

TÜRKİYE'DE SANAYİLEŞME VE KENTLEŞMENİN ÇEVRESEL TAHRİBAT ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ARDL SINIR TESTİ YAKLAŞIMI

The Impact of Industrialization and Urbanization on Environmental Degradation in Türkiye: ARDL Boundary Test Approach

ÖZ

Gülistan CAN
gulistan@comu.edu.tr
0000-0001-9026-8729

Figen KILIÇ
fgn-17-86@hotmail.com
0000-0002-4578-4131

Bu çalışmada, Türkiye'de sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, ilk olarak değişkenlerin durağanlığını incelemek için birim kök testi uygulanmıştır. Sonrasında, ekolojik ayakizi ve belirleyicileri arasında eş bütünleşmenin varlığını kontrol etmek için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. 1961-2018 dönemine ait yıllık veriler yardımıyla gerçekleştirilen analizde, bağımlı değişken olarak; ekolojik ayakizi, bağımsız değişkenler olarak ise; sanayileşme, kentleşme ve kişi başına GSYİH kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar incelendiğinde, uzun dönemde kentleşme ile çevresel tahribat arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Sanayileşme ile çevresel tahribat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmese de, katsayıların işaretinin pozitif olması kentleşme ve sanayileşmenin çevresel tahribat üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaştırmıştır. Ampirik bulgularımızın, Türkiye'de sürdürülebilir bir çevrenin oluşturulması açısından, ekonomik ve ekolojik politikalar için önemli etkileri vardır.

Anahtar Kelimeler: Sanayileşme, Kentleşme, Çevresel Tahribat, ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

ABSTRACT

This study it is aimed to investigate the effect of industrialization and urbanization on environmental destruction in Turkey. In this direction, firstly, unit root test was used to examine the stationarity of the variables. Then, the ARDL boundary test approach was used to check the existence of cointegration between ecological footprint and its determinants. In the analysis carried out with the help of annual data for the period 1961-2018, the ecological footprint was used as a dependent variable, and industrialization, urbanization and GDP per capita were used as independent variables. When the empirical results are examined, a statistically significant and positive relationship was determined between urbanization and environmental destruction in the long term. Although there is no statistically significant relationship between industrialization and environmental destruction, it has been concluded that urbanization and industrialization have an effect on environmental destruction, as the sign of the coefficients is positive. Our empirical findings have important implications for economic and ecological policies in terms of creating a sustainable environment in Turkey.

Keywords: Industrialization, Urbanization, Environmental Degradation, ARDL Boundary Test Approach

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünyanın gündeminde daha sık yer tutan iklim değişikliği ve küresel ısınma politika yapıcılar açısından önemli bir sorun haline gelmiştir. Artan çölleşme, buzulların erimesi, küresel ısınma karbondioksit emisyonlarında yaşanan artışla daha yaygın hale gelmiştir. Karbondioksit emisyonlarını arttıran çok sayıda etken bulunmaktadır.

Karbondioksit emisyonlarının artışı göstermesinde önemli rol oynayan etkenlerden biri küreselleşmedir. Küreselleşme yıllar itibariyle çevre kalitesini düşürerek küresel iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Küreselleşme beraberinde artan ekonomik faaliyetlerin birim başına kaynak tüketimini getireceğinden sanayileşme, kentleşme, aşırı nüfus, terörizm gibi alanlarda da artış görülmektedir. Gelecek nesilleri tehdit edecek nitelikte olan iklim değişikliği, sanayileşme ve kentleşme gibi iki ana faktörden önemli düzeyde etkilenmektedir (Kurt ve Kılıç, 2022: 132; Kurt vd., 2022: 54).

Birçok ülke için büyüme ve kalkınma ile sanayileşme aynı anlama gelmektedir. Bunun nedeni ise, bir ülkede endüstrinin büyümesi kentleşme ve ekonomik kolaylığı getirmesidir (Mahmood vd., 2020: 1553). Sanayileşme ve kentleşmenin artması fosil yakıtlar açısından muazzam bir enerji tüketimine yol açmaktadır.

Sanayileşmenin büyümesi, doğal kaynak kullanımının artmasına neden olmaktadır. Sanayileşme politikaları yürütülürken genellikle akla gelecek son şey çevre kalitesi olmaktadır. Böylece, ülkenin karbondioksit salınımının artarak çevre kalitesini düşürmesi kaçınılmaz olacaktır. Sanayileşmenin artması, doğal kaynak tahribatını ve artan nüfusun refahını zorunlu kılmaktadır (Dubey ve Narayanan, 2010: 2833).

Sanayileşme yaşanan dönüşüm, Avrupa 'da yaşanan büyük sanayi devrimiyle beraber gerçekleşmiştir. Batı'da sanayi devriminin gerçekleşmesinden bu yana sanayileşme ve kentleşme arasındaki ilişki kavramı dünya çapında kabul görmüştür. Söz konusu bağlantı, yüksek ekonomik büyüme ve dolayısıyla yüksek refah ile ilişkilendirilmektedir. (Sadorsky, 2013: 54). Sanayileşme ve kentleşmede meydana gelen hızlı artış karbondioksit emisyonlarında önemli bir artışın eşlik ettiği büyümeyi hızlandırmaktadır.

Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir kısmı kentsel nüfusa dönüşmüştür. Bu durum beraberinde çeşitli sorunları da getirmiştir. Şehirler önemli karbondioksit salınımına neden olmaktadır. Bununla birlikte, şehirler politika uygulayıcılarıdır. Bu nedenle, çeşitli politikalar doğrultusunda şehirlerin karbondioksit salınımının azaltılmasına katkıları göz ardı edilememektedir (Zhu vd., 2017: 868).

Dünyada çevre üzerinde sarsıcı etkileri bulunan sanayileşme ve kentleşmenin Türkiye'de 1980'lerde başlayan dışa dönük sanayileşme ve serbest ekonomi politikalar ile birlikte ekolojik ayakzini önemli düzeyde arttırdığı gözlenmiştir. Hem nüfus ve kentleşme oranında meydana gelen artış hem de ekonomik büyüme ve hanehalkı refahında meydana gelen artışla fosil enerji talebinin artması karbondioksit emisyonlarını büyük ölçüde arttırmıştır. Dolayısıyla çevre kalitesinde bozulmalar meydana gelmiştir (Yıldız ve Göktürk, 2019: 219).

Dünyada ve Türkiye'de küresel ısınma ile ciddi sorun haline gelen karbondioksit emisyonlarında meydana gelen artış önemli düzeylere ulaşmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerindeki etkisinin ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, çalışmanın giriş bölümünden sonra sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerindeki etkisini inceleyen literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde veri

seti, model, metodoloji ve araştırma bulgularına değinilerek son olarak dördüncü bölümde çalışmanın sonuçlarına yer verilmiş ve çeşitli politika önerileri sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Kentleşme ve sanayileşme ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi ele alan literatür incelendiğinde, çeşitli sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Kentleşme ve sanayileşme ile CO₂ emisyonları arasında negatif yönlü ilişkinin varlığını tespit eden çeşitli çalışmalar (Raheem ve Ogebe, 2017; Cetin vd., 2018; Pata, 2018b; Liu ve Bae, 2018; Pata, 2018c; Li vd., 2019; Wang vd., 2020; Mahmood vd., 2020) bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerinde azalan etkiye sahip olduğunu ortaya koyan bazı araştırmalar da (Lin vd., 2009) literatürde mevcuttur. Diğer yandan, çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezini doğrulayan birtakım çalışmalar (Al-Mulali vd., 2016; Zhang vd., 2017; Cetin vd., 2018; Pata, 2018b) bulunurken değişkenler arasında U şeklinde ilişkinin varlığına rastlanan araştırmalar da (Shahbaz vd., 2016) tespit edilmiştir. Doğrusal ilişkiye rastlanmayan bazı çalışmalar da (Zhu vd., 2012) bulunmaktadır. Ek olarak ülke ve şehir bazında farklı sonuçlar bulan (Li vd., 2012) ve uzun ve kısa vadede sonuçların birbirinden ayrıldığı çalışmalara da (Bekhet ve Othman, 2017; Lee, 2019) rastlanılmıştır.

Kentleşme ve sanayileşmenin çevre üzerinde negatif etki yarattığını öne süren çalışmalardan Raheem ve Ogebe (2017), 20 Afrika ülkesinde sanayileşme, kentleşme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi 1980'den 2013'e kadar olan veriler yardımıyla panel veri analizi yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Analizde, kentleşme ve sanayileşmede meydana gelen artışın çevre üzerinde negatif etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Cetin vd. (2018), Türkiye'deki kentleşme, enerji tüketimi ve gelirin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini 1960-2014 dönemine ait veriler aracılığıyla ARDL sınır testinin yanında Toda-Yamamoto nedensellik testini de kullanarak araştırmıştır. Analiz sonuçlarında, kentleşme, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu artırdığı ve çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin geçerli olduğu ortaya çıkmıştır. Pata (2018b), 1974'ten 2013'e kadar olan veriler yardımıyla Türkiye'de sanayileşme, kentleşme, gelir, enerji tüketimi ve finansal kalkınmanın karbondioksit emisyonu nasıl etkilediğini ARDL sınır yaklaşımı kullanarak araştırmıştır. Çalışma sonuçları, çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezinin geçerli olduğunu ve uzun dönemde enerji tüketimi, finansal kalkınma, şehirleşme ve sanayileşmenin karbondioksit emisyonunu arttırdığını ortaya koymuştur. Liu ve Bae (2018), Çin için 1970-2015 dönemine ait verileri kullanarak kentleşme ve sanayileşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. ARDL sınır testi yaklaşımı bulgularına göre, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak söz konusu ilişkinin sanayileşme ile CO₂ emisyonu arasında daha güçlü olduğu ortaya konmuştur. Pata (2018c), Türkiye'de gelir, sanayileşme, kentleşme, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal kalkınma, ithalat, ihracat ve yenilenemez enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisini 1971-2014 dönemine ait veriler aracılığıyla analiz etmiştir. ARDL analiz yönteminin sonuçları incelendiğinde, uzun vadede finansal kalkınma, sanayileşme, şehirleşme, ithalat, gelir ve yenilenemez enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunu arttırdığı, yenilenebilir enerji tüketimi ve ihracatın da karbondioksit emisyonunu azalttığı gözlenmiştir. Li vd. (2019), 2003'ten 2017'e kadar olan süre zarfında Çin'deki 31'den fazla bölge için sanayileşmenin çevre üzerindeki etkilerini test etmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, sanayileşmenin çevre kalitesi üzerinde negatif yönlü bir ilişkiye rastlanmıştır. Ancak sanayileşme arttıkça başlangıçta çevresel bozulmanın artacağı belli bir süre sonra ise emisyonun düşeceği tespit edilmiştir. Wang vd. (2020), APEC ülkelerindeki sanayileşme ve kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini 1990'dan 2014'e kadar olan veriler yardımıyla dinamik SUR yöntemi kullanarak araştırmıştır. Araştırmanın bulguları incelendiğinde, sanayileşme ve

