

TÜRKİYE'DE ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN BELİRLEYİCİLERİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ*

Neslihan KOÇ², Taha Bahadır SARAC³, Özgür Emre KOÇ⁴

Öz

Sanayi Devrimi'nin yarattığı endüstrileşmiş toplumlarda artan tüketim talebine bağlı olarak yaşanan üretim artışı ile üretim ve tüketim kalıplarındaki değişiklikler, doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde kullanılmasına neden olmuş; çevre sorunlarının hızla artışı da beraberinde getirmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkeleri yakalama isteği, çevresel hassasiyetin geri planda kalmasına sebep olabilmektedir. Türkiye'de özellikle 1980'lerden sonra yaşanan ticari serbestleşme, dış ticaretin ve hızlı kalkınma anlayışının önem kazanmasına yol açmıştır. Çevre kirliliğinin oluşumunda birçok faktör rol oynamakla birlikte sanayileşme ve kentleşmenin birlikte yaşandığı bu süreç, çevresel sorunların artmasının önemli bir nedeni olarak ele alınmaktadır. Bu açıdan çalışmada Türkiye'de 1960-2018 dönemi arası reel hasıla, dış açıklık oranı ve kentleşme düzeyi değişkenlerinin CO₂ emisyon hacmi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır ve ARDL (Autoregressive-Distributed Lag) sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi belirlendikten sonra bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan uzun dönem katsayılarına göre çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin çevre kirliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Büyüme, Ticari Açıklık, Kentleşme, CO₂ Emisyonu, ARDL, Türkiye

JEL Kodları: Q53, C22

AN ECONOMETRIC ANALYSIS ON THE DETERMINANTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN TURKEY

Abstract

The increase in production due to the increasing consumption demand in industrialized societies created by the Industrial Revolution and the changes in production and consumption patterns caused the unconscious use of natural resources and the rapid increase in environmental problems. Especially the desire of developing countries to catch up with developed countries may cause environmental sensitivity to be put into the background. Trade liberalization in Turkey, especially after the 1980s, has led to the importance of foreign trade and rapid development. Although many factors play a role in the formation of environmental pollution, this process, in which industrialization and urbanization are experienced together, is considered as an important reason for the increase in environmental problems. In this respect, in this study, it was aimed to examine the effects of real GDP, openness ratio and urbanization level variables on the CO₂ emission volume between the period of 1960-2018 in Turkey and ARDL (Autoregressive-Distributed Lag) limit test method was used. After determining the cointegration relationship between the variables as a result of the analysis, the long-term coefficients of the independent variables were calculated. According to the calculated long term coefficients, it was concluded that independent variables used in the study increased environmental pollution.

Keywords: Economic Growth, Trade Openness, Urbanization, CO₂ Emissions, ARDL, Türkiye

JEL Codes: Q53, C22

* Bu çalışma 13-15 Mayıs 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen 6th International Conference on Economics (EconAnadolu)'da sunulmuştur.

² Doç. Dr., Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, neslihan.koc@hitit.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7722-6978>

³ Prof. Dr., Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, tahabahadirsarac@hitit.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6911-854X>

⁴ Doç. Dr., Hitit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, oemrekoc@hitit.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2788-8049>

GİRİŞ

İklim değişikliği ile birlikte buna neden olan emisyonları dengeleme ihtiyacı, günümüzün en önemli sorunlarından biridir. Miktar olarak en fazla olan sera gazı, sera gazı emisyonlarının yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'ünü oluşturan CO₂'dir. Ekonomik kalkınma hedefi, üretim faaliyetlerinin artırılması ve dolayısıyla çevre sorunlarına sebep olurken öte yandan çevre sorunları da ekonomik yapı üzerinde sonuçlar doğurmaktadır. Ekonomik gelişme sonucu üretimdeki artış, kaynak kullanımı ve çevresel atık miktarını artırarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Üretimin yanı sıra tüketimdeki artış da kirliliğe etkide bulunmaktadır. Hızlı kalkınma yarışının çevresel tahribatın boyutunu arttırması, sürdürülebilir kalkınma anlayışının gelişmesini sağlayarak çevre sorunlarıyla mücadele konusundaki farkındalığı arttırmıştır. CO₂ emisyonlarının azaltılması taahhütleri, küresel CO₂ emisyonlarına en büyük katkıyı sağlayan ülkeler oldukları konusunda fikir birliği doğrultusunda ağırlıklı olarak gelişmiş ülkeler için bir görev olarak görülse de son zamanlarda gelişmekte olan ülkelerin de küresel emisyonların azaltılmasında aktif bir rol oynamaları gerektiği düşünülmektedir (Martínez-Zarzoso ve Maruotti, 2011).

Geleneksel küçük ölçekli kırsal ekonomilerin yerini, üretim verimliliğinin artırmasıyla ekonomik büyümeyi hızlandıran endüstriyel kent ekonomileri almıştır. Hızlı ekonomik büyüme ile üretim ve yaşam tarzları önemli bir değişim geçirmiş; kent merkezlerinde işgücü talebinin artmasıyla kırsal nüfus kentsel alanlara taşınmıştır. Bu açıdan kentleşme, tarımsal nüfusun tarım dışı bir nüfusa dönüşmesini ve ekonomi içindeki öncelikli sektörün hizmet sektörü gibi tarım dışı sektörlerle dönüşmesini ifade eder. Toplumsal ve ekonomik değişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan kentleşme, davranış ve ilişkilerde kentlere özgü değişikliklere yol açan bir nüfus birikim sürecidir (Keleş, 2000).

Kentleşme, bir kentin büyümesine yığılma yoluyla katkıda bulunur. Kentleşmenin iş fırsatları, sağlık tesisleri, altyapı hizmetleri ve artan gelir gibi birçok fayda sağladığı yaygın olarak kabul edilmiştir. Kentleşmenin gelişimi, maddi, entelektüel ve beşeri sermaye birikimi yoluyla ekonomik büyümeyi teşvik etmektedir. Kentleşmenin ekonomik büyümede önemli bir rol oynadığı kabul edilmekle birlikte ekonomik büyüme de kentleşmeyi hızlandırmaktadır. Örneğin Black ve Hendersen (1999), kentleşmenin hem büyümenin verimliliğini hem de gelir eşitsizliğinin boyutunu etkileyerek büyüme sürecini güçlü bir şekilde yönlendirdiğini; buna karşılık büyümenin de üretimin mekansal evrimini ve nüfus yığılmasını yönlendirerek kentleşme sürecini etkilediğini ifade etmektedir. Ancak kentleşmenin hızlanması ve ekonominin gelişmesiyle birlikte yığılma ve artan üretim ölçeği, çevre kirliliği sorununun giderek daha fazla öne çıkmasına neden olmuştur. Hızlı kentleşmenin iklim değişikliği, gıda güvenliği, toprak kaybı, hastalıklar ve doğal kaynakların aşırı tüketimi gibi çevresel sorunlar dışında ekonomik büyümeyi ve sosyal gelişimi engelleme gibi sorunları da beraberinde getirdiği düşünülmektedir (Liang ve Yang, 2019). Çevre kirliliği

kentleşme ilişkisinin ele alındığı pek çok çalışmada varılan sonuçlar çeşitlilik göstermekle birlikte (Ali, Bukhsh ve Yasin, 2019; Shahbaz, Loganathan, Muzaffar, Ahmed ve Ali Jabran, 2016; Sadorsky, 2014) artan kentleşme ile birlikte kişi başına karbon salınımının artması ve çevre kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratması mümkündür. Sonuçların incelenen ülke ve kısa-uzun dönemler açısından farklılık gösterebilmesi mümkündür. Türkiye'nin de 1950'li yıllardan itibaren hızlı bir kentleşme süreci yaşamış olması, çevresel etkilerinin ortaya konulmasını önemli kılmaktadır.

