

TÜRKİYE'DE ÇEVRE KİRLİLİĞİ, DIŞA AÇIKLIK VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Doç. Dr. Seyfettin ARTAN*

Yrd. Doç. Dr. Pınar HAYALOĞLU**

Arş. Gör. Burak SEYHAN***

ÖZ

Bu çalışmada, ekonomik büyüme ve dışa açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkisi araştırılarak Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği Türkiye ekonomisi için test edilmiştir. 1981-2012 dönemini kapsayan çalışmada söz konusu ilişkiyi araştırmak üzere zaman serisi analiz yöntemi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye'de ekonomik büyüme ve ticari açıklık ile çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ile uyumlu olarak ters-U şeklinde bir ilişki söz konusuyken, ekonomik büyüme ve ticari açıklık arasında ters-U şeklinde bir ilişki tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, CO₂ Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Ticari Açıklık

Jel Sınıflandırması: F18, Q56, O40

THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL POLLUTION, TRADE OPENNESS AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

ABSTRACT

In this study, the validity of Environmental Kuznets Curve hypothesis was tested for Turkey by investigating the effects of economic growth and trade openness on environmental pollution. These relationships were analyzed via time series analysis using the period of 1981-2012. The results obtained in the study seem to support that there is a relationship between economic growth, trade openness and environmental pollution in the long term in Turkey. However, it was found out that there was an inverted U-shape relationship between economic growth and environmental pollution consistent with the hypothesis environmental Kuznets Curve, while, there was no inverted U-shape relationship between economic growth and trade openness.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, CO₂ Emissions, Economic Growth, Trade Openness

Jel Classification Codes: F18, Q56, O40

* Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, artan@ktu.edu.tr

** Gümüşhane Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, pinarhayaloglu@gumushane.edu.tr

*** Gümüşhane Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, burakseyhan@gumushane.edu.tr

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra hızla artan üretim, enerji girdisi olarak büyük bir oranda fosil yakıtlardan yararlanılması nedeniyle çevresel bozulmaları da beraberinde getirmiştir. Ülkelerin en temel amacı ekonomik büyümenin sağlanması olduğundan başlangıçta çevre sorunları göz ardı edilmişse de, 1960'lardan sonra küresel ısınma ve buna bağlı olarak iklim ve çevre değişikliklerinin önemli birer sorun haline gelmesi çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisinin sorgulanmasına yol açmıştır. Büyümenin neden olduğu çevre kirliliği ve sürdürülebilirlik bağlamında doğurduğu sonuçlar, ülkelerin üretim sürecinde daha temiz teknolojilere geçmesini bir gereklilik haline getirmiştir. Bu anlamda gelişmiş ülkeler özellikle 1990'lardan itibaren büyük ölçüde çevreye duyarlı üretim sistemlerine geçiş yapmaya başlamışlarsa da, gelişmekte olan ülkeler temiz teknolojilerin daha yüksek maliyet gerektirmesi nedeniyle çevrenin bozulması pahasına üretimlerini arttırmaya devam etmişlerdir.

Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisinin sorgulanması daha çok Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin geçerliliğinin incelenmesine dayanmaktadır. ÇKE hipotezi; Kuznets (1955)'in öne sürdüğü, ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında ters yönlü bir ilişki olduğu yönündeki hipoteze dayanmaktadır. Kuznets (1955)'e göre, ekonomik gelişmenin ilk aşamalarında gelir dağılımı adaletsizliği önce artmakta, belirli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra ise azalmaktadır. Kuznets (1955)'in öne sürdüğü gelir seviyesi ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişki ters-U hipotezi olarak da ifade edilmektedir. Diğer yandan 1990'larda Grossman ve Krueger (1991), gelir düzeyi ve çevre kirliliği arasında benzer bir ilişki olduğunu ortaya koymuş ve bu ilişki ÇKE hipotezi olarak literatüre girmiştir. ÇKE hipotezine göre, ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevresel kirlilik artarken, büyümenin ilerleyen safhalarında kirlilik azalmaktadır.

Grossman ve Krueger (1991: 3-4), gelirin çevre kirliliği üzerindeki etkisini ölçek, teknik ve kompozisyon olmak üzere üç farklı etki ile açıklamışlardır. Buna göre, başlangıçta gelir artışının çevre kirliliği üzerindeki negatif etkisi ölçek etkisi ile açıklanmıştır. Ölçek etkisi, üretim artışının emisyon oranları üzerindeki arttırıcı etkisini ifade etmektedir. Belirli bir gelir düzeyinden sonra ise kompozisyon ve teknik etkiler ortaya çıkmaktadır. Kompozisyon etkisi, gelir arttıkça ekonomide hizmetler ve bilişime dayalı sektörlerin önem kazanması ve buna bağlı olarak daha az kirlilik üreten faaliyetlerin ekonomi içindeki ağırlığının artmasını ifade etmektedir. Diğer yandan, iktisadi büyümeyle birlikte kirli teknolojilerin, yerini daha temiz teknolojilere bırakması teknik etkiyi ifade etmektedir. Kısaca iktisadi büyümenin ilk aşamalarında ölçek etkisi sonucu çevre kirliliği artarken, iktisadi büyümenin ilerleyen aşamalarında kompozisyon etkisi ve teknik etkilerin ortaya çıkması sonucu çevre kirliliği azalmaya başlayacaktır.

Hipoteze göre, gelişmekte olan ülkelerde genellikle tarıma dayalı üretim yapıldığından çevresel kirlenme görülmemektedir. Bunun yanında, ekonomik büyümenin ve sanayileşmenin başladığı ilk aşamalarda, üretim ve geliri artırmak öncelikli hedef olduğundan bu aşamada doğal kaynakların hızla tüketilmesi ve temiz olmayan teknolojilerin kullanılması, üretim artışıyla birlikte çevre kirliliğini de artıracaktır. Ancak belli bir gelir seviyesine ulaşılmaya, insanların bilinçlenmesi ve çevresel kuruluşların faaliyetleri, temiz bir çevreye olan talebi artıracak ve böylece temiz teknoloji kullanımı yaygınlaşacaktır (Arı ve Zeren, 2011: 38-39). Bu doğrultuda ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki söz konusu olacaktır. Bu ilişkiye göre, büyümeyle birlikte başlangıçta çevre kirliliği artarken belirli bir gelir seviyesinden (eşik noktası) sonra ise azalmaktadır. ÇKE hipotezi genellikle aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir:

$$E = f(Y, Y^2)$$

Formülde; E çevresel göstergesi, Y ise geliri ifade etmektedir. ÇKE hipotezi doğrultusunda; E ile Y arasında pozitif bir ilişki beklenmektedir. Buna karşın gelir seviyesi arttıkça çevresel bozulma azalacağından, E ile Y^2 arasında negatif yönlü bir ilişki beklenmektedir.