kentleşmede meydana gelen artışın çevresel bozulmayı arttırdığı tespit edilmiştir. Mahmood vd. (2020), Suudi Arabistan'da kentleşme, sanayileşmenin CO₂ emisyonlarına etkisini 1968'den 2014'e kadar olan veri seti kullanarak doğrusal ve doğrusal olmayan ARDL modelleri yardımıyla analiz etmiştir. Sonuçlar, kentleşme ve sanayileşmenin çevre üzerinde olumsuz etkiler yarattığını, karbondioksit emisyonları üzerinde kentleşmenin esnek, sanayileşmenin ise katı bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

Sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerinde azalan etkiye sahip olduğunu ortaya koyan çalışmalardan Lin vd. (2009), Çin'de kentleşmenin, sanayileşmenin, enerji yoğunluğunun ve ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkisini 1978-2006 dönemine ait veriler aracılığıyla araştırmıştır. Çalışmanın bulguları incelendiğinde, sanayileşme, kentleşme, enerji yoğunluğu ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerinde azalan bir etkiye sahip olduğunu ortaya çıkıştır.

Çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezini doğrulayan çalışmalardan Al-Mulali vd. (2016), CO₂ emisyonları, şehirleşme, ticari açıklık, enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi 1980-2012 dönemine ait veriler yardımıyla analiz etmiştir. Çalışmanın bulguları incelendiğinde, çevresel Kuznets eğrisinin (EKC) geçerliliği ve değişkenler arasında kısa ve uzun dönemli nedensel ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Zhang vd. (2017), 141 ülke için kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini 1961-2011 dönemine ait veriler aracılığıyla dengesiz panel veri analizini kullanarak incelemiştir. STIRPAT analizi sonuçlarına göre, kentleşme ile CO₂ emisyonları arasında ters U şeklinde bir ilişki bulunmuştur. Ek olarak, nüfus yoğunluğu temelli kentsel yoğunluk çevresel tahribatı daha fazla arttırmaktadır.

Diğer yandan değişkenler arasında U şeklinde ilişkinin varlığına rastlanan araştırmalardan Shahbaz vd. (2016), Malezya'da şehirleşme, çıktı ve enerji kullanımının karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisini 1970:Q1'den 2011:Q4'e kadar üç aylık verileri kullanarak ARDL yöntemi yardımıyla incelemiştir. Çalışmanın bulguları, kentleşmeden emisyonlara doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğunu ortaya koymaktadır. Enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasında kısa vadeli çift yönlü nedensel bir ilişki tespit edilmiştir. Ek olarak, kentleşme ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişkinin U şeklinde olduğunu tespit edilmiştir. Bunların aksine herhangi bir doğrusal ilişki rastlanmayan çalışmalarda mevcuttur. Örneğin, Zhu vd. (2012), 20 gelişmekte olan ülke için kentleşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini 1992-2008 dönemine ait veriler kullanarak yarı parametrik panel veri modelini yardımıyla analiz etmiştir. Analizde, kentleşme ile CO₂ emisyonları arasında ters U modeli yerine doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığına rastlanmıştır.

Ülke ve şehir bazında farklı sonuçlar bulan çalışmalardan Li vd. (2012), 1990-2010 dönemi için sanayileşmenin, kentleşmenin, teknolojik gelişmenin ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini Çin'deki 30 il üzerinden incelemiştir. Analiz beş farklı emisyon bölgesine hiyerarşik sınıflandırma yoluyla yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, karbondioksit emisyonlarının etkileri ülke genelinde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. CO₂ emisyonları üzerinde ekonomik büyüme ve kentleşme değişkeninin diğer değişkenlerden daha etkin olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, yüksek karbondioksit emisyonu olan bölgelerde en etkili faktörün sanayileşme olmadığı tespit edilmiştir.