Uluslararası ticaret, sermaye ve nüfus hareketleri ile birlikte küreselleşmenin temel unsurlarından biridir. Bu açıdan küreselleşme olgusuyla birlikte bu alandaki çalışmalar da artmıştır. Uluslararası ticaret ve çevre arasındaki ilişkilerin iki temel alanda yoğunlaştığı söylenebilir; ilki uluslararası ticaretin çevre politikası ve kirlilik emisyonu üzerindeki etkisi, diğeri ise çevresel regülasyonların ticaret modeli ve üretimin küresel dağılımı üzerindeki etkisi. Bu anlamda araştırmaların temelini oluşturan iki teori, kirlilik sığınağı hipotezi (KSH) ve kirlilik sığınağı etkisidir (KSE). KSH'ye göre ticari serbestleşme, çevre politikalarının zayıf olduğu ülkelerde kirli sektörün genişlemesine neden olmaktadır. Oysa KSE, bir ülkenin çevresel düzenleme katılığının, kirlilik yoğun endüstrilerde karşılaştırmalı avantajın kaynağı olduğunu öne sürmektedir. Çünkü güçlü çevre düzenlemelerine sahip zengin ülkeler, kirlilik yoğun endüstrilerde karşılaştırmalı bir dezavantaja sahip olacak ve kirletici endüstrilerini daha fakir ülkelere açma eğiliminde olacaklardır. (Duan, Ji ve Yu, 2020).

Dışa açıklığın çevre üzerindeki etkilerine Grossman ve Krueger (1991) ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etki olmak üzere üç açıdan yaklaşmaktadır. Ticaretin ve yatırımın serbestleşmesi ekonomik aktivitenin artmasına neden oluyor ve bu aktivitenin doğası değişmeden kalıyorsa, üretilen toplam kirlilik miktarı artacaktır. Ekonomik büyümenin, enerji için olan talebi artırdığı ölçüde, ekonomik çıktıdaki artışla doğru orantılı bir kirlilik artışı olacaktır. Örneğin kara taşımacılığı ve fosil yakıtların kullanımının artmasıyla birlikte sınır ötesi taşımacılığın genişlemesi, hava kalitesinin bozulmasına neden olacaktır. Kompozisyon etkisi, ticaret politikasındaki bir değişiklik sonucu ortaya çıkmaktadır. Ticaret serbestleştirildiğinde, ülkeler rekabet avantajına sahip oldukları sektörlerde daha fazla uzmanlaşırlar. Rekabet avantajı büyük ölçüde çevresel düzenlemelerdeki farklılıklardan kaynaklanıyorsa, ticaretin serbestleştirilmesinin kompozisyon etkisi çevreye zarar verecektir. O zaman her ülke, hükümetinin katı bir şekilde düzenlemediği faaliyetlerde daha fazla uzmanlaşma eğiliminde olacak ve yerel kirliliği azaltma maliyetlerinin nispeten büyük olduğu endüstrilerde üretimden çekilecektir. Ancak karşılaştırmalı üstünlüğün nedeni, faktör bolluğu ve teknolojiye sahip ülkeler arası farklılıklar ise, o zaman çevrenin durumu için kompozisyon etkisinin sonuçları belirsizdir. Ticaretin serbestleştirilmesi, her ülkenin kaynaklarını, daha çok olan faktörlerini yoğun olarak kullanan sektörlere kaydırmasına yol açacaktır. Bu açıdan her bölgedeki net etki, kirlilik yoğun faaliyetlerin

ortalama olarak daha sıkı kirlilik kontrollerine sahip olan ülkede genişlemesi veya daralmasına bağlı olacaktır. Üçüncüsü teknik etkidir. Ticaretin ve yabancı yatırımın serbestleştirilmesinden sonra üretim yöntemleri değişebilir ve birim başına kirlilik çıktısı düşebilir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yabancı yatırımlar üzerindeki kısıtlamalar gevşetildiğinde, yabancı üreticiler daha temiz olan modern teknolojileri yerel ekonomiye aktarabilirler. İkincisi ve belki de daha önemlisi, eğer ticaretin serbestleşmesi gelir seviyelerinde bir artış sağlıyorsa, o zaman kamuoyu, artan ulusal zenginliklerinin bir ifadesi olarak daha temiz bir çevre talep edebilir. Bu nedenle, ekonomik büyümenin doğal politik yansıması, daha katı kirlilik standartları ve mevcut yasaların daha sıkı uygulanması olacaktır. Antweiler vd. (2001), ölçek, teknik ve kompozisyon etkilerinin etkileşimlerini dikkate alarak ticaret ve kirlilik arasındaki ilişkiyi açıklayan teorik bir model geliştirmiştir. Buna göre uluslararası ticaretin kompozisyon etkisinin, kirlilik yoğunlaşmasında nispeten küçük değişiklikler yarattığını ancak teknik ve ölçek etkilerinin kirlilikte net bir azalmaya sebep olduğunu; her üç etki bir arada düşünüldüğünde serbest ticaretin çevre için daha iyi sonuçlar yaratacağını belirtmektedirler.

Ticari açıklığın çevre üzerindeki etkilerine ilişkin varılan sonuçlar, zaman frekansları dikkate alındığında da değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin Mutascu (2018) kısa vadede tarafsızlık hipotezinin geçerliliğini doğrulayarak, ticari açıklık ve emisyonlar arasında bir ilişki olmadığını; orta vadede güçlü çevre kurallarının olmamasının özellikle 'kirlitici kapasitelere' dayalı olarak yapılan ihracatlar nedeniyle uluslararası ticareti teşvik ettiğini; uzun vadede, ticaret ve CO₂ emisyonları arasındaki etkileşimin iş çevrimleri tarafından yönlendirildiğini belirtmektedir.

Bu açıklamalar doğrultusunda hazırlanan bu çalışmada Türkiye’de 1968-2018 karbondiyoksit emisyonunu etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Çevre sorunlarının artan önemi, ekonomik değişkenlerle çevre kirliliği arasındaki ilişkilere daha yakından bakılmasını da beraberinde getirmektedir. Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ampirik olarak inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ekonomik büyüme, çevre kirliliği üzerinde büyük bir etkiye sahip olmakla birlikte çevresel etkilere sahip diğer değişkenlerin neler olabileceği, ne düzeyde bir etkiye sahip olduklarının belirlenmesi de önemlidir. Bu doğrultuda kirlilik karşıtı politikaların şekillendirilmesi aşamasında ticari ilişkiler ve kentleşmenin etkilerinin göz önüne alınması sağlanabilir. Çalışmamızın sağlayacağı temel katkı, ekonomik büyüme dışında dışa açıklık ve kentleşme faktörlerinin de modele katılmasıyla Türkiye’de kirliliğin nedenlerinin daha kapsamlı ele alınmasıdır. Sınır testi eşbütünleşme analizinin benimsendiği çalışmada konu ile teorik çerçeve giriş bölümünde açıklanmış ve sonra konu ile ilgili literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Ekonometrik analiz ve sonuçlarının yer aldığı üçüncü kısmının ardından sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

LİTERATÜR

Grossman ve Krueger (1991), 42 ülkenin yer aldığı bir yatay kesit analizi ile ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Grossman ve Krueger kişi başına düşen gelirden meydana gelen artışların çevre kirliliğini artırdığını tespit etmişlerdir. Ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerinde yapısal ve teknolojik etkileri olabileceğini ve ülkelerin refahı azaltmadan kirliliği azaltacak önlemler aldığını ifade etmişlerdir.

