığı teknik etki yatmaktadır (Ahmed, Shahbaz ve Kyophilavong, 2016: 7680).

Firmaların ölçek büyüklüklerindeki artışlar, daha fazla girdi kullanımına ve buna bağlı olarak da daha fazla atık ve emisyonu yol açmaktadır. Diğer taraftan ekonomik büyüme ile birlikte üretim yapısında da ciddi değişiklikler yaşanabilmekte ve çevreye zararlı endüstrilerden çevreye zararı daha az veya çevre dostu sektörler doğru bir değişim gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum ise çevre kirliliğinde önemli azalışlara neden olabilmektedir. Son olarak ekonomik gelişmeye bağlı olarak ülkelerin AR-GE’ye yeterli kaynakları aktarabilmeleri, çevre dostu yeni teknolojilerin gelişmesine yol açarak çevre kirliliğinin azalmasını sağlayabilmektedir. Ters U hipotezi/eğrisi olarak da adlandırılan ÇKE’ye göre gelir düzeyi düşüken ölçek ekonomileri etkisi, teknik ve üretim kompozisyonu etkilerinin toplamından daha fazladır ve bu sebeple düşük gelir düzeyinde çevre kirliliği artmaktadır. Daha yüksek gelir düzeylerine ulaşıldıkça bu durum tersine dönmektedir. Dolayısıyla AGÜ ve GOÜ’lerde ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri, ölçek ekonomileri ile sınırlı kaldığı için ekonomik büyümenin çevre kirliliğine yol açması kaçınılmaz hale gelmektedir.

ÇKE’ye yönelik temel bir eleştiri, yüksek gelirli ülkelerde çevre kirliliğindeki azalışın ve düşük gelirli ülkelerde ise çevre kirliliğindeki artışın nedeni olarak dış ticareti dikkate almamasıdır (Cole, 2004: 71). Bu nedenle son zamanlarda ekonomik literatürde “Kirlilik Limanları” veya “Ekolojik Damping” olarak ifade edilen hipotezlerle, ÇKE analizlerinde dış ticaretin etkisinin de dikkate alınmasının gerekliliği ortaya konulmuştur. Bu çerçevede ticari liberalizasyon ile daha geniş pazarlara ulaşma imkanı yakalayan GÜ, AGÜ ve GOÜ’lerdeki firmaların ölçek büyüklüklerindeki artışlar, kaçınılmaz bir şekilde bu ülkelerdeki artan dış ticaretin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini şiddetlendirebilmektedir (ölçek ekonomileri etkisi). Ayrıca ticari küreselleşmeyle birlikte daha rekabetçi hale gelen dünya ekonomisinde AGÜ ve GOÜ’ler, karşılaştırmalı üstünlüklerinin bulunduğu ve yoğun çevre kirliliğine yol açan endüstrilerde uzmanlaşmak zorunda kalabilirken,

GÜ'ler ise daha yeni ve çevre dostu sektörlerde uzmanlaşmaya gidebilmektedirler (üretim kompozisyonu etkisi). Böyle bir yapının ortaya çıkmasında GÜ'lerde çevre ile ilgili çok katı yasal düzenlemelerin bulunmasına rağmen, AGÜ ve GOÜ'lerin birçoğunda böyle bir yasal düzenlemenin bulunmaması veya bulunsun bile dikkate alınmaması da etkili olmaktadır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ilk etapta çevre kirliliğine sebebiyet veren malların ve ham maddelerin ithalat ve ihracatını gerçekleştirerek ticaret yapmakta, gelişmiş ve kalkınmış ülkeler ise daha az çevre kirliliğine sebebiyet veren malların ithalatı ve ihracatını gerçekleştirmekte, çevre kirliliği bu ülkelerde korumacı politikaların da etkisi ile daha az olmaktadır. Son olarak GÜ'lerde AR-GE'ye yeterli düzeyde kaynak aktarılması, dış ticaretin çevre dostu yeni teknolojilere ve çevresel düzenlemelere yol açarak çevre kirliliğinin azalmasına yardımcı olmaktadır. Dış ticaretin çevre üzerindeki ölçek ekonomileri etkisi çevre kirliliğinde bir artışa yol açabilirken, kompozisyon etkisi belirsiz ve teknolojik yenilik etkisi ise çevre kirliliğini azaltıcı sonuçlara sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkileri, doğrudan ve dolaylı bir şekilde kendini gösterebilmekte ve bu etkiler ülkelerin niteliğine göre farklılık arz etmektedir.

Ayrıca son yıllarda çevre kirliliğinin önlenmesi için ülkeler çeşitli ulusal ve uluslararası tedbirler almaktadır. Türkiye'nin de 2009 yılında imzaladığı Kyoto Protokolü ile birlikte üye ülkelere karbon salınımı ve çevre kirliliği konusunda uyulması gereken belirli kıstaslar getirilmektedir. Çevre kirliliğine neden olan diğer etkenlerin yanı sıra dış ticaret politikaları da bu kıstaslar altında değerlendirilip çevre kirliliği kaygısı taşıyan ülkeler tarafından yeniden revize edilmektedir.

Dış ticaretin çevre kalitesi üzerindeki etkilerini çeşitli ekonometrik ve istatistikî yöntemlerle ele alan ve 2000'li yıllardan sonra hızla artış gösteren önemli bir ampirik literatür belirginleşmeye başlamıştır. Dış ticaret ve çevre kirliliğini ele alan ampirik literatürdeki çalışmalar hakkında özet bilgi ve bulgular, Tablo 1'de sunulmaktadır. Tablo 1'de verilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde çalışmaların büyük bir kısmında dış ticaretin çevre kirliliği üzerinde istatistikî açıdan anlamlı etkilere yol açtığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki bu etkileri, ele alınan ülke, kullanılan değişkenler, dikkate alınan dönem ve uygulanan yöntemlere göre farklılık göstermektedir.