Ekonomik büyüme ve çevre ilişkisini ele alan çalışmalar incelendiğinde çevre kirliliği ölçütü olarak genellikle hava kirliliği ve su kirliliği göstergelerinin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bu çerçevede hava kalitesinin değerlendirilmesinde CO₂ (karbondioksit), NO₂ (nitrojen dioksit), NO_x (nitrojen oksit), SO₂ (kükürt dioksit) ve PM₁₀ (partiküler madde) emisyonu yaygın olarak kullanılan değişkenlerdir. Çalışmalarda su kalitesi göstergeleri olarak ise genellikle sudaki ağır metaller, patojenler ve oksijen oranı gibi ölçümler kullanılmaktadır. Bunun yanında katı atıklar, ormansızlaşma, temiz su miktarı, trafik yoğunluğu ve ekolojik ayak izi gibi değişkenler çalışmalarda kullanılan diğer bazı çevre kalitesi göstergeleridir.

Ekonomik büyüme ve çevreyi ilişkilendiren çalışmalar yanında son yıllarda ticari liberalleşme ve çevreyi birbiriyle ilişkilendiren çalışmalar da ilgi odağı olmaya başlamıştır. Bu kapsamda, araştırmacılar uluslararası ticaretin çevresel sonuçlarını daha iyi anlamak üzere ÇKE hipotezini kullanmışlardır. Bu görüşe göre, çevre kirliliği ile ticari liberalleşme arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Yani çevre kirliliği ile gelir ve/veya ticari liberalleşme arasında eşik noktasından önce pozitif yönlü bir ilişki söz konusu iken, eşik noktasından sonra ise negatif yönlü bir ilişki beklenmektedir. Örneğin çevresel bozulma ile ticari liberalleşme arasında negatif yönlü bir ilişki söz konusuysa bu durum ülkenin uluslararası piyasalara açıldıkça sera gazı emisyonlarını azaltmasının mümkün olacağı şeklinde yorumlanmaktadır. Buna karşın eğer çevresel bozulma ile ticari liberalleşme arasında pozitif yönlü bir ilişki varsa, bu durum ülkede ticari liberalleşmenin henüz optimal düzeyde olmadığını göstermektedir. Buna göre; serbest ticaretin ilk aşamalarında çevre kirliliği ortaya çıkacak, ancak belirli bir eşik seviyesi aşıldıktan sonra ülkelerde çevre için gerekli koşullar iyileştirilmiş olacaktır.

Çünkü ticaret koşullarının daha fazla serbestleştirilmesi ülkelerin uluslararası ticaret, işbirliği ve rekabet amaçları doğrultusunda uluslararası çevre standartlarını karşılamak için daha fazla çaba sarf etmelerine neden olacaktır (Choi vd., 2010: 2-11).

Ekonomik büyüme ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi ele alan literatür oldukça geniş olmasına rağmen ekonomik büyüme ve uluslararası ticaretin çevre üzerindeki etkilerini birlikte ele alan literatür çok daha sınırlıdır. Bu çalışmada literatürdeki söz konusu eksiklikten yola çıkılarak çevre kirliliği ile gelir ve dışa açıklık arasında ters-U biçimli bir ilişkinin var olup olmadığı bir başka deyişle ÇKE hipotezinin geçerliliği Türkiye için araştırılmıştır. Beş bölüm olarak tasarlanan çalışmanın ikinci bölümünde ilgili literatür sunulmuş olup üçüncü bölümde model ve veri seti tanıtılmıştır. Ampirik bulguların yer verildiği dördüncü bölümü sonuç ve değerlendirme kısmı takip etmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ekonomik büyüme, dışa açıklık ve çevre kirliliği arasındaki ilişkileri analiz eden çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların daha çok yatay-kesit ve panel veri analiz yöntemlerini kullanarak ÇKE hipotezini test ettikleri görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda çevre kalitesini ölçmek üzere hava ve su kirliliğini ifade eden farklı göstergeler kullanılmakla birlikte, en çok kullanılan göstergelerin başında CO₂ emisyonu gelmektedir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar ise kullanılan ekonometrik yöntem, döneme, değişkene ve ülke grubuna göre farklılık arz etmektedir.

Panel veri analiz yöntemini kullanarak çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran Selden ve Song (1994), çevre kirliliğinin göstergeleri olarak partikül madde, kükürt dioksit, azot oksit ve karbon monoksiti kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar; söz konusu dört gösterge ile, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) arasında ters-U ilişkisini ortaya koymaktadır. Carson vd. (1997), 1988-1994 yıllarını kapsayan dönemde ABD için yedi farklı kirlilik göstergesi ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve kişi başına düşen gelirdeki artış ile kirlilik göstergeleri arasında azalan bir ilişki bulmuşlardır.

Roberts ve Grimes (1997), çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1962-1991 yıllarını kapsayan dönemde 47 ülke için araştırmışlar ve ÇKE hipoteziyle uyumlu şekilde iki değişken arasında ters-U şeklinde bir ilişki tespit etmişlerdir. Canas vd. (2003), ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1960-1998 yılları arası dönemde 16 sanayileşmiş ülke için araştırmışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, ele alınan ülke grubunda çevre kirliliği ve büyüme arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu destekler niteliktedir. Galeotti vd. (2006), CO₂ emisyonu ve kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi 1950-1997 döneminde OECD ülkeleri ve OECD harici ülkeler olmak üzere iki farklı ülke grubunda araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, ÇKE hipotezinin geçerliliği sadece OECD ülke grubu için doğrulanmıştır. Sarisoy ve Yıldız (2006), CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme

ilişkinsini gelişmiş ve gelişmekte olan 30 ülke için 1992-2009 yıllarını kapsayan dönemde araştırmışlar ve ÇKE hipotezinin ele alınan ülke grubunda geçerli olmadığı sonucuna varmışlardır.

Başar ve Temurlenk (2007), CO₂ emisyonu ve gelir arasındaki ilişkiyi 1950-2000 dönemi verilerini kullanarak Türkiye için incelemişler ve ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Saatçi ve Dumrul (2011) ise, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1950-2007 döneminde Türkiye için analiz etmişlerdir. Çalışmada Türkiye’de ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığını destekler sonuçlar elde edilmiştir. Akbostancı vd. (2009) çalışmalarında gelir ve çevre arasındaki ilişkiyi öncelikle 1968-2003 yılları arasında zaman serisi yöntemiyle Türkiye için araştırmıştır. Söz konusu ilişki daha sonra Türkiye’de 58 il için 1992-2001 yılları arası dönemde panel veri analiz yöntemi ile sınanmıştır. Çalışmada gerek zaman serisi gerek panel veri analizi sonuçları ÇKE hipotezini destekler niteliktedir.

