



GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



Araştırma Makalesi • Research Article

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Geçerli Mi? AB Ülkelerinden Kanıtlar¹

Is The Environmental Kuznets Curve Hypothesis Valid? Evidence From EU Countries

Elif KOÇAK^{a*}

^a Dr., Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Gaziantep / TÜRKİYE
ORCID: 0000-0003-2662-6565

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 11 Ocak 2024

Kabul tarihi: 20 Mart 2024

Anahtar Kelimeler:

EKC Hipotezi,
Ekonomik büyüme,
CO2 Emisyonu,
CCE-MG.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: January 11, 2024

Accepted: March 20, 2024

Keywords:

EKC Hypothesis,
Economic growth,
CO2 Emission,
CCE-MG.

ÖZ

Çevre kirliliği ve küresel ısınma tüm dünyanın ortak gündem başlıkları arasında yer almaktadır. Küresel ısınmanın en öncül tetikleyicisi konumunda ise karbondioksit (CO₂) emisyonu bulunmaktadır. Büyük ölçüde yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımına dayalı olarak gerçekleştirilen ekonomik kalkınma ve sanayileşme faaliyetleri CO₂ emisyonunun artmasına neden olmaktadır. Fosil yakıtlar çevre kirliliğine neden olmasına rağmen maliyetlerinin daha düşük olmasından ötürü enerji yoğun sektörler tarafından kullanılmakta ve ekonomik büyümenin sağlanmasından taviz verilmemektedir. Ancak bazı araştırmacılar söz konusu bu durumun ekonomik büyümenin ilk aşamaları için geçerli olduğunu ve kişi başına düşen gelirin artmasıyla birlikte çevrede iyileşme meydana geleceğini Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi aracılığıyla açıklamaktadırlar. EKC hipotezi ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulmanın arttığını ancak ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında ölçek, kompozisyon ve teknik etkiler sayesinde çevresel bozulmanın azalacağını öne sürmektedir. Bu çalışmanın amacı EKC hipotezinin geçerli olup olmadığını incelemektir. Bu bağlamda 17 AB ülkesinin (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) 1993-2018 yılları arası baz alınarak elde edilen veriler ikinci nesil panel veri teknikleriyle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliği artarken, ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevre kirliliğinin azaldığı tespit edilerek EKC hipotezi doğrulanmıştır. Ayrıca söz konusu ülkelerin EKC dönüm noktası hesaplanmıştır. Buna göre EKC dönüm noktasına ulaşan ülkeler Almanya, İrlanda, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Avusturya, Fransa, Lüksemburg ve Hollanda olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Environmental pollution and global warming are among the common agenda topics of the whole world. Carbon dioxide (CO₂) emissions are the primary trigger of global warming. Economic development and industrialization activities, which are largely based on the use of non-renewable energy resources, cause an increase in CO₂ emissions. Although fossil fuels cause environmental pollution, they are used by energy-intensive sectors due to their lower costs, and economic growth is not compromised. However, according to the Environmental Kuznets curve (EKC), some researchers explain that this situation is valid for the early stages of economic growth and that the environment will improve as per capita income increases. According to the EKC hypothesis, environmental degradation increases in the early stages of economic growth but decreases in the later stages due to scale, composition, and technical effects. The goal of this study is to see if the EKC hypothesis is correct. In this context, data obtained from 17 EU countries (Germany, Belgium, Austria, Denmark, Bulgaria, Ireland, Czechia, Finland, France, Italy, Luxembourg, Netherlands, Malta, Portugal, Romania, Greece and Spain) based on the period 1993-2018. It was analyzed with second generation panel data techniques. As a result, it has been determined that, while environmental pollution increases during the early stages of economic growth, it decreases during the later stages of economic growth. Additionally, it was investigated whether the countries in question had reached the Environmental Kuznets Curve turning point. Accordingly, it was determined that the countries that reached the EKC turning point were Germany, Ireland, Belgium, Bulgaria, Denmark, Finland, Austria, France, Luxembourg and the Netherlands.

¹ Bu makale “Ekolojik Ekonomi Üzerine Üç Makale: AB Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Çevresel Regülasyonlar ve Teknolojik İnovasyon” başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

