

# CO<sub>2</sub> EMİSYONU VE EKOLOJİK AYAK İZİ BAĞLAMINDA N-11 ÜLKELERİNDE ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN TEST EDİLMESİ<sup>1</sup>



Kafkas Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi  
KAÜİBFD  
Cilt, 13, Sayı 26, 2022  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 26.11.2021

Yayına Kabul Tarihi: 29.03.2022

**Ömer YILMAZ**

Prof. Dr.

Atatürk Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,

Erzurum, Türkiye

omeryilmaz@atauni.edu.tr

**ORCID ID: 0000-0002-2951-8749**

**Serhat ÇAMKAYA**

Dr. Öğr. Üyesi

Kafkas Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,

Kars, Türkiye

serhatcamkaya36@gmail.com

**ORCID ID: 0000-0003-4373-1922**

**ÖZ**

Bu çalışma, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmek için ekolojik ayak izi ve CO<sub>2</sub> emisyonuna odaklanmaktadır. CO<sub>2</sub> emisyonu bağımlı değişkeni için 1986-2018; ekolojik ayak izi bağımlı değişkeni için 1986-2016 dönem arasındaki yıllık veriler kullanılmıştır. Çalışmada, 9 tane N-11 ülkesinde, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerinde, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğunun etkisi incelenmiştir. Yöntem olarak, CIPS birim kök testi, Westerlund eşbütünleşme testi, AMG ve CCEMG yöntemleri kullanılmıştır. Ampirik bulgular, N-11 ülkelerinde EKC hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekolojik ayak izi üzerinde enerji tüketiminin beklendiği gibi pozitif bir etkisinin olduğu, nüfus yoğunluğunun ise istatistiki olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu makalede, politika yapıcılara sürdürülebilir çevresel ve ekonomik kalkınma için bir dizi politika önerisinde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** CO<sub>2</sub> emisyonu, ekolojik ayak izi, çevresel kuznets eğrisi, CCEMG, AMG  
**JEL Codes:** Q50, Q53, Q54, Q56

**Alan:** İktisat

**Türü:** Araştırma

**DOI:** 10.36543/kauiibfd.2022.037

**Atıfta bulunmak için:** Yılmaz, Ö. & Çamkaya, S. (2022). CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekolojik ayak izi bağlamında N-11 ülkelerinde çevresel Kuznets eğrisinin test edilmesi. *KAÜİBFD*, 13(26), 915-937.

<sup>1</sup> İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

# TESTING THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN N-11 COUNTRIES IN CONTEXT OF CO<sub>2</sub> EMISSION AND ECOLOGICAL FOOTPRINT



Kafkas University  
Economics and Administrative  
Sciences Faculty  
KAUJEASF  
Vol. 13, Issue 26, 2022  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 26.11.2021

Accepted Date: 29.03.2022

**Ömer YILMAZ**

Prof. Dr.

Atatürk University

Faculty of Economics and  
Administrative Sciences,

Erzurum, Türkiye

omeryilmaz@atauni.edu.tr

**ORCID ID: 0000-0002-2951-8749**

**Serhat ÇAMKAYA**

Asst. Prof. Dr.

Kafkas University

Faculty of Economics and  
Administrative Sciences,

Kars, Türkiye

serhatcamkaya36@gmail.com

**ORCID ID: 0000-0003-4373-1922**

## ABSTRACT

This study focuses on ecological footprint and CO<sub>2</sub> emission to test the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. For the dependent variable CO<sub>2</sub> emissions annual data for the period of 1986-2018; for the ecological footprint dependent variable annual data for the period of 1986-2016 were used. In the study, the effects of economic growth, energy consumption and population density on CO<sub>2</sub> emissions and ecological footprints in 9 N-11 countries were investigated. As a method, CIPS unit root test, Westerlund cointegration test, AMG and CCEMG methods were used. Empirical findings revealed that the EKC hypothesis is not valid in N-11 countries. In addition, it has been determined that energy consumption has a positive effect on CO<sub>2</sub> emissions and ecological footprint as expected, while population density does not have a statistically significant effect. In this article, a set of policy recommendations for sustainable environmental and economic development have been made to policy makers.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emission, ecological footprint, Environmental Kuznets Curve, CCEMG, AMG

**JEL Kodları:** Q50, Q53, Q54, Q56

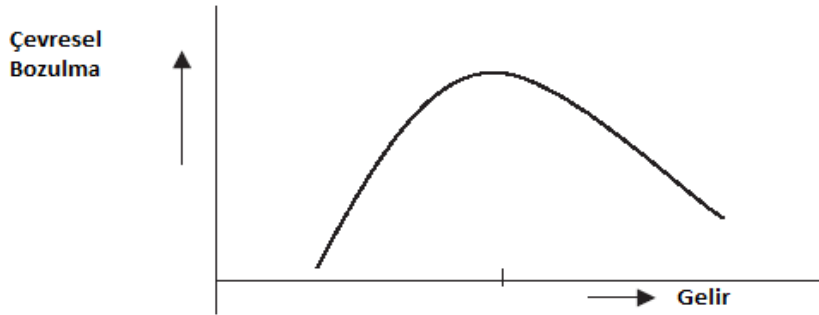
**Scope:** Economics

**Type:** Research

## 1. GİRİŞ

Simon Kuznets (1955) çalışmasında ilk defa gelir ve gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kuznets, gelişmekte olan ülkelerde kalkınmanın ilk safhasında artan büyüme ile birlikte gelir dağılımında bir bozulmanın meydana geleceğini, fakat belli bir dönüm noktasından (turning point) sonra artan büyümenin gelir dağılımı üzerindeki bozulmayı düzelteceğini belirtmektedir. Bu görüş literatüre Kuznets hipotezi olarak geçmiş ve ters U şeklinde bir eğilim sergilemesinden dolayı “*Kuznets Eğrisi*” olarak adlandırılmıştır. Kuznets’in bu hipotezi, sadece gelir ile gelir dağılımı hakkında çıkarsama yapılmasına katkı sağlamamıştır. Özellikle çevresel kalite üzerine yapılan çalışmalara da Kuznets hipotezi yol gösterici olmuştur. Orijinal Kuznets Eğrisindeki gelir dağılımı eksenini kirlilikle yer değiştirilerek “*Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi (EKC)*” adı altında yeni bir hipotez ortaya atılmış ve bu hipotez çeşitli çalışmalarla test edilmiştir (Aytun, Akın, & Algan, 2017, s. 2).

EKC hipotezi, çevresel kirliliğin ortalama gelirin dönüm noktasına ulaşana kadar artacağını ve daha sonra çevresel kalitenin iyileşmeye başlayacağını belirtmektedir. Daha açık bir ifadeyle, EKC hipotezi gelirdeki artış miktarının dönüm noktasına gelene kadar (turning point) kirliliği artıracaklarını, bu noktadan sonra artan gelirin kirliliği azaltacağını ifade etmektedir (Grossman & Kruger, 1995). Aşağıda, Şekil 1’de en basit haliyle EKC gösterilmektedir.