Literatürde Çetin ve Seker (2014) ile Ertugrul, Cetin, Seker ve Dogan (2016) olmak üzere sadece iki çalışma Türkiye için karbondioksit salınımı ile dış ticaret arasındaki ilişkileri incelemiştir. Literatürdeki çalışmalar genelde dış ticareti GSYİH'ya oranlayarak yapılmaktadır. Bu çalışmada dış ticaret değişkenleri direk olarak analize dahil edilmekte ve çevre kirliliği ile dış ticaret arasındaki ilişkileri simetrik ve asimetrik nedensellik analizleri ile araştıran öncü çalışma olarak literatürden farklılık arz etmektedir.

Tablo 1. Dış Ticaret ve Çevre Kirliliği: Ampirik Literatür Özeti

Çalışma	Ülke(ler)/ Dönem	Yöntem ve Değişkenler	Bulgular
Dean (1999)	Çin’in İlleri, 1987-1995	Panel veri sabit etkili model, Dünya ticaret hadleri, Karaborsa primi ve COD ile ölçülen sanayi sektörü su kirlilik emisyonu	Ticari liberalizasyonun ticaret hadleri üzerindeki etkisi vasıtasıyla doğrudan çevre kirliliğine yol açması yanında gelir artışı üzerindeki etkisi vasıtasıyla ise dolaylı bir şekilde çevre kirliliğinin azalmasına neden olmaktadır.
Cole (2004)	OECD Ülkeleri, 1980-1997	Regresyon analizi, Toplam Ticaret/GSYİH ve 10 adet hava ve su kirliliği göstergesi	10 kirlilik göstergesinin 8’i için ticari açıklıktaki bir artış, emisyonlarda bir azalışa yol açarken, bu göstergelerin 6’sında ise etki istatistiki açıdan anlamlıdır.
Managi (2004)	63 Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülke, 1960-1999	Panel veri, Regresyon analizi, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Ticari açıklığın CO ₂ emisyonu üzerinde pozitif ve anlamlı etkileri olduğu belirlenmiştir.
Frankel ve Rose (2005)	41 GOÜ ve GÜ, 1990	Yatay-Kesit Regresyon analizi, Toplam Ticaret/GSYİH ve 7 Adet çevre kirliliği göstergesi	Dış ticaretin çevre kalitesi üzerinde zararlı etkilerine dair zayıf bulgular elde edilmiştir.
Feridun, Ayadi ve Balouga (2006)	Nijerya 1980-2001	EKK, GEKK Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂ ve ormansızlaşma	Ticari açıklık (veya yoğunluk) hem CO ₂ emisyonuna hem de ormansızlaşmaya neden olan önemli bir faktördür.
Managi, Hibiki ve Tetsuya (2009)	OECD Üyesi ve OECD Üyesi Olmayan 88 Ülke, 1973-2000 ve 1980-2000	Panel veri, Regresyon analizi Toplam Ticaret/GSYİH, SO ₂ , CO ₂ ve BOD	OECD Üyesi ülkelerde ticari açıklık, çevre kirliliğinin her üç değişkeni için de azaltıcı etkilere sahipken, OECD üyesi olmayan ülkelerde ise ticari açıklığın, SO ₂ ve CO ₂ salınımını arttırıcı etkileri belirlenmiştir.
Chebbi, Olarreaga ve Zitouna (2011)	Tunus 1961-2004	Johansen-Juselius eş-bütünleşme, VECM, Etki-Tepki Analizi, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Hem uzun hem de kısa dönemde ticari açıklığın CO ₂ emisyonu üzerinde doğrudan pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu fakat uzun dönemde dolaylı etkinin CO ₂ emisyonunu azalttığı belirlenmiştir.
Fotros ve Maaboudi (2011)	İran 1971-2008	Johansen Eş-bütünleşme, Granger nedensellik, GMM, Toplam Ticaret/GSYİH, İhracat/GSYİH, İthalat/GSYİH ve CO ₂	Değişkenler arası eş-bütünleşik bir ilişki ile ticari açıklık, ihracat ve ithalattan CO ₂ emisyonuna doğru tek yönlü pozitif bir nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.
Naranpanawa (2011)	Sri Lanka 1960-2006	ARDL, Sınır testi, Johansen-Juselius eş-bütünleşme, ECM Toplam Ticaret/GSYİH ve CO ₂	Uzun dönemde anlamlı ilişkiler yokken, kısa dönemde Ticari açıklıktan CO ₂ emisyonuna doğru pozitif tek yönlü bir nedensellik vardır.
Tayebi ve Younespour (2012)	İran’ın ticari ilişkisi olan seçilmiş Uzak Doğu, Ortadoğu ve OECD ülkeleri, 1991-2007	Panel Veri Regresyon Analizi, Rassal etki, Sabit etki, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Her üç ülke grubu için de İran’ın CO ₂ emisyonunda ticari açıklığın pozitif ve anlamlı etkileri söz konusudur.
Cialani (2013)	OECD üyesi (30) ve OECD Üyesi Olmayan (120) 150 Ülke, 1960-2008	Panel Veri, Westerlund eş-bütünleşme, ECM, Panel nedensellik analizi, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Tüm ülkelerde değişkenler arası bir eş-bütünleşme ilişkisi yanında OECD üyesi ülkelerde dış ticarettten CO ₂ ’ye doğru negatif bir nedensellik olduğu belirlenmiştir.