Jalil ve Mahmud (2009), ÇKE hipotezinin geçerliliğini 1975-2005 döneminde Çin için test etmiş ve CO₂ ile gelir arasında ÇKE hipotezini destekler şekilde bir ilişki tespit etmişlerdir. Choi vd. (2010)’nin çalışmalarında CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki nedensellik ilişkisi Çin, Kore ve Japonya için zaman serileri analiz yöntemiyle araştırılmıştır. Çalışmada ülkelerin karakteristik özelliklerine bağlı olarak ÇKE’nin farklı şekiller aldığı ortaya konulmuştur. Buna göre, Çin için ÇKE, N şeklinde iken Japonya için U şeklindedir. CO₂ emisyonu ile açıklık arasındaki ilişki ise Kore ve Japonya açısından ters-U şeklinde iken Çin için U şeklindedir.

Lee vd. (2010), ÇKE hipotezinin geçerliliğini sınamak üzere su kirliliği ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi 1980-2001 yıllarını kapsayan dönemde 97 ülke için araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, çevre kirliliği ile kişi başına düşen gelir arasında Amerika ve Avrupa bölgeleri için ters-U şeklinde bir ilişki tespit edilmişken; Afrika, Asya ve Okyanusya ülkeleri için herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Perman ve Stern (2003), ÇKE’nin geçerliliğini 74 ülke için araştırmışlardır. Panel koentegrasyon yönteminin kullanıldığı çalışmada ÇKE hipotezini destekler nitelikte sonuçlara ulaşamamıştır. Arı ve Zeren (2011), CO₂ ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak ÇKE hipotezini Akdeniz ülkeleri için test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar CO₂ emisyonu ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkinin ÇKE hipotezine uygun olarak N şeklinde olduğunu göstermektedir. Sanglimsuwan (2011), CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 63 ülke için araştırmıştır. 1990, 1995 ve 2000 yıllarına ait verilerin kullanıldığı çalışmada CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ters-U şeklinde beklenen ilişkinin sadece kısa dönemde geçerli olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, çevre kirliliği ve ülkelerin dışa açıklık durumunun ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin bölgeden bölgeye hatta ülkeden ülkeye değişiklik arz ettiğini göstermektedir.

Atıcı ve Kurt (2007), kişi başına düşen gelir ve dışa açıklık ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi 1968-2000 yılları arasında Türkiye için araştırmışlardır. Çalışmada, kişi başına düşen gelir ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ÇKE hipotezi ile uyumlu olduğunu destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun yanında çalışmada elde edilen bulgular, Türkiye’de üretim ve ihracat artışının kirliliği artırdığını ortaya koymakta ve “Kirlilik Sığınağı Hipotezi”ni doğrulamaktadır. Antweiler vd. (2001), dışa açıklık ile çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisini ölçek, teknik ve kompozisyon etkilerine bölmek için bir model geliştirmişlerdir. Ölçek etkisi üretimdeki (gelirdeki) artışın emisyon üzerindeki etkisini ifade ederken; teknik etki, gelirin emisyon üzerindeki negatif etkisini ifade etmektedir. Teknik etki, gelir arttıkça daha temiz bir çevrenin talep edileceği ve çevre standartlarının yükseleceği anlamına gelmektedir. Kompozisyon etkisi ise sanayinin yapısından kaynaklanan etkiyi ifade etmektedir. Etkilerin her üçü göz önünde bulundurulduğunda, dışa açıklığın çevre kalitesi üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fotros ve Maaboudi (2010), dışa açıklık ve ekonomik büyümenin CO₂ üzerindeki etkisini 1971-2005 döneminde İran için araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyüme, CO₂ emisyonları üzerinde negatif etkiliyken; dışa açıklığın CO₂ emisyonları üzerinde pozitif yönlü etkisi vardır. Yıldırım (2013)’ın çalışmasında ise dışa açıklık ve gelirin, kirlilik üzerindeki etkisi 1990-2009 dönemde gelişmiş ve gelişmekte olan 20 ülke için araştırılmıştır. Ülkeler; 10 gelişmiş, 10 gelişmekte olan, 5 Avrupa ülkesi ve en büyük ekonomiye sahip ilk 5 ülke olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Elde edilen bulgulara göre gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticaretin kirlilik emisyonları üzerinde arttırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tüm ülke grupları için ÇKE hipotezi doğrulanmıştır

3. MODEL VE VERİ SETİ

Bu çalışmada ÇKE hipotezinin Türkiye’deki geçerliliği 1981-2012 yıllarını kapsayan dönem için araştırılmıştır. Bu bağlamda CO₂ emisyonu ile gelir ve dışa açıklık arasındaki ilişki zaman serileri analiz yöntemiyle incelenmiştir. Analiz kapsamında ilk olarak araştırmada kullanılacak değişkenlerin durağan olup olmadıkları test edilmiştir. Daha sonra Johansen ve Juselius koentegrasyon (eşbütünleşme) yöntemiyle seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı belirlenmiş ve elde edilen bulgulara bağlı olarak vektör hata düzeltme modeli kurularak kısa ve uzun dönemli ilişkinin varlığı araştırılmıştır.

Çalışmada çevre kirliliği ile ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere Choi vd. (2010)’den yararlanılarak oluşturulan model aşağıdaki gibidir:

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln(GDP_t^2) + \beta_3 \ln OPEN_t + \beta_4 \ln(OPEN_t^2) + \beta_5 \ln EPRS_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Yukarıda yer alan 1'nolu denklemde; t zamanı, \ln ilgili değişkenin doğal logaritmasının alındığını ve ε ise hata terimini ifade etmektedir. ÇKE hipotezi kapsamında, başlangıçta gelir düzeyi ile çevre kirliliği arasında pozitif yönlü ilişki beklenmekteyken, gelir düzeyi arttıkça çevre kirliliği azalacağından iki değişken arasında negatif yönlü ilişki beklenmektedir. Yani GDP ve GDP² değişkenlerine ait katsayıların işaretlerinin $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ şeklinde olması beklenmektedir. Benzer şekilde ticari liberalleşmenin ilk aşamalarında çevre kirliliği artacağından dışa açıklık ile çevre kirliliği arasında pozitif yönlü bir ilişki, belirli bir eşik seviyesinden sonra çevre kirliliği azalacağından iki değişken arasında negatif yönlü bir ilişki beklenmektedir. Başka bir anlatımla, OPEN ve OPEN² değişkenlerine ait katsayıların işaretlerinin $\beta_3 > 0$ ve $\beta_4 < 0$ şeklinde olması beklenmektedir. Modelde yer alan değişkenlerin tanımlamaları ve elde edildikleri kaynaklar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Modelde Kullanılan Değişkenler ve Elde Edildikleri Kaynaklar

Değişken Adı	Değişkenin Tanımlaması	Elde Edildiği Kaynak
CO ₂	CO ₂ Emisyonu (kg CO ₂ / \$GSYH)	Dünya Bankası
GDP	Kişi Başına Düşen Reel GSYH	Dünya Bankası
GDP ²	Kişi Başına Düşen Reel GSYH'nin karesi	
OPEN	Dışa Açıklık (İhracat+İthalat)/GSYH	TÜİK, Dünya Bankası
OPEN ²	Dışa Açıklık (İhracat+İthalat) /GSYH'in karesi	
EPRS	Yenilenebilir Kaynaklara Dayalı Enerji Üretimi (kWh)	Dünya Bankası