**Şekil 1:** Çevresel Kuznets Eğrisi  
**Kaynak:** (Dinda, 2004, s. 434)

EKC hipotezi, çevresel bozulma ile ekonomik büyüme (gelir) arasındaki uzun vadeli ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Ekonomik büyüme arttıkça, kalkış aşamasında, kaynak tükenme oranı kaynak yenilenme oranını aştığı için atık üretim miktarı artar ve buna bağlı olarak toksisite yani kirlilik artar. Daha yüksek gelişme seviyelerinde, çevre bilincinin artması, çevresel düzenlemelerin uygulanması, teknolojik altyapının artması ve artan çevresel harcamalarla birlikte

bilgi yoğun endüstrilere ve hizmetlere yönelik yapısal değişikliklerin hayata geçirilmesi söz konusu olmaktadır. Bu durum, çevresel bozulmanın dengelenmesi ve kademeli olarak azalmasıyla sonuçlanmaktadır. Gelirin, EKC'nin dönüm noktasının ötesine geçmesiyle, çevresel kalitenin artmaya başlayacağı varsayımı yapılmaktadır. Dolayısıyla EKC hipotezi, temiz bir tarım ekonomisinden kirlitici bir endüstriyel ekonomiye ve oradan da tekrar temiz bir hizmet ekonomisine doğru geçişin doğal bir tasviri olarak ele alınabilir (Arrow, 1995; Dinda, 2004). Politika yapımcılar için bu hipotez önemli olabilir. Çünkü bu hipotez geçerliyse, büyüme ile çevresel kalite arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Dolayısıyla artan büyüme çevresel kaliteyi iyileştirecektir. Böylece politika yapımcılar ekonomik büyümeyi amaç edinen iktisadi politikalar izleyebilecektir.

Goldman Sachs 2005 yılında N-11 (Next Eleven) adlı bir ülke grubu tanıtmıştır. Bu ülkeler, gelecekte büyük ekonomi potansiyeli vadeden, benzer ekonomik ve nüfus performansı sergileyen Bangladeş, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Mısır, Meksika, Nijerya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam'dır (Kuepper, 2019). N-11 ülkeleri, geleceğe dönük olarak ekonomik açıdan iyimser bir perspektif çizmesine rağmen, zaman içinde artan enerji tüketimiyle dikkat çekmektedir (Aslan, Altinoz & Atay Polat, 2020). Bahsedilen bu özelliklerden dolayı bu ülke grubunda ekonomik büyüme ve enerji kullanım miktarındaki artışların çevresel kalite üzerindeki etkilerinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle, bu çalışmanın temel amacı N-11 ülkelerinde, EKC hipotezi çerçevesinde, çevresel kirlilik göstergeleri (CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekolojik ayak izi (EA)) ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bu çalışmada ayrıca, ilgili ülke grubunun nüfus özelliklerinin de benzer bir seyir izlemesi dolayısıyla nüfus yoğunluğunun da çevresel kirlilik göstergeleri üzerindeki etkisi değerlendirilmektedir. N-11 ülkelerinden Güney Kore ve Nijerya'nın verilerine tam olarak erişilememesi sebebiyle örneklerden çıkarılarak kalan 9 ülke<sup>2</sup> analize dâhil edilmiştir. CO<sub>2</sub> emisyonu ve EA'yı ayrı iki bağımlı değişken olarak kabul eden iki ayrı model kurgulanmıştır. Bağımlı değişkenin CO<sub>2</sub> emisyonu olduğu birinci modelde, örnekleme dâhil edilen ülke grubuna ait gözlem verilerine eksiksiz olarak ulaşılan 1986-2018 arası örneklem dönemi olarak seçilmiştir. EA'nın bağımlı değişken olduğu ikinci modelde ise 1986-2016 arası örneklem dönemi olarak seçilmiştir. Çünkü EA verileri yayımlanan son verilere göre 2016'da bitmektedir. Bu çalışmanın temel sınırlılığı, ilgili değişkenlerin verilerine eksiksiz olarak ulaşılan dönemdir.

<sup>2</sup> Analize dahil edilen ülkeler Ek 1'dedir.

Bu çalışma, akademik literatüre çeşitli katkılar sunmayı hedeflemektedir. İlk olarak, N-11 ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu ve EA çerçevesinde iki ayrı model oluşturulup, bu modeller üzerinde açıklayıcı değişkenlerin (ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus yoğunluğunu) etkisini test eden bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İkinci olarak, çalışmada çevresel kalite göstergesi olarak, geleneksel CO<sub>2</sub> emisyonunu tek başına kullanmak yerine EA da ayrıca kullanılmıştır. Çünkü, CO<sub>2</sub> emisyonu zayıf bir ölçüm yöntemine sahiptir (Nathaniel & Khan, 2020) ve çevresel kalitenin bütün yönlerini kapsamamaktadır (Altıntaş & Kassouri, 2020; Ansari, Haider & Khan, 2020). Fakat EA, otlak ve orman arazisi, ekili arazi, okyanus, karbon ayak izi gibi çevresel kalitenin hemen hemen bütün yönlerini kapsar. Üçüncü olarak, literatürde EKC hipotezini test eden pek çok çalışma mevcuttur (Holtz-Eakin & Selden, 1995; Dinda, Coondoo, & Pal, 2000; Shi, 2004; Narayan & Narayan, 2010; Koçak, 2014; Robalino-López, Mena-Nieto, García-Ramos & Golpe, 2015; Munir, Lean & Smyth, 2020). Ancak çok az sayıda çalışma kesitsel bağımlılığı veya eğim homojenliğini (slope heterogeneity) dikkate almıştır (Dong, Sun, Li & Liao, 2018; Altıntaş & Kassouri, 2020; Nathaniel, Murshed & Bassim, 2021). O'Connell'ın (1998) belirttiği gibi kesitsel bağımlılığı dikkate almadan yapılacak bir çalışma, hem birim kök testlerinde hem de katsayı tahminlerinde sapmalı sonuçların doğmasına yol açabilir. Bu sapmalı sonuçlar doğrultusunda, gerçekleştirilen çalışmalar gerçeklik noktasında eksik sonuçlar doğurabilmektedir. Ayrıca eğim homojenliğini dikkate almayan çalışmalarda da yukarıdakine benzer sonuçlar ortaya çıkabilir. Dolayısıyla eğim homojenliğinin ve kesitsel bağımlılığın dikkate alınmasının daha gerçekçi sonuçlar verebileceği söylenebilir. Bu bağlamda, literatürde az sayıda işlenen bu eksik nokta da bu çalışmayla kapatılmaya çalışılacaktır.