Agras ve Chapman (1999) dış ticaret (ihracat ve ithalat) değişkenlerinin ABD verileri dikkate alınmakta ve çevresel bozulmaların ihracat ve ithalat tarafından nasıl etkilendiği sorusunun cevabı aranmaktadır. Çalışmanın ampirik bulgularında, ithalatın emisyonlar üzerinde azaltıcı etkisi ve ihracatın emisyonlar üzerinde artırıcı etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Shin (2004), yapmış olduğu çalışmada, Çin'in iki şehri olan Shenyang ve Dalian'da ticaret ve yatırımda serbestleşmenin, çevre üzerindeki etkilerini incelemektedir. Buna ek olarak, küresel ekonomik entegrasyonun çevre politikası sürecindeki ana aktörlerin, etkileşimde bulunma ile algılarını değiştirme biçimlerini nasıl şekillendirdiğini, böylece riskleri en aza indirmenin ve küreselleşmenin faydalarını en üst düzeye çıkarmanın yollarını incelemektedir. Çalışmanın sonucunda, ekonomik açıklıkların çevre kurumlarının güçlendirilmesi için gereklilikleri ve fırsatları sağlayarak, iç çevre politikasını olumlu etkilediği ortaya konmaktadır.

Atıcı ve Fırat (2007), çalışmada Türkiye'nin dış ticaretiyle çevre arasındaki ilişki kişi başına düşen karbon emisyonu ile kişi başına düşen milli gelir, ihracat ve ithalat verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, ticaret açıklık indeksinin artması kişi başına emisyonu artırmaktadır. Bu durum Türkiye'nin üretim ve ihracat artışının çevresel kirliliği artırdığını ortaya koymaktadır.

Zhang ve Cheng (2009), 1960-2007 döneminde yıllık verilerle Çin'de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki Granger nedenselliğinin varlığını ve yönünü, çok değişkenli bir ekonomik büyüme, enerji kullanımı, karbon emisyonu, sermaye ve kentsel nüfus modeli uygulayarak araştırmışlardır. Sonuçlar GSYİH'dan enerji tüketimine uzanan ve uzun dönemde enerji tüketiminden karbon emisyonlarına uzanan tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisinin varlığını tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre ne karbon emisyonları ne de enerji tüketimi, ekonomik büyümeye yol açmamaktadır. Bu doğrultuda uzun vadede karbon emisyonlarını azaltma politikasının büyümeyi engellemeden sürdürülebileceği ortaya konulmuştur. Kırsal nüfusun toplam nüfusun yarısından fazlasını oluşturması nedeniyle kentsel nüfusta meydana gelen şokların önemli bir etkisi bulunmamakta; diğer

değişkenler üzerinde pozitif etkileri bulunmaktadır. Dolayısıyla hızlanan sanayileşmenin enerji kullanımı ve karbon emisyonları üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır.

Baek, Cho ve Koo (2009), gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, ticaret, gelir ve çevre arasındaki dinamik ilişkileri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir eşbütünleşme analizi kullanarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, ticaret ve gelir artışının gelişmiş ülkelerde çevresel kaliteyi artırma eğiliminde olduğu, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ise çevresel kalite üzerinde zararlı etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Halıcıoğlu (2009), 1960-2005 dönemini kapsayan çalışmasında ARDL sınır testi modelini kullanarak Türkiye örneğinde enerji tüketimi, ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Türkiye’de çevre kirliliği ile gelir arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre, çevre kirliliğinin temel nedenlerinin enerji ve dış ticaret değişkenleri olduğu saptanmıştır.

Jalil ve Mahmud (2009), Çin’de 1975–2005 yılları arası dönemde karbon emisyonları ile enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki uzun vadeli ilişkiyi ARDL yöntemi ve Granger nedensellik testlerini kullanarak incelemiştir. ARDL sonuçlarına göre, gelir ve CO₂ emisyonu arasında ikinci dereceden bir ilişki bulunmuştur. Granger nedensellik testlerinin sonuçları ise ekonomik büyümeden karbon emisyonlarına kadar tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada, karbon emisyonlarının uzun vadede esas olarak gelir ve enerji tüketimi tarafından belirlendiği, ticaretin karbon emisyonları üzerinde pozitif ancak istatistiksel olarak önemsiz bir etkisi olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.

Nasir ve Rehman (2011), çalışmalarında 1972-2008 dönemi için Pakistan’da karbon emisyonları, gelir, enerji tüketimi ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme yöntemi kullanarak incelemiştir. Çalışmada, karbon emisyonları ve gelir arasında ikinci dereceden uzun vadeli bir ilişki olduğu ve Pakistan için Çevresel Kuznets Eğrisinin varlığını doğrulandığı sonucunu bulmuşlardır.

Çetin ve Seker (2014), Türkiye’de 1980-2010 döneminde ekonomik büyüme ve dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisini karbondioksit salınımı verilerini kullanarak incelemiştir. ARDL modelinin kullanıldığı çalışmada, ekonomik büyüme ve dış ticaret açıklığının uzun dönemde çevresel kirliliği artırdığını tespit etmişlerdir.

Al-Mulali, Öztürk ve Lean (2015), 1990–2013 dönemi için seçilen 23 Avrupa ülkesinde kaynağa göre ayrıştırılmış yenilenebilir elektrik üretiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. İlişkilerin incelenmesinde panel veri teknikleri kullanılmıştır. Pedroni eş bütünleşme testi sonuçlarına göre, karbon

emisyonu, ekonomik büyüme, kentleşme, finansal gelişme ve kaynağa göre yenilenebilir elektrik üretiminin eş bütünleşik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kare yöntemi sonuçları ise ekonomik büyüme, kentleşme ve finansal gelişme, uzun vadede karbon emisyonunu artırırken, ticari açıklık karbon salınımını azaltmaktadır. Ayrıca, yanıcı yenilenebilir kaynaklardan ve atıklardan, hidroelektrikten ve nükleer enerjiden üretilen yenilenebilir elektrik, karbon emisyonu üzerinde uzun vadede olumsuz bir etkiye sahipken, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinden üretilen yenilenebilir elektriğin etkisi önemsiz olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin, Seker ve Cavlak (2015), 1971-2010 döneminde ticarete odaklanan yeni sanayileşmiş ülkelerde ticari açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkisini eşbütünleşme ve nedensellik testleri kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma bulgularından elde edilen sonuçlara göre, değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ayrıca ticari açıklığın 0,53 elastikiyet ile karbondioksit emisyonlarını arttırdığını ve uzun vadede ticari açıklıktan karbondioksit emisyonlarına doğru bir Granger nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Gülmez (2015), 24 OECD ülkesi için 2000-2012 dönemi Panel Granger Nedensellik Analizi yaparak incelemiştir. Çalışmada ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi araştırılmakta ve parametrelerde işçi başına düşen CO₂ ve GSYH kullanılmaktadır. Yapılan analizde 24 OECD ülkesinde, hava kirliliği ve ekonomik büyüme değişkenlerinin birbirini pozitif etkilediği ve ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çetin ve Ecevit (2015), 1985-2010 yılları arasında Sahra Altı ülkelerinde kentleşme, enerji tüketimi ve karbondioksit (CO₂) emisyonları arasındaki eşbütünleşme ve dinamik nedensel ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada vektör hata düzeltme modeline dayalı Pedroni ve Kao eşbütünleşme yöntemleri ve Granger nedensellik testi analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, dönem boyunca değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları gibi kısa vadede olduğu kadar uzun vadede de bazı değişkenler arasında çift yönlü Granger nedensellik olduğu bulunmuştur. Sonuçlar Bu ülkelerde çevre kirliliğinin temel belirleyicilerinin enerji tüketimi ve kentleşme olduğunu işaret etmektedir.