Çalışma	Ülke(ler)/ Dönem	Yöntem ve Değişkenler	Bulgular
Gu, Gao ve Li (2013)	Çin 1981-2010	Johansen-Juselius eş-bütünleşme, Granger nedensellik, Toplam Ticaret/GSYİH ve CO ₂	Değişkenler arası eş-bütünleşme ilişkisi yanında dışa açıklıktan CO ₂ 'ye doğru tekyönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Rahman (2013)	Bangladeş 1972-2009	VAR Granger nedensellik ve etki-tepki analizi, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Etki-Tepki analizinde ticari liberalizasyonun CO ₂ emisyonu üzerinde anlamlı etkilere sahip olduğu, tersi yönde bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.
Ubaidillah, Decker, Rahim ve Ismail (2013)	Endonezya, Malezya ve Filipinler, 1970-2008	Johansen-Juselius eş-bütünleşme, VECM Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Uzun dönemde Malezya'da ticari açıklık ile çevre kalitesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş iken, kısa dönemde Filipinler'de ticari açıklıktan CO ₂ 'ye doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir.
Çetin ve Seker (2014)	Türkiye 1980-2010	ARDL, Sınır testi, ECM Toplam Ticaret/GSYİH ve CO ₂	Dış ticaretin çevre kirliliğini arttıran bir unsur olduğu belirlenmiştir.
Salam, Sattar ve Gilani (2015)	Pakistan, 1980-2010	Granger nedensellik, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Dışa açıklık ve CO ₂ emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Ahmed, Shahbaz ve Kyophilavong (2016)	Yeni Sanayileşen Ülkeler 1970-2013	Panel veri, Pedroni eş-bütünleşme, Granger nedensellik Etki-tepki, Varyans ayrıştırma analizi Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Değişkenler arası uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisi yanında ticari açıklıktan CO ₂ 'ye doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir.
Ertugrul, Cetin, Seker ve Dogan (2016)	En fazla CO ₂ salınımında bulunan 10 GOÜ, 1971-2011	ARDL, Sınır testi, VECM Toplam Ticaret/GSYİH ve CO ₂	Tayland, Türkiye, Hindistan, Brezilya, Çin, Endonezya ve Güney Kore için değişkenler arası eş-bütünleşme ilişkisi belirlenmiş ve dışa açıklığın uzun dönemde CO ₂ emisyonunun nedeni olduğu tespit edilmiştir.
Ibrahim ve Law (2016)	40 Safra altı Afrika Ülkesi, 2000-2010	Dinamik panel veri GMM, Toplam Ticaret/GSYİH, CO ₂	Dış ticaretin kurumsallaşmanın az olduğu ülkelerde çevre kirliliğini arttırdığını, kurumsallaşmanın sağlandığı ülkelerde ise çevresel kaliteyi artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Le, Chang ve Park (2016)	Yüksek, Orta ve Düşük Gelirli 98 Ülke 1990-2013	Panel veri, Westerlund eş-bütünleşme, ECM, Toplam Ticaret/GSYİH, İhracat/GSYİH, İthalat/GSYİH ile CO ₂ ve PM10	Ticari açıklık yüksek gelirli ülkelerde çevre üzerinde olumlu etkilere sahipken, orta ve düşük gelirli ülkelerde ise zararlı etkilere yol açmaktadır.

Not: SO₂= Sülfür dioksit salınımı, BOD= Biyokimyasal oksijen talebi. EKK=En küçük kareler yöntemi. GEKK= Genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi. VECM= Vektör hata düzeltme modeli. GMM= Genelleştirilmiş momentler yöntemi. ECM= Hata düzeltme modeli. PM10= Partikül madde emisyonu.

3. Veri Seti ve Metodoloji

1971-2011 dönemini ele alarak 41 gözlem ile gerçekleştirilen bu çalışmadaki tamamı Dünya Bankası Kalkınma Göstergelerinden (WDI) elde edilen değişkenlerden; CO₂: fosil yakıt tüketimi ve çimento imalatı sonucunda oluşan toplam karbondioksit salınımı (kiloton), CO₄: petrol ve türevi akaryakıtlardan kaynaklanan toplam karbondioksit emisyonu (kiloton), 2005 dolar bazlı deflator ile reel hale getirilen dış ticaret değişkenleri; EX: toplam mal ihracatı, IM: toplam mal ithalatı ve IM+EX=IMEX toplam mal ticaretidir. CO₂ ve CO₄ Türkiye'deki toplam karbon salınımının yaklaşık %68'ini oluşturmaktadır. Logaritmik olarak analize

dahil edilen değişkenler arasındaki ilişkiler, Gauss 10, E-views 9 ve Stata 14 paket programları ile test edilmiştir.

Zaman serileri analizinde birim kökün varlığı durumunda en küçük kareler (EKK) yönteminin tahmincileri sapmalı ve tutarsız olabilmekte ve sahte regresyon problemi ile karşılaşılabilir. Dolayısıyla değişkenlerin öncelikle durağanlık sınamalarına tabi tutulması gerekmektedir. Augmented Dickey-Fuller (ADF) (1981) birim kök testi, Dickey-Fuller (DF) modelde otokolerasyonun olmadığını varsayan birim kök testine, otokolerasyon sorununun oluşması halinde gidermek amacı ile serinin m gecikmeli değerlerinin modele açıklayıcı değişken olarak ilave edilmesi ile genişletilen DF birim kök testidir. Sabitli ve sabitli+trendli ADF birim kök testi modelleri denklem 1 ve 2’de gösterilmiştir. δ , α katsayıları, Δ fark işlemcisini ε_t hata terimlerini ve t trendi sembolize etmektedir.

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \delta_i \sum_{i=1}^m \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 X_{t-1} + \delta_i \sum_{i=1}^m \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Phillips-Perron (PP) (1988) birim kök testi, otokolerasyon sorununu ADF testinden farklılaşarak serinin gecikmeli değerlerini modele ilave ederek serbestlik derecesini azaltmak yerine, hesaplanan t-istatistiğine parametrik olmayan bir düzeltme yaparak gidermektedir. Elliot, Rothenberg ve Stock (1996)’un geliştirdikleri DF-GLS birim kök testi, genelleştirilmiş en küçük karelerle (GLS) çözümlenmiş Dickey-Fuller testi olarak adlandırılmaktadır. Hem DF-GLS hem de ERS-PO testi sabitli ve sabitli+trendli modellerde ADF birim kök testine göre daha güvenilir ve etkin sonuçlar vermektedir. Dört birim kök testinde de sıfır hipotezi birim kökün varlığını, alternatif hipotez ise serilerin durağan olduğunu belirtmektedir. Herhangi bir öncü eş-bütünleşme ve birim kök testi gerçekleştirilmeden uygulanabilen Toda-Yamamoto (1995) Granger nedensellik testi, Granger (1969), Sims (1972) ve Hsiao (1981) nedensellik testlerindeki gibi serilerin aynı derecede eş-bütünleşik olarak analize dahil edilmesi gerekmekte ve I(1) veya daha üst mertebeden eş-bütünleşik bulunan seriler analize seviyesinde dahil edildiğinden dolayı uzun dönem bilgi kaybı önlenmektedir. TY Granger nedensellik analizinde testi güçlendirmek için SIC, AIC, HQ ve FPE bilgi kriterleri ile belirlenen optimal gecikme uzunluğuna serilerin maksimum bütünleşme derecesine göre d_{max} gecikme uzunluğu eklenmekte ve nedensellik sınaması için geliştirilmiş Wald (MWald) testi uygulanmaktadır. TY Granger nedensellik analizi için uygulanan $j+d_{max}$ gecikme uzunluğuna sahip VAR modeli denklem (3) ve (4)’te gösterilmektedir.