Çalışma giriş bölümünü takiben, beş temel bölümden oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü bölüm sırasıyla, konuyla ilgili literatür, model ve veri setini kapsamaktadır. Dördüncü bölüm, çalışmanın metodolojisini oluşturmaktadır. Beşinci bölümde çalışmadan elde edilen bulgular tartışılmıştır. Altıncı bölüm olan sonuç bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR

Grossman ve Krueger (1991) ilk defa EKC hipotezini test etmiştir. Grossman ve Krueger'in (1991) çalışmasından sonra EKC hipotezi araştırmacılar için ilgi çekici bir konu haline gelmiştir. Bu hipotez, günümüze dek pek çok kez gerek ülke bazında zaman serisi teknikleriyle gerekse de bir ülke grubu seçilerek panel veri yöntemleriyle test edilmiştir. Örneğin, Holtz-Eakin & Selden (1995) panel sabit etkiler yöntemiyle 1951-1986 döneminde 130 ülke örnekleminde, EKC hipotezini test etmiştir. Çalışmanın sonucunda EKC'nin monoton artan bir

eğri biçiminde olduğunu ortaya koyulmuştur. Panayotou (1997) çalışmasında ise dengesiz panel veri metodunu kullanarak, 1982-1994 dönem aralığındaki yıllık verileri ve gelişmiş ve gelişmekte olan 30 tane ülke grubu için bu hipotezi test etmiştir. Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular, EKC hipotezini destekler niteliktedir. Benzer bulgular, Kaufmann vd. (1998), Dinda vd. (2000), Stern ve Common (2001), Shi (2004), Yavapolkul (2005), Galeotti ve Lanza (2005), Apergis ve Payne (2010), Lean ve Smyth (2010), Narayan ve Narayan (2010), Wang vd. (2011), Ozcan (2013), Akın (2014), Aytun (2014b), Erataş ve Uysal (2014), Li vd. (2016) ve Munir vd. (2020) gibi çeşitli ülke grupları ve bölgelerin dikkate alındığı çalışmalarda da elde edilmiştir.

Ang (2007) çalışmasında ise ARDL ve VECM modellerini kullanarak, Fransa'da 1960-2000 döneminde EKC hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmiştir. Çalışmanın sonucu, EKC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Jalil ve Mahmud (2009) Çin, Koçak (2014) ve Bozkurt ve Okumuş (2015) Türkiye, Bento ve Moutinho (2016) İtalya ve Uzar ve Eyüboğlu (2019) Türkiye için yapmış olduğu çalışmalarda da ortaya konmuştur. Fakat, Richmond ve Kaufmann (2006) panel sabit ve rassal etkili modellerle 1973-1997 döneminde ve 36 ülke için yapmış olduğu çalışmasında, EKC hipotezinin geçerli olmadığını tespit etmiştir. Benzer bir sonuç, Aytun (2014a) çalışmasında da bulunmuştur. Begum, Sohag, Abdullah ve Jaafar (2015) ise Malezya'da 1970-2009 dönem aralığındaki yıllık verileri ve ARDL yöntemini kullandığı çalışmasında yine EKC hipotezinin geçerli olmadığını tespit etmiştir. İlaveten Pao, Yu ve Yang'ın (2011) Rusya ve Robalino-López vd.'nin (2015) Venezuela üzerine yapmış olduğu çalışmalarda da benzer bir sonuç bulunmuştur. Bütün bu çalışmalar, çevresel kirlilik göstergesi olarak CO<sub>2</sub> emisyonu kullanılmıştır.

EKC hipotezinin geçerliliği EA kullanılarak sadece birkaç çalışmada test edilmiştir. Bunlar arasında, Ozturk, Al-Mulali ve Saboori, (2016) 1988-2008 dönemi için gelir gruplarına göre 144 ülkede EKC hipotezinin geçerli olup olmadığını test etmiştir. GMM tahmin yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonuçları, üst-orta ve yüksek gelirli ülkelerde gelirdeki artışın başlangıçta EA'yı arttırdığı ve belli bir süreden sonra gelirdeki artışın EA'yı azalttığını göstermiştir. EA kaynaklı EKC hipotezi, Aşıcı & Acar (2016) çalışmasında da test edilmiştir. Çalışma, EKC'nin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmaları takiben bu hipotez, Charfeddine ve Mrabet (2017) 15 tane MENA ülkesinde, Ulucak & Bilgili (2018) 15 düşük, 15 orta ve 15 yüksek gelirli ülkelerde, Altıntaş & Kassaouri (2020) 14 Avrupa ülkesinde ve Nathaniel vd. (2021) N-11 ülkelerinde yapmış olduğu çalışmalarda da test edilmiş ve EKC'nin geçerli olduğu saptanmıştır. Fakat, Al-Mulali, Weng-Wai, Sheau-Ting ve Mohammed (2015) sabit etkiler ve GMM yöntemini kullandığı çalışmasında, üst-orta ve yüksek

gelirli ülkelerde EKC'nin geçerli olduğunu, düşük ve düşük-orta gelirli ülkelerde geçerli olmadığını tespit etmiştir. Benzer şekilde, Ansari vd. (2020) 1991-2017 döneminde 37 tane Asya ülkesinden oluşan grup için EKC hipotezinin geçerliliğini test etmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, hipotez Orta ve Doğu Asya ülkeleri için geçerliymiş; Batı, Güney ve Güneydoğu Asya ülkeleri için geçerli değildir. Benzer sonuçlar, Pablo-Romero ve Sánchez-Braza'nın (2017) 27'si Avrupa Birliği ülkesi olan 40 ülke için ve Pata ve Caglar'ın (2021) Çin için yapmış olduğu çalışmalarda da elde edilmiştir.

### 3. MODEL VE VERİ SETİ

Çalışmanın analiz kısmında panel veri analizinden yararlanılmıştır. Çalışmada iki ayrı model kurgulanmıştır. Bu modeller, Begum vd. (2015), Robalino-López vd. (2015), Bento ve Moutinho (2016), Munir vd. (2020) ve Nathaniel vd. (2021) çalışmalarından hareketle oluşturulmuştur. Aşağıdaki 1'nolu eşitlikte, model 1'in yapısı ve koşulları belirtilmiştir:

$$LNCO_{2it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}LNKBG_{it} + \beta_{2i}LNKBG_{it}^2 + \beta_{3i}LNET_{it} + \beta_{4i}LNNY_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada  $t=1986\dots2018$  ve  $i=1,2,\dots9$ 'dur. Yukarıdaki modelde,  $t$  zaman periyodunu ve  $i$  birimleri temsil eder. 1'nolu eşitlikte belirtilen modelde,  $LNCO_2$  = Karbon emisyonunu,  $LNKBG$  = Kişi başına gelir ve  $LNKBG^2$ = Kişi başına gelirin karesini,  $LNET$  = Enerji tüketimini,  $LNNY$  = Nüfus yoğunluğunu göstermektedir.

Model 2'nin yapısı ve koşulları ise aşağıdaki 2 numaralı eşitlikteki gibidir:

$$LNEA_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}LNKBG_{it} + \beta_{2i}LNKBG_{it}^2 + \beta_{3i}LNET_{it} + \beta_{4i}LNNY_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Burada  $t=1986\dots2016$  ve  $i=1,2,\dots9$ 'dur. Yukarıdaki modelde,  $t$  zaman periyodunu ve  $i$  birimleri temsil eder. 2'nolu eşitlikteki modelde,  $LNEA$  = Ekolojik ayak izini,  $LNKBG$  = Kişi başına gelir ve  $LNKBG^2$ = Kişi başına gelirin karesini,  $LNET$  = Enerji tüketimini,  $LNNY$  = Nüfus yoğunluğunu göstermektedir.

