

İmalat Sanayi Üretimi ile Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği*

Merve Ünlüoğlu^a, Özcan Dağdemir^b

^a Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Türkiye mkoyunbakan@ogu.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-8864-880X>

^b Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Türkiye dagdemir@ogu.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-1671-0491>

The Relationship Between Manufacturing Industry Production and Environmental Pollution: The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Türkiye

ARTICLE INFO

Research Article

2023, Vol. 5(1), 19-43

e-ISSN 2667-5927

Article History:

Received: 27.10.2022

Revised: 26.11.2022

Accepted: 06.12.2022

Available Online: 02.01.2023

JEL Code: Q50, Q56

Keywords: manufacturing industry production, carbon-dioxide emission, environmental kuznets curve hypothesis, ARDL bound testing approach

Anahtar Kelimeler: imalat sanayi üretimi, karbondioksit emisyonu, çevresel kuznets eğrisi hipotezi, ARDL sınır testi yaklaşımı

Abstract

The manufacturing industry constitutes the dynamic power of the economy for especially developing countries. Carbon-based fossil energy sources such as coal, oil and natural gas consumed in manufacturing industry cause greenhouse gas emissions. The manufacturing industry is directly related to the production of greenhouse gases through various production areas and indirectly through the energy demand of the sector. The main purpose of the study is to test the validity of the inverted-U relationship predicted by the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis between Turkish manufacturing industry production and manufacturing industry greenhouse gas emissions using annual data covering the 1998-2018 period. The per capita carbon-dioxide (CO₂) emission caused by the manufacturing industry as the dependent variable, GDP per capita from manufacturing industry as the independent variable, and the amount of energy consumed in the manufacturing industry per capita as control variable were used. The cubic model established for the variables was examined with the ARDL bound testing approach. The long-term analysis results of the study indicate a linear relationship between manufacturing industry production and the amount of pollution emissions. However, the coefficients of the GDP variables were not statistically significant. A positive and statistically significant relationship was found between the energy consumption in the manufacturing industry and the amount of pollutant emissions in the sector. Manufacturing industry data in Türkiye for the research period do not support the EKC inverted-U hypothesis. The effect of the increase in manufacturing industry production on greenhouse gas emissions is due to the increase in the energy demand of the sector. The result of the study showed the importance of substituting production with alternative energy sources, as well as giving priority to industrial policies that will transform the industrial structure from polluting industries to clean industries.

İmalat Sanayi Üretimi ile Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği

Özet

İmalat sanayi özellikle gelişmekte olan ülkeler için ekonominin dinamik gücünü oluşturmaktadır. İmalat sanayi üretiminde tüketilen kömür, petrol ve doğalgaz gibi karbon temelli fosil enerji kaynakları sera gazı salınımına neden olmaktadır. İmalat sanayi çeşitli üretim alanları yoluyla doğrudan ve sektörün enerji talebi yoluyla dolaylı olarak sera gazları üretimi ile ilişkilidir. Çalışmanın temel amacı Türkiye imalat sanayi üretimi ve imalat sanayi kaynaklı sera gazı emisyonları arasında Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin öngördüğü ters-U ilişkisinin geçerliliğini 1998-2018 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanarak test etmektir. Bağımlı değişken olarak imalat sanayisinin neden olduğu kişi başına karbondioksit (CO₂) emisyonu, bağımsız değişken olarak kişi başına imalat sanayi GSYİH'si ve kontrol değişken olarak da kişi başına düşen imalat sanayisinde tüketilen enerji miktarı kullanılmıştır. Değişkenler için kurulan kübik model ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın uzun dönem analiz sonuçları, imalat sanayi üretimi ile kirlenme emisyon miktarı arasında doğrusal bir ilişkiyi işaret etmektedir. Ancak GSYİH değişkenlerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İmalat sanayisindeki enerji tüketimi ve sektörün kirlenme emisyon miktarı arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Araştırma dönemine ait Türkiye imalat sanayi verileri ÇKE ters-U hipotezini desteklememektedir. İmalat sanayi üretimindeki artışın sera gazı emisyonlarına etkisi sektörün enerji talebindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Çalışmanın sonuçları sanayi yapısını kirlenme endüstrilerden temiz endüstrilere dönüştürecek sanayi politikalarına öncelik verilmesi kadar, enerji üretiminin alternatif enerji kaynakları ile ikame edilmesinin önemini göstermiştir.

To cite this document: Ünlüoğlu, M. & Dağdemir, Ö. (2023). The Relationship Between Manufacturing Industry Production and Environmental Pollution: The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Türkiye. BILTURK, The Journal of Economics and Related Studies, 5(1), 19-43. doi: 10.47103/bilturk.1195741.

* 2017 yılında kabul edilen "Türkiye'de imalat sanayi üretiminin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

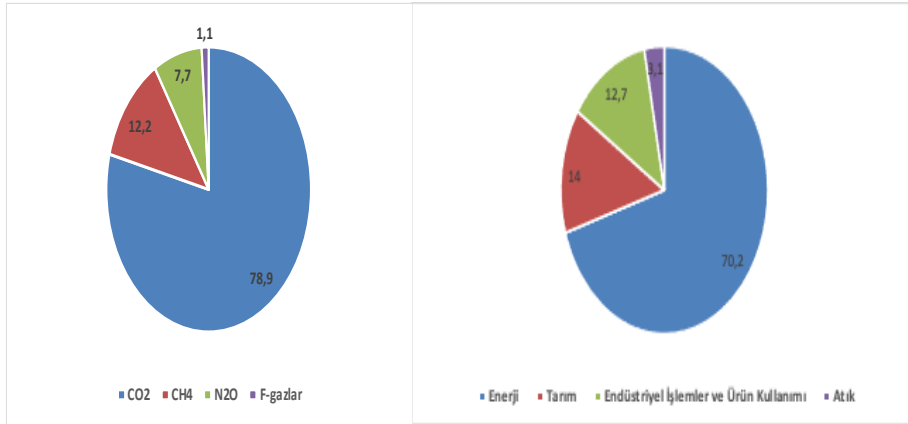
Tarım ve hizmet sektörünün dışında ekonominin bir diğer ana sektörü olan sanayi sektörünün ekonomi içindeki yeri, bir ülkenin en temel gelişmişlik göstergesidir. Sanayi genel anlamda, üretim faktörleri sayesinde hammadde ve yarı mamul maddelerden mamul madde üretimini kapsamaktadır. Özellikle imalat sanayisinin gelişimi ve yapısal dönüşümünü tamamlaması, diğer sektörlerin de gelişimine katkı sağlayacağı için imalat sanayi büyümenin lokomotifi olarak görülmektedir. İmalat sanayi ekonominin diğer sektörlerinden ara girdi arz ya da talep ederek tarım ve hizmet sektörlerinin gelişmesinde rol oynamaktadır (Kaya ve Yalçınkaya, 2016: 96-97).

Ülke ekonomileri büyüyüp gelişirken, insanoğlunun istek ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretim faaliyetleri artmaktadır. Artan üretim ve tüketim faaliyetleri doğanın dengesini ve yapısını olumsuz şekilde etkilemektedir. Özellikle üretim faaliyetleri sonucu; yeryüzünde sera gazı miktarı giderek artmaktadır. Sera gazı olarak adlandırılan ozon (O₃), kloroflorokarbon (CFC) gazları, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O) gibi gazların artması ile beraber insan hayatını uzun vadede tehdit edecek problemler ortaya çıkmaktadır. Bu gazların miktarındaki artış, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi iki sorunu dünya ülkelerinin ana konularından biri haline getirmiştir. Küresel ısınmaya neden olan faktörler içerisinde enerji kullanımı, sanayileşme, hızlı artan nüfus sonucu göç ve kentleşme bulunmaktadır (Özmen, 2009: 42-43). Sanayi üretiminde enerji ihtiyacı büyük ölçüde, sera etkisi yüksek olan fosil yakıtlar ile karşılanmaktadır. Bu nedenle sanayi üretimindeki artış ile enerji tüketimi doğrusal bir ilişki göstermektedir. Küresel boyutta bir çevre sorunu olan iklim değişikliği ve sanayi üretimi arasında bu nedenle güçlü bir bağ kurulmaktadır. Özellikle endüstrileşme sürecinde kullanılan kömür gibi fosil enerji kaynakları çevre üzerinde geri dönüşü olmayan etkiler yaratmaktadır.

Şekil 1’de Türkiye için 2020 yılındaki sektörler ve gazlara göre sera gazı emisyon oranları verilmiştir. Toplam 524 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı emisyonunun %70,2 oranındaki en yüksek payı enerji tüketimi sonucu oluşmaktadır. Sera gazı emisyonu içinde en yüksek pay ise %78,9 oranı ile CO₂’ye aittir.

Enerji tüketiminin ve atmosfere salınan sera gazı emisyonunun büyük bir oranı imalat sanayi üretiminden kaynaklanmaktadır. Ancak bütün endüstrilerin çevresel zararları aynı düzeyde değildir. Bazı endüstrilerin neden olduğu çevre kirliliği çok yüksek iken, bazı endüstriler daha az miktarda çevre kirliliği yaratmaktadır (Olokesusi ve Ogbu, 1995: 368). İmalat sanayisinde temiz ve kirli sektörleri belirleme yönünde çalışmalar bulunmaktadır. Bununla ilgili toplam imalat faaliyetine göre atık miktarı gibi farklı kirlilik indeksleri oluşturulmuştur. Akbostancı, Tunç ve Türüt Aşık (2005) tarafından Türkiye için yapılan çalışma temiz endüstrilere kıyasla kirli endüstrilerde enerji tüketiminin daha fazla olduğunu, uluslararası rekabet gücünün yüksek olmadığını göstermektedir. Genel olarak kimyasal madde, gübre, tarımsal ilaç, demir, çelik ve metal sanayilerin en kirli sektörler olduğu ortaya koyulmuştur. Çevreye kirletici yönde daha az etkisi olan ve temiz sektörler grubuna girenler ise büro, muhasebe, radyo, TV gibi sanayilerdir.

