

---

## ÇEVRE KİRLİLİĞİ İLE MAKROEKONOMİK BELİRLEYİCİLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER İÇİN BİR PANEL VERİ ANALİZİ<sup>1</sup>

---

Saharnaz Damirova<sup>2</sup>, Nihal Yayla<sup>3</sup>

### Öz

Toplumların refahının temel kaynağını oluşturan çevre, günümüzde refahın önemli bir tehditçisi durumuna gelmiştir. Temel ihtiyaçlar listesinde yerini alan “kaliteli çevre” için alınacak tedbirlerin etkinliği ise çevre kirliliği ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasına bağlıdır. Bu çalışmada, Danimarka, Macaristan, İtalya, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, İsviçre, İngiltere ve Türkiye’de çevre kirliliği ile onu etkileyen makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki 1995-2016 dönemi için Panel Veri Yöntemi ile analiz edilmiştir. Çevre kirliliği değişkeni, hava kirliliğine neden olan gazlar (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NMVOC, CO ve NO<sub>x</sub>) dikkate alınarak Temel Bileşenler Analizi (PCA) ile hesaplanmıştır. Açıklayıcı değişkenler ise kişi başına gelir, doğrudan yabancı yatırımlar, insani gelişme endeksi ve çevre vergileridir. Pedroni eşbütünleşme testine göre değişkenler uzun dönemde eşbütünleşiktir. Pedroni FMOLS ve DOLS sonuçları, uzun dönemde insani gelişme endeksindeki artışın çevre kirliliğini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. FMOLS’a göre çevre vergilerinin etkisi bulunmazken DOLS’a göre çevre vergileri çevre kirliliğini artırmaktadır. Dolayısıyla çevre kirliliği üzerinde “çevre bilinci” geliştirmenin vergi gibi otoriter uygulamalardan daha güçlü etkiler ortaya çıkaracağını söylemek mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre Kirliliği, PCA, FMOLS, DOLS

**JEL Kodları:** Q51, Q53, C51, O57

---

## THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL POLLUTION AND ITS MACROECONOMIC DETERMINANTS: A PANEL DATA ANALYSIS FOR SELECTED COUNTRIES

---

### Abstract

Environment, the main source of the welfare of societies, has become an important threat to welfare today. The effectiveness of the measures to be taken for "qualified environment", included in the list of basic needs, depends on the definition of the relationship between environmental pollution and macroeconomic variables. In this study, for the 1995-2016 period, the relationship between the environmental pollution and macroeconomic variables affecting the environmental pollution in Denmark, Hungary, Italy, Malta, Netherlands, Portugal, Slovakia, Switzerland, Britain and Turkey was analyzed by panel data method. The environmental pollution variable has been calculated through Principal Component Analysis (PCA) by considering gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NMVOC, CO and NO<sub>x</sub>) causing air pollution. Explanatory variables are per capita income, foreign direct investments, human development index and environmental taxes. According to the Pedroni co-integration test, variables are co-integrated in the long run. Pedroni FMOLS and DOLS results show that the increase in human development index in the long term significantly reduces environmental pollution. While environmental taxes have no effect according to FMOLS, DOLS results indicate that environmental taxes increase environmental pollution. Therefore, it is possible to say that the development of environmental awareness in societies will have stronger effects on environmental pollution than authoritarian practices such as taxes.

**Keywords:** Environmental Pollution, PCA, FMOLS, DOLS

**JEL Classification:** Q51, Q53, C51, O57

---

<sup>1</sup> Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı programında, Saharnaz DAMIROVA tarafından hazırlanan “Çevre Kirliliği ve Makroekonomik Belirleyicileri Arasındaki İlişkinin Panel Veri Yöntemiyle Analizi” başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

<sup>2</sup> Doktora öğrencisi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, damirova.saharnaz@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-4682-8159

<sup>3</sup> Prof. Dr, Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, nyayla@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0647-5088

DOI: 10.18092/ulikidince.804787

Makalenin Geliş Tarihi (Received Date): 03/10 /2020

Yayına Kabul Tarihi (Acceptance Date): 07/11/2020

## 1. Giriş

Tüketimi önemli bir maliyet gerektirmediğinden çevre insanlığın varoluşundan itibaren serbest mal olarak kabul edilmiş ve dolayısıyla da aşırı bir tahribata maruz kalmıştır. Çevre olarak ifade edilen doğal kaynakların bir kısmı kendi kendini yenileyebilme özelliğine sahip olmakla birlikte yenilenebilmenin de bir sınırı bulunmaktadır. Bu sınırın aşılması ile çevre kendini yenileyebilme gücünü kaybetmekte ve bu durum canlı yaşamını tehdit eden önemli bir sorun haline gelmektedir. Bu sorunların önlenmesi için de iktisadi olduğu kadar teknolojik, sosyolojik, psikolojik, siyasi içerikli çeşitli politikaların hayata geçirilmesi giderek daha zorunlu bir hal almaktadır.