EXTENDED ABSTRACT

Economic growth is one of the primary goals of nations. However, in order to achieve these objectives, countries frequently ignore the negative effects of growth. Economic growth is typically achieved through the emission-producing activities of energy-intensive sectors that rely on natural resources. However, in the early stages of economic growth, the use of polluting natural resources to increase the economy's production capacity brings environmental issues to the forefront (Dogan ve Lotz, 2020). The deterioration of the ecological balance is caused by a decrease in environmental quality. Environmental disasters, global warming, and climate change become unavoidable when the ecological balance is disrupted (Zhao vd., 2016). CO₂ emissions, which are among the greenhouse gases, are the most significant cause of global warming and climate change. The use of fossil fuels such as coal, oil, and natural gas are the primary contributors to CO₂ emissions (IPCC, 2007). These toxic gases are absorbed by the atmosphere and contribute to global warming via the greenhouse effect (Aung vd., 2017). Climate change occurs as a result of global warming and has a variety of negative effects on human health, biodiversity, water resources, agriculture, and forest areas (Javid ve Sharif, 2016). In order to prevent all these negativities, it is vital to adopt and implement sustainable economic growth policies. By definition, sustainable economic growth refers to any economic growth that does not harm the environment (Ferreira, et al., 2020). If economic growth is not achieved with clean energy sources, it threatens environmental quality (Nasrollahi et al., 2020). It is of great importance to implement environmentally friendly economic growth policies to ensure sustainable growth. However, instead of reducing environmental pollution, countries attach importance to economic growth and employment creation in the early stages of industrialization. As a result, the pollution level of these countries is getting worse with industrialization. However, as a country becomes richer, the demand for regulatory bodies also increases. The reason for this is that people become more conscious and pay more attention to the environment. The further increase in income after prominent industrial sectors become cleaner and the pollution level reaches a peak at a certain income threshold reveals the possibility of reducing pollution (Dasgupta et al., 2002). Environmental degradation caused by economic growth is still a valid debate among economists and environmentalists. With the realization that pollution is a global issue, it has become one of the most important agenda topics for countries. This situation drew the attention of researchers, who began to debate the relationship between economic growth and environmental pollution. The EKC hypothesis explains the relationship between real income growth and environmental degradation. As a result, the two variables in question have an inverted U-shaped relationship. Environmental pollution will increase in the early stages of economic growth, according to the EKC hypothesis, but environmental quality will improve later due to the scale effect, technological effect, and structural effects. The study's goal is to determine the distribution of the EKC hypothesis across EU countries and whether or not the countries have reached the EKC milestone. The importance of this situation is that the length of the country in which the EKC is examined is generally not concerned with whether it has reached the turning point or not. In this study, unlike the literature, it is checked whether countries have reached the turning point and policy recommendations are made for countries that have not reached the turning point. 17 EU countries (Germany, Belgium, Austria, Denmark, Bulgaria, Ireland, Czech Republic, Finland, France, Italy, Luxembourg, Netherlands, Malta, Portugal, Romania, Greece and Spain) were selected and the period between 1995 and 2018 was taken as basis. The results showed that growth first increased pollution but then reduced it. According to this result, the EKC hypothesis is confirmed. This finding is compatible with the studies of Shahbaz et al., (2016) and Hao and Liu (2016). In addition, the milestone of the base countries was calculated as 34406 dollars and it was determined that the countries that reached this milestone were Germany, Ireland, Belgium, Bulgaria, Denmark, Finland, Austria, France, Luxembourg and the Netherlands. Accordingly, among the countries that reached this milestone, Germany was 34476 dollars in 2000; Ireland 35267 dollars in 1998; Belgium 34466 dollars in 1999; Denmark 40253 dollars in 1993; Finland 34451 dollars in 1998; Austria 34523 dollars in 1996; France 34885 dollars in 2004; It was determined that Luxembourg reached the turning point with 73086 dollars in 1993 and the Netherlands with 34701 dollars in 1993. In line with the results of this study, it is recommended that policy makers of the 17 EU countries, and especially for countries that have not yet reached the EKC turning point, develop environmental standards and regulations to limit pollution and resource consumption. Additionally, various penalties should be implemented to deter unsustainable practices. Industries should be encouraged to adopt cleaner production methods and technologies. Incentives should be provided for research and development of environmentally friendly technologies. Investments should be made in renewable energy sources and energy-efficient buildings. Incentives and subsidies should be provided for the adoption of RES such as solar energy, wind energy and hydroelectric energy. Research and development in clean energy technologies should be encouraged. Educational programs should be developed to raise awareness about the importance of environmental protection and sustainability. Comprehensive environmental impact assessments should be required for major infrastructure projects and industrial activities.

Giriş

Ekonomik büyüme ülkelerin birincil hedefleri arasında yer almaktadır. Ancak söz konusu bu hedeflere ulaşabilmek adına ülkeler büyümenin zararlı etkilerini çoğunlukla göz ardı etmektedirler. Ekonomik büyüme, genel olarak enerji yoğun sektörlerin doğal kaynak kullanımına bağlı olarak emisyon üreten faaliyetleri ile gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte ekonomik büyümenin erken aşamalarında ekonominin üretim kapasitesinin artırılması amacıyla kirlitici doğal kaynakların kullanılması çevresel sorunları gündeme getirmektedir (Dogan ve Lotz, 2020). Çevresel kalitenin azalması ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Ekolojik denge bozulduğunda ise çevresel felaketlerin meydana gelmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği kaçınılmaz bir hâl almaktadır (Zhao vd., 2016).

Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin en önemli sebebi sera gazları içerisinde yer alan CO₂ emisyonudur. CO₂ emisyonunun meydana gelmesinde rol oynayan ana faktörler ise kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıt kullanımlarıdır (IPCC, 2007). Söz konusu zehirli gazlar atmosfer tarafından tutulmakta ve sera etkisine neden olarak küresel ısınmayı tetiklemektedir (Aung vd., 2017). Küresel ısınma neticesinde ise iklim değişikliği meydana gelmekte ve başta insan sağlığı olmak üzere biyolojik çeşitlilik, su kaynakları, tarım ve ormanlık alanlar üzerinde çeşitli olumsuz etkilere yol açmaktadır (Javid ve Sharif, 2016). Ayrıca iklim değişikliğinin neden olduğu sıcak hava dalgalarındaki artışlar, kuraklık ve seller dünya çapında birçok bölgeyi ve milyarlarca insanı etkilemektedir (Tekbaş, 2023). Tüm bu olumsuzlukların önüne geçilebilmesi için ise sürdürülebilir ekonomik büyüme politikalarının benimsenmesi ve uygulamaya konulması hayati önem arz etmektedir. Tanım olarak sürdürülebilir ekonomik büyüme, çevreye zarar vermeyen her türlü ekonomik büyümeyi ifade etmektedir (Ferreira, vd., 2020).