Değişkenler arasında uzun ve kısa vadede farklı sonuçların bulunduğu çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan Bekhet ve Othman (2017), Malezya'daki kentleşme, enerji kullanımı, çıktı ve emisyonlar arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Analiz sonuçları, kentleşme ve karbondioksit emisyonları arasında erken kentleşme döneminde pozitif, geç kentleşme döneminde ise negatif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Lee (2019), Güneydoğu Asya'da sanayileşme, kentleşme ve ihracatın karbondioksit

ayakizi üzerindeki etkisini 1970-2017 dönemine ait veriler yardımıyla panel veri analizini kullanarak araştırmıştır. Bulgular, uzun dönemde tüm değişkenlerin eşbütünleşme ilişkisi içinde olduğunu, kısa dönemde ise, kentleşme, sanayileşme ve ihracatın gecikmeli etkisinin çevre üzerinde olumsuz etkileri olduğunu göstermiştir.

Kentleşme ve sanayileşmenin CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini analiz eden literatür incelendiğinde, çalışmaların büyük bir kısmında elde edilen bulgular, kentleşme ve sanayileşme ile CO₂ emisyonları arasında negatif yönlü bir ilişkinin varlığını doğrulamıştır. Bunun yanı sıra, farklı aşamalarda ve farklı bölgelerde değişiklik gösteren sonuçların da yer aldığı araştırmalar da literatürde mevcuttur.

3. EKONOMETRİK ANALİZ

Bu başlık altında ilk olarak veri seti ve modelden bahsedilmiş, sonrasında metodoloji açıklanmıştır. Son kısımda ise, ampirik bulgulara yer verilmiş ve söz konusu bulgular yorumlanmıştır.

3.1. Veri Seti ve Model

Ekonometrik analizde Türkiye’de sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerindeki etkisi analiz edilmeye çalışılmaktadır. Bu doğrultuda analizde çevresel tahribatı temsil etmesi açısından bağımlı değişken olarak ekolojik ayakizi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak ise; sanayileşme, kentleşme ve kişi başına GSYİH değişkeni analize dahil edilmiştir.

Ekonometrik analiz periyodu, 1961-2018 dönemini kapsamakta olup analizde kullanılan veriler yıllık verilerdir. Ekonometrik analizlerde kullanılan veriler, verilerin simgeleri, değişkenlere ait açıklamalar ve temin edildikleri kaynaklar tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Ekonometrik Analizde Kullanılan Değişkenler ve Kaynakları

Simgesi	Değişken Adı	Değişkene Ait Açıklamalar	Kaynağı
CTH	Çevresel Tahribat	Ekolojik Ayakizi-kişibaşı gha	Global Footprint Network
SNY	Sanayileşme	Sanayi Sektöründe Yaratılan Katma Değerin GSYİH İçindeki % Payı-İnşaat Sektörü Dahil	World Bank
KNT	Kentleşme	Kentsel nüfusun toplam nüfus içindeki % Payı	World Bank
KBGSYH	Kişi Başına GSYİH	2015 Sabit Fiyatlarıyla US\$	World Bank

Türkiye’de sanayileşme ve kentleşmenin çevresel tahribat üzerindeki etkisini analiz etmek için model aşağıdaki gibi kurulmuştur;

$$CTH_t = \beta_0 + \beta_1 SNY_t + \beta_2 KNT_t + \beta_3 KBGSYH_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

3.2. Metodoloji

Pesaran ve diğerleri (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi seçilen veriler arasındaki kısa ve uzun dönem dengesini analiz etmek için ve eş bütünleşmenin varlığını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. ARDL sınır testi yaklaşımının, diğer tek eş bütünleşme yaklaşımlarından ayrılan noktaları bulunmaktadır. Birincisi, ARDL daha tutarlı ve verimli kanıtlar ortaya koyabilmektedir. İkincisi, düzey veya birinci farkta durağan özelliklerin karışımı kullanılabilen değişkenlerin durağan özelliklerine ilişkin esneklik göstermektedir. Üçüncüsü, uzun vadede tahminler üzerindeki hipotezlerin

incelenememesini ve regresörlerin içsellik yanlılığını düzenlemektedir. Son olarak ise, bir değişkenin diğeri üzerindeki uzun ve kısa dönem katsayıları eş zamanlı olarak değerlendirmektedir (Liu ve Bae, 2018: 180-181).

Durağanlığın tespit edilmesinde en çok tercih edilen birim kök testi Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF)'dir. ADF, 1979 yılında Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen Dickey-Fuller (DF) birim kök testine bağımlı değişkene gecikmeli değerlerinin eklenmesi sonucu ortaya çıkmış bir testtir. ADF testinin en genel ifade şekli aşağıdaki denklemler gibidir (Kılıç ve Torun, 2018: 26):

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Birim kök testi için kurulan hipotezler ise aşağıdaki gibidir:

$H_0: \delta = 0$ (Birim kök vardır, zaman serisi durağan değildir).

$H_1: \delta < 0$ (Birim kök yoktur, zaman serisi durağandır).

ARDL modeli, hata düzeltme modelini içermesi ve I(0) ve I(1) seviyelerinde durağan serilere uygulanabilmesi avantajlarıyla daha güvenilir bulgular ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, ARDL sınır testi değişkenler arasındaki dinamikleri açıklama konusunda oldukça güçlü bir model olarak karşımıza çıkmaktadır (Akel ve Gazel, 2014: 30-31).

