

N-11 Ülkelerinde Ekonomik Karmaşıklık ve Çevresel Bozulma İlişkisine Yönelik Ampirik Analiz

An Empirical Analysis of the Relationship between Economic Complexity and Environmental Deterioration in N-11 Countries

Prof. Dr. Neşe Algan (Çukurova University, Turkey)

Prof. Dr. Harun Bal (Çukurova University, Turkey)

Asst. Prof. Dr. Müge Manga (Erzincan Binali Yıldırım University, Turkey)

Abstract

The economic complexity index, which is one of the essential elements of economic development, is a concept that means the competitiveness, development, knowledge, and competence structure of the exported products. The current literature generally stated that the increase in the economic complexity index supports sustainable growth. However, the impact of changes in the economic complexity index on environmental damage is neglected in many studies. Accordingly, in the present study, it is analyzed the impact of the economic complexity index on the environmental degradation for the N-11 countries (Bangladesh, Indonesia, Philippines, South Korea, Iran, Mexico, Egypt, Nigeria, Pakistan, Turkey, and Vietnam) between 1990 and 2014. Carbon emission is used as an indicator of environmental degradation. Besides, the renewable and non-renewable (fossil) energy use and the total population are included to the established model as control variables. According to the panel ARDL/PMG findings, the economic complexity index, non-renewable energy use, and total population increase carbon emissions, whereas the renewable energy use decreases. This situation shows that the economic complexity level in N-11 countries has insufficient level to reduce environmental degradation in given years.

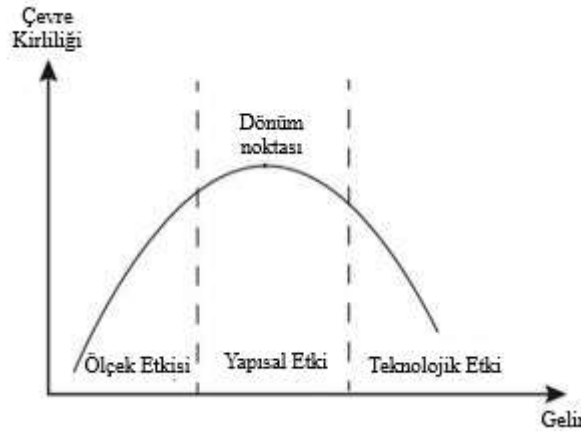
1 Giriş

Sanayi devrimiyle beraber ortaya çıkan yeni teknolojiler, sektör ve endüstrileri kökten değiştirerek, ülkelerin üretim yapılarının modernleşmesini artırmıştır. Ekonomik yapının tarım sektöründen daha karmaşık endüstri ve hizmetlere doğru çeşitlendiği süreci ifade eden yapısal dönüşüm, fosil yakıt tüketiminin hızla artmasına neden olmaktadır. Fosil yakıt tüketimindeki artışa paralel olarak ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) emisyonu yayılımı çevre üzerinde doğrudan bir baskı yaratabilmektedir. Üretim yapısının dönüşümü ve sanayileşme süreci, bir yandan enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını artırırken, diğer taraftan üretim faktörlerinin geleneksel ekonomik faaliyetlerden modern ekonomik faaliyetlere aktarılmasına neden olmaktadır. Bu durum kirliliğin azaltılması ve daha temiz enerji üretilmesi için yeni araçların geliştirilmesine yol açarak, çevre üzerinde olumlu etkilere sahip olabilmektedir. Bazı durumlarda ise oluşan dönüşüm çevre kirliliğini arttırabilmektedir. Örneğin, tarım sektöründe gübreleme sisteminde geleneksel yöntemlerden kimyasal yöntemlere geçilmesi ciddi çevresel tahribatlara yol açmaktadır. Buna karşılık, yeşil teknoloji ve eko-inovasyon, yeni ürünler/hizmetler ve iş yöntemleri yaratarak kirliliğin olumsuz etkilerini azaltmaktadır (Boleti vd., 2021: 251-252).