Şekil 1. Sektörlere ve gazlara göre sera gazı emisyon oranları (2020)

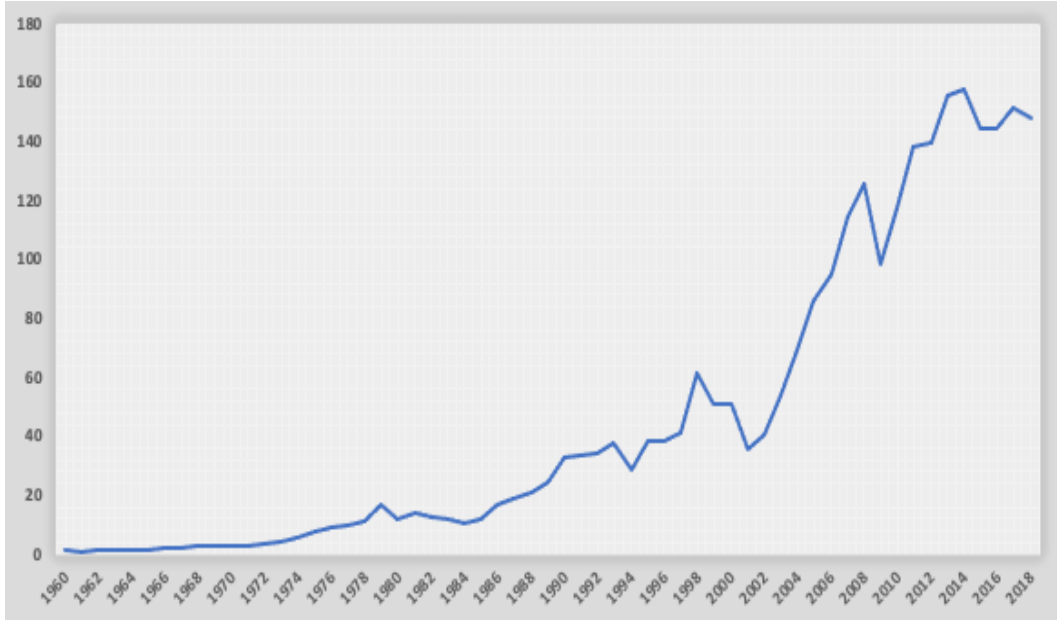


Kaynak: TÜİK, 2022.

Gelişmekte olan ülkeler sanayileşmek hedefine birinci önceliği verirken aynı zamanda oluşan kirliliğe karşı yeterince önlem alamamaktadır. Küreselleşme dinamikleri ile birlikte imalat sanayi üretimine yönelik talep artarken, bu ülkeler imalat sanayisinin kirlenici yoğunluğu yüksek üretim alanlarında uzmanlaşma eğilimi gösterebilmektedirler. Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerin çevreye karşı duyarlılıklarında ciddi bir artış gözlenmektedir. Bu ülkelerin öncülüğünde yapılan yasal düzenlemelerle çevre kirliliğinin küresel düzeyde önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bu düzenlemeler kirli endüstrilerin maliyetini artırmakta ve bu ülkelerdeki varlıklarını sınırlandırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yer bulamayan kirli endüstriler çevre duyarlılığı gelişmemiş ve yasal düzenlemelerin sıkı olmadığı gelişmekte olan ülkelere kaymaktadır (Yılmaz ve Açıköz Ersoy, 2009: 1442).

Sektörler; emek, sermaye, teknoloji, bilgi olarak dört farklı yoğunlukta gruplanarak sıralanmaktadır. Sanayileşme sürecinde ülkeler düşük katma değerli ve emek-yoğun sektörler ile başlayıp ilerleme göstermektedir. Elde ettikleri birikim ile daha yüksek katma değerli üretim yapan sanayi kollarına geçerek hareket etmektedir. Emek-yoğun sektörlerden bilgi-yoğun sektörler doğru hareket eden ülkelerin doğru orantılı olarak gelişmişlik seviyeleri de yükselmektedir. İmalat sanayi içinde teknoloji-yoğun ve bilgi-yoğun sektörlerin emek-yoğun ve sermaye-yoğun sektörleri geride bırakması ülkeyi sanayileşmiş ülke statüsüne taşımaktadır (Gürlel, 2009: 30). Katma değer, bir malın fiyatından onu üretmek için kullanılan girdi bedellerinin çıkartılması sonucu ortaya çıkan değeri ifade etmektedir. Başka bir deyişle, çıktı ile girdi arasındaki farkı göstermektedir. Bu fark kira, ücretler, faiz ve kardan oluşmaktadır. Milli hasıla ise bir ülkedeki tüm birimlerin mal ve hizmet üretiminde meydana getirdikleri katma değerlerin toplamıdır (Güneş, Togan ve Güneş, 2015: 99).

Şekil 2. İmalat sanayi katma değerleri (Cari dolar fiyatları-milyar)

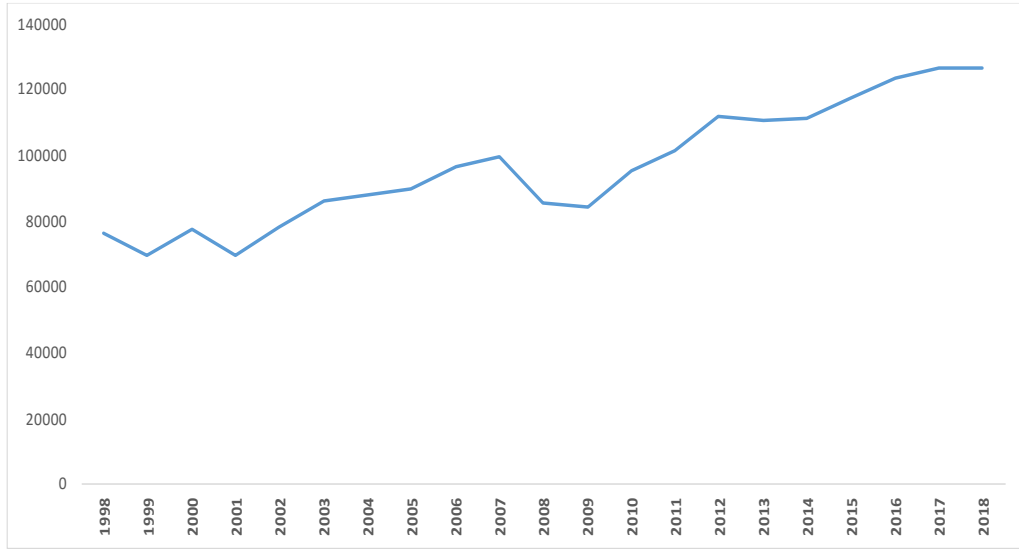


Kaynak: Dünya Bankası, 2022.

Şekil 2’de 1960-2018 dönemi Türkiye’de imalat sanayisinde yaratılan katma değer büyüklükleri dolar cinsinden verilmiştir. İlgili yıllar arasında imalat sanayi katma değeri kriz yıllarında azalsa da genel olarak artan bir trend izlemiştir. 1960 yılında imalat sanayisinin yarattığı toplam katma değer 1,79 milyar dolar iken, 2018 yılında 148 milyar dolara ulaşmıştır. 2018 yılında Türkiye’de yaratılan 698 milyar dolarlık brüt katma değer in yaklaşık beşte birini imalat sanayi katma değeri oluşturmaktadır.

Türkiye ekonomisinin imalat sanayi ağırlıklı büyüme dinamikleri aynı zamanda sera gazı emisyonlarını da etkilemiştir. Şekil 3’te 1998-2018 yılları arasında Türkiye’de imalat sanayi üretimi sonucu ortaya çıkan CO₂ miktarları verilmiştir. 2018 yılında imalat sanayisinin neden olduğu sera gazları içindeki en yüksek paya sahip CO₂ miktarı 1998 yılına göre yaklaşık %65 oranında artarak 126.243 bin tona ulaşmıştır.

Şekil 3. İmalat sanayisinin neden olduğu karbondioksit miktarı (Bin ton)



Kaynak: TÜİK, 2021.

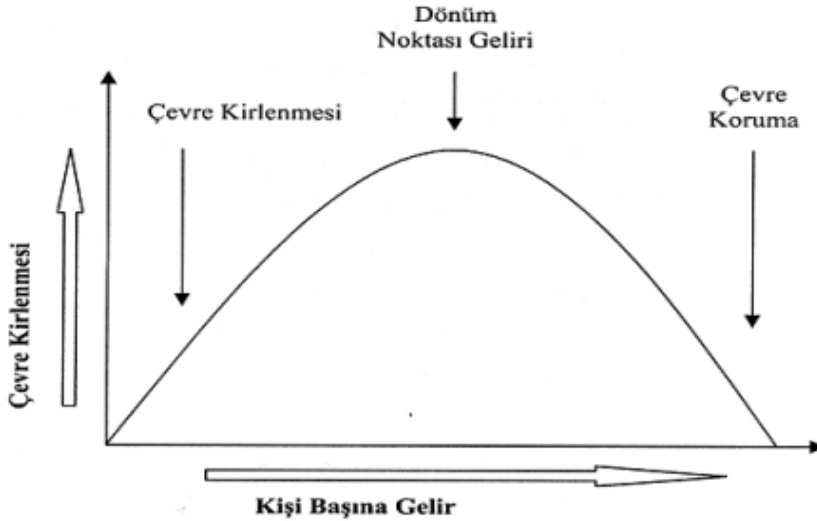
2. Teorik Arka Plan

İklim değişikliğinin nedeni olarak görülen sera gazı emisyonları ekonomik büyüme, sanayileşme ve enerji talebindeki artış ile ilişkilendirilmektedir. Bunun yanında ekonomik gelişme ile birlikte çevreyi korumaya yönelik artan tedbirlerin ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüşümün sera gazı emisyonlarını azaltan etkilerine dikkat çeken örnekler çok sayıda iktisatçının ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi sorgulayan araştırmalara yönelmesine neden olmaktadır. Bu araştırmalarda sanayileşme sürecinin farklı evrelerindeki ekonomilerde ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik göstergelerinin nasıl bir ilişki içinde olduğu ve yönseme gösterdiği merak uyandıran araştırma sorusu olarak öne çıkmaktadır.