ARDL modeli için hipotezler aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$H_0: \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \dots = \varepsilon_3 = 0 \rightarrow \text{Eşbütünleşme vardır.} \quad (5)$$

$$H_0: \varepsilon_1 \neq \varepsilon_2 \neq \dots \neq \varepsilon_3 \neq 0 \rightarrow \text{Eşbütünleşme yoktur.} \quad (6)$$

Hipotez testleri, F testi tablo değerleriyle hesaplanan değerler mukayese edilerek analiz edilmektedir. Eğer F değeri tablo üst kritik değerinden büyük ise, eşbütünleşme ilişkisi vardır ve H_0 hipotezi kabul edilir. Eğer F değeri tablo üst kritik değerinden küçük ise, eşbütünleşme ilişkisi yoktur ve H_0 hipotezi reddedilir. Ek olarak, ARDL uzun dönem katsayıları da tahmin edilmektedir (Can vd., 2022: 180).

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı bulunduktan sonra ARDL eş bütünleşme yapılarak değişkenlere ait katsayı tahmininde bulunulması gerekmektedir. Uzun dönemli katsayıların tahmini için aşağıdaki gibi bir ARDL modeli oluşturmak mümkündür (Yıldız ve Göktürk, 2019: 223):

$$ED = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} ED_{t-i} + \sum_{i=1}^n a_{2i} IND_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{3i} URB_{t-i} + \sum_{i=1}^p a_{4i} PCGDP_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Çalışmada, Pesaran vd. (2001) tarafından ortaya atılan ARDL sınır testi Eviews 12 programı yardımıyla kullanılmıştır.

3.3. Araştırma Bulguları

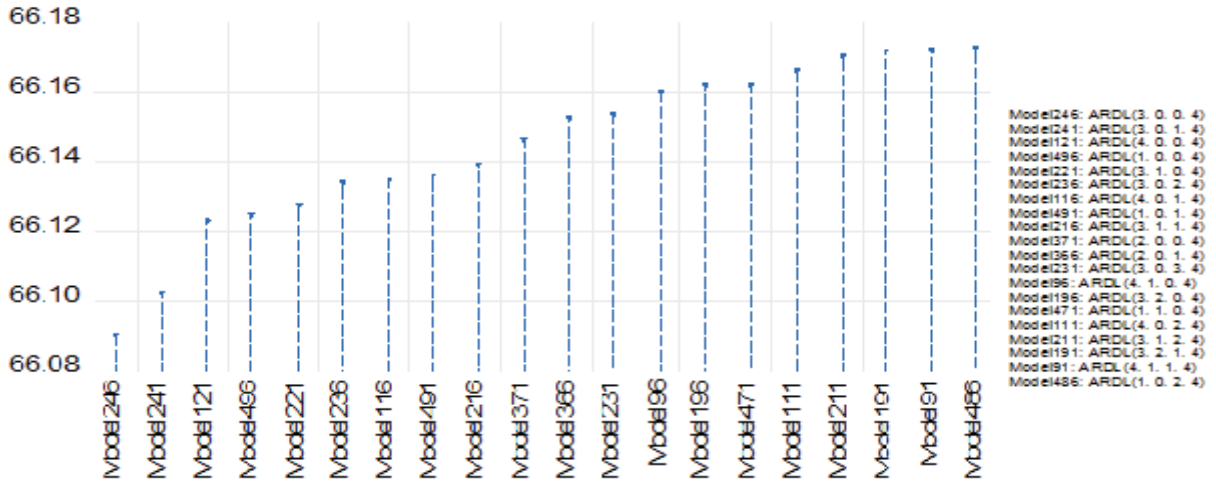
Zaman serisi analizlerinde birinci aşama serilerin durağanlıklarının test edilmesidir. Çalışmaya ait serilerin durağanlık testleri ADF ve PP yöntemleri ile yapılmıştır. İlgili birim kök testi sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF		PP	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
Çevresel tahribat (cth)	-0.966721 (0.7588)	-5.993800 (0.0000)	-4.576483 (0.0005)	-36.83479 (0.0001)
Kentleşme (knt)	-1.205113 (0.6661)	-2.567816 (0.1058)	-0.897057 (0.7822)	-2.133298 (0.2328)
Sanayileşme (sny)	-1.995788 (0.2879)	-7.436980 (0.0000)	-1.986531 (0.2918)	-7.438991 (0.0000)
Kişi Başı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla(kbgsyh)	2.722114 (1.0000)	-6.411550 (0.0000)	3.801203 (1.0000)	-6.435950 (0.0000)

Birim kök test sonuçlarına göre çevresel tahribat değişkeni ADF modelinde düzey değerinde birim kök içerirken, PP modelinde düzey değerinde birim kök içermemektedir. Kentleşme, sanayileşme ve Kişi başı Gayri Safi Yurtiçi Hasıla değişkenleri hem ADF hem de PP modellerinde düzey değerlerinde birim kök içermektedir. Buna göre düzey değişkenlere fark alma işlemi uygulanmış ve tüm değişkenlerin birinci farklarında birim kök içermedikleri sonucun varılmıştır. Sonuç olarak çevresel tahribat değişkeninin düzey değerinde diğer değişkenlerin birinci farklarında birim kök içermeleri, başka bir ifade ile değişkenlerin farklı düzey değerlerinde durağan olduklarının tespit edilmesi değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılmasında ARDL modelini imkanı kılmaktadır.