$$Y_t = \alpha_{10} + \sum_{i=1}^j \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=j+1}^{j+d_{max}} \phi_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^j \delta_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=j+1}^{j+d_{max}} \partial_{1i} X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$X_t = \alpha_{20} + \sum_{i=1}^j \alpha_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=j+1}^{j+d_{max}} \theta_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^j \sigma_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=j+1}^{j+d_{max}} \omega_{2i} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

Geliştirilmiş Wald testi sadece modelde var olan j gecikme uzunluğuna uygulanmaktadır. X, Y’nin Granger nedeni değildir: $H_0: \delta=0$ ve Y, X’in Granger nedeni değildir: $H_0: \sigma=0$ hipotezleri test edilmektedir. Sıfır hipotezi her iki durumda da reddedildiğinde değişkenler arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığı belirlenmektedir. Hacker-Hatemi (2006) nedensellik testi ise Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinde hesaplanan test istatistiği ile karşılaştırılan tablo kritik

değerinin bootstrap simülasyonu ile elde edilmiş halidir. Ayrıca Hacker-Hatemi (2006), Toda-Yamamoto (1995) veya Dolado-Lütkepohl (1996) VAR modellerinin tahmininde optimal gecikme uzunluğunun en iyi HQ ve SIC bilgi kriterleri ile belirlenebileceğini, iki kriterin bazı durumlarda farklı gecikme uzunluğu belirtmesinden ötürü iki bilgi kriterini birlikte analiz eden Hatemi-J (2003) (HJC) bilgi kriteri ile optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerektiği ifade etmişlerdir. HJC bilgi kriterinin formülasyonu denklem (5)'te gösterilmektedir.

$$HJC = \ln(|\hat{\Omega}|) + j \left(\frac{n^2 \ln T + 2n^2 \ln(\ln T)}{2T} \right), j=0, \dots, k. \quad (5)$$

$|\hat{\Omega}|$, j gecikme uzunluğu ile tahmin edilen VAR modelinin hata terimlerinin varyans-kovaryans matrisini, n modeldeki denklem sayısını, T gözlem sayısını belirtmektedir. Optimal gecikme uzunluğu belirlendikten sonra sıfır hipotezinin analizi için gerçekleştirilecek TY-VAR analizi $(j+d_{\max})$ denklemi $Y = \hat{D}Z + \hat{\delta}$ şeklinde ifade edilirse;

$Y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_T)(n \times T)$ matrisi, $\hat{D} = (\hat{\alpha}, \hat{A}_1, \hat{A}_2, \hat{A}_j, \dots, \hat{A}_{j+d_{\max}})(n \times (1+n(j+d_{\max})))$ matrisi;

$$Z_t = \begin{bmatrix} 1 \\ y_t \\ y_{t-1} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{t-j-d_{\max}+1} \end{bmatrix} \quad ((1+n(j+d_{\max})) \times 1) \text{ matrisi, } t=1, \dots, T,$$

$Z = (Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_{T-1})((1+n(j+d_{\max})) \times T)$ matrisi. $\hat{\delta} = (\hat{u}_1, \hat{u}_2, \hat{u}_3, \dots, \hat{u}_T)$ $(n \times T)$ matrisidir.

Kısıtsız regresyonun hata terimleri $(n \times T)$ $\hat{\delta}_U$ matrisi tahmin edilir. $S_u = \hat{\delta}_U' \hat{\delta}_U / T$ şeklinde hesaplanır. $\beta = \text{vec}(\alpha, A_1, \dots, A_j, 0_{n \times n d_{\max}})$, $\hat{\beta} = \text{vec}(\hat{D})$, vec sütün-yığılma operatörünü belirtmektedir. $0_{n \times n d_{\max}}$ n satır, $n(d_{\max})$ sütünlü sıfır matrisini göstermektedir. Toda Yamamoto'nun modifiye edilmiş MWald testi denklem 6'da belirtilmektedir.

$$MWald = (C\hat{\beta})' \left[C \left((Z'Z)^{-1} \otimes S_u \right) C \right]^{-1} (C\hat{\beta}) \quad (6)$$

\otimes Kronecker çarpımını ve C kısıtları içeren $j \times n(1+n(j+d_{\max}))$ boyutundaki gösterge fonksiyonu matrisini göstermektedir. C'nin her bir j satırı β katsayısının sıfıra eşit olup olmadığı kısıtlamasıyla ilişkilidir. TY-VAR analizinde Granger nedenselliğin araştırıldığı sıfır hipotezi $H_0 = C\beta = 0$ şeklinde test edilmektedir. Hacker-Hatemi (2006) TY Granger nedensellik analizinin tablo kritik değerlerini hem bootstrap simülasyonu ile daha etkin bir şekilde elde etmesi hem de modelde ARCH etkisinin var olup olmadığını Engle (1982)'nin geliştirdiği otoregresif şartlı değişen varyans (ARCH) testi ile test etmesi, nedensellik bulgularının daha etkin olmasını sağlamaktadır. Hem Toda-Yamamoto (1995) hem de Hacker-Hatemi (2006) nedensellik testleri değişkenlerdeki pozitif ve negatif şokların nedensellik etkilerini ihmal etmektedir. Hatemi-J (2012), değişkenlerdeki şokları ilk defa pozitif ve negatif olarak ayıran Granger ve Yoon (2002)'un asimetrik eş-bütünleşme analizini

Granger nedensellik testi için geliştirmiştir. Bu yaklaşım pozitif ve negatif şokların potansiyel etkilerini ayrı ayrı dikkate almaktadır.