Literatürde sera gazı emisyonlarının miktarı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi genelinde incelenmektedir. Bu hipotezin çıkış noktası “ters-U” hipotezi olarak da bilinen Kuznets Eğrisi yaklaşımıdır. 1955 yılında Simon Kuznets tarafından yapılan çalışmada ekonomik büyüme ve gelir dağılımı arasında ters-U formunda bir ilişkinin varlığına değinilmektedir. Bu yaklaşıma göre ekonomik büyüme sürecinde gelir eşitsizliği artacak ancak bir dönüm noktasından sonra büyüme devam ederken gelir eşitsizliği azalma yönünde hareket edecektir (Koçak, 2014: 62). Gelir ve çevre kirliliği arasında öngörülen ilişki Kuznets Eğrisi’ne uyarlanmış ve kişi başına düşen gelir ile kirletici emisyon miktarı arasında ters-U şeklinde ÇKE tanımlanmıştır (Şekil: 4). ÇKE’nin ters-U formu sanayileşen toplumlarda çevre kirliliğinin başlangıçta artacağını; ancak büyüyen ekonomilerde belirli bir dönüm noktasından sonra insanların bilinçlenmesi ve daha temiz bir çevre istemeleri sonucu kirletici faaliyetlerin azalacağını

belirtmektedir (Yandle, Vijayaraghavan ve Bhattari, 2002: 2-3). Belirli bir gelişmişlik seviyesine ulaşan ülkeler kirliliği azaltma yönünde alternatif politikalar geliştirecektir. Bu durumda ülke ekonomik olarak büyürken çevresel kirliliğin azalma yönde hareket etmesi muhtemel olacaktır (Uçak ve Usupbeyli, 2013: 496-497). Şekil 4’te ters-U biçimindeki ÇKE verilmiştir.

Şekil 4. Çevresel Kuznets Eğrisi



Kaynak: Koçak, 2014: 63.

ÇKE'nin ters-U şeklinde olmasını üç etki ile açıklamak mümkündür. Artış eğilimi "ölçek etkisi" ile azalış eğilimi ise "yapısal etki" ve "teknolojik etki" ile bağdaştırılmaktadır. Teknoloji sabitken üretim ne kadar yüksekse kullanılan girdi miktarı da o kadar yüksek olacaktır. Girdi olarak kullanılan doğal kaynak tüketiminin artması doğanın tahrip olması ile sonuçlanmaktadır. Bu durum ölçek etkisi ile açıklanmaktadır. Ülkelerin gelişme süreci ekonomilerindeki yapısal değişim ile birlikte yaşanmaktadır. Ekonomik gelişme sürecinde beklenen yapısal dönüşüm sırasıyla tarım, sanayi ve sonrasında bilgi sektörüne geçiş ile devam etmektedir. Tarıma dayalı ekonominin sanayileşme sürecine geçişi ile birlikte çevreye yayılan kirlilik artmaktadır. Sanayileşme sonrası ekonomilerde bilgi ekonomisine dayalı olarak üretimin yapısı değişirken doğal kaynak kullanımı ve ekonomik faaliyetlerin kirlenme etkisi de azalma eğilimine girmektedir. Bu gelişme yapısal etki ile açıklanmaktadır. Son olarak teknoloji etkisi, ekonomik gelişmişlikle birlikte ülkelerin araştırma ve geliştirme faaliyetlerine daha fazla önem vermeleriyle ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda çevre dostu teknolojilerin gelişimi mümkün olacaktır (Demiray Erol, Erataş ve Başçı Nur, 2013: 402- 403).

Ülkelerin yüksek büyüme oranlarına ulaşma hayali ve zenginleşme hedefleri neticesinde çevreye olumsuz etkiler bırakan kaynakların yüksek miktarlarda kullanılması sonucu ekonomik büyüme ve çevre arasında bir takas durumu ortaya çıkmaktadır. İnsanların istek ve ihtiyaçları karşısındaki faaliyetlerin büyük bir oranı çevresel bozulmaya neden

olmakta ve hem kendi sağlıklarını hem de gelecek nesillere bırakılacak yaşamsal imkânları olumsuz yönde etkilemektedir. Çevreyi korumak için bu faaliyetlerin yavaşlatılmasına veya tamamen durdurulmasına imkân yoktur. Çevre ve büyüme arasındaki takas olgusunun ortadan kaldırılabilmesi için özellikle gelişmiş ülkelere çok iş düşmektedir. Çevreyi koruyan ve kirleticiliği en aza indiren tekniklerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çevreci teknolojilerin fakir uluslara da transfer edilmesi oldukça önemlidir (Awan, 2013: 747). Tek bir dünya, tek bir yeryüzü olduğu için bu problem tüm dünya ülkelerine aittir.

Yeşil üretim gibi birçok projenin geliştirilmesine rağmen günümüzde kirlilik cenneti, kirlilik sığınağı hipotezi ile kirlilik yaratan sanayilerin az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere doğru kaydığını gösteren örnekler bulunmaktadır. Çevre standartlarına uyum sürecinin etkisiyle rekabet güçleri azalan gelişmiş ülkelere düşük çevre standartlarını rekabet avantajı olarak sunarak, kirletici sektörlerdeki üretimi yabancı sermaye yatırımı olarak ülkelere davet ettiklerini ileri süren Kirlilik Sığınağı hipotezinin geçerliliği birçok araştırma tarafından sınanmıştır (Dağdemir, 2015: 314). Araştırmaların bulguları ortak bir sonuç ortaya koymasa da, ülkelerin kirletici sektörlerdeki yabancı sermaye deneyimleri konusunda farklı örnekler sunmaktadır.

Küresel iklim değişikliği ile birlikte sıcaklıkların artması, ormansızlaşma, yağış dengesinin bozulmasına bağlı erozyon ve kuraklık, buzulların erimesi sonucu deniz seviyesinin yükselmesi, biyoçeşitliliğin azalması, salgın hastalıklar, gıda güvenliğindeki eksiklikler, küresel iklim değişikliği ile birlikte dünyamızda görülen ve beklenen temel sorunlardır. Çevre sorunlarının önüne geçebilmek için 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzalanmıştır. Sera gazı emisyonlarını azaltmak için 1997 yılında Kyoto Protokolü yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 2004 yılında BMİDÇS'ye taraf olmuş ve 2009 yılında Kyoto Protokolü'nü imzalamıştır. Gelişmekte olan ülke statüsünde olan Türkiye BMİDÇS kapsamında Ek-1 tarafları içinde yer almaktadır. Bundan dolayı, Türkiye'nin sera gazı azaltım, mali destek ve teknoloji transferi sağlama yükümlülükleri yoktur. Kyoto Protokolü kapsamında ise birinci ve ikinci yükümlülük dönemlerinde emisyon azaltım yükümlülüğü bulunmamaktadır (Binboğa, 2017: 208-213). Bununla birlikte Dağdemir (2005) Türkiye'nin Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükleri yerine getirmesi durumunda, sera gazı emisyonlarını azaltmak için yapılacak yatırımların imalat sanayi alt sektörlerinin büyüme oranlarına yansıtacak maliyetlerini tahmin etmiştir. Bu çalışmaya göre Çimento, Makine ve Diğer İmalat, Ana Metal, Gıda ve Tütün, Tekstil ve Deri Ürünleri sanayileri büyüme oranları itibarıyla CO₂ gazı emisyonlarının azaltılmasından sırasıyla en fazla etkilenecek alt sektörler olarak açıklanmıştır.

BMİDÇS, Kyoto Protokolü ve onu takip eden Paris Anlaşması gibi somut hareketler iklim değişikliği ile mücadelenin aşamalarını oluşturmaktadır. BM öncülüğünde ülkeler ortak paydada buluşmaktadır ve bu konuda sorumluluk bilinci gütmektedir. Özellikle Çin, ABD, Rusya, Hindistan gibi yeryüzünü en çok kirleten ülke devletlerinin daha etkin politikalar ile hareket etmesi önem taşımaktadır (Öztürk ve Öztürk, 2019: 539).

3. Literatür Taraması

Günümüzde gelişmiş ülkeler ekonomik büyümeden ziyade sürdürülebilir kalkınma üzerinde durmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma çevreye verilen önemi gerekli kılmaktadır. ÇKE hipotezi kapsamında ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu konuda yapılmış çalışmalara ve çalışmaların sonuçlarına bu bölümde yer verilmiştir. Yapılan çalışmalarda genel olarak bağımlı değişken olarak sera gazı emisyonları içindeki en yüksek paya sahip olan ve sera gazlarını temsil eden CO₂ emisyon miktarı, bağımsız değişken olarak ise GSYİH kullanılmıştır. Değişkenler çoğunlukla kişi başına düşen miktar olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada farklı olarak ÇKE hipotezinin geçerliliği imalat sanayisi için incelenmiştir.

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki ilk olarak Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından yapılan çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışmalarda değişkenler arasında ters-U şeklinde ilişki bulunmuş ancak ÇKE hipotezine herhangi bir atıf yapılmamıştır. Ters-U şeklinde ilişkiyi ÇKE hipotezi olarak ele alan ilk çalışma ise Panayotou (1993) tarafından yapılan çalışmadır (Çetin ve Saygın, 2019: 531).

Çevresel kirlilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür ÇKE hipotezini destekleyen ve desteklemeyen ampirik çalışmalar şeklinde iki gruba ayrılabilir. Bu çalışmalar da örneklemini ülke gruplarının oluşturduğu araştırmalar ve Türkiye için yapılan araştırmalar ayırımında incelenebilir.