Çevre ile ekonomi arasında çok yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ekonomik gelişme bir ülkede genel olarak üretim ve tüketim düzeyinin artmasıyla ifade edilebilir. Üretimdeki artış, daha fazla doğal kaynak kullanımını gerektirdiğinden çevre tahribatına yol açabilmekte diğer taraftan da çevresel atık miktarını artırarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Tüketimdeki artış da bu kirliliğe katkıda bulunan önemli bir etkidir. Dolayısıyla ekonomik gelişme için çevre önemli bir girdi iken ekonomik gelişmenin çıktısı kirlenen bir çevre ve sonuç olarak da giderek kısıtlanan bir ekonomik gelişme düzeyi olabilmektedir.

Çevre kirliliği özellikle sanayi devriminden sonra hızla artmıştır. Çünkü sanayi devrimiyile başlayan hızlı sanayileşme süreci ve teknolojik gelişmeler üretim ve tüketim düzeylerinde de hızlı artışlara neden olmuştur. Günümüzde sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde çevre kirliliğini azaltmak ve gelecek nesillere temiz çevre bırakabilmek için tüm ülkelere büyük sorumluluklar düştüğü artık kabul edilmektedir. Çevre kirliliğine neden olan atıkların azaltılmasına yönelik olarak dünyada en yaygın kullanılan araç vergi politikalarıdır. Vergi politikalarının çevre kirliliğini azaltmadaki etkinliği ise ülkelerin gelir düzeyine, vergi oranlarına, sanayileşme düzeyine vb. özelliklerine göre farklılaşmaktadır. Bu nedenle de çevre kirliliğinin önlenmesinde vergi politikalarının etkinliği literatürde süregelen tartışma konularından biridir ve bu konuda fikir birliğine ulaşılması da oldukça zor gözükmektedir. Dolayısıyla çevre kirliliğine neden olan faktörlerin ve etki düzeylerinin belirlenmesi ve bu faktörlere yönelik vergilendirme dışında birtakım politikaların geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Sanayileşmeyle birlikte kentlerde yaşayan nüfusun ve tüketimin artması, özellikle düşük gelir düzeyine sahip toplumları refahın sağlanması amacıyla daha ucuz ve kirlilik yaratan mallara yönlendirmektedir. Gelir düzeyi yükseldikçe toplumlar daha sağlıklı ve organik malların tüketimine yönelmekte ve çevre kirliliğine neden olan malların tüketimi ise azalmaktadır. Bu durum büyümenin çevre kirliliğini azaltıcı yönde etkiler oluşturacağı konusunda önemli bilgiler vermektedir. Bunun yanı sıra gelişmiş ülkelerin kirlilik yaratan üretim faaliyetlerini düşük işgücü maliyetlerinin de etkisiyle gelişmekte olan ülkelere kaydırmaları çevre kirliliğinin dünya üzerindeki dağılımını etkilemektedir. Minimum maliyetle maksimum kar hedefi taşıyan firmalar faaliyet gösterdikleri gelişmekte olan ülkelere (genellikle çevre standartları bulunmayan) çevre kirliliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır. Literatürdeki araştırmalar da yabancı yatırımların ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre çevre kirliliği üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelere giden doğrudan yatırımlar çevre kirliliği üzerinde negatif etkiler oluştururken gelişmiş ülkelere yapılan yatırımlarda ise seçici davranıldığı yani çevre kirliliğini azaltıcı teknolojilere yönelik yatırımlar gerçekleştirildiği görülmektedir. Toplumlarda çevre koruma bilincinin yerleştirilmesi için eğitim programlarına ağırlık verilmesi de kaynak ve enerji tüketiminin azalmasına, zehirli ve katı atık miktarının indirgenmesine, topraklardan azami faydanın sağlanmasına katkıda bulunmaktadır.