$$CO_{2t} = CO_{2,t-1} + \varepsilon_{1t} = CO_{2,1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad EX_t = EX_{t-1} + \varepsilon_{2t} = EX_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (7)$$

Denklem (7)’de $t = 1, 2, 3, 4, \dots, T$, sabit terimler $CO_{2,1,0}$ ve $EX_{2,0}$ başlangıç değerlerini ε_{1i} ve ε_{2i} beyaz gürültü durağan hata terimleridir. Pozitif ve negatif şoklar; $\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0)$, $\varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0)$; $\varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0)$, $\varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0)$, Bütün olarak $\varepsilon_{1i} = \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^-$ ve $\varepsilon_{2i} = \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^-$ olarak ifade edilebilir. Eşitlik ayırıştırılmadan sonra denklem (8) ve (9)’daki gibi gösterilebilir.

$$CO_{2t} = CO_{2,t-1} + \varepsilon_{1t} = CO_{2,1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^- \quad (8)$$

$$EX_t = EX_{t-1} + \varepsilon_{2t} = EX_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (9)$$

Değişkenler pozitif ve negatif birleşenlerine ayırıştırıldıktan sonra Hacker-Hatemi (2006) nedensellik testinde olduğu gibi HJC bilgi kriteri ile VAR modeli tahmin edilmekte ve bootstrap simülasyonu ile tablo kritik değerleri oluşturulmaktadır.

4. Ampirik Bulgular

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon katsayıları matrisi Tablo 2’de gösterilmektedir. Korelasyon katsayıları matrisine göre her beş değişken birbirleri ile pozitif bir ilişki içerisindedir. Ancak bu ilişki değişkenler arasında herhangi bir nedensellik olduğunu ve nedenselliğin yönü hakkında bir bilgi kesin olarak sunmamaktadır. Tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında, ortalama ve ortanca değerler birbirlerine yakın, JB p-değeri %10 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğundan dolayı serilerin normal dağılıma sahip olduğunu ifade eden sıfır hipotezi reddedilememektedir. Jarque-Bera istatistiği değerleri ve serilerin eğiklik değerlerinin 0’a basıklık değerlerinin de 2’ye yakın oluşu incelenen serilerin normal dağılıma sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Tablo 2. Değişkenler Arası Korelasyon Matrisi ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	CO2	CO4	EX	IM	IMEX
CO2	1,00				
CO4	0,99***	1,00			
EX	0,96***	0,97***	1,00		
IM	0,98***	0,97***	0,98***	1,00	
IMEX	0,98***	0,97***	0,99***	0,99***	1,00
Ortalama	5.13	4.72	10.39	10.63	10.83
Ortanca	5.17	4.80	10.43	10.60	10.83
Maksimum	5.51	5.12	11.03	11.28	11.47
Minimum	4.68	4.25	9.62	9.92	10.12
Standart Hata	0.23	0.27	0.44	0.38	0.40
Eğiklik	-0.23	-0.39	-0.40	-0.21	-0.27
Basıklık	1.86	1.81	1.92	1.98	1.92
Jarque-Bera (p-değeri)	2.57 (0,28)	3.44 (0,18)	3.12 (0,21)	2.07 (0,35)	2.47 (0,29)

Not: ***: %1’de anlamlı

Tablo 3. Birim Kök Testleri Sonuçları

Testler	ADF		PP		DF-GLS		ERS-PO	
	C	C+T	C	C+T	C	C+T	C	C+T
CO ₂	-1,43	-2,87	-1,55	-2,93	1,39	-2,31	437,3	16,80
CO ₄	-0,93	-1,70	-0,93	-1,75	0,67	-1,72	196,1	16,78
EX	-0,84	-2,29	-0,83	-2,34	0,33	-2,36	80,92	9,82
IM	-0,88	-3,57	-0,75	-3,46	0,53	-3,48**	86,94	6,64*
IMEX	-0,84	-2,80	-0,78	-2,97	0,47	-3,37**	111,53	8,16
Δ CO ₂	-6,04***	-6,00***	-6,14***	-6,24***	-4,65***	-5,83***	2,29**	5,38**
Δ CO ₄	-6,45***	-6,41***	-6,45***	-6,41***	-6,50***	-6,58***	1,22***	4,47**
Δ EX	-6,56***	-6,48***	-6,56***	-6,47***	-6,57***	-6,64***	1,25***	4,57**
Δ IM	-6,03***	-5,94***	-8,44***	-8,31***	-5,90***	-6,06***	1,37***	4,77**
Δ IMEX	-5,57***	-5,49***	-6,47***	-6,36***	-5,49***	-5,61***	1,36***	4,76***

Not: ADF ve DF-GLS'de optimal gecikme uzunluğu SIC'ye göre belirlenmiştir. ***: %1'de anlamlı. **: %5'te anlamlı

Serilerin durağanlığı hakkında güvenilir ve etkin sonuçlar elde edebilmek için dört farklı birim kök analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te birim kök testleri sonuçlarına göre her dört seri de %1 anlamlılık düzeyinde birim köklü (rassal yürüyüş), birinci farkında durağan (beyaz gürültü) tespit edilmiştir.