Birinci gruba söz konusu ülkelere alınmış veriler için ters-U şeklinde ilişkinin elde edilmediği, yani ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı çalışmalar oluşturmaktadır. Moomaw ve Unruh (1997), 1950-1992 yılları arasında 16 ülke için kişi başına CO₂ ve kişi başına GSYİH verilerini kullanarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini panel veri analizi yöntemi ile test etmişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre ÇKE hipotezi geçerli olmayıp değişkenler arasında N şeklinde bir ilişki bulunmuştur. Arı ve Zeren (2011), 2000-2005 dönemi için Akdeniz ülkeleri verilerini kullanarak yaptıkları panel veri analizi sonucunda; kişi başına CO₂ emisyonu ve kişi başına milli gelir değişkenleri arasında N şeklinde bir ilişki saptamışlardır. Şahinöz ve Fotourehchi (2013) Türkiye'nin dâhil olduğu 26 OECD ülkesini kapsayan çalışmalarında, ÇKE hipotezinin 1994-2010 dönemi için geçerliliğini farklı modeller kullanılarak test etmiş ve kişi başına GSYİH ve CO₂ emisyonu arasında N şeklinde bir ilişki saptamıştır. Erataş ve Uysal (2014), BRIC ülkelerinin 1992-2010 dönemine ait CO₂ emisyonu, kişi başına düşen milli gelir ve nüfus yoğunluğu değişkenlerini kullanarak panel veri analizi ile ÇKE hipotezinin geçerliliğini test ettikleri çalışmalarında değişkenler arasında N şeklinde bir ilişki açıklamışlardır. Al-Mulali, Saboori, Öztürk (2015) ise 1981-2011 dönemi Vietnam için ÇKE hipotezinin geçerliliğini ARDL sınır testi yaklaşımı yardımı ile araştırmışlardır. Sermaye, işgücü, ithalat, ihracat verilerini de bağımsız değişken olarak ekledikleri çalışmalarında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Destek, Ulucak ve Doğan (2018) 1980-2013 döneminde 15 AB ülkesi için oluşturdukları ekonometrik modelde (yatay kesit analiz) kişi başına ekolojik ayak izi değişkenini kullanmışlar ve hipotezin öngörüsünün aksine değişkenler

arasında U tipi bir ilişki saptamışlardır. Karadaş ve Koşaroğlu (2021) da 20 Avrupa ülkesi ve Türkiye'nin 1992-2017 dönemi verileri üzerinden yaptıkları panel veri analizinde bir başka kirlilik göstergesi olarak kabul gören N₂O salınımı ile ekonomik büyüme arasında N şeklinde bir ilişki açıklamışlardır.

ÇKE hipotezini Türkiye için sorgulayan ve ters-U ilişkisinin geçerli olmadığını açıklayan araştırmalar literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Başar ve Temurlenk (2007), Türkiye için ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında 1950-2000 dönemi için kişi başına GSYİH verisi ile birlikte bağımlı değişken olarak çeşitli kaynaklardan oluşan kişi başına CO₂ miktarı, fosil yakıtların tüketilmesinden dolayı oluşan kişi başına CO₂ miktarı, katı yakıtların tüketilmesinden dolayı oluşan kişi başına CO₂ miktarı ve fueloil tüketilmesinden dolayı oluşan kişi başına CO₂ miktarı verilerini kullanarak dört farklı regresyon analizi sonucu elde etmişlerdir. ÇKE hipotezini destekler bir sonuç elde edilememiştir. Ancak kişi başına CO₂ miktarı ile gelir ve katı yakıtların tüketilmesinden dolayı ortaya çıkan kişi başına CO₂ ile gelir arasında ters-N şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Dam, Karakaya ve Bulut (2013) tarafından Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerliliğinin analiz edildiği çalışmada; 1960-2010 dönemi kişi başına CO₂ emisyonu, kişi başına reel gelir ve kişi başına enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak, kişi başı karbon emisyonları ile kişi başına gelir arasında ters-N şeklinde bir ilişki bulunmaktadır. Omay (2013) Türkiye için 1980-2007 dönemini kapsayan kişi başına CO₂ emisyon ile kişi başına GSYİH verilerini kullanarak ÇKE hipotezini test etmiş ve değişkenler arasında N şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Koçak (2014) çalışmasında Türkiye için hipotezin geçerliliğini 1960-2010 yıllık verilerini ARDL sınır testi yaklaşımı ile test etmiştir. Elde edilen bulgular ÇKE hipotezinin desteklenmediği yönündedir. Erdoğan, Türköz ve Görüş (2015) 1975-2010 döneminde Türkiye CO₂ emisyonu ve gelir seviyesi değişkenlerini kullanarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini test etmek için ARDL sınır testi yaklaşımını kullanmış ve değişkenler arasındaki nedenselliği belirlemek için Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinden yararlanmıştır. Elde edilen ekonometrik sonuçlara göre, ÇKE hipotezi uzun dönemde Türkiye'de geçerli olmayıp değişkenler arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır. Kılıç ve Akalın (2016) tarafından ÇKE hipotezinin Türkiye'de geçerliliğini 1960-2011 dönemi kişi başına düşen milli gelir ve kişi başına CO₂ emisyon verileri kuadratik ve kübik model kurularak incelenmiştir. ARDL sınır testi yaklaşımı sonuçlarına göre kuadratik model için değişkenler arasında ters-U şeklinde bir ilişki saptanırken, kübik modelde değişkenler arasında N şeklinde bir ilişki bulunmuştur. Yurttagüler ve Kutlu (2017) 1960-2011 dönemi gelir ve CO₂ emisyon verileri ile ÇKE hipotezini Türkiye için test etmişlerdir. Zaman serisi analizi sonucuna göre değişkenler arasındaki ilişki N şeklindedir.

ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucunu farklı ülke deneyimlerini yansıtan veriler üzerinden açıklayan ampirik çalışmalar da kapsamlı bir literatür oluşturmaktadır. Ang (2007) enerji tüketimini de bağımsız değişken olarak modele eklediği çalışmasında, ÇKE hipotezini 1960-2000 dönemi verilerini kullanarak, ARDL sınır testi yaklaşımı ile Fransa için test etmiştir. ÇKE hipotezinin Fransa için geçerli olduğunu gösteren sonuçlara göre

üretimdeki artış uzun dönemde CO₂ emisyonu artışına ve enerji tüketiminde artışa neden olmaktadır. Jalil ve Mahmud (2009)'un Çin'in 1975-2005 dönemi kişi başına CO₂ emisyonu, kişi başına ticari enerji kullanımı, kişi başına reel gelir ve dış ticaret verilerini kullanarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile yaptıkları çalışmanın bulguları ÇKE hipotezini desteklemektedir. Granger nedensellik testi sonuçları ekonomik büyümeden CO₂ emisyonu miktarına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Ahmed ve Long (2012) Pakistan için yaptıkları çalışmalarında 1971-2008 dönemi kişi başına CO₂ emisyon miktarı, kişi başına reel gelir, kişi başına enerji tüketimi, ticari dışa açıklık oranı ve nüfus artış oranı verilerini ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre CO₂ emisyon miktarı ve ekonomik büyüme arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Shahbaz, Mutascu ve Azim (2013) ise çalışmalarında 1980-2010 verilerini kullanarak Romanya için ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu gösteren sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışma; ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve enerji kirliticileri arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermektedir. Cruz, Granda ve Viteri (2018), Arjantin için metan gazı emisyon miktarı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye tarımsal üretim faaliyetleri üzerinden baktıkları çalışmalarında 1970-2012 dönemi ARDL sınır testi yaklaşımı uzun dönem bulguları ÇKE hipotezini desteklerken, tarımsal üretimde teknolojik gelişmenin metan gazı emisyon miktarını azaltan etkisine vurgu yapılmaktadır.

Ülke gruplarına yönelik çalışmalar arasında, Apergis ve Öztürk (2015) tarafından 14 Asya ülkesi için 1990-2011 dönemi verileri ile yapılan çalışma sonuçları hipotezin geçerliliğini destekleyen sonuçlar ortaya koymuştur. CO₂ emisyon miktarı, kişi başına GSYİH, nüfus yoğunluğu, arazi, sektörün GSYİH içindeki payları ve kurumların kalitesini ölçen 4 gösterge değişken olarak kullanılmıştır. Aytun, Akın ve Algan (2017) aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 10 gelişmekte olan ülkede kişi başına CO₂ emisyon miktarı, kişi başına GSYİH ve kişi başına enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1980-2010 dönemi için ele almışlardır. Pedroni eşbütünleşme testi ve FMOLS tahmin metodlarının kullanıldığı çalışmanın bulguları ÇKE hipotezini desteklemektedir.

Literatürde ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğunu açıklayan araştırmalar da önemli bir yer tutmaktadır. Saatçi ve Dumrul (2011) çalışmalarında ÇKE hipotezinin geçerliliğini Türkiye için incelemek amacıyla 1950-2007 dönemi CO₂ emisyon miktarı ve GSMH verilerini kullanmışlardır. Eşbütünleşme testi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Lebe (2016) ise Türkiye'nin 1960-2010 dönemi için yaptığı çalışmasına enerji tüketimi, finansal gelişme ve ticaret açığı verilerini bağımsız değişken olarak eklemiştir. ARDL sınır testi yaklaşımına göre ÇKE hipotezi Türkiye için geçerlidir. Granger nedensellik testine göre kısa dönemde finansal gelişmeden CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve gelire doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir. Beşer ve Hızarcı Beşer (2017) çalışmalarda 1960-2015 dönemi için CO₂ emisyon miktarı, kişi başına GSYİH ve toplam enerji tüketiminin yanında sermaye, işgücü, ticari açıklık ve popülasyon değişkenlerine de yer verdikleri çalışmalarında ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğu sonuçlar açıklamışlardır.