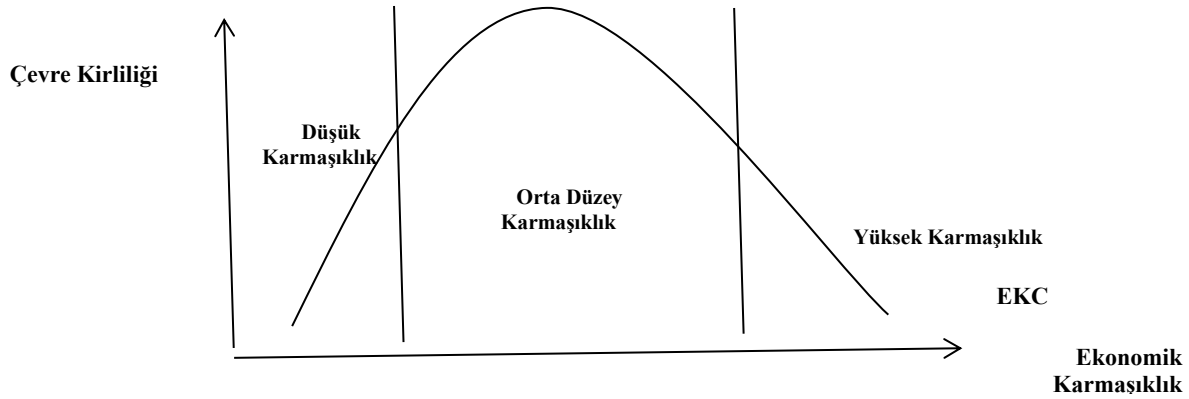
Ülkelerin ekonomik büyümeyi sürdürme istekleri, beraberinde çevre kirliliğini getirmektedir. Bu bağlamda ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi ele alan en temel hipotez, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezidir. EKC hipotezine göre gelir artışıyla beraber çevre kirliliği de belirli bir eşik değerine artmaktadır; fakat belirli bir dönüm noktasından sonra gelir artışıyla beraber çevre kirliliği azalmaktadır. Dolayısıyla EKC hipotezi, gelir ile çevresel bozulma arasında ters-U şeklinde ilişkinin varlığını ifade etmektedir (Doğan vd., 2019: 31900). Çevresel bozulma göstergesi olarak literatürde yoğun olarak karbondioksit emisyonu (CO₂ emissions) kullanılmaktadır. Birçok faktörden dolayı ülkelerdeki CO₂ emisyonu seviyesi etkilenmektedir. Çevre ve enerji ekonomisi literatüründe ise ekonomik ve teknolojik faktörler öne çıkarılmaktadır (Can ve Gozgor, 2017). Bu etkilerin grafiksel gösterimi Şekil 1'de özetlenmektedir.

Kalkınmanın başlangıç aşamasında ülkeler, çevre kirliliğine çok az katkıda bulunan tarım sektöründe faaliyet göstermektedir. Bu süreçten sonra ülkeler, yoğun kirliliğe yol açan sanayileşme aşamasına geçmektedir (Ölçek etkisi). Bu aşamaya geçişle beraber ülkeler, bilgi ve beceri yoğun alanlara odaklanmaktadır. Dolayısıyla söz konusu aşama, çevresel bozulmayı azaltan, diğer ifadeyle çevre kalitesini artıran süreci beraberinde getirmektedir (Yapısal etki). Yapısal değişim sürecinde yeni teknolojiler, imalat sanayisinde kullanılan eski teknolojilerle ikame edildiği için daha az çevre kirliliği yaratılmaktadır (teknolojik etki) (Can ve Gozgor, 2017:16364- 16365). Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi test eden birçok çalışmanın mevcut literatürde yer aldığını görmek mümkündür. Ancak geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak ülkelerin daha gelişmiş ve moderlenleşmiş üretim yapısını ifade eden ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi ele çalışmaların azınlıkta olduğu görülmektedir. Ürünlerin daha yüksek karmaşıklığı, günümüzün şiddetli dünya rekabetinin zorluğuyla yüzleşmek için bir taleptir. Bununla birlikte, daha karmaşık ve sofistike ihraç edilen ürünler, kaçınılmaz olarak enerji yoğunluğunda bir artışa ve daha fazla kirliliğe yol açan artan bir enerji talebi anlamına

gelebilir (Neagu, 2019:1). Genel olarak ekonomik karmaşıklık düzeyi ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi Şekil 2'deki gibi gösterilebilir. Şekil 2'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 1. Geleneksel EKC Hipotezinin İşleyişi **Kaynak:** Can ve Gozgor, 2017.