Çalışmada ÇKE hipotezinin Türkiye'deki geçerliliğini sınamak üzere oluşturulan modelde çevre kirliliğini temsilen CO₂ emisyonu değişkeni bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. İlgili değişken 2005 sabit fiyatlarıyla kg/\$ cinsinden birim GSYH başına düşen CO₂ emisyonunu, bir başka ifadeyle ekonomide bir birim çıktı üretmek için salınan CO₂ emisyonu miktarını ifade etmektedir. Söz konusu değişken Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Modelde gelir düzeyini temsilen dolar cinsinden kişi başına düşen reel GSYH değişkeni ve ilgili değişkenin karesi kullanılmış olup bu değişkene ait veriler Dünya Bankası'ndan temin edilmiştir. Ticari liberalleşmenin göstergesi olarak ise '[(ihracat+ithalat)/GSYH]' ile ifade edilen dışa açıklık ve ilgili değişkenin karesi kullanılmıştır. Dışa açıklığı ifade etmek üzere kullanılan tüm değişkenler dolar cinsinden elde edilmiş olup ihracat ve ithalat verileri TÜİK'den, GSYH verisi ise Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Modelde kullanılan son açıklayıcı değişken olan yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji üretimi ise; kilowatt saat cinsinden jeotermal, güneş, gelgitler, rüzgar, biyokütle ve biyoyakıttan elde edilen elektrik enerjisini ifade etmektedir. İlgili değişkene ait veriler Dünya Bankası'ndan alınmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm veriler yıllık frekansta olup tamamı logaritmik formda analize dâhil edilmiştir.

4. AMPİRİK BULGULAR

4.1. Birim Kök Testi

Zaman serisi analizlerinde değişkenler arasında sahte regresyon sorununun ortaya çıkmaması için kullanılan serilerin durağan olması gerekmektedir. Stokastik bir değişkenin zaman içinde ortalaması, varyansı ve otokovaryansının sabit olması olarak tanımlanan durağanlık kavramı gelecek için doğru kestirimler yapabilmek açısından önemlidir (Bozkurt, 2007: 27). Bu nedenle çalışmada öncelikle regresyon denkleminde kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesi için birim kök testleri uygulanmıştır. Bu doğrultuda, değişkenlerin durağanlıkları Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri kullanılarak araştırılmıştır. Durağanlıkların araştırılmasında her iki birim kök testi için de; hem trendli-sabitli hem de trendsiz-sabitli modeller kullanılmış olup, birim kök testine tabi tutulan değişkenlere ait gecikme sayısı Schwarz Bilgi Ölçütü (SIC) dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait birim kök test sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Testleri Sonuçları

Değişkenler	ADF Testi		PP Testi	
	trendli ve sabitli	trendsiz ve sabitli	trendli ve sabitli	trendsiz ve sabitli
$\ln CO_2$	-3.112 (0.122)	-3.381 (0.020)	-3.043 (0.138)	-3.384 (0.020)
$\ln GDP$	-3.065 (0.131)	-0.458 (0.886)	-3.129 (0.117)	-0.231 (0.924)
$\ln GDP^2$	-3.021 (0.142)	-0.368 (0.902)	-3.096 (0.124)	-0.003 (0.951)
$\ln OPEN$	-2.591 (0.286)	0.171 (0.966)	-2.546 (0.305)	0.265 (0.972)
$\ln OPEN^2$	-2.925 (0.168)	-0.806 (0.803)	-3.062 (0.132)	-0.809 (0.802)
$\ln EPRS$	-1.799 (0.678)	-0.236 (0.922)	-1.834 (0.660)	-0.024 (0.948)
$\Delta \ln CO_2$	-6.975 ^a (0.000)	-6.947 ^a (0.000)	-8.896 ^a (0.000)	-7.342 ^a (0.000)
$\Delta \ln GDP$	-6.0311 ^a (0.000)	-6.145 ^a (0.000)	-7.249 ^a (0.000)	-7.446 ^a (0.000)
$\Delta \ln GDP^2$	-5.984 ^a (0.000)	-6.097 ^a (0.000)	-7.195 ^a (0.000)	-7.387 ^a (0.000)
$\Delta \ln OPEN$	-6.120 ^a (0.000)	-6.124 ^a (0.000)	-6.120 ^a (0.000)	-6.137 ^a (0.000)
$\Delta \ln OPEN^2$	-6.695 ^a (0.000)	-6.765 ^a (0.000)	-6.736 ^a (0.000)	-6.799 ^a (0.000)
$\Delta \ln EPRS$	-7.305 ^a (0.000)	-7.531 ^a (0.000)	-6.758 ^a (0.000)	-6.928 ^a (0.000)

Not: Parantez içindeki değerler anlamlılık düzeyini göstermek üzere; a, ilgili değişkenin %1 düzeyinde durağan olduğunu, Δ sembolü ise değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir.

Değişkenlerin durağanlıklarını sınamak üzere ilk olarak ADF testi uygulanmıştır. Tablo 2’de yer alan sonuçlara göre CO₂, GDP, GDP², OPEN, OPEN² ve EPRS değişkenlerine ait seriler seviyelerinde

birim kök içermektedir. Ancak ilgili değişkenlerin birinci farkları alındığında tümünün durağan olduğu sonucuna varılmıştır. ADF testinin ardından ilgili değişkenlere, serilerdeki yapısal kırılmaları yakalamada diğer yöntemlere kıyasla daha etkin olan PP birim kök testi uygulanmıştır. ADF testinde olduğu gibi PP testinde de hem trendli-sabitli hem de trendsiz-sabitli modeller kullanılmıştır. Test sonuçlarına bakıldığında, ADF testi sonuçlarıyla aynı bulgulara ulaşıldığı görülmektedir.

4.2. Koentegrasyon Analizi

Yapılan birim kök testleri sonucunda tüm serilerin birinci farkında durağan çıkmaları, aralarında uzun dönemli ilişkiyi ortaya koymak üzere koentegrasyon analizi yapılabileceğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, birinci farkları durağan olan değişkenler ortak (eş) bütünleşik hareket içinde olduklarından, koentegrasyon araştırmasına gidilmiş ve böylelikle değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada seriler arasındaki koentegrasyon ilişkisinin belirlenmesinde Johansen ve Juselius (1992) koentegrasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ilk adım olarak kullanılan değişkenler için bir vektör otoregresif (VAR) modeli oluşturularak modele ilişkin uygun gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Bu doğrultuda farklı gecikme uzunlukları için tahmin edilen VAR modelinde modelin uygun gecikme uzunluğu Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterleri kullanılarak 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3: Johansen ve Juselius Koentegrasyon Testi Sonuçları