İktisat biliminin temel amacı toplumun istek ve ihtiyaçlarının karşılanarak refahın maksimum düzeye çıkarılmasıdır. Günümüzde artık kirlenmemiş, kaliteli bir çevre de insanların temel ihtiyaçları (temiz su, toprak ve hava gibi) arasında yer almaktadır. Bu nedenle de çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik alınacak tedbirlerin toplumların refahları açısından önemli bir gereklilik haline geldiği söylenebilir. Bu kapsamda ele alınan çalışmada literatürdeki çalışmalar dikkate

alınarak belirlenen makroekonomik değişkenlerin çevre kirliliğini etkileme düzeylerinin analizi amaçlanmaktadır. Toplumların farklı özelliklere (gelir, sanayileşme, eğitim, vergileme, vb.) sahip olmaları nedeniyle ortaya çıkacak etkilerin de farklı olacağı düşünüldüğünden analiz ülkeler bazında gerçekleştirilmiştir. Bu durum bulguların daha detaylı bir şekilde yorumlanmasına katkı sağlarken ülkeler arasında karşılaştırma yapılmasına da imkân tanıyacaktır.

Çevre kirliliği ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler veri sınırlılıkları nedeniyle 10 ülke (Danimarka, Macaristan, İtalya, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, İsviçre, İngiltere ve Türkiye) üzerinden panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmaların çoğunda çevre kirliliğinin göstergesi olarak genellikle hava kirliliği ve hava kirliliği için de özellikle karbondioksit emisyonu kullanılmaktadır. Bu çalışmada da su ve toprak kirliliği göstergeleri veri eksikliği nedeniyle analize dahil edilememiş çevre kirliliğini temsilen ise gaz emisyonları (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC ve CO) dikkate alınarak Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemiyle hesaplanan "hava kirliliği endeksi" kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde çevre ve ekonomi ilişkisi teorik olarak açıklandıktan sonra çevre kirliliği ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik literatüre yer verilmiştir. Çevre kirliliğini temsilen analizde kullanılan hava kirliliği endeksinin hesaplanması ve çevre kirliliği ile çeşitli makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin seçilmiş ülkeler bazında ekonometrik analizine üçüncü bölümde değinilmektedir. Analizden elde edilen bulguların yorumlanması ve genel değerlendirmeler ise sonuç bölümünde yer almaktadır.

## 2. Çevre ve Ekonomi İlişkisi

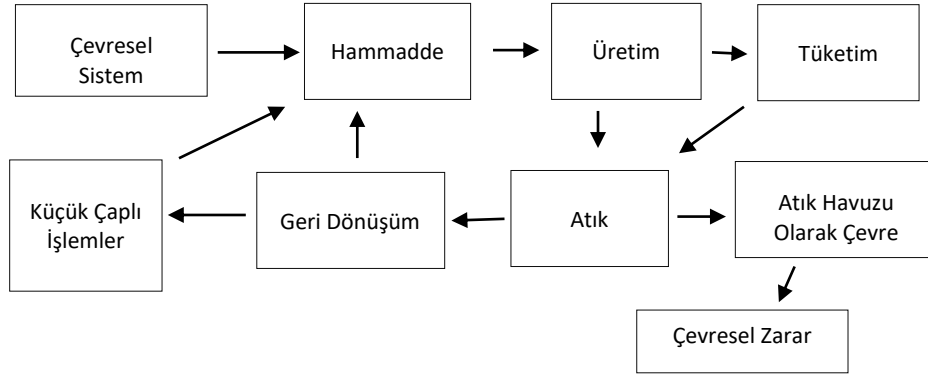
Çevre kavramı genel olarak "Çevre, insanlar arasındaki etkileşime dayalı ilişkiler olmak üzere, insanın diğer bütün canlı organizmalarla kurduğu ilişkiler ortamı ile canlıların cansızlarla birlikte içerisinde ya da üzerinde hayatlarını sürdürdükleri hava, su, toprak, yeraltı-yer üstü zenginlikleri ve iklim gibi fiziksel ortamlarda meydana gelen her türlü karşılıklı etkileşimin bütünü" şeklinde tanımlanmaktadır (Keleş ve Hamamcı, 2002:28). Çevre sorunu ise insanın, doğal ortama yaptığı aşırı ve plansız müdahalelerin yanı sıra, doğal ortamın kendi döngüsel süreci boyunca meydana gelen yıkıcı (belki de yenileyici) çevresel oluşumlar, özellikle küresel ölçekli mekansal değişimlerdir (Özgen ve Kahyaoglu, 2011:137).