Günümüzde ÇKE hipotezini farklı emisyon türleri ve ülke grupları üzerinden farklı analiz yöntemleri kullanarak sorgulayan ampirik çalışmaların oluşturduğu geniş bir literatür

oluşmuş durumdadır. Literatür incelemesi ÇKE hipotezini sorgulayan çoğu çalışmada çevresel kirlilik göstergesi olarak CO2 emisyonunun referans alındığını göstermiştir. Ekonomik büyüme sürecini kişi başına milli gelir rakamları yanında enerji tüketimi, sektörel yapı, dış ticaret ve nüfus yoğunluğu gibi değişkenler ile destekleyen bu çalışmaların ortak özelliği tüm ekonomik faaliyetler sonucu oluşan genel bir emisyon düzeyini bağımlı değişken olarak tercih etmiş olmalarıdır.

Emisyon düzeylerinin imalat sanayi, tarım, enerji gibi sektörler ayrımında incelenmesi, ters-U hipotezinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasıyla gözden kaçan detayları ortaya koyabilecektir. Ekonomik büyümeyi besleyen farklı sektörler farklı emisyon düzeyleri ile emisyon salınımına katkı yapmaktadırlar. Bu nedenle ekonomik büyüme ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin sektörel düzeyde sorgulanması iklim değişikliğine yönelik sektör düzeyinde politika önerileri geliştirilmesine imkân verecektir. Bu çalışmada ÇKE hipotezi imalat sanayi üretimi ve enerji tüketimi ile imalat sanayi kaynaklı CO2 emisyonu arasındaki ilişki üzerinden sorgulanmaktadır. ÇKE hipotezini imalat sanayi özelinde sorgulayan bu çalışmanın ilgili literatüre bu farklı yaklaşımıyla katkı yapacağı düşünülmektedir.

Tablo 1. Literatür özeti

No	Yazarlar	Periyod	Ülke	Yöntem	Sonuç
1	Moomaw ve Unruh (1997)	1950-1992	16 Ülke	Panel Veri Analizi	N şeklinde bir ilişki vardır.
2	Ang (2007)	1960-2000	Fransa	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, VECM	ÇKE hipotezi geçerlidir.
3	Başar ve Temurlenk (2007)	1950-2000	Türkiye	Regresyon Analizi	Kişi başına GSYİH ve kişi başına CO2 emisyonu arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır.
4	Jalil ve Mahmud (2009)	1975-2005	Çin	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, Granger Nedensellik Testi	Gelir ve CO2 emisyonu arasındaki kuadratik ilişki ÇKE hipotezini desteklemektedir. Ekonomik büyümeden CO2 emisyonuna doğru tek taraflı nedensellik tespit edilmiştir.
5	Arı ve Zeren (2011)	2000-2005	Akdeniz Ülkeleri	Panel Veri Analizi	CO2 emisyonu ile kişi başına milli gelir arasında N şeklinde bir ilişki bulunmuştur.
6	Saatçi ve Dumrul (2011)	1950-2007	Türkiye	Kejriwal Yapısal Kırılmalı Eşbütünlüşme Testi	Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır.
7	Ahmed ve Long (2012)	1971-2008	Pakistan	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	CO2 ve büyüme arasında ters-U şeklinde ilişkiyi desteklemektedir. ÇKE hipotezi geçerlidir.
8	Dam vd. (2013)	1960-2010	Türkiye	Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi	Ters-N şeklinde bir ilişki vardır.
9	Omay (2013)	1980-2007	Türkiye	Regresyon Analizi	CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme arasında N şeklinde bir ilişki vardır.
10	Shahbaz vd. (2013)	1980-2010	Romanya	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ÇKE hipotezi geçerlidir.
11	Şahinöz ve Fotourehchi	1994-2010	26 OECD Ülkesi	Pedroni ve Kao Eşbütünlüşme Testleri	Kişi başına GSYİH ile CO2 emisyonu arasında N şeklinde bir ilişki bulunmuştur.

(2013)					
12	Koçak (2014)	1960-2010	Türkiye	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
13	Erataş ve Uysal (2014)	1992-2010	BRICT ülkeleri	Panel Veri Analizi	Gelir ve çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki vardır. ÇKE hipotezi geçerli olmayıp değişkenler arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır. Gelir seviyesinden CO ₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
14	Erdoğan vd. (2015)	1975-2010	Türkiye	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
15	Apergis ve Öztürk (2015)	1990-2011	14 Asya Ülkesi	GMM	ÇKE hipotezi geçerlidir.
16	Al-Mulali vd. (2015)	1981-2011	Vietnam	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ÇKE hipotezi geçerli değildir.
17	Lebe (2016)	1960-2010	Türkiye	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı Granger Nedensellik Testi	ÇKE hipotezi geçerlidir.
18	Kılıç ve Akalın (2016)	1960-2011	Türkiye	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	Kuadratik modele göre kişi başına gelir ve çevre kirliliği arasındaki ilişki ÇKE hipotezini desteklemektedir. Kubik modele göre ise gelir ve çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki vardır.
19	Aytun vd. (2017)	1980-2010	10 Gelişen Ülke	Pedroni Eşbütünleşme Testi FMOLS Tahmin Metodu	Gelişmekte olan ülkeler örnekleme için ÇKE hipotezi geçerlidir.
20	Yurttagüler ve Kutlu (2017)	1960-2011	Türkiye	Zaman Serisi Analizi	Gelir ve CO ₂ emisyonu arasında N biçiminde bir ilişki vardır.
21	Beşer ve Hızarcı Beşer (2017)	1960-2015	Türkiye	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ÇKE hipotezi geçerlidir.
22	Cruz vd. (2018)	1970-2012	Arjantin	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	Kirlilik göstergesi olarak kabul edilen metan gazı ile tarımsal üretim faaliyetleri arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmanın sonuçları ÇKE hipotezini desteklemektedir.
23	Destek vd. (2018)	1980-2013	15 AB Ülkesi	Panel Veri Analizi	Reel gelir ile ekolojik ayak izi arasında U şeklinde bir ilişki olduğu saptanmıştır.
24	Karadaş ve Koşaroğlu (2021)	1992-2017	20 Avrupa Ülkesi ve Türkiye	Panel Veri Analizi	Kirlilik göstergesi olarak kabul edilen N ₂ O salımı ve ekonomik büyüme arasında N şeklinde bir ilişki bulunmuştur.

4. Metodoloji ve Yöntem

Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalardan oluşan literatür incelendiğinde, bu çalışmaların büyük bir kısmında Engle ve Granger (1987), Johansen (1988) gibi eşbütünleşme testlerinin kullanılmış olduğu görülür. ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığının test edildiği araştırmalarda ise değişkenler arasındaki ilişki genel olarak Peseran vd. (2001) tarafından geliştirilen Autoregressive Distributed Lag (ARDL) sınır testi yaklaşımı ile ele alınmıştır. İmalat sanayi üretiminin CO₂ miktarı üzerindeki etkisi ile birlikte ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olup olmadığının

araştırıldığı bu çalışmada serilerin gözlem sayısı 21 yıl ile sınırlı olduğu için ARDL sınır testi yaklaşımı tercih edilmiştir.

Diğer eşbütünleşme testlerine göre ARDL modelinin tercih edilebilirliği konusunda bir takım üstünlükleri vardır. En önemlisi düzey değerinde durağan olan seriler ile birlikte birinci farkı alınarak durağan olan serilere uygulanabilmesidir. Zaman serisi analizlerinde serilerin durağan olmaması nedeni ile sahte regresyon sorunu ortaya çıkabilmektedir. Serilerin durağan olması analizlerde gerçek bir ilişkinin varlığı için önemlidir (Yapraklı, 2010: 148). Sahte regresyon sorununu ortadan kaldırmak için serilerin farkları alınarak durağan olmayan seriler durağan hale getirilmektedir. Düzey değerinde durağan olan bir seri I (0) şeklinde gösterilirken, birinci farkı alınarak durağan hale gelmiş bir seri I (1) şeklinde gösterilmektedir (Köprücü ve Sarıtaş, 2017: 81). ARDL testi diğer bir ifade ile tamamı I (0) düzeyinde durağan ya da I (1) düzeyinde durağan ya da bazıları I(0) bazıları I(1) düzeyinde durağan serilerde araştırma imkânı vermektedir. Fakat serilerin I (2) düzeyinde durağan olmaları durumunda bu test kullanılamaz. İkincisi, gözlem sayısının az olduğu analizlerde güvenilir sonuçlar çıkarmaktadır (Pamuk ve Bektaş, 2014: 82). Üçüncü olarak bu test seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu ortaya koyduktan sonra bu serilerin uzun ve kısa dönem ilişkilerini belirlemeye fırsat vermektedir (Karaçayır ve Karaçayır, 2016: 15).

ÇKE hipotezinin geçerliliğini test eden araştırmalardaki modeller karesel ya da kübik şekilde kurulmuştur. Standart karesel ve kübik modeller aşağıdaki gibidir:


$$E_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$E_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 Y_{it}^3 + \alpha_4 Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Modelde kullanılan E sembolü çevresel göstergeleri, Y sembolü geliri, Z sembolü çevresel bozulmaya etki eden diğer değişkenleri tanımlarken, i ülke indeksi, t zaman indeksi ve ε ise hata terimi olarak ifade edilmektedir (Kılıç ve Akalın, 2016: 51-53). Çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 2 numaralı eşitlikteki kübik model ile tahmin edildiğinde değişkenler arasındaki ilişki farklı şekillerde sonuçlanmaktadır.

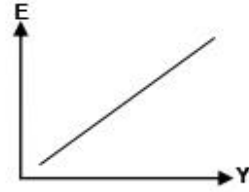
Tablo 2’de iki değişken arasındaki ortaya çıkabilen farklı ilişki çeşitleri gösterilmektedir.

Tablo 2. ÇKE hipotezinde ortaya çıkan ilişki çeşitleri

Model	Açıklama	Modelin Şekli
$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$	Değişkenler arasında ilişki yoktur.	

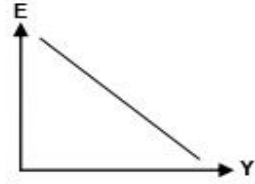
$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

Değişkenler arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki vardır.