Değişkenler	Hipotezler	Maksimum Özdeğer İstatistiği			İz İstatistiği		
		İstatistik	%5 Kritik Değer	Anlamlılık	İstatistik	%5 Kritik Değer	Anlamlılık
$\ln CO_2$	$H_0: r=0^*$	78.04138	40.07757	0.0000	183.9978	95.75366	0.0000
$\ln GDP$	$H_0: r\leq 1^*$	46.12572	33.87687	0.0011	105.9564	69.81889	0.0000
$\ln GDP^2$	$H_0: r\leq 2^{**}$	26.18333	27.58434	0.0747	59.83066	47.85613	0.0025
$\ln OPEN$	$H_0: r\leq 3^{**}$	19.48240	21.13162	0.0837	33.64733	29.79707	0.0172
$\ln OPEN^2$	$H_0: r\leq 4$	8.840624	14.26460	0.2997	14.16494	15.49471	0.0785
$\ln EPRS$	$H_0: r\leq 5^*$	5.324312	3.841466	0.0210	5.324312	3.841466	0.0210

*Not: * %5 anlamlılık düzeyinde boş hipotezin hem iz hem de maksimum özdeğer istatistiklerine bakılarak reddedildiğini, ** ise %5 anlamlılık düzeyinde boş hipotezin yalnızca iz istatistiğine bakılarak reddedildiğini temsil etmektedir.*

VAR modeli ile belirlenen gecikme uzunluğu kullanılarak elde edilen Johansen ve Juselius koentegrasyon test sonuçları Tablo 3'te yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, maksimum özdeğer istatistiği ve iz istatistiği değeri %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerden daha büyük olduğu için $H_0: r=0$ "seriler arasında koentegrasyon ilişkisi yoktur" hipotezi reddedilmiştir. Bu sonuca göre, seriler arasında en az bir tane koentegre vektör olduğunu söylemek mümkündür. İz istatistiği dikkate alındığında test sonuçları en çok dört tane, maksimum özdeğer istatistiği açısından ise test sonuçları en

çok iki tane koentegre vektör olduğuna işaret etmektedir. Bir başka deyişle, koentegrasyon testi sonuçlarına göre, %5 anlamlılık düzeyinde seriler arasında en az bir, en çok dört tane koentegre vektör söz konusudur. Elde edilen bulgu, ele alınan seriler arasında koentegrasyon ilişkisinin söz konusu olduğunu yani serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir.

Koentegrasyon analizi sonucu elde edilen normalize edilmiş denklem, parantez içindeki değerler standart hataları göstermek üzere aşağıda yer almaktadır.

$$\ln CO_2 = 303.713 \ln GDP - 40.298 \ln GDP^2 + 1.989 \ln OPEN + 0.578 \ln OPEN^2 - 0.277 \ln EPRS \quad (2)$$

(18.4515) (2.44658) (0.12702) (0.03833) (0.03072)

Yukarıda yer alan (2) nolu denkleme göre; tahmin edilen uzun dönem ilişkisinde CO₂ ile GDP arasında beklendiği gibi pozitif yönlü bir ilişki vardır. Yani ekonomik büyümede meydana gelen bir artış, CO₂ emisyonlarını doğrusal olarak artırmaktadır. CO₂ ile GDP² arasında da yine beklendiği gibi negatif yönlü bir ilişki vardır. Bir başka anlatımla, CO₂ ile GDP ve GDP² arasındaki ilişkinin biçimini belirleyecek değişkenlerin katsayıları beklenildiği gibi; $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ şeklindedir. Bunun anlamı, araştırma dönemi itibariyle Türkiye’de CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ters-U biçimli bir ilişki olduğudur. Diğer yandan CO₂ ile OPEN arasında beklendiği gibi pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Yani dışa açıklıkta meydana gelen bir artış, CO₂ emisyonlarını doğrusal olarak artırmaktadır. Buna karşın CO₂ ile OPEN² arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Yani CO₂ ile OPEN ve OPEN² arasındaki ilişkinin biçimini belirleyecek değişkenlerin katsayıları $\beta_3 > 0$ ve $\beta_4 > 0$ şeklindedir. Diğer bir ifadeyle, Türkiye’de CO₂ emisyonları ile dışa açıklık arasında ters-U biçimli bir ilişki tespit edilememiştir. Çalışmada elde edilen bu bulgu Choi (2010)’un ifade ettiği gibi Türkiye’de ticari liberalleşmenin henüz optimal düzeyde olmadığını göstermektedir.

4.3. Vektör Hata Düzeltme Mekanizması

Granger (1988), seriler arasında koentegrasyon ilişkisinin varlığı durumunda, seriler arasındaki kısa dönemli nedensellik ilişkisinin hata düzeltme mekanizması çerçevesinde belirlenmesinin daha uygun olacağını belirtmiştir. Hata düzeltme mekanizması, seriler arasındaki uzun dönem dengesi ile kısa dönem dinamikleri arasında ayırım yapmak ve kısa dönem dinamiklerinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu doğrultuda, çalışmada seriler arasındaki uzun dönemli ilişki belirlendikten sonra, seriler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde hata düzeltme mekanizması kullanılmıştır. Hata düzeltme mekanizması test sonuçları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4: Vektör Hata Düzeltme Mekanizması Test Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği
ECT_{t-1}	-0.143996 (0.05649)	-2.54894
$\Delta(\ln CO_2(-1))$	-0.617045 (0.22389)	-2.75599
$\Delta(\ln GDP(-1))$	-3.297421 (10.4740)	-0.31482
$\Delta(\ln GDP^2(-1))$	0.423470 (1.39376)	0.30383
$\Delta(OPEN(-1))$	0.083093 (0.07979)	1.04142
$\Delta(OPEN^2(-1))$	0.022827 (0.02452)	0.93087
$\Delta(\ln EPRS(-1))$	-0.003046 (0.01333)	-0.22855
Sabit terim	0.002234 (0.00358)	0.62370
Tanımlayıcı istatistikler: R^2 : 0.39 Düzeltilmiş R^2 : 0.14 F istatistiği: 1.567 Jarque-Bera istatistiği: 16.694 [0.1615] LM İstatistiği: 42.866 [0.2004] Ki-kare Değeri: 277.434 [0.1300]		

Not: Parantez içindeki değerler standart hatayı, köşeli parantez içindeki değerler ise anlamlılık düzeyini göstermektedir.