Tablo 4. Toda Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Model	Nedensellik [Katsayı]	SUR Wald Test (j)	OLS-Wald Test (j)	SUR Katsayılar Toplamı
CO ₂ =f(EX) EX=f(CO ₂)	EX → CO ₂ [+0,06] Yok	$\chi^2=8,43$ (0,01) ^a	F= 3,44 (0,04) ^b $\chi^2=6,88$ (0,03) ^b	$\chi^2=3,19$ (0,07) ^c
CO ₂ =f(IM) IM=f(CO ₂)	IM → CO ₂ [+0,21] Yok	$\chi^2=21,00$ (0,00) ^a	F= 8,57 (0,00) ^a $\chi^2=17,13$ (0,00) ^a	$\chi^2=19,24$ (0,00) ^a
CO ₂ =f(IMEX) IMEX=f(CO ₂)	IMEX → CO ₂ [+0,17] CO₂ → IMEX [-1,52]	$\chi^2=21,04$ (0,00) ^a $\chi^2=6,91$ (0,03) ^b	$\chi^2=17,17$ (0,00) ^a $\chi^2=5,63$ (0,06) ^c	$\chi^2=15,21$ (0,01) ^a $\chi^2=5,57$ (0,02) ^b
CO ₄ =f(EX) EX=f(CO ₄)	EX → CO ₄ [+0,14] Yok	$\chi^2=17,73$ (0,01) ^a	F= 7,24 (0,00) ^a $\chi^2=14,47$ (0,00) ^a	$\chi^2=6,11$ (0,01) ^a
CO ₄ =f(IM) IM=f(CO ₄)	IM → CO ₄ [+0,18] Yok	$\chi^2=6,35$ (0,04) ^a	F= 2,59 (0,09) ^c $\chi^2=5,18$ (0,8) ^c	$\chi^2=5,59$ (0,02) ^b
CO ₄ =f(IMEX) IMEX=f(CO ₄)	IMEX → CO ₄ [+0,19] CO₄ → IMEX [-0,44]	$\chi^2=10,08$ (0,01) ^a $\chi^2=7,66$ (0,02) ^b	$\chi^2=8,22$ (0,02) ^b $\chi^2=6,24$ (0,04) ^b	$\chi^2=6,42$ (0,01) ^a $\chi^2=1,38$ (0,24)
Diagnostik Testler	LM İstatistiği	Jarque Bera Dornik-Hansen	White χ^2	AR Kökler (max;min)
Model 1	<7,04 (0,13)	2,90 (0,54)	33,05 (0,61)	0,66;0,15
Model 2	<6,76 (0,15)	2,11 (0,76)	45,92 (0,12)	0,93;0,38
Model 3	<6,90 (0,14)	2,18 (0,70)	37,91 (0,38)	0,93;0,38
Model 4	<4,16 (0,38)	4,70 (0,32)	46,43 (0,11)	0,90;0,09
Model 5	<5,49 (0,24)	7,21 (0,13)	38,88 (0,34)	0,92;0,28
Model 6	<5,03 (0,28)	6,92 (0,14)	38,42 (0,36)	0,93;0,20

Not: [] iki gecikmenin toplam değeri. () olasılık değerleri. ^a: %1, ^b: %5^c: %10'da anlamlı.

Tablo 4'te hem SUR hem de en küçük kareler (OLS) yöntemiyle çözümlenen optimal gecikme uzunluğu $j+d_{\max}=2+1=3$ olarak belirlenen Toda-Yamamoto nedensellik testinde bulunan bulgular, ithalat, ihracat ve toplam ticaret arttıkça Türkiye'de karbondioksit salınımının arttığını göstermektedir. Ayrıca hem petrol ve türevi akaryakıtlardan kaynaklanan hem de fosil yakıt tüketimi ve çimento imalatı sonucunda oluşan toplam karbondioksit salınımından toplam mal ticaretine doğru

negatif bir nedensellik tespit edilmiştir. Kurulan 6 model için de gerçekleştirilen diagnostik testleri sonucunda otokolerasyon, değişen varyans ve normallik sorununun olmadığı kanıtlanmış, AR köklerin 1’den küçük olması ile de kurulan VAR modellerinin istikrarlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Cusum ve Cusum Square Test İstatistikleri

Model	Cusum Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Cusum-Sq Test İstatistiği	Olasılık Değeri
CO ₂ =f(EX)	0,50	0,64	0,10	1,00
CO ₂ =f(IM)	0,64	0,33	0,14	0,68
CO ₂ =f(IMEX)	0,46	0,75	0,10	1,00
CO ₄ =f(EX)	0,89	0,11	0,16	0,54
CO ₄ =f(IM)	0,55	0,53	0,22	0,21
CO ₄ =f(IMEX)	0,62	0,38	0,18	0,40
IMEX=f(CO ₂)	0,57	0,47	0,26	0,11
IMEX=f(CO ₄)	0,61	0,40	0,13	0,81

Brown, Durbin ve Evans (1975)’in geliştirdikleri Cusum ve Cusum-sq testleri ile yapısal kırılmaların modelde var olup olmadığı test edilmektedir. Modelde herhangi bir yapısal kırılmanın var olmadığını ifade eden sıfır hipotezi Tablo 5’te görüldüğü üzere 8 model için de reddedilememiş, TY-VAR analizinde gerçekleştirilen modellerde herhangi bir yapısal kırılma sorununun olmadığı kanıtlanmıştır.

Tablo 6. Hacker-Hatemi 2006 Simetrik Nedensellik Testi

Model	Test İstatistiği	%1	%5	%10	Gecikme
EX→CO ₂	3,34*	7,62	4,11	2,87	2
IM→CO ₂	4,11*	7,47	4,13	2,83	2
IMEX→CO ₂	4,27**	7,48	4,22	2,88	2
CO ₂ →EX	1,55	7,48	2,66	2,92	2
CO ₂ →IM	0,19	7,10	4,07	2,80	2
CO ₂ →IMEX	0,42	7,44	4,18	2,90	2
EX→CO ₄	7,83***	7,72	4,20	2,90	2
IM→CO ₄	1,87	7,65	4,10	2,88	2
IMEX→CO ₄	3,57*	7,69	4,16	2,90	2
CO ₄ →EX	3,69*	7,96	4,23	2,90	2
CO ₄ →IM	2,37	7,79	4,23	2,83	2
CO ₄ →IMEX	3,86*	7,88	4,18	2,86	2

Not: Optimal gecikme uzunluğu HJC Bilgi kriteri ile tespit edilmiştir. Bootstrap sayısı 10000.