Şekil 2. Çevre Kirliliği ve Ekonomik Karmaşıklık Arasındaki İlişki **Kaynak:** Pata, 2021:848

Hidalgo ve Hausmann (2009) tarafından geliştirilen ECI, bir ülkedeki mevcut olan üretken yetenekler kümesinin, üretim sürecindeki teknoloji seviyesini ve bilgi yoğunluğunu ölçmesi yanında bir ülkenin yüksek düzeyde gömülü bilgi ve beceri gerektiren verimliliğini göstermektedir. Bu çalışmada, Şekil 2'de ifade edildiği üzere, çevre kirliliği ile ekonomik karmaşıklık düzeyi arasında Ters-U şeklinde bir ilişki olduğu ifade dilmektedir. Buna göre, ekonomik kalkınmanın ilk aşamasında basit tarımsal üretim sürecini temsil eden düşük karmaşıklık düzeyi daha az bir çevre kirliliği yaratırken, orta düzey karmaşıklık seviyesine doğru çevre kirliliği artar. Yüksek ekonomik karmaşıklık genel olarak teknoloji ve beceri yoğun teknikler ile yapıldığından çevre kirliliğini azaltan bir etkisi vardır (Pata, 2021: 847-848). Çalışma, çevrenin lüks bir mal olduğu fikrine dayanan geleneksel EKC hipotezinin aksine, ülkelerin üretim yapısının bilgi, teknoloji ve beceri yoğunluğunu ifade eden ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi dikkate değer çerçeve sunmaktadır. Tarımsal ürünlerin üretimine dayalı ekonomiler, çevresel bozulmaya daha az yol açmaktadır. Sanayileşmeyle beraber üretimin çeşitlenmesi sonucunda ekonomiler daha karmaşık hale gelmektedir. Bu süreçte çevresel bozulma da artmaktadır. Zaman içerisinde ekonomik karmaşıklık seviyesinde, bilgi yoğun endüstrilere yönelik yapısal değişiklikler meydana gelmektedir. Ekonomik karmaşıklıkta artış, çevre kirliliğini azaltan üretim sürecinin gelişmesini sağlamaktadır (Swart ve Brinkmann, 2020: 5-6). Adedoyin vd. (2021)'ye göre ise her ne kadar ECI'nın çevresel kaliteyi artırdığını öne çıkaran çalışmalar var olsa da, çevresel bozulmayı artırdığı faktörler gözden kaçırılmamalıdır.

Bu teorik yaklaşımlardan yola çıkaran ekonomik karmaşıklık endeksinin çevresel bozulma üzerindeki etkisi N-11 ülkeleri için incelenerek, literatüre katkı sunulması hedeflenmektedir. Çalışmanın ilk kısmında çevre kirliliği ve ekonomik karmaşıklık endeksi ile ilgili genel bilgiler verilmektedir. İkinci kısımda, yer alan ilgili literatür özetini takiben üçüncü bölümde ampirik analiz için kullanılan model, veri seti ve bulgular yer almaktadır. Sonuç bölümünde ise elde edilen ampirik bulgular çerçevesinde genel ve politik değerlendirmelere yer verilmektedir.

2 Literatür Taraması

Çevre kirliliği üzerine yapılan çalışmalarda ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi test eden çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Ekonomik karmaşıklık düzeyinin çevre üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmaların ise mevcut literatürde azınlıkta olduğu görülmektedir.

Romero ve Gramkow (2021), 1976-2012 dönemi verilerini kullanarak 67 ülke için ekonomik karmaşıklığın sera gazı emisyonu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, ekonomik karmaşıklık seviyesi arttıkça kişi başı sera gazı emisyonu yoğunluğunun azaldığı bulgusuna ulaşmışlardır.

Doğan vd. (2020), 28 OECD ülkesinde 1990-2014 periyoduna ilişkin verileri kullanarak yaptıkları analizde, ekonomik karmaşıklık ve yenilenebilir enerjinin bu ülkelerde çevresel tahribatı azalttığı sonucunu elde etmişlerdir.