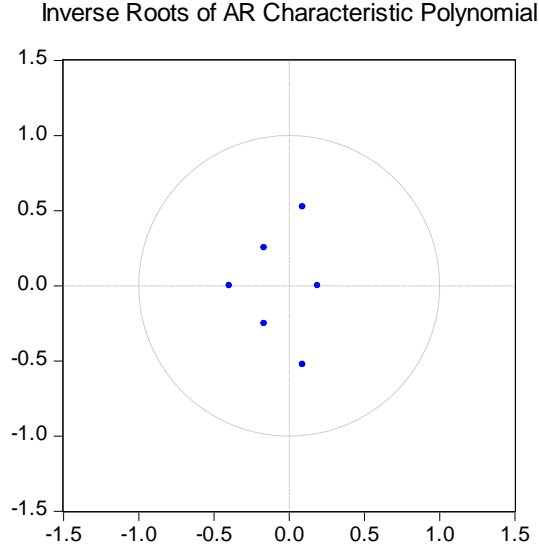
Tablo 4'te yer alan vektör hata düzeltme modeli sonuçlarına göre; hata düzeltme terimi ECT_{t-1} , beklendiği gibi negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiden bir sapma sonucunda oluşacak dengesizliğin bir sonraki yılda yaklaşık %14'ünün düzeleceğini göstermektedir. CO_2 emisyonunun sapma öncesindeki denge değerine gelmesi için gereken süre ise $1/0.14$ yani yaklaşık 7 yıllık bir periyottur.

Çalışmada ayrıca modelin güvenilirliğini test etmek üzere ilgili modele; otokorelasyon, değişen varyans ve normallik testleri uygulanmış ve elde edilen istatistikler Tablo 4'te yer alan tanımlayıcı istatistiklerde sunulmuştur. Bu doğrultuda, modelde otokorelasyon sorununun olup olmadığını test etmek üzere LM testi uygulanmış ve %5 anlamlılık seviyesinde hiçbir gecikme uzunluğunda seri korelasyon olmadığına ilişkin boş hipotezin reddedilemediği görülmüştür. Diğer bir anlatımla LM testi sonucuna göre, modelde otokorelasyon sorununa rastlanmamıştır. Modelde değişen varyans sorunu olup olmadığını test etmek için ise White testi uygulanmış ve %5 anlamlılık seviyesinde, hata terimi kalıntılarının eş varyanslı olduğuna ilişkin hipotezin reddedilemediği yani VAR modelinde değişen varyans sorunu olmadığı görülmüştür. Ayrıca normallik testinden elde edilen Jarque-Bera test istatistiği de modelinin hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Grafik 1'de ve Tablo 5'te ise VAR modelinin AR karakteristik polinomunun ters kökleri (modulus) görsel ve sayısal olarak verilmektedir. Grafikte de görüleceği üzere tüm ters kökler birim çemberin içindedir. Tablo 5'te yer alan AR karakteristik polinomunun ters köklerine bakıldığında tümünün birden küçük olduğu görülmektedir. Hem grafikten hem de tablodan anlaşıldığı üzere VAR

modeli kararlılık koşullarını sağlamaktadır. Yani oluşturulan VAR modeli uygun bir modeldir. Sonuç olarak, yapılan biçimsel testler sonucunda modelin tüm kararlılık koşullarını sağladığı, otokorelasyon ve değişen varyans sorunları olmayan uygun bir vektör otoregresif sistem olduğu belirlenmiştir.

Grafik 1: VAR Modeli Ters Kök Çemberi



Tablo 5: Karakteristik Polinomun Kökleri

Karakteristik kök	Ters kök (modulus)
$0.089324 - 0.524302i$	0.531857
$0.089324 + 0.524302i$	0.531857
-0.396664	0.396664
$-0.166495 - 0.252480i$	0.302435
$-0.166495 + 0.252480i$	0.302435
0.189729	0.189729

4.4. Varyans Ayrıştırması Analizi

Hata düzeltme mekanizması sonuçlarının daha iyi okunabilmesi maksadıyla modelde meydana gelecek kısa ve uzun dönemli değişimlerin kaynakları araştırılmıştır. Bu amaçla varyans ayrıştırmasına gidilmiştir. Varyans ayrıştırması analiz sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

Varyans ayrıştırması, 10 yıllık bir öngörü döneminde her bir değişkenin diğer sistem değişkenlerinde meydana gelen değişime katkılarını ölçmektedir. Buna göre, CO₂ emisyonlarındaki değişim ilk yıl tamamen kendisi tarafından açıklanırken, diğer yıllarda en fazla katkıyı kişi başına düşen GSYH değişkeni ve dış açıklık değişkeninin karesel formu sağlamıştır. Gelecek öngörü hata varyansı içindeki diğer paylara bakıldığında; kişi başına düşen GSYH değişkeninin karesel formunun payının yaklaşık %1.4, dış açıklığın payının yaklaşık %1.7, yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji üretimi değişkeninin payının ise %0.33 olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Varyans Ayrıştırmasına Göre Değişkenlerin Birbirlerini Etkileme Dereceleri

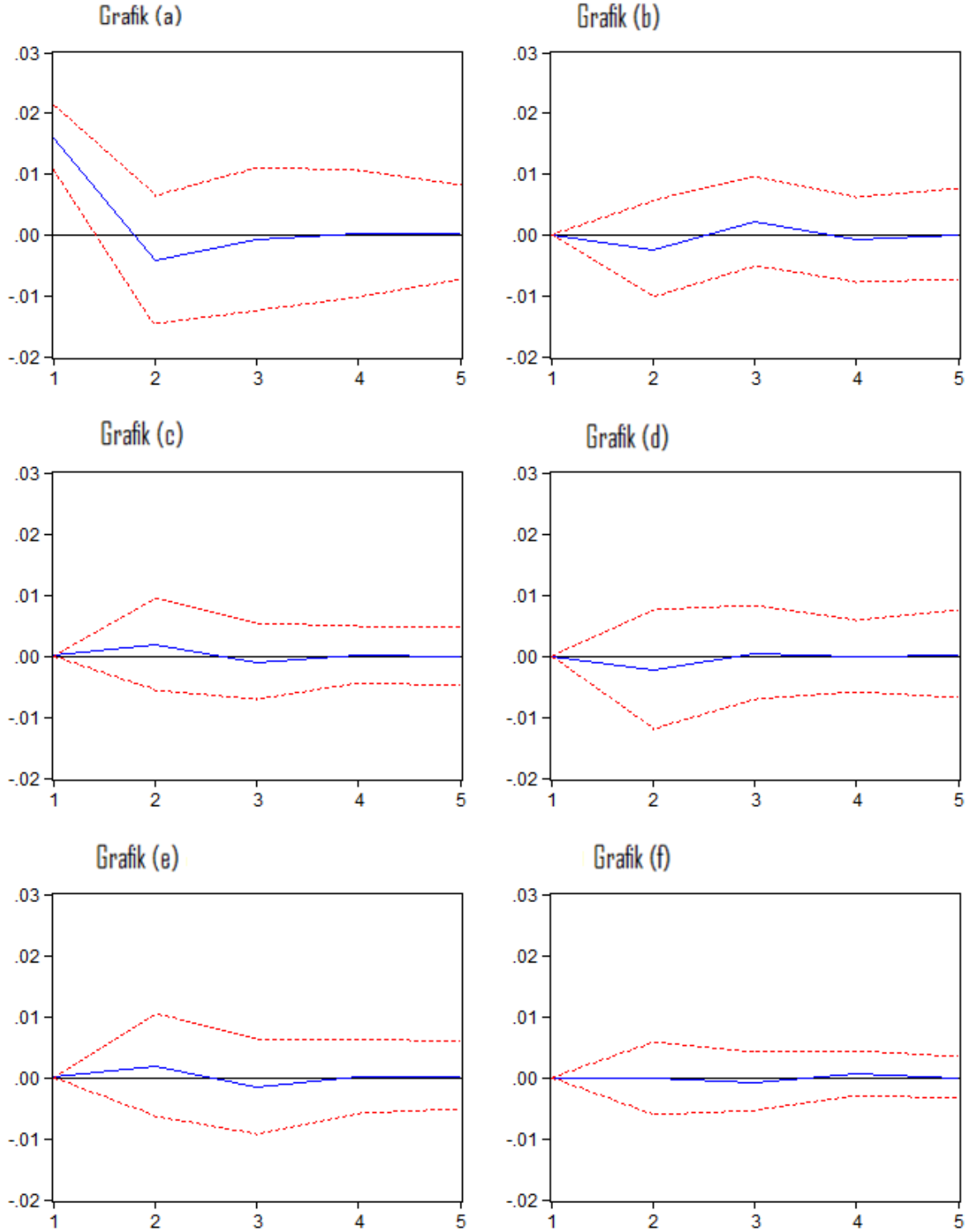
Periyod	Std. Hata	CO ₂	GDP	GDP ²	OPEN	OPEN ²	EPRS
1	0.016007	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.017072	93.91948	2.011005	1.112807	1.711010	1.236301	0.009397
3	0.017345	91.18151	3.455843	1.409833	1.735468	2.001444	0.215902
4	0.017377	90.84902	3.678078	1.412405	1.734919	2.000308	0.325272
5	0.017383	90.81355	3.678479	1.416801	1.748161	2.009975	0.333036
6	0.017384	90.80844	3.678274	1.419740	1.748816	2.011684	0.333046
7	0.017384	90.80618	3.678824	1.419688	1.749090	2.013017	0.333202
8	0.017384	90.80591	3.678890	1.419704	1.749086	2.013139	0.333273
9	0.017384	90.80581	3.678887	1.419725	1.749144	2.013161	0.333272
10	0.017384	90.80581	3.678886	1.419730	1.749143	2.013192	0.333272