Ekonomik büyüme temiz enerji kaynakları ile gerçekleştirilmediği takdirde çevre kalitesini tehdit etmektedir (Nasrollahi vd., 2020). Sürdürülebilir büyümenin sağlanması için çevre dostu ekonomik büyüme politikalarının uygulamaya konulması büyük önem arz etmektedir. Ancak ülkeler çevre kirliliğini azaltmak yerine, sanayileşmenin ilk aşamalarında ekonomik büyümeye ve istihdam yaratmaya önem vermektedir. Sonuç olarak bu ülkelerin kirlilik düzeyi sanayileşmeyle birlikte daha da kötüye gitmektedir. Ancak bir ülke zenginleştikçe düzenleyici kurumlara olan talep de artmaktadır. Bunun nedeni ise insanların bilinçlenerek çevreye daha fazla önem vermesidir. Öne çıkan sanayi sektörlerinin daha temiz hâle gelmesi ve kirlilik seviyesinin belirli bir gelir eşliğinde zirveye ulaşması sonrasında gelirin daha da artması kirliliğin azalması ihtimalini ortaya çıkarmaktadır (Dasgupta vd., 2002). Ekonomik büyümenin neden olduğu çevresel bozulma ekonomistler ve çevreciler arasında halen geçerli olan bir tartışmadır.

Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişki ilk olarak iktisat literatüründe Kuznets (1955)'in çalışmasına dayalı olarak geliştirilen hipotezler ile açıklanmıştır. Kuznets Eğrisi hipotezi ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliğinin arttığını ancak kişi başına düşen gelir arttıkça gelir eşitsizliğinin azaldığını öne sürmüştür. Söz konusu bu hipoteze göre ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki mevcuttur. Kuznets Eğrisi hipotezinin ekolojik uzantısı olarak kabul edilen Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi (EKC) ise reel gelir ile çevresel bozulma arasındaki hipotetik ilişkiyi açıklamaktadır (Manga vd., 2022).

EKC hipotezi ilk kez Grossman ve Krueger (1991) tarafından geliştirilmiş ve daha sonraları Panayotou (1993) tarafından “Çevresel Kuznets Eğrisi” (EKC) hipotezi olarak adlandırılmıştır (Dinda, 2004). Söz konusu bu hipoteze göre, kişi başına düşen gelirle ölçülen ekonomik kalkınma, hava kirliliği (emisyon) bazında ölçülen çevresel bozulmanın belirli bir

düzeğe kadar artmasıyla ilişkilidir. Bir noktadan sonra söz konusu iki faktör arasındaki ilişki negatife dönmektedir (Shafik, 1994). Kısacası ekonomik büyümenin başlangıç seviyelerinde çevresel bozulmada artış görülürken; ekonomik büyümenin ilerleyen seviyelerinde ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknolojik etkiyle beraber çevresel bozulmanın azalacağı ifade edilmektedir (Brock-Taylor, 2005).

Ölçek etkisi, ekonomik büyüme ile birlikte ekonomik faaliyetlerin ölçeğinin söz konusu büyüme ile doğru orantılı olarak artması hâlinde çevre kirliliğinin de artacağını; kompozisyon etkisi, ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisinin bir ülkenin üretim kompozisyonundaki değişikliklere bağlı olarak pozitif veya negatif olabileceğini; teknik etki ise ekonomik büyümenin çevresel etkisinin üretim tekniklerindeki değişikliklere yani teknolojiye bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini ifade etmektedir (Lin ve Ran, 2016). Bu üç etkiye dayalı olarak söz konusu eşikten sonrası ekonomilerin kirliliği azaltma kapasitesine sahip olacağı ekonomik refah düzeyini temsil ettiği düşünülmektedir. EKC hipotezinin dönüm noktasına ulaşmamış kısmı ise sanayileşme ile açıklanmaktadır. Sanayi devrimi öncesinde üretimlerin tarıma dayalı olmasından ötürü çevre kirliliğinde ekolojik dengeyi tehdit edecek kadar bir artış yaşanmamıştır (Munasinghe, 1999). Sanayi devrimi itibarıyla ise eski tip kirlitici teknolojilerinin kullanımının yanı sıra endüstriyel atıkların hiçbir filtrelemeye tâbi tutulmadan direkt olarak doğaya bırakılması ve fosil yakıt kullanımı neticesinde çevre kirliliğinde ciddi artışlar meydana gelmiştir (Yandle vd., 2002).

Bu çalışmanın amacı söz konusu EKC hipotezinin geçerliliğinin test edilmesidir. Seçilen 17 AB ülkesinin (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) 1993 yılındaki CO₂ emisyon miktarı 162,205 metrik ton iken, 2018 yılında %26,97 oranında azalarak 118,456 metrik tona gerilemiştir. Kişi başına düşen GDP ise 1993 yılında 25.048 dolar iken, 2018 yılında %55,89 oranında artarak 39.048 dolara yükselmiştir. Bu verilere göre büyüme artarken kirlilik azalmıştır. Dolayısıyla EKC hipotezinin söz konusu ülkeler açısından test edilmesi güvenilir sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda 17 AB ülkesi için 1993-2018 yılları arası baz alınarak ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel veri analizleriyle araştırılmıştır. EKC hipotezinin incelendiği çalışmalarda ele alınan ülke grubunun genellikle dönüm noktasına ulaşmış olup ulaşmadığıyla ilgilenilmemektedir. Bu çalışmada literatürden farklı olarak ülkelerin dönüm noktasına ulaşmış olup ulaşmadığı kontrol edilmekte ve dönüm noktasına ulaşmamış ülkeler için politika önerilerinde bulunmaktadır.

Çalışmanın devamında literatür taraması yer almaktadır. Ardından model, veri ve yöntem tanıtılarak ampirik analizler gerçekleştirilmiştir. Son olarak sonuç ve politika önerileri ile çalışma sonlandırılmıştır.