Seker, Ertuğrul ve Çetin (2015), 1974-2010 döneminde Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımın (DYY), gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), GSYİH'nın karesi ve enerji tüketimi ile birlikte karbondioksit (CO₂) emisyonları üzerindeki etkisini Hatemi-J testi ve ARDL modelini kullanarak araştırmışlardır. Çalışmalarında, ARDL modelinin uzun dönem katsayıları, DYY'nin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif ancak nispeten küçük olduğunu, GSYİH ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerinin oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, hata düzeltme modeli (ECM) ile elde edilen kısa dönem katsayılarının, uzun dönem modelin katsayılarına benzer olduğu bulunmuştur.

Ertugrul, Cetin, Seker ve Dogan (2016), gelişmekte olan ilk on ülke arasında karbon salınımlarında (CO₂) karbon emisyonları, ticari açıklık, reel gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1971–2011 dönemi için analiz etmiş ve söz konusu ülkeler için EKC hipotezinin olası varlığını araştırmışlardır. Çalışmada, yapısal kırılmalı Zivot-Andrews birim kök testi, yapısal kırılma varlığında eşbütünleşme için sınır testi ve VECM Granger nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, değişkenlerin Tayland, Türkiye, Hindistan, Brezilya, Çin, Endonezya ve Kore için eş-bütünleşik olduğunu, reel gelir, enerji tüketimi ve ticari açıklığın dünyadaki karbon emisyonlarının ana belirleyicileri olduğunu, uzun vadede değişkenler arasında bir takım nedensel ilişkilerin var olduğu ve EKC hipotezi Türkiye, Hindistan, Çin ve Kore için geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Gözgör ve Can (2016), çalışmalarında, Türkiye’de 1971–2010 dönemi için yapısal kırılmalı birim kök testi ve çoklu içsel yapısal kırılmalı eş bütünleşme analizlerini kullanmışlardır. Enerji tüketimi ve ihracat ürün çeşitliliğinin karbon emisyonları üzerindeki etkileri de dinamik ampirik modellerle incelenmiştir. Uzun dönemde enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, ihracatın daha fazla ürün çeşitlendirilmesinin uzun vadede daha yüksek karbon emisyonlarına neden olduğunu da tespit etmişlerdir.

Bayramoğlu, Yurtkur ve Asuman (2016) Türkiye için 1960-2010 dönemi ele alınarak ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasında ilişki doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki doğrusal olmayan bir eğilim sergilemektedir.

Çetin ve Ecevit (2017), 1960-2011 dönemi için Türkiye örneğinde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve ticari açıklığı karbon emisyonu denklemine dahil ederek finansal gelişmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen ampirik bulgular, yapısal kırılmaların varlığında değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve ticari açıklığın karbonu pozitif etkilediği, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve ticari açıklığın karbon emisyonlarına doğru uzun dönemli bir nedensellik ilişkisinin olduğunu ve EKC hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu şeklindedir.

Shahbaz, Solarin, Hammoudeh ve Shahzad (2017), ABD ekonomisi için 1960-2016 dönemine ilişkin yıllık verilerini kullanarak enerji tüketimi, ticari açıklık, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişkileri araştırmıştır. Çalışmada, Johansen eş bütünleşme testi, VECM ve Granger nedensellik testleri yapısal kırılmalara izin verilecek şekilde yapılmış ve değişkenler arasında eş bütünleşmenin var

olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasında da Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Özataç, Gökmenoğlu ve Taşpınar (2017), enerji tüketimi, ticaret, kentleşme ve finansal gelişmişlik değişkenlerini dikkate alarak 1960-2013 yılları arasındaki Türkiye örneği için çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezini incelemişlerdir. Oto regresif dağıtılmış gecikme mekanizması altında sınır testi ve hata düzeltme modelinin uygulandığı çalışma sonuçlarına göre, Türkiye’de değişkenler arasında uzun dönemde EKC'nin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Granger nedensellik testi ile değişkenler arasında nedensel ilişkilerin olduğunu da ortaya ifade etmektedirler.

Okumuş ve Bozkurt (2017), ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile dış ticaret, kişi başına düşen refah ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, 1980-2013 dönemini kapsayan veriler kullanılarak panel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda ticari serbestleşmede meydana gelen bir artışın az gelişmiş ve orta gelirli ülkelerde çevre kirliliğini artırdığı, yüksek gelirli ülkelerde ise çevre kirliliğini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kentleşmede meydana gelen artış gelişmiş ve az gelişmiş ülkelerde çevre kirliliğini azaltırken yüksek orta gelir ve düşük orta gelirli ülkelerde ise kentleşme artarken çevre kirliliği de artmaktadır.

Çetin ve Yüksel (2018), Türkiye ekonomisinde 1960-2014 dönemi için Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi bağlamında enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ampirik bulgular sonucunda enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırdığını gözlemlemişlerdir.

Çetin, Ecevit ve Yücel (2018), CO₂ emisyonu spesifikasyonuna ekonomik büyüme ve enerji tüketimini ekleyerek şehirleşme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi Türkiye özelinde incelemişlerdir. Çalışmada, 1960-2014 dönemine ait yıllık zaman serisi verilerine yer verilmiştir. Alt yapısal kırılmalar arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için eşbütünleşmeye yönelik oto regresif dağıtılmış gecikme sınırları testi yaklaşımı kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki nedensel ilişki Toda-Yamamoto testi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda i) her bir değişkenin (enerji tüketimi hariç) yapısal kırılmalar altında I(1)'de bütünlüğünü, ii) değişkenlerin yapısal kırılma varlığında eşbütünleştiğini, iii) çevresel Kuznets eğrisinin geçerliliğinin doğrulandığını, hem kısa hem de uzun vadede, iv) CO₂ emisyonları uzun vadede öncelikle ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve şehirleşmeden etkilenir ve v) şehirleşme CO₂ emisyonlarına neden olduğu yönünde ampirik bulgular elde edilmiştir.

Orman, Ceylan ve Yılmaz Şahin (2019), çalışmada gelişmekte olan ülkelerin dışa açıklıklarının çevresel etkileri araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada Türkiye 1980-2016 dönemi için oluşturulan veri seti üzerinden analize tabi tutulmuştur. ARDL modeli uygulanarak dışa açıklık-çevresel kirlilik ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada, elde edilen sonuçlar literatürü destekler mahiyette olup Türkiye’de dışa açıklık kavramının çevre üzerinde olumsuz etki yarattı sonucuna varılmıştır.