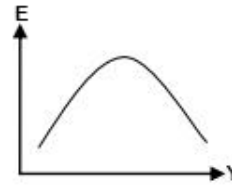
$$\alpha_1 < 0, \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

Değişkenler arasında negatif yönlü doğrusal bir ilişki vardır.



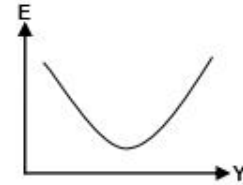
$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0, \alpha_3 = 0$$

Değişkenler arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır.



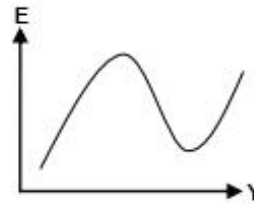
$$\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 = 0$$

Değişkenler arasında U şeklinde bir ilişki vardır.



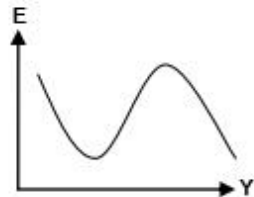
$$\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0, \alpha_3 > 0$$

Değişkenler arasında N şeklinde bir ilişki vardır.



$$\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 < 0$$

Değişkenler arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır.



5. Çalışmada Kullanılan Model ve Veri Seti

İmalat sanayi üretimi ile imalat sanayi kaynaklı sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin ve ÇKE hipotezinin sektörel düzeyde geçerliliğinin Türkiye için incelendiği bu çalışmada kullanılan zaman serileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanından ve Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (EİGM) yayımladığı enerji denge tablolarından elde edilmiştir. Analizde kullanılan veriler 1998-2018 dönemini kapsamaktadır ve yıllık bazdadır. Çevre kirliliği göstergesi olarak imalat sanayi kaynaklı kişi başına CO₂ emisyonu değişkeni kullanılmıştır. Ekonomik büyüme ölçütü olarak sabit fiyatlarla kişi başına imalat sanayi GSYİH değişkeni, enerji tüketimi için ise imalat sanayisinde tüketilen kişi başına enerji miktarı (TEP) kullanılmıştır. İmalat sanayisinde tüketilen kişi başına enerji miktarı serisi hariç, çalışmada kullanılan değişkenler logaritmik olarak ele alınmıştır. Logaritma almanın nedeni, üstel büyüme gösteren serinin lineer hale dönüşmesidir. Böylece logaritmik seride varyans stabilize olmakta ve aykırı gözlemlerin etkileri azalmaktadır (Ayvaz Kızılgöl, 2011: 19).

Tablo 2. Çalışmada kullanılan değişkenler

Değişkenler	Açıklama	Dönemi	Kaynak
CO ₂	Karbondioksit emisyonu (imalat sanayi/kişi başı), kg	1998-2018	TÜİK
GDP	GSYİH (imalat sanayi/ kişi başı/ 1998 bazlı sabit), TL	1998-2018	TÜİK
ENR	İmalat sanayisinde tüketilen kişi başına enerji miktarı (TEP)	1998-2018	EİGM/Denge Tabloları

Analizde kullanılan iktisadi fonksiyon 3 numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

$$CO_2 = f(GDP, GDP^2, GDP^3, ENR) \quad (3)$$

Bu çalışmada Türkiye için ÇKE hipotezinin geçerliliği kübik model yardımı ile incelenmiştir. (3) numaralı iktisadi fonksiyondan ARDL yöntemi için oluşturulan ekonometrik model (4) numaralı eşitlikteki gibidir:

$$LCO_2 = \beta_0 + \beta_1 LGDP + \beta_2 LGDP^2 + \beta_3 LGDP^3 + \beta_4 ENR + \varepsilon \quad (4)$$

Tablo 3'te değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. ENR serisi dışındaki bütün seriler logaritmik dönüşümü yapılarak çalışmaya alınmıştır. Tanımlayıcı istatistiklere göre 1998-2018 yılları arasında ortalama LCO₂ düzeyi yaklaşık 7,19 iken, LGDP değeri de ortalama 7,75'tir. Minimum ve maksimum LCO₂ düzeyi sırasıyla 2001 yılında yaklaşık 6,97 ve 2017 yılında 7,36 iken, minimum ve maksimum LGDP değeri de sırasıyla yaklaşık 2001 yılında 7,34 ve 2017 yılında 8,18'dir.

Tablo 3. Tanımlayıcı istatistikler

	LCO ₂	LGDP	LGDP ²	LGDP ³	ENR
Ortalama	7.1931	7.7450	60.0583	466.2966	0.2330
Ortanca	7.1821	7.7306	59.7616	461.9903	0.1905
Maksimum	7.3609	8.1764	66.8535	546.6213	0.3832
Minimum	6.9712	7.3375	53.8395	395.0498	0.1456
S. sapma	0.1162	0.2788	4.3244	50.3572	0.0866
Çarpıklık	-0.2313	0.0757	0.1131	0.1505	0.6906
Basıklık	2.0024	1.7160	1.7249	1.7362	1.8622
Jarque-Bera	1.0581	1.4627	1.4675	1.4768	2.8019
Olasılık	0.5892	0.4813	0.4801	0.4779	0.2464
Gözlem sayısı	21	21	21	21	21

6. Ampirik Bulgular

Ekonometrik analizlerde durağan olmayan zaman serileri kullanmak sahte regresyon sorunu ortaya çıkarabilmektedir. Sahte regresyon sorununun önüne geçilebilmesi ve değişkenler arasında anlamlı ilişkilerin varlığını tespit edebilmek için ilgili serilerin durağan olması gerekmektedir. Seriler düzeyde durağan olduklarında $I(0)$, birinci farkları alındığında durağan oluyorsa $I(1)$, ikinci farkları alındığında durağan oluyorsa da $I(2)$ şeklinde gösterilmektedir. ARDL sınır testi yaklaşımı düzeyde durağan olan $I(0)$ ve birinci farkı alındığında durağan olan $I(1)$ serilere uygulanabilirken, ikinci farkı alındığında durağan olan $I(2)$ serilere uygulanamamaktadır. Buna ek olarak, küçük örneklemelerde diğer eşbütünleşme testlerine göre daha tutarlı sonuçlar vermektedir (Kızılkaya, Sofuoğlu ve Karaçor, 2016: 208-209). Çalışmaya katılan değişkenlerin durağanlığını tespit etmek için Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) birim kök testleri kullanılmıştır. Bu birim kök testlerinin boş hipotezi “birim kök vardır” şeklinde, alternatif hipotezi ise “birim kök yoktur” şeklinde kurulmuştur. Diğer bir deyişle, boş hipotez serilerin durağan olmadığını, alternatif hipotez ise serilerin durağan olduğunu ifade etmektedir (Bozkurt ve Altınar, 2018: 171).

Serilerin durağanlığını araştırıldığı geleneksel birim kök testlerinden ADF ve PP birim kök testi sonuçları tablo 4’te verilmiştir. Birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin olasılık değerleri %5 önem düzeyinden büyük olduğu için boş hipotez reddedilememektedir ve bu durumda seriler düzeyde birim kök içermektedir. Tüm değişkenlerin birinci farkı alındığında seriler durağan hale gelmektedir.

Tablo 4. ADF ve PP birim kök testi sonuçları

Değişkenler	ADF				PP			
	Düzye		Birinci fark		Düzye		Birinci fark	
	t-istatistiği	p	t-istatistiği	p	t-istatistiği	p	t-istatistiği	p
LCO ₂	-1.2416	0.6349	-3.3964	0.0252**	-1.1803	0.6616	-8.4019	0.0000*
LGDP	0.083	0.9559	-4.2524	0.0042*	0.0647	0.9543	-4.5369	0.0023*
LGDP ²	0.1398	0.9608	-4.2375	0.0043*	0.1224	0.9593	-4.5134	0.0024*
LGDP ³	0.1982	0.9653	-4.2232	0.0044*	0.1822	0.9641	-4.4870	0.0026*
LENR	0.1679	0.9630	-4.057	0.0063*	-0.2095	0.9225	-4.0025	0.0063*

Not: ADF birim kök testi için gecikme sayısını belirlemede Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) kullanılmıştır. PP birim kök testi için bant genişliklerinin belirlenmesinde Newey-West Kriteri kullanılmıştır. (*) %1 anlam düzeyini, (**) %5 anlam düzeyini göstermektedir.

Sınırlı gözlem sayısı ve değişkenlerin I(0) ve I(1) gibi farklı derecelerde durağan olmasına imkân tanıyan Pesaran, Shin ve Smith tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yaklaşımı değişkenler arasındaki ilişkiyi kısa ve uzun dönem olarak analiz eden bir yöntemdir (Pata, Yurtkuran ve Kalça, 2016: 265). Bu yöntemde ilk aşamada en uygun gecikme uzunluğunun bulunması gerekmektedir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike, Schwarz, Hannan-Quin gibi farklı bilgi kriterleri kullanılmaktadır. En küçük değere sahip bilgi kriteri en uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir (Kızılkaya vd., 2016: 210). Tablo 5'e göre FPE, AIC, SC ve HQ bilgi kriterlerine göre gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. ARDL modeli için uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	130.2668	---	1.29E-12	-13.186	-12.9374	-13.1439
1	210.1963	109.3771*	4.45E-15	-18.968	-17.4768	-18.7157
2	251.743	34.98676	1.58e-15*	-20.70979*	-17.97589*	-20.24711*

Not: *Seçilen kritere göre optimum olarak belirlenen gecikmeyi göstermektedir, FPE: Final prediction error AIC: Akaike information criterion SC: Schwarz information criterion HQ: Hannan-Quinn information criterion LR: sequential modified LR test statistic (%5 anlam düzeyinde)

ARDL sınır testi yaklaşımında eşbütünlük varlığının tespit edilmesi için boş hipotez "eşbütünlük yoktur", alternatif hipotez ise "eşbütünlük vardır" şeklinde kurulmuştur. Bu hipotezlerin test edilmesi için Wald testi ile F istatistiğinin hesaplanması gerekmektedir. Hesaplanan F istatistiğinin alt sınırdan küçük olması durumunda boş hipotez reddedilemeyecektir. Başka bir deyişle, değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi yoktur sonucuna ulaşılır. Eğer hesaplanan F istatistiği üst sınırı aşar ise alternatif hipotez kabul edilecektir. Bu durumda değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin olduğu tespit edilecektir (Esen, Yıldırım ve Kostakoğlu, 2012: 257).