Literatür Taraması

Literatür incelendiğinde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında heterojen sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bazı çalışmalar söz konusu iki faktör arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Örneğin; Bilgili vd. (2016), 17 OECD ülkesi için FMOLS-DOLS yöntemini kullanarak gerçekleştirmiş oldukları ampirik çalışmada GDP ile çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşarak EKC hipotezini doğrulamışlardır. Benzer şekilde Balaguer ve Cantavella (2016), İspanya için ARDL metodunu kullanarak 1874–2011 dönem aralığını kapsayan ampirik çalışmalarında EKC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Pakistan için yapılan ampirik çalışmalarda ise Shahbaz ve Lean (2012) ve Javid ve Sharif (2016) EKC hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlar sunmuştur. Bu çalışmalara paralel olarak Çin'in 73 şehri için Hao ve Liu (2016) EKC

hipotezinin geçerli olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. EKC hipotezini doğrulayan diğer bazı çalışmalar ise BAE için Charfeddine ve Khediri (2016); 5 Güney Asya ülkesi için Nasreen vd. (2017); N-11 ülkeleri için Shahbaz vd. (2016) ve 15 AB ülkesi için Kasman ve Duman (2015)'dir.

Yukarıda belirtilen çalışmaların aksine Al-Mulali vd. (2016), Kenya için ARDL metodunu kullanarak EKC hipotezinin geçerli olmadığını öne sürmüştür. Benzer şekilde Pal ve Mitra (2017), Hindistan ve Çin için yapmış oldukları ampirik çalışmada EKC hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymuşlardır. Yine Çin için yapılan başka bir çalışmada Liu ve Yan (2016), GDP ile çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişki olmadığını vurgulamıştır. Lindmark (2002), İsviçre için 1870-1997 dönem aralığını kapsayan bir çalışmada EKC hipotezinin geçersiz olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalara paralel olarak Magnani (2001), 152 ülke için ve Rehman ve Rashid (2017), SAARC ülkeleri için GDP ile çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişkinin geçersiz olduğunu ortaya koymuşlardır. Esteve ve Tamarit (2012) ise İspanya için 1857-2007 aralığını kapsayan dönemde yapmış oldukları ampirik çalışma sonucunda yine EKC'nin geçersiz olduğu saptamışlardır.

Bazı çalışmalarda ise reel gelir artışı ile çevresel bozulma arasında U şeklinde bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Örneğin; Ozturk ve Al-Mulali (2015), Kamboçya için 1996-2012 dönem aralığında yapmış oldukları araştırma sonucuna göre GDP ile çevresel bozulma arasında U şeklinde bir ilişki mevcuttur. Jebli ve Youssef (2015), Tunus için ve Saboori vd. (2012), Endonezya için ARDL sınır testi yöntemini kullanarak yapmış oldukları ampirik çalışmaya göre yine GDP ile çevresel bozulma arasında U şeklinde bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Benzer şekilde Wang vd. (2011), Çin'in 28 ili ve Omisakin (2009) tarafından Nijerya için U şeklinde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Diğer çalışmalar incelendiğinde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki olduğunun ortaya konulduğu görülmektedir. Örneğin; Abbasi vd. (2022), 1996-2014 dönem aralığında Fixed Effect, Random Effect ve Driscoll Kraay standart hata modeli yöntemlerini kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında nükleer ve yenilenebilir enerjinin kirliliği azaltırken; yenilenemeyen enerjinin kirliliği artırdığını yani ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Narcisse vd. (2023), Çin için 2000-2019 döneminde ARDL metodu ile gerçekleştirdikleri çalışmada ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmalara paralel olarak Çin için 1971-2018 dönem aralığında Etokapkan vd. (2021); 14 ülke için 1992-2016 dönem aralığında Rashdan vd. (2021); Türkiye için 2017 dönem aralığında Barış-Tüzemen vd. (2020); 28 OECD ülkesi için 1994-2010 dönem aralığında Balsalobre vd. (2015); 17 OECD ülkesi için 1990-2012 dönem aralığında Lorente ve Álvarez-Herranz (2016); N-11 ülkeleri için 1990-2014 dönem aralığında Sinha vd. (2017); Türkiye için ise 1992-2001 dönem aralığında Akbostancı vd. (2009) ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu doğrulamışlardır.

Model, Veri ve Yöntem

EKC hipotezinin geçerliliğinin araştırıldığı bu çalışmada 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) için 1993-2018 dönem aralığı baz alınarak ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tüm veriler Dünya Bankası tarafından yayınlanan "World Development Indicators" veri tabanından elde edilmiştir. Ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi test etmek için aşağıdaki model kullanılmıştır:

$$CO_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_{it} + \alpha_2 GDP_{it}^2 + u_{1it} \quad (1)$$

CO_{it} : i ülkesinin t zamandaki kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu

GDP_{it} : i ülkesinin t zamandaki 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılası

GDP_{it}^2 : i ülkesinin t zamandaki 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın karesi

u_{it} : i ülkesinin t zamandaki hata terimi

Değişkenlerin tamamı logaritmik formda kullanılmıştır. EKC hipotezi $\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0$ durumunda geçerli olmaktadır. Ayrıca çalışmanın devamında ülkelerin EKC dönüm noktası hesaplanacaktır. EKC hipotezinin geçerli olması durumunda çevre kirliliğinin ulaştığı en üst seviyeden azalmaya başlayacağı dönüm noktası, $Y^* = -\alpha_1 / 2\alpha_2$ formülü ile hesaplanmaktadır. Söz konusu dönüm noktasına tekabül eden kişi başına düşen GDP'nin parasal değeri ise $\exp(Y^*)^3$ formülü ile hesaplanmıştır (Stern, 2004).