Çetin, Saygın, ve Demir (2020), Türkiye’de 1968-2016 döneminde tarım sektörü ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ele aldıkları çalışmalarında incelenen değişkenler arasında bir eşbütünleşmenin varlığını tespit etmişlerdir. Ayrıca uzun vadede tarım sektörünün yarattığı katma değer ve tarımsal arazilerin karbon emisyonunu düşürdüğü ve Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin Türkiye açısından geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

Aslan, Altinoz ve Özsolak (2020), tarafından yapılan çalışmada, seçilmiş Akdeniz ülkelerin için 1995-2014 yılları arasında turizm, ekonomik büyüme ve enerji kullanımının karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi panel regresyon ve nedensellik analizi ile test edilmiştir. Nedensellik testi sonuçlarına göre ise kısa dönemde ekonomik büyüme ile diğer tüm açıklayıcı değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır.

Çetin, Ecevit ve Yaprak (2021), 1983-2017 döneminde turizm-CO2 emisyonları bağlantısını Türkiye özelinde ele almışlardır. Çalışmada, ARDL ve Hatemi-J eşbütünleşme modelleri ve , VECM prosedürü ile nedensellik analizi yapılmış ve yapısal altında değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma bulguları arasında EKC hipotezi lehine kanıtlar da bulunmaktadır.

Çetin, Aslan ve Sarıgül (2022), 1990-2018 dönemi için dünyanın en yüksek büyüme oranına sahip 18 üst-orta gelirli ülkeyi, yatay kesit bağımlılığı ve eğim heterojenliğini dikkate alan AMG yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca ekonomik büyüme, kentleşme ve ticarete açıklığın çevre kalitesini bozduğu tespit edilmiştir. Nedensellik analizi sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminden CO2 emisyonlarına doğru tek yönlü bir ilişki bulunurken, finansal gelişme ile CO2 emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik gözlemlenmektedir. Ampirik bulgular, bu ülkelerde CO2 emisyonlarını azaltan çeşitli politika önerileri sunmaktadır.

Öztürk, Çetin ve Demir (2022), Türkiye’de 1987-2019 döneminde gelir eşitsizliğinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, değişkenler arasında asimetric bir eşbütünleşme olduğunu tespit etmişlerdir. Olumlu ve olumsuz gelir eşitsizliği şokları, CO2 emisyonlarını olumlu yönde etkilediğini ve bu durumun gelir eşitsizliğinin olumlu ve olumsuz şoklarının uzun vadede

CO₂ emisyonlarını artırdığını ifade eder. Negatif ekonomik büyüme şoklarının CO₂ emisyonlarını azalttığını, finansal gelişmeye yönelik pozitif şokların uzun vadede CO₂ emisyonlarını artırdığını tespit etmişlerdir.

EKONOMETRİK ANALİZ

Veri ve Model

Çalışmada Türkiye’de 1960-2018 dönemi arası reel hasıla, dış açıklık oranı ve kentleşme düzeyi değişkenlerinin karbondiyoksit emisyon hacmi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda çalışmada kullanılan değişkenler ve değişkenlerin tanımlamaları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlerin tanımlanması

Değişkenler	Tanımları	Kaynak
CO ₂	Karbondiyoksit emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası
Y	Kişi başına düşen reel GSYİH	Türkiye İstatistik Kurumu
DIS	Dışa açıklık oranı (Dışa açıklık oranı ihracat ve ithalat değerlerinin toplamının GSYİH’ya oranı şeklinde hesaplanmıştır.)	Türkiye İstatistik Kurumu
KENT	Kentlerde yaşayan nüfus	Dünya Bankası

Konu ile ilgili literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak Tablo 1’deki değişkenler kullanılarak oluşturulan model denklem (1)’de aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 DIS + \beta_3 KENT + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde β_1, β_2 ve β_3 eğim katsayılarını ε_t ise hata terimini göstermekle birlikte söz konusu denklemde yer alan değişkenlere ait serilere ilişkin tanımlayıcı istatistiksel özellikler ve korelasyon matrisi sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 2: Tanımlayıcı istatistik bilgileri (Zaman Serisi: 1960-2018, Gözlem Sayısı: 59)

İstatistikler	CO ₂	Y	DIS	KENT
Ortalama	156264.2	10.14	22.75	31150099
Medyan	139220	8.96	18.76	30682115
Maksimum	415900	21.14	49.04	61872814
Minimum	16820.53	4.29	4.01	8657908
Standart Sapma	112305.6	4.53	14.65	16318185



Çarpıklık	0.64	0.85	0.32	0.240359
Basıklık	2.35	2.81	1.59	1.766618
Normal Dağılım	5.12 (0.0769)	7.25 (0.02)	5.87 (0.05)	4.30 (0.11)

Tablo 3: Korelasyon matrisi

	CO ₂	Y	DIS	KENT
CO ₂	1.00	0.99	0.95	0.98
Y	0.99	1.00	0.92	0.96
DIS	0.95	0.92	1.00	0.97
KENT	0.98	0.96	0.97	1.00

Tablo 3’deki korelasyon matrisi sonuçları (1) numaralı regresyon modeli çerçevesinde değerlendirildiğinde CO₂ değişkenine ait seri ile diğer açıklayıcı değişkenler arasındaki seriler arasında pozitif korelasyon ilişkisi olduğu ve bu korelasyon ilişkisinin CO₂ değişkeni ile Y değişkenine ait seri arasında yüksek olduğu görülmektedir.

Ekonometrik Metodoloji ve Ampirik Sonuçlar

Ekonometrik metodoloji

Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkisinin araştırılması noktasında ARDL (Autoregressive-Distributed Lag) sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen bu yöntemin sağladığı birinci avantaj değişkenlerin bütünleşme derecelerini dikkate almaksızın değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığının söz konusu olup olmadığını araştırılabilmesidir. ARDL sınır testi, modelde kullanılan veri setlerinin ikinci farklarının alındığında durağanlığın olmaması koşulu dışında, serilerin tümünün aynı derecenin durağan olmaması durumunda da uygulanabilmektedir. İkinci farkları alınan ve durağan olan serilerin kullanılmamasının sebebi olarak, ikinci farkı alındığında durağan olmaları halinde, karşılaştırılabilecek kritik değerlerin mevcut olmaması gösterilmekle birlikte küçük ve sınırlı örneklem kümeleri için oldukça etkin ve yansız tahminler elde etmemize imkan veren ARDL sınır testi yaklaşımının, kısıtsız hata düzeltme modeli kullandığından diğer klasik eşbütünleşme testlerine göre daha iyi istatistiksel özelliklere sahip olduğu ve güvenilir olduğu vurgulanmaktadır. Tek denklemlilik eşbütünleşme testi olan ARDL sınır testi yönteminde açıklayıcı (bağımsız) değişkenler içsel olduğu ve açıklanan (bağımlı) değişkenin ise dışsal olduğu varsayılmaktadır. Son olarak, modeldeki uzun ve kısa dönem katsayıları aynı anda tahmin edilebilme özelliğine sahip olan ARDL sınır testinde örneklem sayısı T olmak üzere, elde edilen kısa dönem katsayılar, tutarlı iken uzun dönem katsayılar ise süper tutarlıdır (Akel ve Gazel, 2014: 30-32 ve Özcan, 2017). Bu açıklamalar ışığında çalışmada oluşturulan ARDL sınır testi modeli denklem (2)’de belirtilmiştir