Çevre sorunlarının temel nedeni doğada bol bulunan ya da kolaylıkla elde edilen maddelerin üretim ve tüketim faaliyetlerinde değer verilmeksizin kullanılmasıdır. Örneğin, bir fabrika veya ticarethane yüksek miktarlarda tükettiği deniz suyuna, nehir suyuna ve havaya para ödememekle birlikte yan ürün olarak ürettiği gübültüyü, zararlı ve zehirli gazları, sıvı ve katı atıkları kamusal alan olan gökyüzü, deniz, akarsu, göl ve topraklara atarak birçok olumsuzluğu toplumsallaştırmaktadır. Yani başta ticari kuruluşlar olmak üzere bütün insanlar doğal çevreye insan ve hayvan sağlığına verdikleri zararın maliyetini dışsallaştırma eğilimindedirler. Herhangi bir yararlı mal veya hizmetin üretiminde temel harcama kalemi olan enerjinin elde edilmesi sırasında hesaplanmayan zararlar (hidroelektrik barajları yerine yeni rekreasyon alanları ve balıkçılık alanları yaratılması gibi yararlar da dahil), temel üst verimli toprak tabakasının aşınması, asit yağmurları sonucu ormanların kaybedilmesi, karbondioksit fazlalığı nedeniyle ozon tabakasının yok olması, doğal sermayenin eskime payı ve bunların yol açtığı sonuçlar (ormansızlaşma ve meraların kaybı, yer altı su kaynaklarının azalması, iklim değişikliği sonucu oluşan sel, su baskını, kuraklık ve iklim kuşaklarının değişmesine bağlı olarak bitki ve hayvan türlerindeki değişim ve ürün azalması, deri kanserlerinin artması, bitki ve hayvanlardaki olası kalıtsal değişim v.b.) genellikle ekonomik faaliyetin sahipleri dışındaki çevreye yani topluma bırakılmaktadır (Gürsoy, 2003: 16).

Genel olarak değerlendirildiğinde çevre ve ekonomi döngüsel bir ilişki içindedir (Şekil 1). Doğadan elde edilen hammaddeler üretimde kullanılır ve üretim sürecinde ortaya çıkan atıklar da tekrar doğaya salınır. Aynı şekilde artan tüketim de israfıyla birlikte atığın oluşmasına neden olan başka bir faaliyet olmaktadır. Üretim ve tüketim sonucu oluşan atıkların bir kısmının geri dönüşüm süreci ile döngüye yeniden sokulması mümkündür. Bir kısım atıklar malların üretiminde

hammadde olarak doğrudan kullanılırken bir kısım atıklar ise küçük çaplı işlemlerden geçtikten sonra üretimde yeniden kullanılabilir. Atıkların geri dönüşüm sistemine girmeyen önemli bir kısmı ise doğanın yapısını bozarak çevresel kirlilik yaratmaktadır.

Şekil 1: Çevre ve Ekonomi İlişkisi



**Kaynak:** Turner, Pearce ve Bateman (1994:18)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

Çevre ve ekonomi arasındaki karşılıklı bağımlılık çevrenin iktisadî faaliyet için hammadde sağlamasından kaynaklandığı gibi, doğrudan doğruya refahın yaratıcısı olmasından da kaynaklanır. Bu nedenle iktisadî faaliyetten kaynaklanan çevresel tahribat yine sonuçta refahı ve ekonominin performansını etkileyecektir (Engin, 2007:29).

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile çevre sorunları karşılaştırıldığında her bir ülkenin sahip olduğu çevre sorunlarının özelliklerinin ve etkilerinin farklılaştığı gözlenmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki çevre sorunları genellikle "bolluk kirliliği" olarak da adlandırılan ve daha çok sanayileşme ve kentleşmeye paralel olarak gelişen üretim ve tüketim faaliyetlerinin artışlarından kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin karşı karşıya olduğu çevre sorunları ise "yokluk kirliliği"nden yani belirli ölçülerde gelişen sanayinin yarattığı sorunlardan oluşmaktadır ki bu sorunlar azgelişmişlikle yakından ilişkilidir (Ertürk, 1998: 81).