EKC hipotezinin geçerli olup olmaması (1 ve 2) numaralı modellerdeki  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  parametrelerinin işaret ve anlamlılık düzeylerine bağlıdır. Eğer  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  ve istatistiksel olarak anlamlı ise KBG ile çevresel kirlilik göstergeleri ( $CO_2$  emisyonu ve ekolojik ayak izi (EA)) arasında ters U şeklinde fonksiyonel (EKC hipotezini destekler nitelikte) bir ilişkinin var olduğu ifade edilir (Aytun vd.,

2017; Dinda, 2004; Wang vd., 2011). Yukarıdaki 1. ve 2. modelde yer alan değişkenlere ait bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur. İlaveten, 1. ve 2. modelde yer alan değişkenlerin tamamı doğal logaritmik formda kullanılmıştır. Bunun nedeni, çift logaritmik kalıp kullanılarak esneklik yorumlamalarının yapılması isteğidir.

**Tablo 1:** Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişkenler	Semboller	Detaylar	Kaynaklar
CO <sub>2</sub> emisyonu	LNCO <sub>2</sub>	Kişi başı, metrik ton	WDI
Ekolojik ayak izi	LNEA	Kişi başı toplam ekolojik ayak izi	GFT
Ekonomik büyüme	LNKKBG	GSYH kişi başı, 2010 yılı sabit fiyatla ~ USD	WDI
Enerji tüketimi	LNET	Kişi başı tüketim, Gigajoule	BP
Nüfus yoğunluğu	LNNY	Yıl ortasındaki nüfusun kilometrekare cinsinden arazi alanına bölünmesi	WDI

**Not:** WDI: World Bank World Development Indicators, GFT: Global Footprint Network ve BP: British Petroleum Statistical Review of World Energy.

#### 4. AMPİRİK METODOLOJİ

Çalışmanın ampirik metodolojisi dört aşamalı bir süreci takip ederek oluşturulmuştur. Birinci aşamada, serilerin birim kök sınamasına CIPS (2007) panel birim kök testiyle bakılmıştır. CIPS testinin özelliği serilerdeki kesitsel bağımlılığı dikkate alarak birim kök sınaması yapmasıdır. Serilerdeki kesitsel bağımlılığa Pesaran vd. (2008) LM<sub>adj</sub> testiyle bakılmıştır. İkinci aşamada, seriler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi Westerlund’un (2008) Durbin–Hausman Grup (DH<sub>g</sub>) ve Panel (DH<sub>p</sub>) eşbütünlüşme testi ile araştırılmıştır. Bu test, hem kesitsel bağımlılığı hem de farklı derecelerden entegre seriler arasında eşbütünlüşme durumunun incelenmesine izin vermektedir. Üçüncü aşamada, Swamy’nin (1970) testiyle eğim katsayılarının homojen olup olmadıklarına bakılmıştır. Dördüncü ve son aşamada, eşbütünlüşme ilişkisinden hareketle panele ait uzun dönem katsayıların tahmini Pesaran’ın (2006) CCEMG (*Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup*) ve Eberhardt ve Teal’in (2010) AMG (*Genişletilmiş Ortalama Grup*) tahmincisiyle yapılmıştır. Bu tahminciler, Pesaran ve Smith’in (1995) MG (*Ortalama Grup*) tahmincisinin geliştirilmiş versiyonlarıdır. Ayrıca bu tahminciler, kesitsel bağımlılığı ve eğim heterojenliğini dikkate alan önemli tahmincilerdir.

##### 4.1. Panel Birim Kök Testi

Granger ve Newbold (1974), tüm değişkenlerin veya doğrusal kombinasyonlarının sabit olmadığı durumlarda sahte regresyon probleminin oluşacağını belirtmiştir. Bu nedenle tahmine geçmeden önce, kurulacak



modellerde kullanılan değişkenlerin birim köklü olup olmadığını tespit edebilmek önemli hale gelmiştir. Değişkenlere ilişkin kullanılacak birim kök testine geçmeden önce değişkenlerin kesitsel bağımlılığını incelemek önemlidir. Kesitsel bağımlılık önemli bir konudur ve panel veri modellerinin hem tahmininde hem de testinde dikkate alınmalıdır. Kesitsel bağımlılığı dikkate almadan yapılacak analizler sapmalı ve tutarsız sonuçlar üretebilir (Guloglu & Bayar, 2016, s. 963). Bu amaçla, panel birim kök testlerine geçmeden önce kesitsel bağımlılık test edilecektir. Kesitsel bağımlılığı test etmek için Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen  $LM_{adj}$  testi kullanılmıştır.  $LM_{adj}$  test istatistiği:

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N-1} \frac{(T-k) \hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\nu_{Tij}} \rightarrow_d N(0,1) \quad (3)$$

$i, j = 1, \dots, N$

şeklinde. Burada  $\hat{\rho}_{ij}$  artıklar için çift yönlü korelasyonun örnek tahminini gösterir, T zaman periyodunu, N yatay kesit sayısını gösterir.  $LM_{adj}$ 'nin sıfır hipotezi kesitsel bağımlılığın olmadığı şeklindedir. Hesaplanan  $LM_{adj}$  test istatistiği, kritik değerden büyükse sıfır hipotez reddedilerek kesitsel bağımlılığın olduğuna karar verilir. Seriler arasında kesitsel bağımlılık yoksa 1. kuşak panel birim kök testleri kullanılmalıdır. Eğer kullanılan serilerde kesitsel bağımlılık varsa, bunu dikkate alan ve 2. kuşak birim kök testleri olarak da adlandırılan panel birim kök testleri kullanılmalıdır. Bu çalışmada, kesitsel bağımlılığı dikkate alan CIPS testi kullanılmıştır.

CIPS istatistiği (Pesaran, 2007) şöyle tanımlanır:

$$CIPS = \frac{\sum_{i=1}^N CADF_i}{N} \quad (4)$$

Burada  $CADF_i$  kesit açısından genelleştirilmiş ADF test istatistiğinin basit ortalamasını gösterir. CIPS istatistiğinin kritik değerleri Pesaran (2007) tarafından tablolaştırılmıştır. Bu testin sıfır ve alternatif hipotezleri sırasıyla: " $H_0$ =Birim kök vardır" ve " $H_a$ =Birim kök yoktur" şeklindedir.

#### 4.2. Panel Eşbütünleşme Testi

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Westerlund (2008) Durbin–Hausman Grup ( $DH_g$ ) ve Panel ( $DH_p$ ) eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır.  $DH_g$  ve  $DH_p$  istatistikleri:

$$DH_{grup} = \sum_{i=1}^n S_i \left( \hat{Q}_i - \hat{Q}_i \right)^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (5)$$

$$DH_{panel} = \hat{S}_n \left( \hat{Q} - \hat{Q} \right)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (6)$$

şeklinde hesaplanır. Eşitlik (5 ve 6) daki,  $\hat{S}_n$  uzun dönem varyansını,  $\hat{Q}$  ve  $\hat{Q}$  eşbütünleşme parametrelerini ve  $\hat{e}_{it}^2$  ise kalıntıları temsil etmektedir (Topal, 2017). Bu test, serilerin farklı dereceden entegre olması durumunda aralarında eşbütünleşmenin olup olmadığını belirlememize izin vermektedir. Bu testin bir diğer avantajı, hatalar arasındaki kesitsel bağımlılığı dikkate almasıdır. Testin sıfır ve alternatif hipotezleri sırasıyla; “ $H_0 = Eşbütünleşme yoktur.$ ” ve “ $H_a = Eşbütünleşme vardır.$ ” şeklindedir. Test istatistiği kritik değer ile karşılaştırılarak karar verilir. Test istatistiği kritik değerden büyükse, sıfır hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğu sonucuna varılır.