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} \Delta \ln DIS_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{4i} \Delta \ln KENT_{t-i} + \delta_1 \ln CO_{2t-1} + \delta_2 \ln Y_{t-1} + \delta_3 \ln DIS_{t-1} + \delta_4 \ln KENT_{t-1} + \varepsilon_t$$

(2)

(2) numaralı denklemde α , Δ , ε_t sırasıyla sabit terim, fark operatörü ve hata terimini göstermektedir. (2) numaralı denklem tahmin edildikten sonra değişkenlere ait serilere arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı ise aşağıdaki hipotez testleri ile kararlaştırılmaktadır.

$$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$$

$$H_1: \delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4 \neq 0$$

Hipotez testleri sonucunda eğer H_1 hipotezi kabul edilmesi durumunda değişkenlere ait seriler arasında eşbütünleşme olduğuna karar verilmektedir. Eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinden sonra (3) ve (4) numaralı denklemler yardımıyla değişkenler arasındaki uzun dönem ve kısa dönem ilişkiye ait katsayılar hesaplanmaktadır.

$$CO_2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \beta_{3i} DIS_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{4i} KENT_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta CO_2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \lambda_{1i} \Delta CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^n \lambda_{2i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \lambda_{3i} \Delta DIS_{t-i} + \sum_{i=0}^r \lambda_{4i} \Delta KENT_{t-i} + \lambda_5 ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

(4) numaralı denklemde yer alan kısa dönemdeki dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeleceği gösteren ECM_{t-1} terimi hata düzeltme katsayısı olarak tanımlanır ve bu katsayısının negatif işaretli ve istatistiksel açıdan anlamlı olması beklenmektedir.

Ekonometrik sonuçlar

ARDL sınır testi uygulaması öncesinde çalışmada kullanılan ve doğal logaritması alınmış serilerin birim kök içerip içermedikleri Tablo 4’te sonuçları yer alan Lee ve Strazicich (2003) çift kırılmalı birim kök testi ile elde edilen sonuçlara göre KENT değişkenine ait zaman serisinin düzey değerinde diğer değişkenlere ait zaman serilerinin birinci fark seviyesinde birim kök içermediği tespit edilmiştir.

Tablo 4: Lee-Strazicich birim kök testi sonuçları

Değişkenler	Düzyey Seviyesi	Kırılma Tarihleri	Birinci Fark Seviyesi	Kırılma Tarihleri
lnCO₂	-6.16	1970	-7.23	1970
	(-6.18)	1999	(-6.10)	1973
	[5]		[0]	
lnY	-5.59	1977	-7.42	1970
	(-6.18)	2008	(-6.10)	1975
	[3]		[0]	
lnDIS	-5.39	1986	-6.38	1979
	(-6.28)	2000	(-6.10)	1993
	[4]		[7]	
lnKENT	-7.42	1982	-	-
	(-6.16)	1994	-	-
	[2]			

Notlar: 1) Lee ve Strazicich (2003) birim kök testi sabit ve eğimde kırılmaya izin veren modele göre gerçekleştirilmiştir. 2) * Kritik değeri, ** uygun gecikme uzunluklarını göstermektedir. 3) “ln” ifadesi ilgili değişkenlere ait serilerin doğal logaritmasının alındığını ifade etmektedir.

Değişkenlere ait serilerin birim kök testlerinin ardından ARDL sınır testi eşbütünleşme yöntemi kullanılarak (2) numaralı ve (3) numaralı denklemler tahmin edilmiş ve tahmin sonuçları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5: ARDL (2,0,0,0) modeli tahmin sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Olasılık Değeri
$(\ln CO_2)_{-1}$	0.33	0.0045
$(\ln CO_2)_{-2}$	0.40	0.0004
lnY	0.70	0.0000
lnDIS	0.13	0.0001
lnKENT	0.32	0.0084
Sabit Terim	-3.78	0.0164
Trend	-0.02	0.0000

Tanısal testler

R²: 0.998351, Düzeltmiş R²: 0.998153

Breusch-Godfrey LM Testi Otokorelasyon Testi F İstatistik Değeri: 0.10(0.7478)

Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi F İstatistik Değeri: 1.46(0.2084)

Jarque-Bera Normallik Testi İstatistik Değeri: 0.42(0.8091)

Ramsey Reset Testi F İstatistik Değeri: 3.16 (0.0330)

Notlar: 1) Modelde % 5 önem düzeyinde otokorelasyon ve değişen varyans olmadığı, hata terimlerinin normal dağıldığı ve % 1 önem düzeyinde model kurma hatasının bulunmadığı tespit edilmiştir. 2) Eşbütünlük ilişkisi için hesaplanan F istatistik değeri 13.17 olarak belirlenmiş olup bu değeri % 5 önem düzeyindeki alt kritik değer (4.313) ve üst kritik değerden (5.425) büyüktür. Bu durum değişkenlere ait seriler arasında eşbütünlük ilişkisi olduğunu göstermektedir. 3) Kritik değerler Narayan (2005) çalışmasındaki Tablo 5’den elde edilmiştir. 4) Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

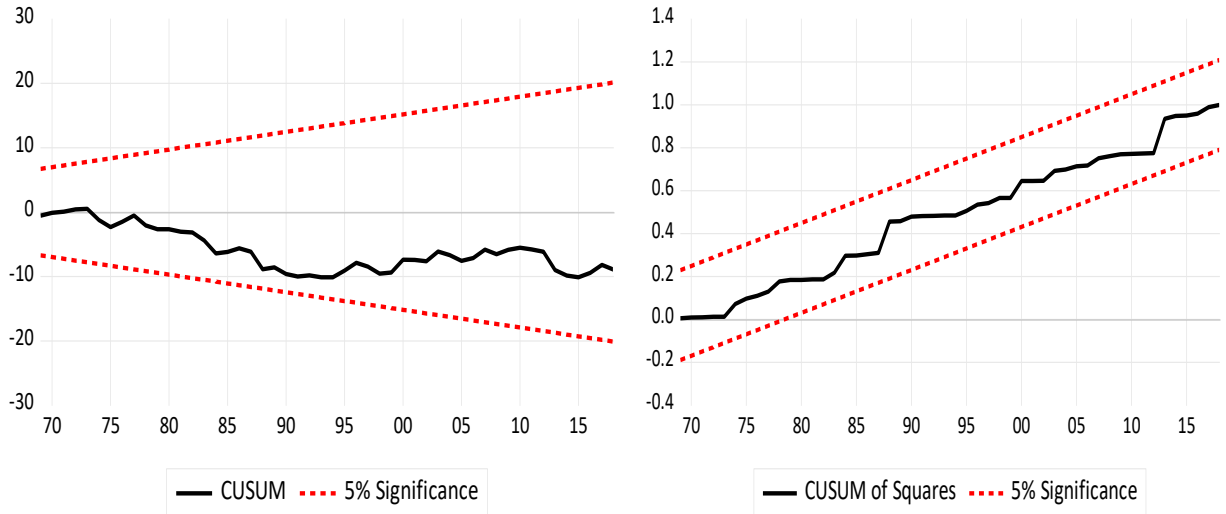
Tablo 5’de yer alan sonuçlardan hareketle değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi belirlendikten sonra bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıları hesaplanmış ve Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6: ARDL (2,0,0,0) modeli uzun dönem tahmin sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Olasılık Değeri
lnY	2.69	0.0002
lnDİS	0.53	0.0101
lnKENT	1.25	0.0000