Yatay Kesit Bağımlılığı (CD) ve Birim Kök (CIPS) Testleri

Yatay kesit bağımlılığını göz ardı eden panel veri metodolojileri, dünya çapındaki yüksek entegrasyon nedeniyle güvenilir olmayan sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle öncelikle Pesaran'ın (2004) yatay kesit bağımlılığı testini kullanarak AB ülkeleri arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilecektir. CD testi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$CD = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}_{ij})} \sim N(0,1) \quad (2)$$

burada N ve T sırasıyla enine kesit boyutunu ve zaman periyodunu belirtmektedir. Ek olarak, $\hat{\rho}_{ij}$ artıkların ikili korelasyonunun örnek tahminidir. Uzun dönemli ilişki değişkenlerini incelemek için değişkenlerin durağan özelliklerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığını değerlendirmek için Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve sıklıkla kullanılan bir birim kök testi kullanılmıştır. Ayrıca CIPS birim kök testi, her biri için CADF istatistiğinin ortalamasından elde edilmekte ve kesitsel ADF (CADF) regresyonunun hesaplanmaktadır. CADF istatistik sonuçları her bir birim için durağanlık sonucu verirken, CIPS istatistik sonuçları panel geneli durağanlık sonucunu vermektedir. Bunun nedeni CIPS test istatistiklerinin CADF testinin aritmetik ortalamasıyla hesaplanmasıdır. CADF test istatistiği aşağıdaki denklem gibi hesaplanmaktadır.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \rho_i y_{it-1} + \beta_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^k \gamma_{ij} \Delta \bar{y}_{it-1} + \sum_{j=0}^k \delta_{ij} y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Her birimin istatistik ortalamasını belirten CIPS test istatistiği aşağı gösterilen denklemde tanımlanmaktadır:

$$CIPS = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (4)$$

Westerlund Eşbütünleşme Testi

Durağanlık testleri yapıldıktan sonra değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı belirlenmelidir. Bunun için Westerlund (2007) tarafından geliştirilen ve yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hata düzeltmeye dayalı Westerlund eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Söz konusu bu test dört tane istatistik sunmaktadır. Bu istatistiklerden ikisi Pa ve Pt panel eşbütünleşme istatistikleridir. Diğer iki istatistik ise Ga ve Gt otoregresif parametrenin birimden birime değiştiğine dayalı istatistiklerdir. Westerlund panel eşbütünleşme modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (5)$$

5 numaralı denklemde d_t deterministik terimlerdir; $d_t = 0$ (belirleyici terim yok), $d_t = 1$ (sabit terimli) ve $d_t = (1, t)'$ (sabit terimli ve trendli). a_i ön görülemeyen bir şoktan sonra sistemin dengeye dönme hızını belirlemektedir. Y_{it} değişkeni bağımlı değişken ve $X_{i,t}$ açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür. Ortalama grup istatistikleri (G_t ve G_α) üç adımda hesaplanabilmektedir. İlk adımda, her kesit için küçük kareler ile tahmin edilerek γ_{ij} ve μ_{it} elde edilmektedir. İkinci olarak $\hat{u}_{it} = \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} + \mu_{it}$ hesaplanmaktadır. Bu adımdan sonra $\hat{\omega}_{ui}$ ve $\hat{\omega}_{Ei}$ ile kullanılarak hesaplanabilmektedir. \hat{u}_{it} ve ΔY_{it} olağan Newey-West (1994) uzun vadeli varyans tahmin edicileri olan $\hat{\alpha}_i(1) = \hat{\omega}_{ui}/\hat{\omega}_{Ei}$ 'nin formülasyonu hesaplanır. Bunun yanı sıra grup ortalama test istatistikleri olan G_α ve G_t değerlerinin hesaplanması adına her bir kesit için hata düzeltme modelinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Grup ortalama test istatistikleri aşağıdaki gibidir:

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{a}_i}{SE(\hat{a}_i)}, G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{a}_i}{\hat{\alpha}_i(1)}, \quad (6)$$

burada SE standart hatayı göstermektedir. P_t ve P_α , 'nın panel istatistiklerini hesaplamak için önce izdüşüm hataları $\Delta \tilde{Y}_{it}$ ve $\tilde{Y}_{i,t-1}$ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\Delta \tilde{Y}_{it} = \Delta Y_{it} - \delta'_i d_t - a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) - \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} \quad (7)$$

$$\tilde{Y}_{i,t-1} = Y_{i,t-1} - \delta'_i d_t - a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) - \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} \quad (8)$$

Ortak hata düzeltme parametresi ve standart hatası şu şekilde elde edilmektedir:

$$\hat{\alpha} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{Y}_{i,t-1}^2 \right) \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\hat{\alpha}_i(1)} \tilde{Y}_{i,t-1} \Delta \tilde{Y}_{it}, \quad (9)$$

$$SE(\hat{\alpha}) = \left(\left(\hat{S}_N^2 \right) \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\hat{\alpha}_i(1)} \hat{Y}_{i,t-1}^2 \right)^{\frac{-1}{2}}, \quad (10)$$

burada $\hat{S}_N^2 = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{\sigma}_i/\hat{\alpha}_i$ ve $\hat{\sigma}_i$ denklem (5)'in regresyonunun standart hatasıdır. Son olarak, P_t $P_\alpha = \hat{\alpha}/SE(\hat{\alpha})$ üçüncü istatistik P_α elde edilmekte ve dördüncü $P_\alpha = T \hat{\alpha}$ olarak hesaplanmaktadır.