#### 4.3. Eğim Homojenliği Testi

Panel veri modellerinde, önemli varsayımlardan biri birimler arası eğim katsayılarının homojenliğidir. Pek çok çalışma eğim katsayılarının homojen olduğunu varsayar. Fakat açıklayıcı bir değişkenin etkisi bir birimden diğerine önemli ölçüde değişebilir. Bu yüzden ki katsayıların homojenliğine dayanan tahminler sapmalı sonuçlar üretebilir (Güven vd., 2019, s. 2144). Buradan hareketle tahminlere geçmeden önce eğim homojenliği testi yapılmıştır. Çalışmada Swamy'nin (1970) testi kullanılarak eğim katsayılarının homojenlik sınaması gerçekleştirilmiştir.

Swamy (1970) tarafından geliştirilen testin istatistiği:

$$\hat{S} = \chi_{k(N-1)}^2 = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*)' V_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*) \quad (7)$$

7 nolu eşitlikteki  $\hat{\beta}_i$ ; EKK' dan elde edilen tahminler,  $\bar{\beta}^*$ ; ağırlıklandırılmış sabit etkiler tahmincisi ve son olarak  $\hat{V}_i$  ise EKK tahmincisi ve ağırlıklandırılmış sabit etkiler tahmincisinden elde edilen varyanslar arasındaki farkı göstermektedir. Hesaplanan test istatistiği,  $K(N-1)$  serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımına sahiptir. Test istatistik değerinin kritik değerden büyük olması durumunda, parametrelerin heterojen olduğuna karar verilir (Tatoğlu, 2018, s. 97).

#### 4.4. Tahmin

Pesaran ve Smith (1995) T'nin (zamanın) yeterince büyük olduğu durumlarda panel veri modellerinin tahmininde kullanılan Ortalama Grup Tahmincisi (MG) geliştirmiştir. Bu tahminci, heterojen ve kesitsel bağımlılığın olmadığı varsayımı altında kullanılan bir panel veri tahmin yöntemidir. Eğer kesitsel bağımlılık varsa MG tahmincisinin sapmalı sonuçlar verebilir. Dolayısıyla kesitsel bağımlılığın varlığı halinde, bunu dikkate alan tahmincilerin kullanılması gerekmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada, son zamanlarda geliştirilen CCEMG ve AMG tahmincisi kullanılmıştır. CCEMG tahmincisi Pesaran (2006) tarafından ve AMG tahmincisi Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilmiştir.

Pesaran (2006) CCEMG tahmincisi değişkenler arasındaki kesitsel bağımlılığa ve birimler arası heterojenliğe izin verir. Ayrıca CCEMG tahmincisi, bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin yatay kesit ortalamalarının ve gözlemlenen ortak etkilerinin doğrusal kombinasyonlarını kullanır. Bu tahminci, her bir regresyon üzerinden her bir katsayının basit aritmetik ortalaması alınarak elde edilebilir. CCEMG tahmincisi:

$$CCEMG = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (8)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $\hat{\beta}_i$ , her bir birime ait katsayıların EKK tahminlerini göstermektedir.

Eberhardt ve Teal (2010) AMG tahmincisi, birimlere özgü regresyonlarda ortak dinamik bir süreç ile birlikte kesitsel bağımlılığı dikkate alan bir tahmincidir. Süreç 3 aşamada tamamlanır. Sürecin birinci aşamasında, birinci farklar havuzlanmış regresyon (FD-OLS) T-1 adet zaman gölge değişken katsayıları ile genişletilerek, katsayıların tahminleri elde edilmektedir:

$$\Delta Y_{it} = b' \Delta X_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + e_{it} \Rightarrow \hat{c}_t \equiv \hat{\mu}_t^* \quad (9)$$

Burada  $\hat{\mu}_t^*$  = zaman gölge katsayılarını göstermektedir. İkinci aşamada  $\hat{\mu}_t^*$ , birimlere özgü regresyonlara dâhil edilerek modeller tahmin edilmektedir:

$$Y_{it} = a_i + b_i' X_{it} + c_i t + d_i \hat{\mu}_t^* + e_{it} \quad (10)$$

Alternatif olarak  $\hat{\mu}_t^*$  'nin bağımlı değişkenden farkı alınmaktadır. Bu fark alınma işlemi, her bir birime özgü ortak bir sürecin kullanıldığı anlamına gelmektedir. Son aşamada ise ortalama grup tahmincisi, Pesaran ve Smith'in (1995) MG yaklaşımı kullanılarak elde edilmektedir:

$$\hat{b}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{b}_i \quad (11)$$

Yukarıda 11 numaralı denklemdeki  $\hat{b}_{AMG}$  ifadesi, T adet gözlem kullanılarak elde edilen ve en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilen bireysel tahmincilerin ortalamasını vermektedir.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Model 1'e Ait Bulgular

Tablo 2, model 1 çerçevesinde ele alınmış serilerine ilişkin kesitsel bağımlılık test sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 2:** Kesitsel Bağımlılık Test Sonuçları

Değişkenler	LM_AD(Sabitli)	LM_AD(Sabitli + Trendli)
LNCO <sub>2</sub>	43.758***	8.385***
LNKKG	58.869***	14.682***
LNET	40.792***	5.356***
LNNY	37.827***	12.427***

**Not:** \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2'deki LM<sub>adj</sub> istatistiklerine göre güçlü bir şekilde sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla paneldeki seriler arasında kesitsel bağımlılık vardır.

Bu sonuçlara göre birinci kuşak panel birim kök testlerinin güvenilirliği azalacaktır denilebilir. Dolayısıyla seriler arasında kesitsel bağımlılığın olduğu varsayımına dayalı ikinci kuşak testlerin kullanılması daha güvenilir sonuçlar verecektir. Buradan hareketle, CIPS birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık sınaması yapılmıştır.

**Tablo 3: CIPS Test Sonuçları**

Değişkenler	CIPS (Sabitli)	CIPS (Sabitli+Trendli)
LNCO <sub>2</sub>	-2.603	-2.801
LNKKBG	-1.614	-2.608
LNETH	-3.717**	-3.629**
LNNY	-4.196**	-4.109**
ΔLNCO <sub>2</sub>	-4.340**	-4.660***
ΔLNKKBG	-3.181**	-3.807**
ΔLNETH	-	-
ΔLNNY	-	-

**Not:** CIPS testi için kritik değerler Pesaran (2007) den elde edilmiştir. \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3, sabitli ve sabitli ve trendli CIPS test istatistiklerini göstermektedir. CIPS test istatistiği sonuçları, hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde LNETH ve LNNY serilerinin düzeyde durağan olduğunu, yani I(0) olduğunu söylemektedir. Tablo 3, LNCO<sub>2</sub> ve LNKKBG serileri için hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde sıfır hipotezinin reddedilemediğini göstermektedir. Bu sonuç serilerin durağan olmadığını yani, I(1) olduğunu göstermektedir.