Tablo 6’daki sonuçlara göre uzun dönemde, (Y) değişkenindeki % 1’lik değişim CO₂ değişkenini % 2.69, (DİS) değişkenindeki % 1’lik bir değişim CO₂ değişkenini % 0.53 ve KENT değişkenindeki %1’lik bir değişim CO₂ değişkenini % 1.25 oranında artırmaktadır. Tablo 4’de elde edilen katsayıların uzun dönem istikrarlı olup olmadığını belirlemek amacıyla ise Şekil 1’de yer alan CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu grafikler incelendiğinde CUSUM ve CUSUMSQ istatistiklerinin % 5 önem düzeyi için belirlenen kritik sınırlar içerisinde yer aldığı ve katsayılarının istikrarlı olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 1: CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri



Son olarak değişkenlere ait seriler arasındaki kısa dönemli ilişki incelenmiş ve Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7: ARDL (2,0,0,0) modeli kısa dönem tahmin sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Olasılık Değeri
$\Delta(\ln CO_2)_{-1}$	-0.37	0.0007
$\Delta \ln Y$	0.78	0.0000
$\Delta \ln DİS$	0.14	0.0019
$\Delta \ln KENT$	0.43	0.4686
ECM_{-1}	-0.22	0.0000
Sabit Terim	-3.22	0.0000
Trend	-0.02	0.0000

Notlar: “ Δ ” ifadesi söz konusu değişkene ait serinin birinci farkının alındığını göstermektedir.

Tablo 7’de ulaşılan sonuçlara göre hata düzeltme terimi (ECM_{-1}) % 5 önem düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlı ve negatif olarak belirlenmiştir. Bu sonuç kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin uzun dönemde ortadan kalktığını ifade etmektedir.

SONUÇ

Çalışmanın amacı, CO_2 emisyon hacmi artışında kentleşme, kişi başı reel gelir ve ticari açıklık faktörlerinin etkilerinin incelenmesidir. Bu amaçla sınırlı örnekleme etkin tahminler elde edilmesine imkan

veren ARDL sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucu değişkenler arasında bir ilişki olduğu ve gelir, açıklık ve kentleşme değişkenlerinin çevre kirliliğini arttırıcı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada yapılan ARDL sınır testi ile değişkenler arasında tespit edilen eşbütünleşme ilişkisi doğrultusunda ele alınan bağımsız değişkenlerin uzun dönemde çevre kirliliğine neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları, kişi başı düşen gelir artışının çevre kirliliği artışına sebep olduğunu gösteren Grossman ve Krueger (1991); Jalil ve Mahmud (2009); Nasir ve Rehman (2011); Gülmez (2015); Seker vd. (2015); Shahbaz vd. (2017); Özataç vd. (2017); Aslan vd. (2020) ile uyumludur. Yine çalışmamızın sonuçları, dışa açıklığın çevre kirliliğine sebep olduğunu gösteren Atıcı ve Fırat (2007); Baek, Cho ve Koo (2009); Halıcıoğlu (2009); Çetin ve Seker (2014); Çetin vd. (2015); Ertuğrul, Çetin, Seker, ve Dogan (2016); Çetin ve Ecevit (2017) ve Orman vd. (2019) çalışmalar ile kentleşmenin çevre kirliliği artışını ortaya koyan Zhang ve Cheng (2009); Al-Mulali, Öztürk ve Lean (2015); Özataç vd. (2017); Okumuş ve Bozkurt (2017); Çetin ve Ecevit (2015); Çetin vd. (2018) ve Çetin vd. (2022) çalışmalarını desteklemektedir.

Çevre kirliliğini etkileyen pek çok faktör olmasına karşın gelir düzeyi üzerinde en çok durulan değişkendir. Gelir düzeyi artan ülkelerin üretim ve tüketim düzeylerinin artması, doğal kaynak kullanımı ve çevresel atıkların artmasına neden olmaktadır. Çevreye daha az zarar verecek üretim yapılarının kurulması, yeni pazar imkânları arayışlarını destekleyecek teknolojik gelişmelerden yararlanılması ve tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi ile dengeli ve sürdürülebilir bir büyüme gerçekleştirilebilir. Kişi başına düşen gelir ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki, artan enerji talebi ile açıklanabilir. Bu durumda enerji verimliliğinin teşvik edilmesi, emisyon artışını azaltabilecek etkili bir yol olarak düşünülebilir. Kentleşmenin çevresel sorunların nedenlerinden biri olduğunun belirlenmesi, egzoz emisyonlarının karbon emisyonlarının önemli nedenlerinden biri olması nedeniyle toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilerek kişisel ulaşımın caydırılması ve endüstriyel alanlardan kaynaklanan emisyonların azaltılması için yeşil teknolojilerin benimsenmesi gibi kentsel emisyonların azaltılması çabalarına ağırlık verilmesi gerektiğini göstermektedir. Ticari serbestleşmenin çevre üzerindeki etkileri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından farklı görünümde olduğu söylenebilir. Örneğin, yüksek gelirli ülkelerin, tüm üretim süreci yerine yalnızca kirli üretim aşamalarını düşük gelirli ülkelere yönlendirerek kendi ülkelerindeki emisyonlarını sınırlandırabilmeleri mümkün olabilmektedir (Duan vd., 2020). Bu açıdan gelişmekte olan ülkeler, yüksek gelirli ülkelere dış kaynaklı üretim süreçlerini kabul etmeden önce, ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etki ile çevreye verilen potansiyel zarar arasındaki dengeleri dikkatlice değerlendirmelidir. Ülkenin kalkınma ihtiyaçlarına uygun ve temiz üretim aşamalarında uzmanlaşmaya

çalışmalıdır. Kısaca üretim teknolojilerini geliştirmek yanında kirlilik seviyelerini azaltmaya yardımcı olan temiz üretimi geliştirmek için çaba sarf edilmesi gerekmektedir.

Çalışmadaki kısıtlardan biri, bağımlı değişken olarak çevresel kirlilik göstergelerinden Metan (CH₄), Nitröz Oksit (N₂O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs), Sülfürhekza florid (SF₆) gibi sera gazlarından sadece CO₂ kullanılmasıdır. Diğer kısıt, dış ticaret değişkeninin ithalat ve ihracat verilerinin bir arada ele alınarak kullanılmasıdır. İhracat ve ithalatın etkileri ayrı ayrı değerlendirilmemiştir. Çevre kirliliği tüm ülkeler için önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu açıdan yapılmış bu çalışma, belirlenen değişkenler bazında gelecek çalışmalar için yol gösterici olacaktır. Özellikle çalışmamızda yer alan değişkenleri kullanarak gelişmekte olan diğer ülkelerde yapılacak analiz, karşılaştırmalı sonuçların ve politika önerilerinin ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır. Çevre kirliliğine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik gelecekte yapılacak çalışmalarda teknolojik ve finansal gelişme, enerji tüketimi, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji gibi değişkenlerin analize dahil edilmesi önerilebilir.