Tablo 6'da verilen sayısal değerlerden de görüldüğü üzere, 10 yıllık bir periyotta çevre kirliliğindeki değişmelere en yüksek katkıyı yapan CO₂ emisyonunun etkisi azalan bir ivmeye sahiptir. Araştırmada kullanılan diğer değişkenlerin ise, 10 yıllık bir süreçte çevre kirliliğindeki değişmelere katkısı giderek artan bir ivmeye sahiptir.

4.5. Etki-Tepki Analizi

Çalışmanın uygulama kısmının son bölümü olan bu aşamada, etki-tepki fonksiyonları kullanılarak CO₂ emisyonlarında meydana gelecek bir standart hatalık bir şoka karşılık diğer değişkenlerin tepkilerini gösteren grafiklere yer verilmiştir.

Etki-tepki grafiklerindeki standart hataları türetmek için Monte Carlo simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Etki-tepki fonksiyonlarındaki nokta tahminleri içinse 100 iterasyonlu güven aralıkları tahmin edilmiştir. Grafiklerdeki kesikli çizgiler bir standart hatalık güven aralıklarını, sürekli yani düz çizgiler ise kestirim sonucu hesaplanan nokta tahminlerini temsil etmektedir.



Yukarıda verilen grafik (a)'da ilk olarak CO₂ emisyonlarındaki bir standart hatalık şokun kendi üzerindeki etkisi görülmektedir. Grafikte görüldüğü üzere etki, başlangıçta pozitifken azalan bir seyir izlemiş, ikinci dönemde negatiften pozitive doğru, üçüncü dönemde azalarak yine pozitif, dördüncü dönemde ise yine pozitif bir seyir izlemiştir. Ancak üçüncü dönemden sonra etki zayıflamaktadır. Grafik (b), bir standart hatalık şokun kişi başına düşen GSYH üzerindeki etkisini göstermektedir. İlk

dönemde etki negatifken, ikinci dönemde negatiften pozitive doğru dönen bir etki görülmekte, üçüncü dönemde etki yine negatife doğru dönmekte ve son dönemde ise giderek zayıflamaktadır. Grafik (c)'de ise CO₂ emisyonlarındaki bir standart hatalık şokun kişi başına düşen GSYH'nın karesel formu üzerindeki etkisi görülmektedir. Başlangıçta pozitif olan etki, ikinci dönemde negatife doğru dönmekte, dördüncü dönemden itibaren ise giderek zayıflamaktadır. Grafik (d)'de CO₂ emisyonlarındaki bir standart hatalık bir şokun dış açıklık üzerindeki etkisi görülmektedir. Başlangıçta negatif olan etki ikinci dönemde pozitive doğru dönmekte ve üçüncü dönemden itibaren giderek zayıflayan dalgalı bir pozitif seyir izlemektedir. Grafik (e) ise CO₂ emisyonlarındaki bir standart hatalık şokun dış açıklığın karesel formu üzerindeki etkisini göstermektedir. Başlangıçta pozitif olan etki, ikinci dönemde negatife doğru dönmekte negatif-pozitif-negatif şeklinde dalgalı bir seyir izlemekte ve giderek zayıflamaktadır. Son olarak Grafik (f) bir standart hatalık bir şokun yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji üretimi üzerindeki etkisini göstermektedir. Şok, etkisini başta göstermezken, ikinci dönemde negatif olan etki, izleyen dönemler boyunca negatif-pozitif-negatif biçiminde seyrini sürdürmekte ancak giderek zayıflamaktadır.

Etki-tepki grafikleri analizi sonuçları, CO₂ emisyonlarında meydana gelebilecek bir standart hatalık bir şokun; GDP, GDP², OPEN² ve CO₂ emisyonlarının kendi üzerindeki etkilerinin görece daha hızlı ve daha kuvvetli görüldüğünü, diğer değişkenler üzerindeki etkilerinin ise görece daha zayıf ve gecikmeli olarak görüldüğünü ifade etmektedir. Elde edilen bulgular, koentegrasyon analizi sonuçları ve VAR modelinden elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir.

5. SONUÇ

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, literatürde 1950'lerin ikinci yarısından günümüze kadar tartışıla gelmiştir. Kuznets (1955)'in öncü çalışmasıyla başlayan araştırmalar, 1990'lı yıllarda Grossman ve Kruger (1991)'in çalışmalarıyla ivme kazanmış ve çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında ÇKE hipotezi olarak adlandırılan bir ilişkinin literatüre kazandırılmasını sağlamıştır.