Tablo 4, model 1'den elde edilen hatalar arasındaki kesitsel bağımlılığı, Westerlund (2008) eş bütünleşme testini ve eğim homojenliği test sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 4: Kesitsel Bağımlılık, Eşbütünleşme ve Eğim Homojenliği Test Sonuçları**

Test	Test istatistiği
LM*	18.28***
DH <sub>g</sub>	1.561*
DH <sub>p</sub>	4.261***
$\hat{S}$	1006.71***

**Not:** LM\*: Kesitsel bağımlılık için sapması düzeltilmiş LM testi (Pesaran vd., 2008); DH<sub>g</sub> ve DH<sub>p</sub>: Westerlund (2008) eşbütünleşme testi, S: eğim homojenliği testi Swamy (1970) göstermektedir. \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4’deki LM\* sonuçları, hatalar arasında güçlü bir şekilde kesitsel bağımlılığın olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tablo 4, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Durbin–Hausman Grup (DH<sub>g</sub>) ve Panel (DH<sub>p</sub>) eşbütünleşme testi sonuçlarını da göstermektedir. Test sonucuna göre bu model için sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. Son olarak Tablo 4’de eğim homojenliği test sonucunu da görülmektedir. Sonuç, bu model için eğim homojenliği iddia eden sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Yani eğim katsayıları heterojendir. Dolayısıyla kullanılacak tahmin modeli hem eğim heterojenliğini hem de kesitsel bağımlılığı dikkate alan bir tahminci olmalıdır.

Model 1 için uygulanan AMG ve CCEMG test sonuçları Tablo 5’de sunulmaktadır. Tablo 5’deki hem AMG hem de CCEMG sonuçları LNKBG ve LNKBG<sup>2</sup> değişkenlerinin %5 önem düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca LNET değişkeninin %1 önem düzeyinde anlamlı olduğu, LNNY değişkeninin ise istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Wald istatistiği modelin genel olarak %1 önem düzeyinde anlamlı olduğunu söylemektedir.

**Tablo 5:** AMG ve CCEMG tahmin sonuçları (Bağımlı değişken: CO<sub>2</sub>)

Değişkenler	AMG	CCEMG
LNKBG	0.207**	0.300**
LNKBG <sup>2</sup>	0.104**	0.150**
LNET	0.893***	0.807***
LNNY	-0.136	-1.072
Wald-Test	423.97***	185.99***

**Not:** \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

AMG tahmin sonuçlarına göre, LNKBG’deki %1’lik bir artış CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.207 oranında arttıracaktır. Benzer olarak LNKBG<sup>2</sup>’deki %1’lik bir artışın da CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.104 oranında arttırdığı bulunmuştur. İlavenen LNET’nin de CO<sub>2</sub> emisyonunu beklendiği gibi pozitif oranda etkilediği tespit edilmiştir. LNET’deki %1’lik bir artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.893 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

CCEMG tahmin sonuçlarına göre, LNKBG’deki %1’lik bir artış CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.300 oranında arttıracaktır. Benzer şekilde LNKBG<sup>2</sup>’deki %1’lik bir artışın da CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.150 oranında arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca LNET’nin CO<sub>2</sub> emisyonunu beklendiği gibi pozitif oranda etkilediği bulunmuştur. LNET’deki %1’lik bir artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.807 oranında arttırdığı saptanmıştır.

AMG ve CCEMG tahmin sonuçlarının her ikisi de CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde LNKBG ve LNKBG<sup>2</sup>'nin pozitif etkisinin olduğunu söylemektedir. Buradan hareketle EKC hipotezinin geçerli olmadığı bulunmuştur. Bu sonuç, Begum vd. (2015), Pao vd. (2011) ve Robalino-López vd. (2015) çalışmalarıyla uyumludur.

### 5.2. Model 2'e Ait Bulgular

Tablo 6, model 2 çerçevesinde ele alınmış serilerine ilişkin kesitsel bağımlılık test sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 6: Kesitsel Bağımlılık Test Sonuçları**

Değişkenler	LM_AD(Sabitli)	LM_AD(Sabitli + Trendli)
LNEA	49.492***	15.257***
LNKKBG	97.077***	9.225***
LNETH	92.452***	7.479***
LNNY	107.215***	50.448***

**Not:** \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 6'daki LM<sub>adj</sub> istatistiklerine göre güçlü bir şekilde sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla paneldeki seriler arasında kesitsel bağımlılık vardır. Buradan hareketle, CIPS birim kök testi kullanılarak serilerin durağanlık sınaması yapılmıştır.

**Tablo 7: CIPS Test Sonuçları**

Değişkenler	CIPS (Sabitli)	CIPS (Sabitli+Trendli)
LNEA	-2.134	-2.714
LNKKBG	-2.213	-2.245
LNETH	-3.405**	-3.999**
LNNY	-3.447**	-4.125**
ΔLNEA	-5.290**	-5.105**
ΔLNKKBG	-3.514**	-3.693**
ΔLNETH	-	-
ΔLNNY	-	-

**Not:** CIPS testi için kritik değerler Pesaran (2007) den elde edilmiştir. \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 7, sabitli ve sabitli ve trendli CIPS test istatistiklerini göstermektedir. CIPS test istatistiği sonuçları, hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde LNET ve LNNY serilerinin düzeyde durağan olduğunu, yani I(0) olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tablo 7, LNEA ve LNKKBG serileri için hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde sıfır hipotezinin

reddedilemediğini göstermektedir. Bu sonuç serilerin durağan olmadığını yani, I(1) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 8:** Kesitsel bağımlılık, eşbütünleşme ve eğim homojenliği test sonuçları

Test	Test istatistiği
LM*	2.667***
DH <sub>g</sub>	2.674***
DH <sub>p</sub>	4.061***
$\hat{S}$	2624.16***

**Not:** LM\*: Kesitsel bağımlılık için sapması düzeltilmiş LM testi (Pesaran vd., 2008); DH<sub>g</sub> ve DH<sub>p</sub>: Westerlund (2008) eşbütünleşme testi, S: eğim homojenliği testi Swamy (1970) göstermektedir. \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 8'deki sonuçlara göre, model 2'den elde edilen hatalar arasındaki kesitsel bağımlılık vardır. Tablo 8'deki Durbin–Hausman Grup (DH<sub>g</sub>) ve Panel (DH<sub>p</sub>) eşbütünleşme testi sonucuna göre sıfır hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Dolayısıyla değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. Son olarak Tablo 8'deki eğim homojenliği test sonucu, bu model için eğim homojenliği iddia eden sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Yani eğim katsayıları heterojendir. Dolayısıyla kullanılacak tahmin modeli hem eğim heterojenliğini hem de kesitsel bağımlılığı dikkate alan bir tahminci olmalıdır.