YAZAR BEYANI / AUTHOR STATEMENT

Araştırmacı(lar) makaleye ortak olarak katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı(lar) herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKÇA

- Agras, J., & Chapman, D. (1999). A dynamic approach to the environmental kuznets curve hypothesis. *Ecological Economics*, 28(2), 267–277. doi: 10.1016/S0921-8009(98)00040-8
- Akel, V., & Gazel, S. (2014). Döviz kurları ile BİST sanayi endeksi arasındaki eşbütünlük ilişkisi: bir ardl sınır testi yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (44), 23-41.
- Ali, R., Bukhsh, K., & Yasin, M. A. (2019). Impact of urbanization on CO₂ emissions in emerging economy: evidence from Pakistan. *Sustainable Cities and Society*, 48, doi:10.1016/j.scs.2019.101553
- Al-Mulali, U., Öztürk, İ., & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79(1), 621–644. doi:10.1007/s11069-015-1865-9.
- Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment?. *The American Economic Review*, 91(4), 877-908.
- Aslan, A., Altinoz, B., & Özsolak, B. (2020). The nexus between economic growth, tourism development. Energy Consumption, and CO₂ Emissions in Mediterranean Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 3243-3252.

- Atıcı, C., & Fırat, K. (2007). Türkiye'nin dış ticareti ve çevre kirliliği: çevresel kuznets eğrisi yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(1 ve 2), 61-69.
- Baek, J., Cho, Y., & Koo, W. W. (2009). The environmental consequences of globalization: a country-specific time-series analysis. *Ecological Economics*, (68), 2255-2264.
- Bayramoğlu, T., Yurtkur, A., & K., Asuman (2016), Türkiye’de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Black, D., & Henderson, V. (1999). A theory of urban growth. *Journal of Political Economy*, 107(2), 252–284.
- Çetin, M., Aslan, A., & Sarıgül, S. S. (2022). Analysis of the dynamics of environmental degradation for 18 upper middle-income countries: the role of financial development. *Environ Sci Pollut Res*, 29, 64647–64664. doi: 10.1007/s11356-022-20290-2.
- Çetin, M. & Ecevit, E. (2015). Urbanization, energy consumption and co2 emissions in sub-saharan countries: a panel cointegration and causality analysis. *Journal of Economics and Development Studies*, 3(2), 66-76.
- Çetin, M. & Ecevit, E. (2017). The impact of financial development on carbon emissions under the structural breaks: empirical evidence from Turkish economy. *International Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 64-78.
- Çetin, M., Ecevit, E., & Yücel A. G. (2018). Structural breaks, urbanization and CO2 emissions: evidence from Turkey. *Journal of Applied Economics and Business Research*, 8(2): 122-139.
- Çetin, M., Ecevit, E., & Yaprak Z. O. (2021). Structural breaks, tourism and CO2 emissions: the case of Turkey. *International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 42(3), 1-21.
- Çetin, M., Saygın, S., & Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345. doi: 10.33462/jotaf.678764.
- Çetin, M. & Seker, F. (2014). Ekonomik büyüme ve dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye için bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi*, 21(2), 213-230.
- Çetin, M., Seker, F., & Cavlak, H. (2015). The impact of trade openness on environmental pollution: a panel cointegration and causality analysis. E. Sorhun, Ü. Hacıoğlu ve H. Dinçer (Editörler), *Regional economic integration and the global financial system* (s. 221-232) içinde. Hershey: Business Science Reference.
- Çetin, M., & Yüksel, Ö. (2018). Türkiye ekonomisinde enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2). 169-186. doi: 10.30798/makuiibf.409119.
- Duan, Y., Ji, T., & Yu, T. (2020). Reassessing pollution haven effect in global value chains. *Journal of Cleaner Production*, 284, 1-10.

- Ertuğrul H. M., Çetin, M., Seker, F., & Dogan, E. (2016). The impact of trade openness on global carbon dioxide emissions: evidence from the top ten emitters among developing countries. *Ecological Indicators*, 67, 543-555.
- Keleş, R. (2000). *Kentleşme politikası*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Liang, W., & Yang, M. (2018). Urbanization, economic growth and environmental pollution: evidence from China. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 21, 1-9. doi: 10.1016/j.suscom.2018.11.007
- Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO₂ emissions: evidence from developing countries. *Ecological Economics*, 70(7), 1344–1353. doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.02.009
- Mutascu, M. (2018). A time-frequency analysis of trade openness and CO₂ emissions in France. *Energy Policy*, 115, 443–455. doi: 10.1016/j.enpol.2018.01.034
- Grossman G.M., & Krueger A.B. (1991). *Environmental impacts of a north american free trade agreement*. (Nber Working Papers Series. No. 3914).
- Gozgor, G., & Can, M. (2016). Export product diversification and the environmental kuznets curve: evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(21), 21594–21603. doi: 10.1007/s11356-016-7403-9
- Gülmez, A. (2015). OECD ülkelerinde ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi: panel veri analizi. *Kastamonu Üniversitesi İİBF Dergisi*, 9, 18-30.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156–1164.
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment kuznets curve for CO₂ emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167–5172. doi: 10.1016/j.enpol.2009.07.044 .
- Karamelikli, H., & Kesgingöz, H. (2015). Dış ticaret-enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonu üzerine etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Nasir, M., & Ur Rehman, F. (2011). Environmental kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), 1857–1864. doi: 10.1016/j.enpol.2011.01.025.
- Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for china: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979–1990.
- Okumuş, İ. & Bozkurt, C. (2020). Ekonomik büyümenin çevreye etkilerinin farklı gelişmişlik düzeyindeki ülkeler için incelenmesi . *Gaziantep University Journal of Social Sciences* , 19(1) , 238-255. doi: 10.21547/jss.593962.
- Orman, H. L., Ceylan, S., & Yılmaz Şahin, B. (2019). Dışa açıklık ve çevresel kirlilik ilişkisi: Türkiye örneği, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3),12-23.
- Özataç, N., Gökmenoğlu, K. K., & Taşpınar, N. (2017). Testing the EKC hypothesis by considering trade openness, urbanization, and financial development: the case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20), 16690–16701. doi: 10.1007/s11356-017-9317-6.

- Özcan, B. (2017). *ARDL modeli sınır testi yaklaşımı: Türkiye örneği* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara : Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, S., Çetin, M., & Demir, H. (2022). Income inequality and CO2 emissions: nonlinear evidence from Turkey. *Environ Dev Sustain*, 24, 11911–11928. doi: 10.1007/s10668-021-01922-y
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289–326.
- Seker, F., Ertuğrul, H. M., & Çetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: a bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Muzaffar, A. T., Ahmed, K., & Ali Jabran, M. (2016). How urbanization affects CO₂ emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 83–93. doi: 10.1016/j.rser.2015.12.096
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Hammoudeh, S., & Shahzad, S. (2017). Bounds testing approach to analyzing the environment kuznets curve hypothesis with structural breaks: The role of biomass energy consumption in the United States. *Energy Economics*, 68, 548-565.
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies. *Energy Economics*, 41, 147–153. doi: 10.1016/j.eneco.2013.11.007
- Shin, S. (2004). Economic globalization and the environment in China: a comparative case study of Shenyang and Dalian. *The Journal of Environment and Development*, 13(3): 263-294.
- Zhang, P., & Cheng, M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(12), 2706-2712.