Adedoyin vd. (2021) çalışmasında, 1995-2016 dönemi için Dünya Bankası'nın gelir sınıflandırmasını dikkate alarak farklı ülke gruplarında ekonomik karmaşıklığın karbondioksit emisyonu (CO₂ emissions) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen analiz bulgularına göre, ekonomik karmaşıklık arttıkça, düşük gelir gruplarında CO₂ emisyonu artarken; üst-orta gelir ve yüksek gelir gruplarında azalmaktadır. Panel grubu için EKC hipotezi geçerli olmakla birlikte, ekonomik karmaşıklık CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Can ve Gozgor (2017), 1964-2014 yılları verilerini kullanarak Fransa'da karbondioksit emisyonunun (CO₂ emissions) belirleyicilerini test etmişlerdir. Yazarlar, ilk olarak EKC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. İkinci olarak, enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi pozitif çıkmıştır. Son olarak, ekonomik karmaşıklık uzun dönemde CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Doğan vd. (2019), farklı gelir gruplarına yönelik 1971-2014 dönemi verileriyle ekonomik karmaşıklığın çevresel bozulma üzerindeki etkisini ölçmüşlerdir. Ulaşılan bulgular, ekonomik karmaşıklığın düşük orta gelirli ve yüksek orta gelirli ülkelerde çevresel bozulmayı artırdığını; yüksek gelirli ülkelerde ise azalttığını göstermektedir.

Swart ve Brinkmann (2020), 1991-2000 dönemi veri setiyle Brezilya için ekonomik karmaşıklığın, çevresel tahribat üzerindeki etkisini farklı çevre göstergeleri kullanarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, ekonomik karmaşıklıkla birlikte atık çıkarmanın azaldığını; fakat orman yangınlarının arttığını göstermektedir. Ayrıca, ekonomik karmaşıklık ile ormansızlaşma ve hava kirliliği ile ilişkilendirilememiştir.

Pata (2021), 1980-2016 dönemiyle ABD ekonomisi için yaptığı ampirik analizde, ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliğini azalttığı sonucuna ulaşmıştır.

Yılancı ve Pata (2020), 1965-2016 periyoduna ait verileri kullanarak Çin'de ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık, enerji tüketimi ve ekolojik ayakizi arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi araştırmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre enerji tüketimi ve ekonomik karmaşıklık, hem kısa hem de uzun dönemde ekolojik ayakizini artırmaktadır. Bunun yanında EKC hipotezi Çin'de geçerli değildir.

Boleti vd. (2021), gelişmiş ve gelişmekte olan toplam 88 ülkede 2002-2012 dönemine ait yıllık verilerle ekonomik karmaşıklık ile çevre performansı arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Elde edilen bulgulara göre ekonomik karmaşıklık çevre performansını olumlu etkilemektedir. Diğer ifadeyle karmaşık ihraç ürünlerinin artması, çevresel bozulmaya yol açmamaktadır.

Chu (2020) çalışmasında 118 ülkedeki 2002-2014 dönemi için çevresel kirlilik ile ekonomik karmaşıklık düzeyi arasındaki ilişki ele alınmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, ekonomik karmaşıklığın belirli bir noktadan sonra çevresel kirliliği azalttığını, her daim çevre için faydalı bir unsur olmadığı ifade edilmektedir.

Neagu (2019) çalışmasında, 1995-2017 dönemi için 25 seçilmiş Avrupa ülkesi için ekonomik karmaşıklığın belirli noktadan sonra çevresel kirliliği azalttığı diğer bir ifadeyle ekonomik karmaşıklık düzeyi ile çevre kirliliği arasında ters- U şeklinde ilişki söz konusudur.

Shahzad, vd. (2021) çalışmasında, 1965-2017 dönemine ait çeyreklik veriler kullanılarak ABD için ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izini arttırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Laverde-Rojas vd. (2021) çalışmasında 1971-2014 dönemindeki Kolombiya için ekonomik karmaşıklık ile çevresel kirlilik arasındaki ilişki ele alınmıştır. Elde edilen bulgular ekonomik karmaşıklık artışının mevcut dönemde çevresel kirliliği azaltma yönünden etkili olmadığı yönündedir.

Azizi vd. (2019) çalışmasında, 99 ülke için 1992-2017 dönemine ait veriler ile ekonomik karmaşıklık düzeyi ile çevre kirliliği arasındaki ilişki ele alınmaktadır. Elde edilen bulgular, ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliği üzerinde negatif yönde bir etkisinin söz konusu olduğunu ifade etmektedir.

Ampirik literatür incelendiğinde ülke/ülke grubu, incelenen dönem ve kullanılan değişkenlere bağlı olarak ekonomik karmaşıklık ile çevre kalitesi arasındaki ilişkinin değiştiği görülmektedir.