Model 2 için uygulanan AMG ve CCEMG test sonuçları Tablo 9'da sunulmaktadır. Tablo 9'deki AMG ve CCEMG sonuçlarına göre LNKBG ve LNKBG<sup>2</sup> değişkenlerinin %1 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca LNET değişkeninin de %1 önem düzeyinde anlamlı olduğu, LNNY değişkeninin ise istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Wald istatistiği modelin genel olarak %1 önem düzeyinde anlamlı olduğunu söylemektedir.

**Tablo 9:** AMG ve CCEMG tahmin sonuçları (Bağımlı değişken: EA)

Değişkenler	AMG	CCEMG
LNKBG	0.415***	0.514***
LNKBG <sup>2</sup>	0.207***	0.257***
LNET	0.290***	0.246***
LNNY	0.007	1.068
Wald-Test	86.95***	50.88***

**Not:** \* = %10, \*\* = %5 ve \*\*\* = %1 önem düzeyinde istatistiklerin anlamlı olduğunu göstermektedir.

AMG tahmin sonuçlarına göre, LNKBG'deki %1'lik bir artış EA'yı %0.415 oranında arttıracaktır. Benzer olarak LNKBG<sup>2</sup>'deki %1'lik bir artışın da EA'yı %0.207 oranında arttırdığı bulunmuştur. İlaveten LNET'nin de EA'yı



pozitif oranda etkilediği tespit edilmiş ve LNET'deki %1'lik bir artışın EA'yı %0.290 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

CCEMG tahmin sonuçlarına göre, LNKBG'deki %1'lik bir artış EA'yı %0.514 oranında arttıracaktır. Benzer olarak LNKBG<sup>2</sup>'deki %1'lik bir artışın da EA'yı %0.257 oranında arttırdığı bulunmuştur. İlâveten LNET'nin de EA'yı pozitif oranda etkilediği tespit edilmiş ve LNET'deki %1'lik bir artışın EA'yı %0.246 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

AMG ve CCEMG tahmin sonuçlarının her ikisi de EA üzerinde LNKBG ve LNKBG<sup>2</sup>'nin pozitif etkili olduğunu söylemektedir. Buradan hareketle EKC hipotezinin geçerli olmadığı bulunmuştur. Bu sonuç literatürde, Al-mulali vd. (2015), Pablo-Romero ve Sánchez-Braza'nın (2017), Ansari vd. (2020) ve Pata ve Caglar (2021) çalışmalarının bulgularıyla paraleldir.

## 6. SONUÇ

Bu ampirik çalışmada, EKC hipotezi doğrultusunda, N-11 ülkelerinde, çevresel kirlilik göstergeleriyle (CO<sub>2</sub> emisyonu ve EA), ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğu arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu kapsamda iki ayrı model kurularak EKC hipotezi sınanmıştır.

Çalışmada, ilk olarak, serilerin birim kök sınaması CIPS (2007) birim kök testiyle incelenmiştir. Bu test, kesitsel bağımlılığı dikkate alarak birim kök sınaması yapmaktadır. Serilerdeki kesitsel bağımlılık Pesaran vd. (2008) LM<sub>adj</sub> testiyle incelenmiştir. İkinci olarak, seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi kesitsel bağımlılığa ve farklı derecelerden entegre seriler arasında eşbütünleşme durumunun incelenmesine izin veren Westerlund (2008) Durbin–Hausman Panel eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Seriler arasında uzun dönemli ilişkinin tespit edilmesinden sonra üçüncü aşamada, Swamy'nin (1970) testiyle eğim katsayılarının homojenlik sınaması araştırılmıştır. Eğim katsayılarının heterojen olduğunun tespit edilmesinin ardından dördüncü ve son aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada, eşbütünleşme ilişkisinden hareketle panele ait uzun dönem katsayıların tahmini, Pesaran'nın (2006) CCEMG ve Eberhardt ve Teal'in (2010) AMG tahmincisi kullanılarak yapılmıştır. Bu tahminciler, kesitsel bağımlılığı ve eğim heterojenliğini dikkate alan önemli tahmincilerdir. CCEMG ve AMG uzun dönem tahmin sonuçlarına bakıldığında, CO<sub>2</sub> emisyonunun bağımlı değişken olarak kullanıldığı modelde, EKC hipotezinin ters U şeklinde bir seyir izlemediği tespit edilmiştir. EA'nın bağımlı değişken olarak kullanıldığı modelde ise benzer olarak EKC hipotezinin ters U şeklinde olmadığı bulunmuştur. Bu bulgular, N-11 ülkelerinde uzun dönemde ekonomik büyümedeki artışların uzun dönemde çevresel kirliliği arttıracaklarını ve devam eden ekonomik büyümedeki artışın çevresel kirliliğin azaltılmasında çözüm olmadığını göstermektedir. Ayrıca, uzun

dönemde her iki modelde de enerji tüketiminin istatistiki olarak anlamlı ve pozitif etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuç, N-11 ülkelerinde, enerji tüketiminin çevresel kirlilik üzerinde artış yönlü önemli bir baskı oluşturduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında EKC hipotezinin geçerli olmadığı ortaya koyulmuştur. Bu sonuç literatürdeki çeşitli çalışmalarla da desteklenmiştir. Dolayısıyla, N-11 ülkelerinde, ekonomik büyümenin artması, atık üretim miktarını arttırmakta ve buna bağlı olarak kirlilik miktarı artmaktadır. İlâveten, bu ülke grubunun henüz bilgi yoğun endüstrilere geçmediği söylenebilir. Bu durum da, bu ülkelerde mevcut uygulanan politikaların çevresel kaliteyi dikkate almayarak uygulandığı sonucunu doğurmaktadır. Buradan hareketle, EKC hipotezinin geçerli olduğunu kabul ederek sadece geliri artırma odaklı bir ekonomi politikası uygulaması çok doğru bir politika olarak gözükmemektedir. Çünkü sadece büyüme odaklı bir ekonomi politikası hedefinin daha fazla üretim, daha fazla sanayileşme dolayısıyla çevreye daha fazla zarar verdiği söylenebilir. Nitekim sadece geliri artırma odaklı ekonomi politikası uygulamak yerine, çevre kirliliğini azaltmaya yönelik politikaları dikkate alarak bir ekonomi politikası uygulamak daha doğru bir tercih olarak sunulabilir. Bu doğrultuda, çevre bilincinin artırılmasına, çevresel düzenlemelerin uygulanmasına ve çevre dostu teknolojik altyapının artırılmasına yönelik politikalar hayata geçirilebilir. Son olarak bu çalışma kapsamında dikkate alınan metotlara ilâveler yapılarak benzer ya da farklı çalışmaların yapılabileceği bir öneri olarak sunulabilir.

#### **7. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **8. MADDİ DESTEK**

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

#### **9. YAZAR KATKILARI**

SÇ: Fikir;

ÖY, SÇ: Tasarım;

ÖY: Denetleme;

SÇ: Kaynakların toplanması ve/veya işleme;

ÖY, SÇ: Analiz ve/veya yorum;

SÇ: Literatür taraması;

ÖY, SÇ: Yazıyı yazan;

ÖY: Eleştirel inceleme

## 10. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF HAKLARI

Çalışmada, etik kurul ilkelerine uyulmuştur. Çalışmada, ekonometrik modellerde kullanılmak üzere World Development Indicators, Global Footprint Network ve British Petroleum Statistical Review of World Energy veri tabanlarından elde edilen ikincil veriler kullanılmıştır. Dolayısıyla çalışmada etik izin alınmasına ilişkin veri yoktur.