ARDL modeli için ikinci ön koşul uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesidir. Bu bağlamda AIC kriteri dikkate alınarak elde edilen sonuçlar Şekil 1'de gösterilmektedir.

Akaike Information Criteria (top 20 models)**Şekil 1.** Gecikme Uzunluğunu Belirleme Modelleri

Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için AIC kriteri çerçevesinde 20 alternatif model Şekil 1'de yer almaktadır. Buna göre en düşük değere sahip (3,0,0,4) modeli tahmin için uygun model olarak seçilmiştir.

ARDL model tahmininde ilk aşama değişkenler arası eşbütünlük ilişkisinin tespiti için sınır testi yapılmıştır. Bu bağlamda uygulanan sınır testi sonuçları ve modele ait tanısal test sonuçları Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Sınır Testi Sonuçları

F-Sınır Testi	Sıfır Hipotezi: Düzey İlişkisi Yok			
Test İstatistiği	Değer	Anlam Düzeyi	I(0)	I(1)
			Asimtotik: n=100	
F-İstatistiği	7.125887	%10	2.37	3.2
k	3	%5	2.79	3.67
		%2.5	3.15	4.08
		%1	3.65	4.66
Gerçek Örneklem Büyüklüğü	54		Sonlu Örnek: n=55	
		%10	2.508	3.356
		%5	2.982	3.942
		%1	4.118	5.2
			Sonlu Örnek: n=50	
		%10	2.538	3.398
		%5	3.048	4.002
		%1	4.188	5.328

Sınır testi ile hesaplanan F istatistik değeri 7.125887 tablo üst kritik değerleri ile karşılaştırıldığında 0.01 anlamlılık düzeyinde tablo kritik değeri 4.66'ten büyüktür. Bu durumda; $H_1: \varepsilon_1 \neq \varepsilon_2 \neq \dots \neq \varepsilon_k \neq 0$ *Eşbütünleşme vardır*. Hipotezi kabul edilmekte ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Söz konusu eşbütünleşme ilişkisinin varlığı uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesini ve hata düzeltme modelinin kurulmasına imkan sağlamaktadır. Bu bağlamda oluşturulan uzun dönem model sonuçları Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Uzun Dönem Model Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
KNT	3.90E+12	1.09E+12	3.570911	0.0009
SNY	6.91E+11	1.72E+12	0.401122	0.6903
KBGSYH	1.84E+08	6.09E+09	0.030229	0.9760
C	-1.18E+13	3.26E+13	-0.361100	0.7198

Elde edilen uzun dönem katsayıları değerlendirildiğinde uzun dönemde kentleşme ile çevresel tahribat arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Sanayileşme ile çevresel tahribat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmese de katsayıların işaretinin pozitif olması kentleşme ve sanayileşmenin çevresel tahribat üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

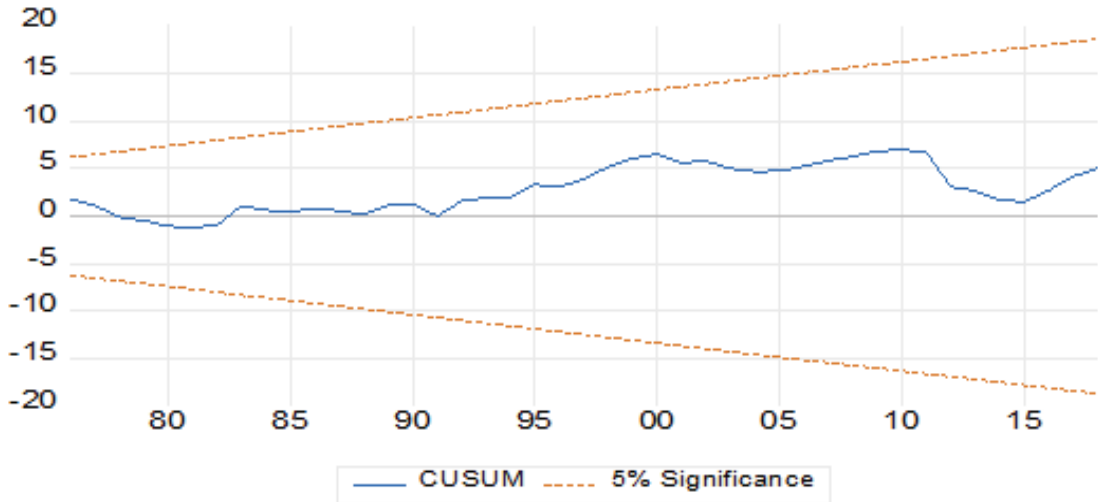
Modelde kısa dönemde meydana gelen dengesizliklerin uzun dönemde giderilme durumunu gösteren hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Hata Düzeltme Model Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
D(CTH(-1))	0.440313	0.192391	2.288639	0.0271
D(CTH(-2))	0.276259	0.125863	2.194921	0.0336
D(KBGSYH)	3.25E+10	2.38E+10	0.000000	0.0000
D(KBGSYH(-1))	-3.34E+10	2.52E+10	0.000000	0.0000
D(KBGSYH(-2))	-5.86E+10	2.60E+10	0.000000	0.0000
D(KBGSYH(-3))	9.07E+10	2.52E+10	0.000000	0.0000
CointEq(-1)*	-1.601982	0.256708	-6.240497	0.0000
R-squared	0.719713	Mean dependent var		3.28E+12
Adjusted R-squared	0.683932	S.D. dependent var		8.45E+13
S.E. of Regression	4.75E+13	Akaike info criterion		65.94227
Sum squared resid	1.06E+29	Schwarz criterion		66.20010
Log likelihood	-1773.441	Hannan-Quinn criter		66.04170
Dublin-Watson Stat	2.118776			