CCE-MG Uzun Dönem Katsayı Tahmincisi

Eşbütünleşme testinin ardından ülkenin birinde meydana gelen şokun diğer ülkeleri etkileme durumunun test edilmesi gerekmektedir. Pesaran (2006), yatay kesit bağımlılığını hesaba katan yeni bir tahmin edici geliştirmiştir. Bu testin formülü aşağıdaki gibidir:

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 X_{it} + e_{it} \quad (11)$$

burada Y_{it} bağımlı değişkendir, $X_{i,t}$ açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür ve artık terim (e_{it}) çok faktörlü bir artık terimdir. Çok faktörlü artık terimler şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$e_{it} = \lambda'_i U F_t + u_{it}$$

burada $U F_t$ gözlemlenmemiş ortak faktörlerin $m \times 1$ vektörüdür. Ayrıca, Pesaran (2006) yatay kesit ortalamaları, $\bar{Y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_{it}$ ve $\bar{X}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{it}$ ortak faktörler için gözlemlenebilir temsilciler olarak yatay kesit bağımlılığını ele almak için yatay kesit ortalamalarından yararlanmaktadır. Bir sonraki adımda, eğim katsayıları ve bunların kesit ortalamaları aşağıdaki gibi tutarlı bir şekilde geri çekilmektedir:

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 X_{it} + a \bar{Y}_t + c \bar{X}_t + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Pesaran (2006), bireysel eğim katsayıları $\hat{B}_{i,CCE}$ 'nin hesaplanan OLS tahmincisi $B_i = (\delta_1, \dots, \delta_n)$ 'yi "Ortak Faktör Korelasyon Etkisi" tahmincisi olarak ifade etmektedir:

$$\hat{B}_{i,CCE} = (Z_i' \bar{D} Z_i) Z_i' \hat{D} Y_i, \quad (14)$$

Burada $Z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iT})'$, $z_{it} = (X_{it})'$, $Y_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{iT})'$, $\bar{D} = I_T - \bar{H}(\bar{H}'\bar{H})^{-1}\bar{H}$, $\bar{H} = (h_1, h_2, \dots, h_T)'$, $h_t = (1, \bar{Y}_t, \bar{X}_t)$ CCE tahmin edicileri olarak, CCE-Ortalama Grup tahmincisi bireysel CCE tahmincilerinin ortalamasıyla aşağıdaki formül elde edilmektedir:

$$\hat{B}_{CCEMG} = \sum_{i=1}^N \hat{B}_{i,CCE} \quad (15)$$

Ampirik Bulgular

Çalışmada öncelikle yatay kesit bağımlılığı araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılık (CD) testi sonuçları Tablo 1'de sunulmaktadır. Tablo 1'deki bulgular incelendiğinde her iki değişken için yatay kesit bağımlılığının olmadığına işaret eden boş hipotezin güçlü biçimde reddedildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç AB ülkelerinin birinde meydana gelen herhangi bir şokun diğer AB ülkelerine de yansıdığını göstermektedir. Söz konusu sonuç gereği daha sonraki aşamalarda ikinci nesil panel veri tekniklerinden faydalanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1: Yatay Kesit Bağımlılık (CD) Testi Sonuçları

| Değişkenler | CD testi | Olasılık |
|-------------|-----------|----------|
| CO | 34.880*** | 0.000 |
| GDP | 39.000*** | 0.000 |

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 2: CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

| Değişkenler | Düzye | Birinci Fark |
|-------------|--------|--------------|
| CO | -2.558 | -4.861*** |
| GDP | -2.022 | -2.961*** |

Not: Kritik değerler, %1: -2.96, %5: -2.76, %10: -2.66. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Yatay kesit bağımlılığının saptanmasının ardından serilerin durağanlık süreçlerinin yatay kesit bağımlılığına izin veren birim kök testi tarafından incelenmesi gerekmektedir. Bunun için CIPS birim kök testi uygulanmıştır. Tablo 2'de yer alan CIPS birim kök testi sonuçlarına göre hem CO hem de GDP değişkeni için düzey değerlerinde birim kök işaret eden boş hipotez reddedilememektedir. Ancak her iki seri de birinci fark formlarında durağan hâle gelmekte ve boş hipotez reddedilmektedir. Bu sonuç iki değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduklarını göstermektedir.

Tablo 3: Westerlund Eşbütünleşme Testi Sonuçları

| İstatistik | t-istatistiği | Olasılık |
|------------|---------------|----------|
| Gt | -2.784* | 0.080 |
| Ga | -7.458 | 0.300 |

| | | |
|-----------|-----------|-------|
| Pt | -10.087** | 0.030 |
| Pa | -7.327* | 0.060 |

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Söz konusu durumun geçerliliği Westerlund hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi aracılığıyla incelenmiştir. Tablo 3'te yer alan Westerlund eşbütünleşme testi sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin geçerli olmadığını ifade eden boş hipotezin Gt, Pt ve Pa istatistikleri tarafından reddedildiği görülmektedir. Bu sonuç değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 4: CCE-MG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | Olasılık |
|------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| GDP | 13.951** | 5.577 | 0.012 |
| GDP² | -0.645** | 0.245 | 0.016 |

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerli olması bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkisinin araştırılmasını sağlamaktadır. Tablo 4'te yer alan CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre kişi başına düşen millî gelir pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Kişi başına düşen millî gelirin karesi ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu yani Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerli olduğunu kanıtlamaktadır. Söz konusu durum ekonomik büyüme ile birlikte çevre kalitesinin azaldığını, belirli bir optimum ekonomik büyüme düzeyine kadar bu bozulmanın devam ettiğini ve ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevresel bozulmanın azaldığını göstermektedir. Bu bulgu Wang vd. (2017); Shahbaz vd. (2016); Hao ve Liu (2016); Bilgili vd. (2016); Balaguer ve Cantavella (2016); Shahbaz ve Lean (2012); Javid ve Sharif (2016); Charfeddine ve Khediri (2016); Nasreen vd. (2017); Kasman ve Duman (2015) çalışmalarıyla uyumludur. 17 AB ülkesinin 1993 yılındaki CO₂ emisyon miktarı 162,205 metrik ton iken, 2018 yılında %26,97 oranında azalarak 118,456 metrik tona gerilemiştir. GDP ise 1993 yılında 25.048 dolar iken, 2018 yılında %55,89 oranında artarak 39.048 dolara yükselmiştir. Söz konusu veriler ile bu çalışmada elde edilen bulgular tutarlıdır. Dolayısıyla bu çalışma EKC hipotezini doğrulamaktadır.