3 Model, Veri Seti ve Bulgular

Çalışmanın bu kısmında, 1990-2014 dönemindeki N11 ülkeleri (Bangladeş, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Nijerya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam) için ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği arasındaki ilişki analiz edilmektedir. Ayrıca kurulan modele kontrol değişkenleri olarak çevre kirliliği üzerinde

etkili olduğu düşünülen yenilebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve toplam nüfus göstergeleri de eklenmiştir. Kurulan modeldeki değişkenlerin seçilmesinde Pata (2021) çalışması takip edilmiştir. Analize konu olan model:

$(CO2_{it}) = f(ECI_{it}, NREC_{it}, REC_{it}, POP_{it})$ şeklinde oluşturulmuştur.

Modelin logaritmik formu ise,

$$\ln(CO2_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln ECI_{it} + \beta_2 \ln NREC_{it} + \beta_3 \ln REC_{it} + \beta_4 \ln POP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

olarak ifade edilebilir.

Modelde yer alan CO2, (kişi başına metrik ton) çevresel kirliliği temsilen ele alınan, ECI, ekonomik karmaşıklık endeksini, NREC, yenilenemeyen enerji kullanımını gösteren fosil yakıt enerji tüketimi toplamının yüzdesi REC yenilebilir enerji kullanımını (toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi-%), POP ise toplam nüfus miktarını ifade etmektedir. Değişkenlerden ekonomik karmaşıklık endeksi, The Observatory of Economic Complexity, diğer değişkenler ise Dünya bankası veri tabanından alınmıştır.

Öncelikle panel grubunu oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testinden faydalanılmıştır. Serilerin kendilerine özgü bir yapıya sahip olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla uygulanan Delta testi ise, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiştir. Testin temel hipotezleri; $H_0: \beta_i = \beta$ "eğim katsayıları homojendir" $H_1: \beta_i \neq \beta$ "eğim katsayıları homojen değildir" şeklindedir.

Yapılan ampirik analizin devamında, Pesaran (2007) tarafından ortaya atılan ve CADF (Cross-Sectional Augmented Dickey–Fuller) testinden türetilen CIPS birim kök testinden faydalanılmıştır.

Değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkinin tespit edilmesinde Pesaran vd. (1999) tarafından ortaya konulan, havuzlanmış grup tahmincisi (Pooled Mean Grup-PMG) ve grup tahmincisi (Mean Grup-MG) gibi çeşitli tahmincilerinin söz konusu olduğu panel ARDL yöntemi kullanılmıştır. Pesaran ve Smith (1995) tarafından ortaya konulan MG yöntemi, parametrelerin ortalamasına bağlı olarak ülkelerin uzun ve kısa dönemde farklı özelliklere sahip olduğunu varsayarak, sabit ve rassal etkiler gibi modellerin olağan uygulama yöntemleri olmadığını kabul etmektedir. PMG tahmincisi ise, uzun vadede her ülkenin aynı dinamiklere sahip olduğu, diğer bir ifadeyle homojen olduğunu varsayan bir tahmincidir (Pesaran vd., 1999: 621).

(1) nolu modelde yer alan değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkinin tespit edilmesi amacıyla kurulan panel ARDL denklemi aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$\ln CO2_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_{ij} \ln CO2_{it-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij} \ln ECI_{it-j} + \sum_{j=0}^k \varphi_{ij} \ln NREC_{it-j} + \sum_{j=0}^l \gamma_{ij} \ln REC_{it-j} + \sum_{j=0}^m \phi_{ij} \ln POP_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Ayrıca, Panel ARDL modelinin hata düzeltme formaları ise,

$$\Delta \ln CO2_{it} = \alpha_i + \beta'_i \ln CO2_{it-1} + \delta'_i \ln ECI_{it} + \varphi'_i \ln NREC_{it} + \gamma'_i \ln REC_{it} + \phi'_i \ln POP_{it} + \sum_{j=1}^{p-1} \beta''_{ij} \Delta \ln CO2_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta''_{ij} \Delta \ln ECI_{it-j} + \sum_{j=0}^{k-1} \varphi''_{ij} \Delta \ln NREC_{it-j} + \sum_{j=0}^{l-1} \gamma''_{ij} \Delta \ln REC_{it-j} + \sum_{j=1}^{m-1} \phi''_{ij} \Delta \ln POP_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Yapılan çalışmanın ilk aşamasında uygulanan yatay kesit bağımlılığı testlerinden CD testi bulguları Tablo 1'de yer verilmektedir.