Hata düzeltme modeli çerçevesinde tahmin edilen hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu bulgu modelde meydana gelen kısa dönem dengesizliklerin uzun dönemde giderildiğini göstermektedir.

CUSUM testinde ardışık hataların tahmininin uzun dönemde aynı işaretli olması ve uzun süre aynı görünümde kalması belirsizliği ifade etmektedir. Modele ait CUSUM test sonuçları Şekil 2'de yer almaktadır.

**Şekil 2.** CUSUM Test Sonuçları

CUSUM sq test grafiği ardışık hata kareleri ile hesaplanmakta ve belirlenen güven aralığında yapısal kırılmanın olup olmadığını göstermektedir. CUSUM test grafiği %5 anlamlıdan sapma olmaması ve değerlerin zamanla değişen işaretli olması modelde yapısal kırılmanın olmadığını göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde, iklim değişikliği ve küresel ısınma önemli bir sorun haline gelmiştir. Karbondioksit emisyonlarının artış göstermesinde önemli rol oynayan temel alanlardan sanayileşme ve kentleşme küresel iklim değişikliğine önemli katkılarda bulunmuştur. Kentleşme ve sanayileşmenin, ekonomik refahın sağlanmasında temel etkenlerden bazıları olmasına rağmen çevresel etkilerini göz ardı etmek mümkün değildir. Sanayileşme ve kentleşme sürecinin ekolojik ayakizini nasıl etkilediği dinamik ve karmaşık bir olgudur. Bu olguyu daha net anlayabilmek amacıyla çalışmamızda kentleşme ve sanayileşmenin çevre tahribatı üzerindeki etkileri Türkiye bağlamında 1961-2018 dönemine ait yıllık veriler yardımıyla araştırılmıştır. Çalışmada ekolojik ayakizi ve belirleyicileri arasında eş bütünleşmenin varlığını kontrol etmek için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Analizde, bağımlı değişken olarak ekolojik ayakizi, bağımsız değişkenler olarak ise; sanayileşme, kentleşme ve kişi başına GSYİH kullanılmıştır. Analiz bulguları, uzun dönemde kentleşme ile ekolojik ayakizi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Sanayileşme ile ekolojik ayakizi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamasına rağmen, katsayıların işaretinin pozitif olması kentleşme ve sanayileşmenin ekolojik ayakizi üzerinde etkili olduğu bulgusuna ulaştırmıştır.

Çalışmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde kentleşme ve sanayileşmede meydana gelen bir artışın çevre tahribatını arttırdığı ortaya konmuştur. Literatür incelendiğinde, elde ettiğimiz bu bulgunun, (Raheem ve Ogebe, 2017; Cetin vd., 2018; Pata, 2018b; Liu ve Bae, 2018; Pata, 2018c; Li vd., 2019; Wang vd., 2020; Mahmood vd., 2020) çalışmalarının bulguları ile örtüştüğü tespit edilmiştir.

Ekonominin temelini oluşturan sektörlerin ekolojik ayakizine katkı sağlama boyutu ve yönünün anlaşılması ekonomik ve ekolojik politikalar için oldukça önem taşımaktadır. Bu doğrultuda gerçekleştirdiğimiz çalışmamızın sonuçları bizleri çeşitli politika önerileri sunmaya itmiştir:

- Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgar, güneş, hidroelektrik, jeotermal vb.) açısından oldukça zengin bir ülkedir. Fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmelidir.
- Sanayileşmenin çeşitli evrelerinde emisyon hedefleri konarak önlemler alınmalıdır.
- Çevre dostu teknolojilere yatırımlar artırılmalıdır.
- Hanehalkına çevre dostu davranışlar aşılanmalı, çevre bilinci arttırılmalıdır. Bunun için eğitimler düzenlenmeli, okul müfredatına eklenmelidir.
- Yüksek ekolojik ayakizine sahip işletmeler için pazar erişimi kısıtlanmalıdır.
- Ekolojik ayakizini arttıran nedenleri belirleyebilmek için bölgesel ve endüstriyel açıdan detaylı analiz yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- AKEL, V. & GAZEL, S. (2014). "Döviz Kurları ile BİST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişki: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı". Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 0(44), 23-41.
- AL-MULALİ, U., SOLARIN, S. A., & OZTURK, I. (2016). "Investigating the presence of the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis in Kenya: an autoregressive distributed lag (ARDL) approach". Natural Hazards, 80(3), 1729-1747.
- BEKHET, H. A., & OTHMAN, N. S. (2017). "Impact of urbanization growth on Malaysia CO₂ emissions: Evidence from the dynamic relationship". Journal of cleaner production, 154, 374-388.
- CAN, G., KILIÇ, C., & KURT, Ü. (2022). "Is Kuznets' Inverted-U Hypothesis Valid For Turkey?: ARDL BOUNDS TESTING APPROACH". Yönetim Bilimleri Dergisi, 20(43), 171-190.