Ayrıca 17 AB üyesi ülke için EKC dönümünün başladığı nokta 34406 dolar olarak hesaplanmıştır. Buna göre söz konusu dönüm noktasına ulaşan ülkelerin Almanya 2000 yılında 34476 dolar; İrlanda 1998 yılında 35267 dolar; Belçika 1999 yılında 34466 dolar; Danimarka 1993 yılında 40253 dolar; Finlandiya 1998 yılında 34451 dolar; Avusturya 1996 yılında 34523 dolar; Fransa 2004 yılında 34885 dolar; Lüksemburg 1993 yılında 73086 dolar ve Hollanda 1993 yılında 34701 dolar olarak dönüm noktasına ulaştığı tespit edilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) seçilmiş olup 1993-2018 yılları arası baz alınmıştır. Modelde kullanılan

değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden CO₂ emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen GSYH ve 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen GSYH'nin karesidir.

Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde 17 AB ülkesi arasında uzun dönemde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin geçerli olduğu saptanmıştır. Başka bir deyişle Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi doğrulanmaktadır. Bu bulgu Wang vd. (2017); Shahbaz vd. (2016); Hao ve Liu (2016); Bilgili vd. (2016); Balaguer ve Cantavella (2016); Shahbaz ve Lean (2012); Javid ve Sharif (2016); Charfeddine ve Khediri (2016); Nasreen vd. (2017); Kasman ve Duman (2015) çalışmalarıyla tutarlıdır. Ayrıca baz alınan ülkelerin EKC dönüm noktası 34406 dolar olarak hesaplanmış ve bu dönüm noktasına ulaşan ülkelerin Almanya, İrlanda, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Avusturya, Fransa, Lüksemburg ve Hollanda olduğu tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışma doğrultusunda 17 AB ülkesinin politika yapıcılarına ve özellikle EKC dönüm noktasına henüz ulaşmamış ülkeler için yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir. Endüstrilere çevre dostu temiz teknolojilerin kullanımının teşvik edilebilmesi amacıyla gerekli finans ve sübvansiyon desteği verilmelidir. Ayrıca yeşil teknolojilerin geliştirilebilmesi için gerekli Ar-Ge ve patent çalışmaları için yeterli finansal destekler sağlanmalıdır. Çevreyi kirleten sürdürülemez uygulamalar caydırıcı cezalar uygulamaya konularak engellenmelidir. Hane halklarının enerji yoğun ürünler yerine enerji tüketimi daha düşük ürünlere erişimlerinin kolaylaştırılması gerekli finans destekleriyle sağlanmalıdır. Toplumda çevre konusunda yeterli düzeyde bilinçlendirilme yapılmasının sağlanması önerilmektedir. Ayrıca büyük altyapı projeleri ve endüstriyel faaliyetler için kapsamlı çevresel etki değerlendirmeleri zorunlu kılınmalıdır.

Kaynakça

- Abbasi, K. R., Awan, A., Bandyopadhyay, A., Rej, S. & Banday, T. P. (2023). Investigating the inverted N-shape EKC in the presence of renewable and nuclear energy in a global sample. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(4), 1179-1194.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. & Tunç, G. İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve?. *Energy policy*, 37(3), 861-867.
- Aung, T. S., Saboori, B. & Rasoulinezhad, E. (2017). Economic growth and environmental pollution in Myanmar: An analysis of environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 20487-20501.
- Balaguer, J. & Cantavella, M. (2016). Estimating the environmental Kuznets curve for Spain by considering fuel oil prices (1874–2011). *Ecological Indicators*, 60, 853-859.
- Balsalobre, D., Álvarez, A. & Cantos, J. M. (2015). Public budgets for energy RD&D and the effects on energy intensity and pollution levels. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 4881-4892.
- Barış-Tüzemen, Ö., Tüzemen, S. & Çelik, A. K. (2020). Does an N-shaped association exist between pollution and ICT in Turkey? ARDL and quantile regression approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 20786-20799.
- Bilgili, F., Koçak, E. & Bulut, Ü. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO₂ emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.
- Brock, W. A. & Taylor, M. S. (2005). Economic growth and the environment: A review of theory and empirics. *Handbook of economic growth*, 1, 1749-1821.