	LnCO2	LnECI	LnNREC	LnREC	lnPOP
CD	29.2***	-2.302**	13.062***	23.362***	36.963***
Homojenlik Testi			Test İstatistiği	Olasılık	
		$\bar{\Delta}$	14.262	0.000	
		$\bar{\Delta}_{adj}$	16.394	0.000	

Tablo 1. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Bulguları Not: *, **, ***, sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Elde edilen bulgular, belirlenen yatay kesitler arasında bağımlılığının olduğunu diğer bir ifadeyle ülke ekonomileri arasında bağlantıların varlığını işaret etmektedir. Ayrıca uygulanan homojenlik testi bulguları kesitlerin kendilerine özgü bir yapılarının da olduğu diğer bir ifadeyle heterojen bir yapının varlığını ifade etmektedir. Yapılan analizin sonraki aşamasında iki ülke grubuna ait modelde yer alan değişkenlere uygulanan CIPS birim kök testi bulgularına ise Tablo 2'te yer verilmektedir.

Değişkenler	Düzye Değerleri	Fark Değerleri	Bulgu
LnCO2	-2.101	-4.601***	I(1)
LnECI	-1.763	-5.034***	I(1)
lnNREC	-1.938	-4.436***	I(1)

<i>LnREC</i>	-2.154*	-	I(0)
<i>LnPOP</i>	-1.030	-3.877***	I(1)

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları. *Not:* ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Kritik değerler; %10(-2.07), %5(-2.17), %1(-2.34)

Yapılan birim kök testi sonrasında serileri tamamının aynı düzeyde durağan olmadığı görülmektedir. Değişkenlerden LnREC düzeyde durağanlık gösterirken, diğer değişkenler seviyede birim kök içeren ve birinci farkı alınarak durağanlık gösteren değişkenlerdir. Modelde yer değişkenler farklı düzeyde durağan olması dolayısıyla analizin devamında Panel ARDL yöntemi kullanılmıştır. Tablo 3'te uygulanan panel ARDL yöntemi bulgularına yer verilmektedir.

MG veya PMG tahmincisi arasında yapılacak olan tercih ise uygulanan Hausman testi sonuçlarına göre belirlenmektedir. Tablo 3'te yer alan Hausman testi sonuçlarına göre, uzun dönem katsayıların homojen olduğu hipotezi reddedilemeyeceğinden, PMG tahmincisinin daha etkin olduğu dolayısıyla PMG tahmincisi ile elde edilen katsayıların yorumlanması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır

Değişkenler	Uzun Dönem	Kısa Dönem
	Katsayılar	
<i>LnCO2</i>	-	-0.05
<i>LnECI</i>	0.001***	0.004
<i>LnNREC</i>	0.755***	-1.778
<i>LnREC</i>	-0.336***	-0.460
<i>LnPOP</i>	0.910***	104.19
<i>ECT(-1)</i>	0.430**	
<i>Sabit Terim</i>	-2.147**	
λ	0.410	
<i>Hausman Testi Sonuçları</i>	(0.520)	

Tablo 3. Panel ARDL/PMG Testi Sonuçları. *Not:* ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3'te yer alan panel ARDL/PMG testi sonuçlarına göre, kısa dönemde seçilen değişkenler arasında herhangi bir ilişki bulunmazken, uzun dönemde çevre kirliliği, yenilenebilir enerji kullanımından negatif yönde etkilenmektedir. Ayrıca, ekonomik karmaşıklık düzeyindeki artış, yenilenemeyen enerji kullanımı ve nüfus düzeyindeki artış çevre kirliliğini arttırmaktadır. Bu durum ekonomik karmaşıklığın arttırılmasında çevresel kirliliğin göz ardı edildiğini göstermektedir.

4 Sonuç

Sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasında öne sürülen önemli politikalarından biri ekonomik karmaşıklık endeksinin artırılması yönündedir. Ancak karmaşıklık düzeyinde sağlanan artışın çevre kirliliği üzerinde yaratacağı etkinin ilgili literatürde yapılan çalışmalarda ihmal edildiği görülmektedir. Bu çerçevede yapılan çalışmada 1996-2014 dönemine ait veriler ile N11 ülkelerindeki ekonomik karmaşıklık endeksi ile çevre kirliliği arasındaki ilişki ele alınmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkinin ele alınması amacıyla farklı seviyede durağanlık gösteren seriler ile uygulanabilen Panel ARDL/PMG yönteminden faydalanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığına sahip olan seriler için uygulanan birim kök testi ile serilerin farklı seviyede durağanlık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulanan Panel ARDL/PMG testi bulgularına göre, uzun dönemde çevre kirliliği göstergesi olan karbon emisyonu ekonomik karmaşıklık endeksi, yenilenemeyen enerji kullanımı ve nüfustan pozitif yönde etkilenmektedir. Ayrıca uzun dönemde yenilenebilir enerji kullanımı çevre kirliliğini azaltmaktadır.