Uygun gecikme uzunluğunun bulunmasının ardından sınır testi yardımı ile seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı araştırılmıştır. Tablo 6'daki sınır testi sonuçlarına göre, 11,89 olarak hesaplanan F istatistik değeri %5 anlam düzeyinde üst kritik değerden büyük olduğu için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı üzerine kurulan boş hipotez reddedilmektedir. Sınır testi sonucu değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. Sınır testi sonuçları

k	F istatistiği	Alt sınır (%5)	Üst sınır (%5)
4	11.8906	3.354	4.774

Not: k bağımsız değişken sayısıdır. %5 anlam düzeyinde sınanmıştır.

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının F testi ile incelenmesinin ardından uzun dönemli ilişkiyi ortaya koyan parametrelerin tahmin edilmesi gerekmektedir (Akel ve Gazel, 2014: 34). Tablo 7'de tahmin edilen ARDL (1,1,0,0,1) modeline ait sonuçlar yer almaktadır. Sonuçlara göre, LGDP, LGDP², LGDP³ değişkenlerine ait olasılık değerleri %5 önem düzeyinden büyük oldukları için bu değişkenlerin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Modeldeki kontrol değişken olan ENR'nin olasılık değeri %5 önem düzeyinden küçük olduğu için bu değişkenin katsayısı anlamlıdır. Bu değişkenin katsayısının pozitif olması Türkiye'de 1998-2018 yılları arasında imalat sanayinde kullanılan kişi başına enerji tüketiminin imalat sanayinin neden olduğu kişi başına CO₂ emisyonu üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Modele ait varsayımların sınıandığı tanısallık testleri incelendiğinde Breusch-Godfrey LM testi sonuçlarına göre modelde otokorelasyon olmadığı, Jarque-Bera test sonuçlarına göre hata teriminin normal dağıldığı, White testi sonuçlarına göre modelde değişen varyans sorunu olmadığı ve Ramsey Reset Testi sonuçlarına göre modelin doğru spesifikasyonlarda kurulmuş olduğu bulunmuştur.

Tablo 7. ARDL (1,1,0,0,1) modelinin tahmin sonuçları

Değişkenler	Katsayı	S. hata	t-istatistiği	p
LGDP	20.2931	84.4151	0.2404	0.8141
LGDP ²	-2.2314	10.8021	-0.2066	0.8398
LGDP ³	0.0795	0.4601	0.1728	0.8657
ENR	1.1929	0.5019	2.3769	0.0350

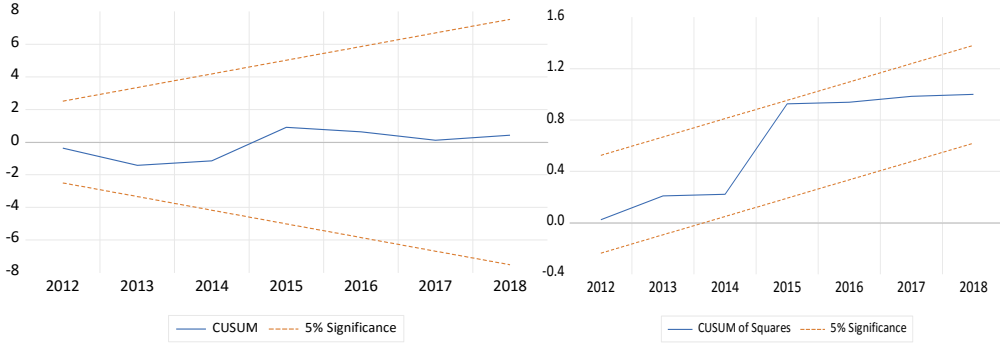
Tanısal test sonuçları

R ²	0.98508	Normallik ^b	3.840907 (0.14654)
Adj R ²	0.932858	Değişen varyans ^c	1.41425 (0.2813)
Otokorelasyon ^a	0.35363 (0.5641)	Model kurma ^d	1.598053 (0.2323)

Not: ^aBreusch-Godfrey LM, ^bJarque- Bera Normallik, ^cWhite, ^dRamsey Reset Testlerini temsil etmektedir, test istatistiği (olasılık değeri)

ARDL modelinin kararlılığını araştırmak ve değişkenlere ait yapısal kırılmanın varlığını belirlemek için CUSUM ve CUSUMQ testleri kullanılmaktadır. Bu test istatistikleri %5 önem düzeyinde kritik sınırlar yani çizgiler arasında hareket ediyorsa katsayıların istikrarlı olduğu üzerine kurulan boş hipotez kabul edilecektir (Akel ve Gazel, 2014: 36). Kümülatif toplam (CUSUM) ve kümülatif kareler toplamı (CUSUMQ) şekil 5'te verilmiştir. Grafikler herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığını ve uzun dönem katsayılarının istikrarlı olduğunu göstermektedir.

Şekil 5. CUSUM ve CUSUMQ grafikleri (1998-2018)



Değişkenler arasında kısa dönem ilişkisinin tespiti için hata düzeltme modelinin kurulması gerekmektedir. Uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimleri serisinin bir dönem gecikmeli değerini gösteren ECM_{t-1} değişkeni istatistiksel olarak anlamlı ve katsayısının işareti negatif olmalıdır (Koçak, 2014: 70). Katsayısının pozitif ya da -2'den küçük olduğu durumlarda sapmalar ile birlikte dengeden uzaklaşmaktadır. -1'den küçük -2'den büyük yani -1 ile -2 arasında ise uzun dönem denge değeri etrafında azalan dalgalar ile dengeye ulaşmaktadır (Alper ve Alper, 2017: 152). Tablo 8, hata düzeltme modeli sonuçlarını göstermektedir. Hata düzeltme terimini temsil eden ECM_{t-1} değişkeninin katsayısı istenildiği gibi negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. -1,1044 olarak bulunan katsayı değeri -1 ile -2 arasında olduğu için uzun dönem denge değeri etrafında azalan dalgalanmalar göstererek denge yönünde hareket edeceği anlaşılmaktadır.

Tablo 8. Hata düzeltme modeli

Değişkenler	Katsayı	S. hata	t-istatistiği	p
C	-58.8728	6.6111	-8.9052	0.0000
D(LNGDP)	23.0492	2.5210	9.1428	0.0000
D(ENR)	-0.4301	0.2950	-1.4579	0.1705
ECM(-1)*	-1.1044	0.1240	-8.9034	0.0000

7. Sonuç

Ampirik bulgular Türkiye’de imalat sanayi üretimi ile sanayi kaynaklı sera gazı emisyonları içinde en yüksek orana sahip CO₂ emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. ÇKE hipotezinin geçerli olabilmesi için değişkenler arasında ters-U şeklinde bir ilişki olması gerekmektedir. Tablo 2’de belirtildiği gibi değişkenlerin katsayıları sırasıyla $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ olması ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu gösterecektir. Çalışmanın sonuçlarına göre LGDP, LGDP², LGDP³ değişkenlerinin katsayılarının işareti sırasıyla pozitif, negatif, pozitif şeklinde bulunmuştur. Diğer bir deyişle, değişkenlerin katsayıları $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ şeklindedir; ancak %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Elde edilen bulgular 1998-2018 döneminde Türkiye için imalat sanayinde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymaktadır. Sonuçlar Başar ve Temurlenk (2007), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015) tarafından Türkiye örneğinde ÇKE hipotezini sorgulamak amacıyla genel emisyon düzeyleri üzerinden yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Kısa dönem hata düzeltme katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olarak bulunmuştur. Bu hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını göstermektedir. Kontrol değişken olarak modele dahil edilen ENR değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ve katsayısı (β_4) pozitif işaretlidir. Bu ilişki imalat sanayi üretiminde tüketilen fosil kaynaklı enerjinin CO₂ emisyonunu arttırdığını göstermektedir. Her ne kadar GSYİH ile CO₂ emisyon miktarı arasında uzun dönemli katsayıları istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da kirletici sektörlerin sera gazı emisyonları üzerindeki artırıcı etkisi bilinen bir gerçektir. Gelişmiş ülkelerdeki kirletici sektörlerdeki üretim az gelişmiş ya da Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere kaymaktadır. İç talep, dış açılma ve yatırımların artması sonucu üretim artmaktadır. Üretimin artması sonucu ise üretimde kullanılan enerji miktarı da dolaylı yoldan artış göstermektedir. İmalat sanayisinde tüketilen fosil kaynaklı enerji miktarındaki artış, kirletici sektörlerin yoğunluğu ve yasal tedbirlerin yetersiz kalması sonucu çevre kirliliğine ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonları artmaktadır. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi sonucu çevre kirliliğindeki artış tüm dünyanın sorunu haline gelmiştir. Kirletici emisyonların azaltılmasına yönelik düzenlemeler, ekonomik büyümesini imalat sanayi üretimine dayalı olarak gerçekleştiren birçok ülkenin özellikle yakın gelecekte daha çok üzerine düşmesi gereken konuların başında gelmektedir.

Türkiye’nin 1998-2018 dönemi imalat sanayi üretimi ve imalat sanayi kaynaklı CO₂ emisyon miktarları arasında ÇKE hipotezinin öngördüğü gibi bir ters-U ilişkisi görülmemiştir. İmalat sanayi üretimi yanında imalat sanayi enerji talebi de imalat sanayi kaynaklı CO₂ emisyonunun belirleyicisi durumundadır. İmalat sanayi üretimindeki artışa bağlı olarak artan kirletici emisyonlar, ÇKE hipotezin öngördüğü gibi üretim artışıyla birlikte ortaya çıkacak yeni dinamiklerin etkisiyle doğal bir yol izleyerek uzun dönemde azalacak gibi görünmemektedir. Araştırmanın bulguları sanayi ve enerji sektörlerine yönelik düzenleyici çevre politikalarının önemini vurgulaması yönüyle anlamlıdır.