-
- Charfeddine, L. & Khediri, K. B. (2016). Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322-1335.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H. & Wheeler, D. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of economic perspectives*, 16(1), 147-168.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey. *Ecological economics*, 49(4), 431-455.
- Dogan, E. & Inglesi-Lotz, R. (2020). The impact of economic structure to the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis: Evidence from European countries. *Environmental science and pollution research*, 27, 12717-12724.
- Esteve, V. & Tamarit, C. (2012). Is there an environmental Kuznets curve for Spain? Fresh evidence from old data. *Economic Modelling*, 29(6), 2696-2703.
- Etokakpan, M. U., Akadiri, S. S. & Alola, A. A. (2021). Natural gas consumption-economic output and environmental sustainability target in China: An N-shaped hypothesis inference. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 37741-37753.
- Ferreira, J. J., Fernandes, C. I. & Ferreira, F. A. (2020). Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and economic growth: A comparison of European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119770.
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. *National Bureau of Economic Research*. (No. w3914).
- Hao, Y. & Liu, Y. M. (2016). The influential factors of urban PM_{2.5} concentrations in China: A spatial econometric analysis. *Journal of Cleaner production*, 112, 1443-1453.
- IPCC, (2007). Climate change 2007: The physical science basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Geneva, Switzerland.
- Ison, S. and S. Wall. (2006). *Economics*, (Fourth Edition), Prentice Hall, Essex England.
- Javid, M. & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Jebli, M. B. & Youssef, S. B. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173-185.
- Kasman, A. & Duman, Y. S. (2015). CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic modelling*, 44, 97-103.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality, *The American Economic Review*, Vol. 45, No. 1, pp.1-28.
- Lindmark, M. (2002). An EKC-pattern in historical perspective: Carbon dioxide emissions, technology, fuel prices and growth in Sweden 1870-1997. *Ecological economics*, 42(1-2), 333-347.
- Liu, J. & Ran, M. (2014). Effect of the intensity of environmental regulation on production technology progress in 17 industries: Evidence from China. *Pol J Environ Stud*, 23(6), 2071-2081.
- Lombardini, S. (1996), Growth and Economic Development (Great Britain Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited).
- Lorente, D. B. & Alvarez-Herranz, A. (2016). Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16478-16494.
-

-
- Magnani, E. (2001). The Environmental Kuznets Curve: Development path or policy result?. *Environmental Modelling & Software*, 16(2), 157-165.
- Manga, M., Cengiz, O. & Destek, M. A. (2023). Is export quality a viable option for sustainable development paths of Asian countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(17), 50022-50045.
- Munasinghe, M. (1999). Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: Tunneling through the environmental Kuznets curve. *Ecological economics*, 29(1), 89-109.
- Ozturk, I. & Acaravci, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Narcisse, M., Zhang, S., Shahid, M. S. & Shehzad, K. (2023). Investigating the N-shaped EKC in China: An imperious role of energy use and health expenditures. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1149507.
- Nasreen, S., Anwar, S. & Ozturk, I. (2017). Financial stability, energy consumption and environmental quality: Evidence from South Asian economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1105-1122.
- Nasrollahi, Z., Hashemi, M. S., Bameri, S. & Mohamad Taghvaei, V. (2020). Environmental pollution, economic growth, population, industrialization, and technology in weak and strong sustainability: Using STIRPAT model. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 1105-1122.
- Newey, W. K. & West, K. D. (1994). Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *The Review of Economic Studies*, 61(4), 631-653.
- Omisakin, D. & Olusegun, A. (2009). Economic growth and environmental quality in Nigeria: Does environmental Kuznets curve hypothesis hold?. *Environmental Research Journal*, 3(1), 14-18.
- Ozturk, I. & Acaravci, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Ozturk, I. & Al-Mulali, U. (2015). Investigating the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis in Cambodia. *Ecological Indicators*, 57, 324-330.
- Pal, D. & Mitra, S. K. (2017). The environmental Kuznets curve for carbon dioxide in India and China: Growth and pollution at crossroad. *Journal of Policy Modeling*, 39(2), 371-385.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (No. 992927783402676). International Labour Organization.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, Cambridge Working Papers in Economics 35 Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Rashdan, M. O. J., Faisal, F., Tursoy, T. & Pervaiz, R. (2021). Investigating the N-shape EKC using capture fisheries as a biodiversity indicator: empirical evidence from selected 14 emerging countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 36344-36353.
- Rehman, M. U. & Rashid, M. (2017). Energy consumption to environmental degradation, the growth appetite in SAARC nations. *Renewable energy*, 111, 284-294.
-

-
- Saboori, B., Sulaiman, J. B. & Mohd, S. (2012). An empirical analysis of the environmental Kuznets curve for CO₂ emissions in Indonesia: The role of energy consumption and foreign trade. *International Journal of Economics and Finance*, 4(2), 243-251.
- Shafik, N. & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: Time-series and cross-country evidence* (Vol. 904). World Bank Publications.
- Shahbaz, M., Lean, H. H. & Shabbir, M. S. (2012). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.
- Shahbaz, M., Mahalik, M. K., Shah, S. H. & Sato, J. R. (2016). Time-varying analysis of CO₂ emissions, energy consumption, and economic growth nexus: Statistical experience in next 11 countries. *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Sinha, A., Shahbaz, M. & Balsalobre, D. (2017). Exploring the relationship between energy usage segregation and environmental degradation in N-11 countries. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1217-1229.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Soytas, U. & Sari, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member. *Ecological economics*, 68(6), 1667-1675.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439
- Tekbaş, M. (2023). The relationship between financial innovation and environmental pollution in OECD Countries. *International Journal of Business and Economic Studies*, 5(3), 195-207.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P. & Wang, Q. W. (2011). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy policy*, 39(9), 4870-4875.
- Wang, Y., Zhang, C., Lu, A., Li, L., He, Y., ToJo, J. & Zhu, X. (2017). A disaggregated analysis of the environmental Kuznets curve for industrial CO₂ emissions in China. *Applied Energy*, 190, 172-180.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxf Bull Econ Stat.*, 69:709–48.
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M. & Bhattarai, M. (2002). The environmental Kuznets curve. *A Primer, PERC Research Study*, 02-01.
- Zhang, K H. (2006), Foreign direct investment and economic growth in China: A Panel Data Study for 1992- 2004, The Conference of WTO, China and Asian Economies, China in June 24-25.
- Zhao, Y., Wang, S. & Zhou, C. (2016). Understanding the relation between urbanization and the eco-environment in China's Yangtze River Delta using an improved EKC model and coupling analysis. *Science of the Total Environment*, 571, 862-875.
-