## 11. KAYNAKÇA

- Akın, C. S. (2014). Kurumsal kalitenin çevre üzerine olan etkileri: BRICS ülkeleri üzerine bir uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(2), 1-8.
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315-323.
- Altıntaş, H., & Kassouri, Y. (2020). Is the environmental Kuznets Curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO2 emissions?. *Ecological Indicators*, 113, 106187.
- Ang, J. B. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Ansari, M. A., Haider, S., & Khan, N. A. (2020). Environmental Kuznets curve revisited: An analysis using ecological and material footprint. *Ecological Indicators*, 115, 106416.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states. *Energy Policy*, 38(1), 650-655.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., & Pimentel, D. (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, 15(2), 91-95.
- Aslan, A., Altinoz, B., & Atay Polat, M. (2021). The nexus among climate change, economic growth, foreign direct investments, and financial development: New evidence from N-11 countries. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 40(3), e13585.
- Aşıcı, A. A., & Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*, 61, 707-714.
- Aytun, C. (2014a). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi: Panel veri analizi. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 1-14.

- Aytun, C. (2014b). Gelişen ekonomilerde karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve eğitim arasındaki ilişki: Panel veri analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 27, 349-362.
- Aytun, C., Akın, C. S., & Algan, N. (2017). Gelişen ülkelerde çevresel bozulma, gelir ve enerji tüketimi ilişkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 1-11.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
- Bento, J. P. C., & Moutinho, V. (2016). CO2 emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 142-155.
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2015). Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari serbestleşme ve nüfus yoğunluğunun CO2 emisyonu üzerindeki etkileri: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35.
- British Petroleum. (2020). British Petroleum Statistical Review of World Energy. 25 Haziran 2021 tarihinde <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> adresinden erişildi.
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138-154.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Dinda, S., Coondoo, D., & Pal, M. (2000). Air quality and economic growth: An empirical study. *Ecological Economics*, 34(3), 409-423.
- Dong, K., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). Does natural gas consumption mitigate CO2 emissions: testing the environmental Kuznets curve hypothesis for 14 Asia-Pacific countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 419-429.
- Eberhardt, M., & F. Teal. (2010). Productivity analysis in global manufacturing production. *economics series working papers no.515*.
- Erataş, F. & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımının BRİCT Ülkeleri kapsamında değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- Galeotti, M., & Lanza, A. (2005). Desperately seeking environmental Kuznets. *Environmental Modelling & Software*, 20(11), 1379-1388.
- GFN. (2019). Global footprint network. 24 Eylül 2021 tarihinde <https://www.footprintnetwork.org/> adresinden erişildi.

- Granger, C.W.J., & Newbold, P. (1974). Spurious regression in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Grossman M. G., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a north American free trade agreement. *Working Paper No. 3914*. National Bureau of Economic Research.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Guloglu, B., & Bayar, G. (2016). Sectoral exports dynamics of Turkey: Evidence from panel data estimators. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 25(7), 959-977.
- Güven, M., Calik, E., Cetinguc, B., Guloglu, B., & Calisir, F. (2019). Assessing the effects of flight delays, distance, number of passengers and seasonality on revenue. *Kybernetes*, 48(9), 2138-2149.
- Holtz-Eakin, D. & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85-101.
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172.
- Kaufmann, R. K., Davidsdottir, B., Garnham, S., & Pauly, P. (1998). The determinants of atmospheric SO2 concentrations: Reconsidering the environmental Kuznets curve. *Ecological economics*, 25(2), 209-220.
- Koçak, E. (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kuepper, J. (2019). Next 11 Economies Poised for Growth - Goldman Sachs' List of 11 Future Economic Giants. *The Balance, International Investing [Çevrimiçi]*. Erişim Tarihi: 20.11.2021. <https://www.thebalance.com/what-are-the-next-eleven-1978980>.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858-1864.
- Li, X., Yan, X., An, Q., Chen, K., & Shen, Z. (2016). The coordination between China's economic growth and environmental emission from the Environmental Kuznets Curve viewpoint. *Natural Hazards*, 83(1), 233-252.
- Munir, Q., Lean, H. H., & Smyth, R. (2020). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries: A cross-sectional dependence approach. *Energy Economics*, 85, 1-35.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy policy*, 38(1), 661-666.

- Nathaniel, S. P., Murshed, M., & Bassim, M. (2021). The nexus between economic growth, energy use, international trade and ecological footprints: the role of environmental regulations in N11 countries. *Energy, Ecology and Environment*, 1-17.
- Nathaniel, S., & Khan, S. A. R. (2020). The nexus between urbanization, renewable energy, trade, and ecological footprint in ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122709.
- O'Connell, P. G. (1998). The overvaluation of purchasing power parity. *Journal of International Economics*, 44(1), 1-19.
- Ozcan, B. (2013). The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: A panel data analysis. *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- Ozturk, I., Al-Mulali, U., & Saboori, B. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1916-1928.
- Pablo-Romero, M. D. P., & Sánchez-Braza, A. (2017). The changing of the relationships between carbon footprints and final demand: Panel data evidence for 40 major countries. *Energy Economics*, 61, 8-20.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: Turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics*, 2(4), 465-484.
- Pao, H. T., Yu, H. C., & Yang, Y. H. (2011). Modeling the CO2 emissions, energy use, and economic growth in Russia. *Energy*, 36(8), 5094-5100.
- Pata, U. K., & Caglar, A. E. (2021). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: Evidence from augmented ARDL approach with a structural break. *Energy*, 216, 119220.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M.H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Richmond, A. K., & Kaufmann, R. K. (2006). Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions? *Ecological Economics*, 56(2), 176-189.

- Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J. E., & Golpe, A. A. (2015). Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 602-614.
- Shi, J. (2004). Tests of the EKC hypothesis using CO2 panel data, Department of Economics University of Victoria, *Resource Economics and Policy Analysis (REPA) Research Group Working Paper 2004-03*, 1-42.
- Stern, D. I., & Common, M. S. (2001). Is there an environmental Kuznets curve for sulfur?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 41(2), 162-178.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, 38(2), 311-323.
- Topal, M. H. (2017). Vergi yapısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: OECD ülkelerinden ampirik bir kanıt. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 183-206.
- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144-157.
- Uzar, U., & Eyuboglu, K. (2019). The nexus between income inequality and CO2 emissions in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 227, 149-157.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., & Wang, Q. W. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy Policy*, 39(9), 4870-4875.
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193-233.
- World Bank (2021). World development indicators. 18 Ağustos 2021 tarihinde <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden erişildi.
- Yavapolkul, N. (2005). Environmental Kuznet Curve: empirical investigation using non-parametric approach. *Department of Agricultural and resource Economics, University of California*, 1-9.

**Ek 1: Analize Dahil Edilen Ülkeler**

Bangladeş	Pakistan
Mısır	Filipinler
Endonezya	Türkiye
İran	Vietnam
Meksika	