Elde edilen bulgular, ekonomik karmaşıklık düzeyinde sağlanmak istenen artışın çevre üzerinde bozulmalar yarattığını göstermektedir. Bu durum, ekonomik karmaşıklık düzeyinin arttırırken çevresel bozulmaları azaltan uygulamaların yapılması gerektiğini, özellikle enerji alanında yenilenebilir enerji kullanımına odaklı bir politika izlenmesi gerektiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular seçilen ülkelerde, uluslararası rekabete uyum sağlanması için arttırılması hedeflenen ekonomik karmaşıklık düzeyinin yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliği sağlayan noktalara odaklı olması gerektiğini ifade etmektedir.

Kaynakça

- Adedoyin, F. F., Nwulu, N., & Bekun, F. V., 2021. "Environmental degradation, energy consumption and sustainable development: accounting for the role of economic complexities with evidence from World Bank income clusters". *Business Strategy and the Environment*, 1-14.
- Azizi, Z., Daraei, F., & Boroujeni, A. N., (2019). "The Impact of Economic Complexity on Environmental Pollution". *Economic Development Policy*, 7(2).
- Boleti, E., Garas, A., Kyriakou, A., & Lapatinas, A., 2021. "Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample". *Environmental Modeling & Assessment*, 26, 251-270.
- Can, M., & Gozgor, G. 2017." The impact of economic complexity on carbon emissions: evidence from France". *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16364-16370.
- Chu, L. K. 2020. "Economic structure and environmental Kuznets curve hypothesis: new evidence from economic complexity". *Applied Economics Letters*, 1-5.
- Doğan, B., Driha, O. M., Lorente, D. B. & Shahzad, U. 2020. "The mitigating effects of economic complexity and renewable energy on carbon emissions in developed countries". *Sustainable Development*, 1-12.
- Doğan, B., Saboori, B., & Can, M. 2019. "Does economic complexity matter for environmental degradation? An empirical analysis for different stages of development". *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31), 31900-31912.
- Dünya Bankası 2021, World Bank Indicators, <https://databank.worldbank.org/home.aspx>
- Hidalgo, C. A., Hausmann, R. 2009." The Building Blocks of Economic Complexity". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Laverde-Rojas, H., Guevara-Fletcher, D. A., & Camacho-Murillo, A. 2021. "Economic growth, economic complexity, and carbon dioxide emissions: The case of Colombia". *Heliyon*, e07188.
- Neagu, O. 2019. "The link between economic complexity and carbon emissions in the European Union countries: a model based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) approach". *Sustainability*, 11(17), 4753.
- Pata, U. K. 2021." Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break". *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846-861.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. 2008. "Testing slope homogeneity in large panels". *Journal of econometrics*, 142(1), 50-93.
- Pesaran, [M. Hashem](#), 2004, "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", [CESifo Working Paper Series No. 1229, IZA Discussion Paper No. 1240](#).
- Pesaran, M. Hashem 2007, "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22(2): 265-312.
- Pesaran, M. Hashem ve Ron P. Smith, 1995, "Estimating Long-Run Relationships From Dynamic Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 68: 79-113.
- Pesaran, M. Hashem, Yongcheol Shin ve Ron P. Smith, 1999, "Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels", *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634.
- Romero, J. P., & Gramkow, C. 2021. "Economic complexity and greenhouse gas emissions". *World Development*, 139(105317), 1-18.
- Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., & Shahzad, K. 2021. "Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods". *Journal of Cleaner Production*, 279, 123806.
- Swart, J., & Brinkmann, L. 2020. "Economic complexity and the environment: Evidence from Brazil". In *Universities and Sustainable Communities: Meeting the Goals of the Agenda 2030* (pp. 3-45). Springer, Cham.
- The Observatory of Economic Complexity Database, 2021, <https://oec.world/en/rankings/cci/hs6/hs96>
- Yilanci, V. & Pata, U. K. 2020. "Investigating the EKC hypothesis for China: the role of economic complexity on ecological footprint". *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32683-32694.