Sonuç olarak, sera gazı emisyonlarının ana kaynaklarından biri olan imalat sanayisini kapsayan çevre koruma politikalarının geliştirilmesinin önemi giderek artmaktadır. Artan kişi başına GSYİH bu düzenlemeler için toplumsal desteğin de oluşmakta olduğunu göstermektedir. Bu politikalar kapsamında öncelikle, imalat sanayisinin kirletici yoğunluğu yüksek endüstrilerinin toplam üretim içindeki payının azaltılması yönünde bir üretim planlamasına gidilmesi önerilebilir. Aynı zamanda, imalat sanayi üretiminde kirlilik düzeylerini azaltacak teknolojik dönüşümü gerçekleştirecek yatırımlara öncelik verme zorunluluğu doğmaktadır. Sürdürülebilir bir büyüme ve temiz üretim için imalat sanayisinde fosil yakıt kaynaklı enerji yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş teşvik edilebilir. Aynı kalitede daha az enerji kullanılarak üretim yapmak anlamına gelen enerji verimliliği sağlanarak kirletici sera gazı emisyonlarını azaltmak da mümkündür. Bu amaçla sanayi politikalarının yanında enerji politikalarının da bu amaç doğrultusunda dönüştürülmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

Ahmed, K. ve Long, W. (2012). Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4-13. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00003-2).

Akbostancı, E., Tunç, G. İ. ve Türüt Aşık, S. (2005). İmalat sanayi ve kirlilik: Bir kirli endüstri sığınağı olarak Türkiye. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60 (1), 3-28. https://doi.org/10.1501/SBFder_0000001417_

Akel, V. ve Gazel, S. (2014). Döviz kurları ile BIST sanayi endeksi arasındaki eşbütünleşme ilişkisi: Bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (44), 23-41.

Alper, F. Ö. ve Alper, A. E. (2017). Karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ilişkisi: Türkiye için bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Sosyoekonomi*, 25 (33), 145-156.

Al-Mulali, U., Saboori, B. ve Öztürk, İ. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 76, 123-131.

Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35 (10), 4772-4778.

Apergis, N. ve Öztürk, İ. (2015). Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52, 16-22.

Arı, A. ve Zeren, F. (2011). CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18 (2), 37-47.

Aytun, C., Akın, C. S. ve 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. https://doi.org/10.25287/ohuibf.297156_

Ayvaz Kızılgöl, Ö. (2011). Mevsimsel eşbütünleşme testi: Türkiye'nin makroekonomik verileriyle bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25 (2), 13-25.

Awan, A. G. (2013). Relationship between environment and sustainable economic development: A theoretical approach to environmental problems. *International Journal of Asian Social Science*, 3 (3), 741-761.

Başar, S. ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (1), 1-12.

Beşer, M. K. ve Hızarcı Beşer, B. (2017). The relationship between energy consumption, CO₂ emissions and GDP per capita: A revisit of the evidence from Turkey. *Alphanumeric Journal*, 5 (3), 354-368. https://doi.org/10.17093/alphanumeric.353957_

Binboğa, G. (2017). Sürdürülebilirlik kapsamında Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları ve Türkiye'nin durumunun incelenmesi. *MCBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 15 (4), 207-238. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.373079>.

Bozkurt, E. ve Altiner, A. (2018). Doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleriyle Türkiye'de işsizlik histerisinin tespiti. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı), 167-180.

Cruz, J. L. S., Granda, L. E. S., ve Viteri, M. L. P. (2018). Methane emissions, economic growth and agriculture: evidence of Environmental Kuznets Curve for Argentina. *INNOVA Research Journal*, 3 (9), 157-171.

Çetin, M. ve Saygın, S. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin ampirik analizi: Türkiye ekonomisi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26 (2), 529-546. <https://doi.org/10.18657/yonveek.491110>.

Dağdemir, Ö. (2005). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve ekonomik büyüme: İklim değişikliği politikasının Türkiye imalat sanayi üzerindeki olası etkileri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60 (2), 49-70.

Dağdemir, Ö. (2015). *Çevre sorunlarına ekonomik yaklaşımlar ve optimal politika arayışları*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Dam, M. M., Karakaya, E. ve Bulut, Ş. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (Özel Sayı), 85-96.

Demiray Erol, E., Erataş, F. ve Başçı, N. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi'nin yükselen piyasa ekonomilerindeki geçerliliği: Panel veri analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1 (1), 400-415.

Destek, M.A., Ulucak, R. ve Doğan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets Curve for the EU countries: the role of ecological footprint. *Environmental Science Pollution Research*, 25: 29387-29396.

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49, 431-455.

Erataş, F. ve Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımının "BRICT" ülkeleri kapsamında değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64, 1-25.

Erdoğan, İ., Türköz, K. ve Görüş, M. Ş. (2015). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerliliği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44), 113-123.

Esen, E., Yıldırım, S. ve Kostakoğlu, S. F. (2012). Feldstein-Horioka hipotezinin Türkiye ekonomisi için sınanması: ARDL modeli uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7 (1), 251-267.

Güneş, S., Togay, A. ve Güneş, Ç. (2015). Katma değer ve kalkınma bağlamında ürün tasarımı. *Gazi Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, (16), 97-112. <https://doi.org/10.18603/std.76973>.

Gürlesel, C. F. (2009). *Global sanayi eğilimleri ve Türkiye için değerlendirme*. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayınları.

Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009). *Environment Kuznets curve for CO₂ emissions: A cointegration analysis for China*. *Energy Policy*, 37, 5167- 5172.

Karaçayır, E. ve Karaçayır, E. (2016). Yurtiçi kredi hacminin işsizlik üzerindeki etkisi: Türkiye uygulaması. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18 (30), 13-18.

Karadaş, H. A. ve Koşaroğlu, Ş. M. (2021). Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for N₂O. *İzmir İktisat Dergisi*, 36 (4), 913-928.

Kaya, V. ve Yalçınkaya, Ö. (2016). İmalat sanayinin gelişimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi: BRICS+seçilmiş yükselen piyasa ekonomileri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30 (1), 91-119.

Kılıç, R. ve Akalın, G. (2016). Türkiye’de çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (2), 49-60. <https://doi.org/10.18037/ausbd.389162>.

Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E. ve Karaçor, Z. (2016). Türkiye’de turizm gelirleri-ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 23 (1), 203-215.

Koçak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2 (3), 62-73.

Köprücü, Y. ve Sarıtaş, T. (2017). Türkiye’de eğitim ve ekonomik büyüme: Eşbütünleşme yaklaşımı. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 77-89. <https://doi.org/10.17541/optimum.292018>.

Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17 (2), 177-194.

Moomaw, W. R. ve Unruh, G. C. (1997). Are environmental Kuznets Curves misleading us? The case of CO₂ emissions. *Environment and Development Economics*, 2 (4), 451-463.

Olokesusu, F. ve Ogbu, O. M. (1995). Dirty industries: A challenge to sustainability in Africa, O. M. Ogbu, B. O. Oyeyinka ve H. M. Miawa, *Technology Policy and Practice in Africa* (ss. 367-383). Kanada: International Development Research Centre.

Omay, R. E. (2013). The relationship between environment and income: Regression Spline Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3, 52-61.

Özmen, M. T. (2009). Sera gazı-Küresel ısınma ve Kyoto Protokolü. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 42-46.

Öztürk, M. ve Öztürk, A. (2019). BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in iklim değişikliğiyle mücadele çabaları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (4), 527-541.

Pamuk, M. ve Bektaş, M. (2014). Türkiye'de eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2 (2), 77-89.

Pata, U. K., Yurtkuran, S. ve Kalça, A. (2016). Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38 (2), 255-271.

Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmalı eş-Bütünleşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.

Shahbaz, M., Mutascu, M. I. ve Azim, P. (2013). Environmental Kuznets Curve in Romania and the role of energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.012>.

Şahinöz, A. ve Fotourehchi, Z. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi: İndirgenmiş ve ayrıştırılmış modellerle ampirik bir analiz. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31 (1), 199-224.

Uçak, S. ve Usupbeyli, A. (2013). Sürdürülebilir kalkınmada karbondioksit emisyonları büyüme ilişkisi: BRICS ülkeleri ve Türkiye. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5 (2), 492-504.

Yandle, B., Vijayaraghavan, M. ve Bhattari, M. (2002). The Environmental Kuznets Curve. *PERC Research Study*, 2 (1), 1-24.

Yapraklı, S. (2010). Türkiye'de esnek döviz kuru rejimi altında dış açıkların belirleyicileri: Sınır testi yaklaşımı. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65 (4), 141-164.

Yılmaz, M. ve Açıkgöz Ersoy, B. (2009). Kirlilik Sığınağı Hipotezi, doğrudan yabancı yatırımlar ve kamu politikaları. *Ege Akademik Bakış*, 9 (4), 1441-1462.

Yurttagüler, İ. M. ve Kutlu S. (2017). An econometric analysis of the Environmental Kuznets Curve: The case of Turkey. *Alphanumeric Journal*, 5 (1), 116-125. https://doi.org/10.17093/alphanumeric.304256_

Dünya Bankası. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.CD?locations=TR>. (Erişim Tarihi: 20.10.2022).

TÜİK. [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862#:~:text=Toplam%20sera%20gaz%C4%B1%20emisyonlar%C4%B1nda%202020,ile%20at%C4%B1k%20sekt%C3%B6r%C3%BC%20takip%20etti](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862#:~:text=Toplam%20sera%20gaz%C4%B1%20emisyonlar%C4%B1nda%202020,ile%20at%C4%B1k%20sekt%C3%B6r%C3%BC%20takip%20etti.). (Erişim Tarihi: 20.10.2022).