Tablo 6’da HJC bilgi kriteri ile optimal gecikme uzunluğu belirlenen ve tablo kritik değerleri bootstrap simülasyonu ile elde edilen Hacker-Hatemi (2006) nedensellik testi sonucunda TY Granger nedensellik testinde olduğu gibi dış ticaret değişkenlerinden (ithalattan CO₄’e hariç) karbondioksit salınımına doğru bir nedenselliğin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yine TY nedensellik testinde olduğu gibi karbondioksit salınımindan toplam mal ticaretine doğru negatif bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Değişkenlerin pozitif ve negatif şoklarının ayrıştırılarak nedensellik analizinin gerçekleştirildiği Hatemi-J (2012) Granger nedensellik analizinde Toda-Yamamoto (1995)’nin önerisi izlenerek HJC bilgi kriteri ile tespit edilen gecikme uzunluğuna pozitif ve negatif şoklar birinci farkında durağan olduğundan dolayı +1 gecikme uzunluğu eklenerek analizi gerçekleştirilen modellerde sadece ihracat ve toplam dış ticaretin negatif şoklarından petrol ve türevi akaryakıtlardan kaynaklanan toplam karbondioksit emisyonunun negatif şoklarına doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca hem CO₄’ün pozitif hem de

negatif şoklarından toplam mal ticaretinin pozitif ve negatif şoklarına doğru bir nedensellik olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Hatemi J 2012 Asimetrik Nedensellik Testi

Model	Test İstatistiği	%1	%5	%10	Gecikme
IM ⁻ → CO ₂ ⁻	0,97	15,01	5,41	2,74	2
IM ⁺ → CO ₂ ⁺	0,46	7,48	4,17	2,93	2
CO ₂ ⁻ → IM ⁻	0,18	12,43	4,55	2,68	2
CO ₂ ⁺ → IM ⁺	0,72	7,22	4,10	2,91	2
EX ⁻ → CO ₂ ⁻	0,58	11,06	4,44	2,83	2
EX ⁺ → CO ₂ ⁺	0,93	7,90	4,38	3,03	2
CO ₂ ⁻ → EX ⁻	1,81	9,34	4,35	2,74	2
CO ₂ ⁺ → EX ⁺	0,001	8,21	4,28	2,91	2
IMEX ⁻ → CO ₂ ⁻	0,35	9,83	4,27	2,84	2
IMEX ⁺ → CO ₂ ⁺	0,45	7,33	4,33	2,96	2
CO ₂ ⁻ → IMEX ⁻	0,51	10,99	4,43	2,74	2
CO ₂ ⁺ → IMEX ⁺	0,35	7,44	4,08	2,89	2
IM ⁻ → CO ₄ ⁻	2,49	13,74	4,91	2,73	2
IM ⁺ → CO ₄ ⁺	2,13	7,57	4,26	3,08	2
CO ₄ ⁻ → IM ⁻	0,91	11,99	4,80	2,64	2
CO ₄ ⁺ → IM ⁺	1,16	7,22	4,18	2,89	2
EX ⁻ → CO ₄ ⁻	4,49*	10,01	4,67	2,82	2
EX ⁺ → CO ₄ ⁺	2,60	7,83	4,32	2,95	2
CO ₄ ⁻ → EX ⁻	2,35	9,58	4,38	2,75	2
CO ₄ ⁺ → EX ⁺	2,65	7,62	4,25	2,93	2
IMEX ⁻ → CO ₄ ⁻	3,34*	13,60	4,85	2,69	2
IMEX ⁺ → CO ₄ ⁺	2,68	7,85	4,28	3,01	2
CO ₄ ⁻ → IMEX ⁻	2,74*	12,48	4,51	2,67	2
CO ₄ ⁺ → IMEX ⁺	4,32**	7,42	4,03	2,88	2

Not: Optimal gecikme uzunluğu HJC Bilgi kriteri ile tespit edilmiştir. Bootstrap sayısı 10000.

5. Sonuç ve Öneriler

II. Dünya Savaşı sonrasında başlayan ve 1991 yılında SSCB'nin dağılmasıyla hız kazanan küreselleşme, ekonomiden sosyal hayata, çevreden siyasal yaşama, kültürden eğitime birçok alanda yansımaları olan bir kavramdır. Küreselleşmenin en dikkat çekici boyutu ise ekonomik anlamda yaşanmıştır. Bu çerçevede ülkeler bir yandan uluslararası sermaye hareketlerine açık hale gelirken, diğer taraftan hem ticaret hem de DYY'lar vasıtasıyla birbirine daha bağımlı olmaya başlamışlardır. GATT ile başlayan ve Dünya Ticaret Örgütü ile kurumsal kimlik kazanan ticari küreselleşme, özellikle iletişim ve ulaşım imkanlarında yaşanan önemli gelişmelerle birlikte dünya ticaret hacminde önemli artışların yaşanmasına yol açmıştır. Bu çerçevede yeterli yurtiçi piyasa hacmine sahip olmayan AGÜ ve GOÜ'ler, dış ticareti ekonomik büyümelerinin önemli bir aracı olarak görmeye başlamışlardır. Bununla birlikte dünya ticaret hacmindeki artışın, çevre kirliliği üzerinde önemli sonuçlar doğurması da kaçınılmazdır. Dış ticaret bir yandan ölçek büyüklüğünün artması ile daha fazla girdi kullanımına sebebiyet vererek atık ve emisyonu neden olurken, diğer taraftan özellikle AGÜ ve GOÜ'lerde kirliliği endüstriler adı verilen çevreye büyük zarar veren endüstrilerde uzmanlaşmaya yol açarak çevre kirliliğinde önemli artışlara sebebiyet verebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı dış ticaret ve çevre kirliliği arasındaki ilişkileri Türkiye özelinde ele almaktır. Çalışmada 1971-2011 dönemi dikkate alınarak gerçekleştirilen simetrik (Toda-Yamamoto (1995) ve Hacker-Hatemi (2006)) ve asimetrik (Hatemi-J (2012)) nedensellik analizlerinde hem toplam mal ticaretinin hem de mal ihracatı ve ithalatının

çevre kirliliğinde bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca artan karbondioksit salınımının sadece toplam mal ticareti üzerinde negatif bir geri besleme etkisinin olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, Türkiye ekonomisi açısından dış ticaretin ülkenin çevre kalitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında, Türkiye’de yeteri düzeyde çevre düzenlemeleri için yasal zeminin oluşturulamamasının ve mevcut yasaların da gerekli denetimlerle caydırıcı bir şekilde kullanılmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ülkenin karşılaştırmalı üstünlüğünün kirliliği endüstriler olarak bilinen petro-kimya sanayi, çimento sanayi, tekstil ve giyim eşyası gibi ürünlere dayanması ve enerji için ihtiyaç duyulan petrol, doğalgaz ve kömür ithalatının toplam ithalat içerisinde önemli bir yer tutması, dış ticaretin çevre kirliliğinde artışa yol açmasının diğer nedenleri arasındadır.