- CETİN, M., ECEVİT, E., & YUCEL, A. G. (2018). "Structural breaks, urbanization and CO₂ emissions: evidence from Turkey". *J Appl Econ Bus Res*, 8(2), 122-139.
- DUBEY, B., & NARAYANAN, A. S. (2010). "Modelling effects of industrialization, population and pollution on a renewable resource". *Nonlinear Analysis: Real World Application*, 11(4), 2833-2848.
- KILIÇ, F., TORUN, M. (2018). "Bireysel kredilerin enflasyon üzerindeki etkisi: Türkiye örneği". *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 18-40.
- KURT, Ü & KILIÇ, F. (2022). "Askeri Harcamalar ve Çevre Tahribatı İlişkisi". Gamze SART, Esra YÜKSEL ACI, Özgür TOPKAYA, Cüneyt KILIÇ (Der.), *Sürdürülebilir Kalkınma Teknoloji ve İnovasyon Alanında Güncel Araştırmalar*, Ekin Yayınevi, İstanbul.
- KURT, Ü., CAN, G. & KILIÇ, F. (2022). "Türkiye'de Küreselleşmenin Çevresel Tahribat Üzerindeki Etkisi". Nazife Özge BEŞER, Şekip YAZGAN (Der.), *Çevre, Enerji ve Sürdürülebilirlik*, Gazi Yayınevi, Ankara.
- LEE, JUNG WAN (2019). "Lagged effect of exports, industrialization and urbanization on carbon footprint in Southeast Asia". *International Journal Of Sustainable Development & World Ecology*, Vol. 26, No. 5, 398-405.
- LI, H., MU, H., ZHANG, M., & GUI, S. (2012). "Analysis of regional difference on impact factors of China's energy-Related CO₂ emissions". *Energy*, 39(1), 319-326.
- LI, T., LI, Y., AN, D., HAN, Y., XU, S., LU, Z., & CRITTENDEN, J. (2019). "Mining of the association rules between industrialization level and air quality to inform high-quality development in China". *Journal of environmental management*, 246, 564-574.
- LIN, S., ZHAO, D., & MARINOVA, D. (2009). "Analysis of the environmental impact of China based on STIRPAT model". *Environmental Impact Assessment Review*, 29(6), 341-347.
- LIU, XUYI & BAE, J. (2018). "Urbanization and industrialization impact of CO₂ emissions in China". *Journal of Cleaner Production*, 172, ss. 178-186.
- MAHMOOD, H., ALKHATEEB, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). "Industrialization, urbanization and CO₂ emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis". *Energy Reports*, 6, 1553-1560.
- PATA, U. K. (2018b). "The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: evidence from ARDL bounds testing procedure". *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8), 7740-7747.
- PATA, U. K. (2018c). "The influence of coal and noncarbohydrate energy consumption on CO₂ emissions: Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis for Turkey". *Energy*, 160, 1115-1123.
- PESARAN, M.H., SHIN, Y. & SMITH, R. (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16: 289-326.
- RAHEEM, İBRAHİM DOLAPO & OGEBE, JOSEPH O. (2017). "CO₂ emissions, urbanization and industrialization Evidence from a direct and indirect heterogeneous panel analysis". *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 28 No. 6, 851-867.
- SADORSKY, P. (2013). "Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?" *Energy Econ*, 37: 52-59.
- SHAHBAZ, M., LOGANATHAN, N., MUZAFFAR, A. T., AHMED, K., & JABRAN, M. A. (2016). "How urbanization affects CO₂ emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 83-93.
- YILDIZ, T. & GÖKTÜRK, T.B. (2019). "Sanayileşme, Şehirleşme ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı", *International Journal of Academic Value Studies*, 5(2), 217-229.
- ZHANG, N., YU, K., & CHEN, Z. (2017). "How does urbanization affect carbon dioxide emissions? A cross-country panel data analysis". *Energy Policy*, 107, 678-687.
- ZHU, H. M., YOU, W. H., & ZENG, Z. F. (2012). "Urbanization and CO₂ emissions: A semi-parametric panel data analysis". *Economics Letters*, 117(3), 848-850.
- ZHU, Z., LIU, Y., TIAN, X., WANG, Y., & ZHANG, Y. (2017). "CO₂ emissions from the industrialization and urbanization processes in the manufacturing center Tianjin in China". *Journal of Cleaner Production*, 168, 867-875.
- WANG, Z., RASOOL, Y., ZHANG, B., AHMED, Z., & WANG, B. (2020). "Dynamic linkage among industrialisation, urbanisation, and CO₂ emissions in APEC realms: evidence based on DSUR estimation". *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 382-389.