Bu çalışmada; ekonomik büyümenin ilk dönemlerinde çevre kirliliği artarken, ilerleyen dönemlerde çevre kirliliğinin azalacağına ilişkin ÇKE hipotezi, 1981-2012 döneminde zaman serileri analiz yöntemiyle Türkiye için araştırılmıştır. Çalışmada öncelikle modelde kullanılan değişkenlere ait serilerin durağan olup olmadıkları test edilmiştir. Yapılan ADF ve PP birim kök testleri sonucunda ilgili serilerin birim kök içermedikleri, durağan oldukları sonucuna varılmıştır. Serilerin aynı durağanlık derecesinde eşbütünleşik olduklarının tespit edilmesi sonrası Johansen ve Juselius tarafından geliştirilen koentegrasyon yöntemiyle, seriler arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise varyans ayrıştırması analizi ile modelde meydana gelecek kısa ve uzun dönemli değişimlerin kaynakları tespit edilmiş, etki-tepki grafikleri analiziyle ise CO₂

emisyonlarındaki anlık değişimlere karşın modeldeki diğer değişkenlerin vereceği tepkiler ortaya konmuştur.

Yapılan analizler sonucu CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında teorik beklentilere uygun bir biçimde pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında karesel formda ise negatif ilişki elde edilmiştir. Bu sonuca göre; araştırma dönemi için Türkiye’de, teorik beklentilerle uyumlu bir biçimde, CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ters-U biçimli bir ilişki tespit edilmiştir. Buna karşın çalışmada CO₂ emisyonları ile dışa açıklık arasında ters-U biçimli bir ilişki elde edilememiştir. CO₂ emisyonları ile dışa açıklık arasında hem doğrusal hem de karesel formda pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu Türkiye’de ticari liberalleşmede henüz optimal düzeye ulaşamadığı şeklinde yorumlanabilir. Yani Türkiye’de dışa açıklığın artması, CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunabilecektir.

Elde edilen bu bulgu aynı zamanda Türkiye’de serbest ticaretin, çevre sorunlarında önemli bir çözüm olabileceğini göstermektedir. Ticaretin serbestleştirilmesi, ülkenin uluslararası rekabet koşullarına uyum sağlayabilmek için daha temiz teknolojileri ithal etmesine ve çevre standartlarının yükselmesine katkıda bulunabilecektir. Bu yönüyle serbest ticaret, çevre sorunlarının azaltılmasında tek başına yeterli olmamakta aynı zamanda çevresel standartların yükseltilmesi de gerekmektedir. Bu kapsamda üretim sürecinde kirlilik üreten sektör ve teknolojilerden daha temiz sektör ve teknolojilere geçiş yapılması emisyonların azaltılması açısından önemlidir. Örneğin Türkiye’de enerji girdisi olarak büyük ölçüde kullanılan ve kirlilik üreten fosil yakıtlar yerine daha temiz enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek politikaların uygulanması emisyonların azaltılması yanında eşik noktasının aşağıya çekilmesine de yardımcı olacaktır.

Çalışmada çevre kirliliğinin göstergesi olarak CO₂ emisyonu kullanılmıştır. Ancak çevre kirliliğine yol açan farklı kirletici çeşitleri de bulunmaktadır. ÇKE hipotezi bağlamında gerek büyüme oranı gerekse dışa açıklık oranında eşik noktası, ele alınan kirletici göstergelerine göre farklı olacaktır. Bu doğrultuda ileride yapılacak çalışmalarda farklı kirlilik türlerinin göz önünde bulundurulması bu alandaki literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. ve Tunç, İ. (2009) “The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is there an Environmental Kuznets Curve?”, *Energy Policy*, 37(3): 861-867.

Antweiler, W., Copeland, B. R. ve Taylor, M. S. (2001) “Is Free Trade Good for the Environment?”, *The American Economic Review*, 91(4): 877-908.

- Arı, A. ve Zeren, F. (2011) “CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, *Yönetim ve Ekonomi*, 18(2): 37-47.
- Atıcı, C. ve Kurt, F. (2007) “Türkiye’nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı”, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2): 61-69.
- 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.
- Bozkurt, H. (2007) “Zaman Serileri Analizi”, Birinci Basım, Ankara: Ekin Kitabevi.
- Canas, A., Ferrao, P. ve Conceição, P. (2003) “A New Environmental Kuznets Curve? Relationship between Direct Material Input and Income per capita: Evidence from Industrialized Countries”, *Ecological Economics*, 46(2): 217-229.
- Carson R. T., Jeon, Y. ve McCubbin, D. R. (1997) “The Relationship between Air Pollution Emissions and Income: US Data”, *Cambridge University Press Environment and Development Economics*, 2: 433-350.
- Choi, E., Heshmati, A. ve Cho, Y. (2010) “An Empirical Study of the Relationship between CO₂ Emissions, Economic Growth and Openness”, *IZA Discussion Paper Series 5304*.
- Fotros, M. H. ve Maaboudi, R. (2010) “The Impact of Trade Openness on CO₂ Emissions in Iran, 1971-2005”, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5112.pdf>, (14.04.2014).
- Galeotti, M., Lanza, A. ve Pauli, F. (2006) “Reassessing the Environmental Kuznets curve for CO₂ Emissions: A Robustness Exercise”, *Ecological Economics* 57(1): 152-163.
- Granger, C. W. J. (1988), “Causality, Cointegration and Control”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12: 551-559.
- Grossman G. M. ve Krueger A. B. (1991) “Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement”, *NBER Working Paper Series*, 3914.
- Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009) “Environment Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis for China”, *Energy Policy*, 37(12): 5167-5172.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1992) “Testing Structural Hypotheses in a Multivariate Cointegration Analysis of the PPP and the UIP for UK”, *Journal of Econometrics*, 53: 211-244.

- Kuznets S. (1955), “Economic Growth and Income Inequality”, *American Economic Review* 45(1): 1-28.
- Lee, C. C., Chiu, Y. B. ve Sun, C. H. (2010) “The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Water Pollution: Do Regions Matter?”, *Energy Policy*, 38: 12–23.
- Perman, Roger ve Stern, David I. (2003), “Evidence from Panel Unit Root and Cointegration Tests that the Environmental Kuznets Curve does not Exist”, *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3): 325–347.
- Roberts, J. T. ve Grimes, P. E. (1997) “Carbon Intensity and Economic Development 1962-91: A Brief Exploration of the Environmental Kuznets Curve”, *World Development* 25(2): 191-198.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2011) “Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eş-bütünleşme Yöntemiyle Tahmini”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Ocak-Haziran 2011(37): 65-86.
- Sanglimsuwan, K. (2011) “Carbon dioxide Emissions and Economic Growth: An Econometric Analysis”, *International Research Journal of Finance and Economics*, 67: 97-102.
- Sarısoy, S. ve Yıldız, F. (2006) “Karbondiyoksit (CO₂) Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Panel Veri Analizi”, *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Metinleri*.
- Selden, T. M. ve Song, D. (1994) “Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 7: 147-162.
- Yıldırım, B. (2013) “Ticari Açıklık ve CO₂ Emisyonu: Karşılaştırmalı Ülke Analizi”, *International Journal of Social Science*, 6(1): 1611-1621.