Sonuç olarak Türkiye’nin dış ticaret ile birlikte ölçek ekonomileri ve kompozisyon etkisi nedeniyle yaşadığı çevre kirliliğini azaltabilmesi ve gelecek nesillere daha yaşanabilir bir ülke bırakabilmek için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması ve ısrarlı bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Ayrıca çevre dostu sektörlerle doğru üretim yapısında değişikliklerin gerçekleşmesi şarttır. Ancak bu yapısal dönüşümün zaman alacağı aşikardır. Söz konusu bu yapısal dönüşüm için devlete önemli görevler düşmektedir. Örneğin yeni ve çevre dostu teknolojilerin kullanılması için firmalara sübvansiyonların verilmesi yanında AR-GE’ye gereken kaynakların aktarılması çevre dostu üretim teknolojilerinin geliştirilmesi sağlanmalıdır. Dünya Ticaret Örgütü’nün haksız rekabet olarak gördüğü sübvansiyon uygulamalarına yeşil ışık yaktığı durumlardan birisi çevreye verilen zararların azaltılması iken, diğeri ise AR-GE’ye verilen desteklerdir. Bu iki noktada hükümetler, politikaların oluşturulması ve kullanılmasında önemli hareket özgürlüğüne sahiptirler.

6. Referanslar

- Ahmed, K., Shahbaz, M. ve Kyophilavong, P. (2016). Revisiting the emissions-energy-trade nexus: evidence from the newly industrializing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(8), 7676-7691.
- Brown, R. L., Durbin, J. ve Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time-with discussion. *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, 37, 150-155.
- Başar, S. ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye uyarlanmış kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Chebbi, H. E., Olarreaga, M. ve Zitouna, H. (2011). Trade openness and CO2 emissions in Tunisia. *Middle East Development Journal*, 3(1), 29-53.
- Cialani C. (2013). CO2 emissions, GDP and trade: a panel cointegration approach. Dalarna University Working Papers in transport, tourism, information technology and microdata analysis No: 2013: 12. Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Çetin, M. ve 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.
- Dean, J. M. (1999). Testing the impact of trade liberalization on the environment: theory and evidence, P. Fredriksson, (Ed.) *Trade, global policy and the environment*. (55-63.ss) Washington, D.C.: World Bank.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for an autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J. ve Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.

- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50(4), 987-1007.
- Ertugrul, H. M., Cetin, M., Seker, F. ve Dogan, E. (2016). The impact of trade openness on global carbon dioxide emissions: Evidence from the top ten emitters among developing countries. *Ecological Indicators*, 67, 543-555.
- Feridun, M., Ayadi, F. S. ve Balouga, J. (2006). Impact of trade liberalization on the environment in developing countries The case of Nigeria. *Journal of Developing Societies*, 22(1), 39-56.
- Fotros, M. H. ve Maaboudi, R. (2011). Trade openness and CO2 emissions in Iran, 1971-2008. *International Journal of Business and Development Studies*, 3(1), 73-84.
- Frankel, J. A. ve Rose, A. K. (2005). Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, 37, 424-438.
- Granger, C.W. J. ve Yoon, G. (2002). Hidden cointegration. University of California, Working Paper 2002-02.
- Gu, Z., Gao, Y., ve Li, C. (2013). An empirical research on trade liberalization and CO2 emissions in China, *International Conference on Education Technology and Information System (ICETIS 2013)* içinde (243-246 ss.). Atlantis Press.
- Hacker, R. S. ve Hatemi-J, A. (2006). Tests for causality between integrated variables using asymptotic and bootstrap distributions: theory and application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hsiao, C. (1981). Autoregressive modelling and money-income causality detection. *Journal of Monetary Economics*, 7(1), 85-106.
- Hatemi-J, A. (2003). A new method to choose optimal lag order in stable and unstable VAR models. *Applied Economics Letters*, 10(3), 135-137.
- Hatemi-J, A. (2012). Asymmetric causality tests with an application. *Empirical Economics*, 43(1), 447-456.
- Ibrahim, M. H. ve Law, S. H. (2016). Institutional quality and CO2 emission–trade relations: evidence from Sub-Saharan Africa. *South African Journal of Economics*, 84(2), 323-340.
- Le, T. H., Chang, Y. ve Park, D. (2016). Trade openness and environmental quality: International evidence. *Energy Policy*, 92, 45-55.
- Managi, S. (2004). Trade liberalization and the environment: carbon dioxide for 1960-1999. *Economics Bulletin*, 17(1), 1-5.
- Managi, S., Hibiki, A. ve Tsurumi, T. (2009). Does trade openness improve environmental quality?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(3), 346-363.
- Naranpanawa, A. (2010). Does trade openness promote carbon emissions? Empirical evidence from Sri Lanka. *The Empirical Economics Letters*, 10(10), 973-986.
- Phillips, P. C. B., ve Perron, P. (1988). Testing for unit roots in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rahman, M. Z. (2013). Relationship between trade openness and carbon emission: a case of Bangladesh. *Journal of Empirical Economics*, 1(4), 126-134.
- Salam, S., Sattar, A. ve Gilani, S. W. (2015). An empirical research on trade liberalization and Co2 emission in Pakistan. *Journal of Economics and Sustainable Development* 6(9), 39-46.
- Sims, C. A. (1972). Money, income, and causality. *The American Economic Review*, 62(4), 540-552.
- Tayebi, S. K. ve Younespour, S. (2012). The effect of trade openness on environmental quality: evidence from Iran's trade relations with the selected countries of the different blocks. *Iranian Economic Review*, 16(32), 19-40.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1), 225-250.
- Ubaidillah, N. Z., Decker, L., Rahim, R. A. ve Ismail, F. (2013). The nexus between trade openness and CO2 emissions in selected BIMF-EAGA countries. *BIMP-EAGA Journal for Sustainable Tourism Development*, 2(2), 29-39.