Gelişmiş ülkelerle aralarındaki gelişmişlik farkını kapatmaya çalışan gelişmekte olan ülkeler için yüksek ekonomik büyüme hızlarının gerçekleştirilmesi temel bir zorunluluktur. Çevrenin korunmasına yönelik yatırımlara üretim maliyetlerini yükselterek büyüme hızını yavaşlattığı için bu ülkelerde endişe ile bakılmaktadırlar. Ancak günümüzde çevre sorunlarının geldiği düzeye yine geçmişteki aynı endişelerin yol açtığı da unutulmamalıdır.

Çevre kirliliği ve ekonomi arasındaki ilişki literatürde 1950'li yıllardan itibaren tartışılmakla beraber bu konudaki çalışmaların 1990 yılından sonra hızlandığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların sonuçları ele alınan ülkelere, analiz edilen döneme, kullanılan yöntemlere, verilerin çeşitliliğine göre farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bu durum çevre kirliliği ve ekonomi arasındaki ilişkilerin bir kesinlik taşımadığını göstermesi açısından önem arz etmektedir. Bu konuda literatürde yer alan çalışmalardan bazıları örnek olarak gösterilebilir.

Hotunluoğlu ve Tekeli (2007)'nin 18 AB ülkesinde çevre kirliliği üzerinde etkisi olan değişkenleri belirlemeye yönelik olarak 1995-2003 dönemini kapsayan çalışmalarında petrol, doğal gaz ve kömür tüketimi, çevre vergileri, ulaşım ve enerji vergileri, GSYİH ve kentsel nüfus büyüklüğü değişkenlerini kullanmışlardır. Panel veri analizi ile gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre fosil yakıt değişkenlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlı iken çevresel vergi, ulaşım ve enerji vergilerinin etkisi negatif ve anlamsız bulunmuştur. Kentleşme ve büyüme değişkenlerinin ise çevre kirliliği üzerindeki etkisi pozitif olmakla birlikte anlamsızdır.

Shahbaz vd. (2011) ise 1986-2006 dönemi için toplam 110 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede doğrudan yabancı yatırımların çevre bozulmasını nasıl etkilediğini panel veri yöntemi ile test

etmişler ve doğrudan yabancı yatırımlardaki artışların çevre bozulmalarına neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Omay ve Canpolat (2013), Türkiye’de kişi başına kükürt dioksit ve partiküller madde ile kişi başına GSYH arasındaki ilişkiyi sabit etkili parametrik olmayan panel veri analizi yöntemi ile 1990-2001 dönemi için test etmişlerdir. İBBS Düzey 1’de yer alan 12 bölgeyi dikkate alan çalışmanın sonuçlarına göre ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Kükürt dioksit ve partiküller ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğuna dikkat çekilmektedir. Knight ve Schor (2014) da yüksek gelir düzeyine sahip 29 ülkede ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi 1991-2008 dönemi için analiz etmişler ve ekonomik büyümedeki artışların çevre kirliliğini artırdığını bulmuşlardır.

Akın (2014), yüksek gelir grubuna ait 12 ülkede 1970-2012 dönemi için yabancı sermaye yatırımları ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemi ile analiz ettiği çalışmada ülkelerin sermaye yatırımı ile karbondioksit emisyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde bir ilişki bulmuştur. Ayrıca enerji tüketimdeki artışların karbondioksit emisyonunu artırdığını ve gelirdeki artışların ise karbondioksit emisyonunu azalttığını ortaya koymuştur.

10 ülke için 1971-2010 döneminde karbondioksit salınımı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve eğitim düzeyi arasındaki ilişkiyi eşbütünlük ve panel vektör hata düzeltme modeli ile test eden Aytun (2014), ortaöğretim eğitim düzeyi artarken karbondioksit salınımının da arttığı sonucuna ulaşmıştır. Yükseköğretim düzeyinin artması karbondioksit salınımını azaltıcı yönde etkide bulunmaktadır.

G-8 ülkelerinin 1970-2010 döneminde aldıkları doğrudan yabancı yatırımlar ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz eden Zeren (2015), ABD, Fransa ve İngiltere’de doğrudan yabancı yatırımlardaki artışın karbondioksit emisyonunda azalmalara neden olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu ülkelerde Kirlilik Hale hipotezinin geçerli olduğunu, ancak Kanada için yatırımların çevre kirliliğini artırdığı yönündeki Kirlilik Cenneti hipotezinin geçerli olduğunu belirtmektedir.

Ergün ve Polat (2015) de OECD ülkelerinde 1980-2010 yılları arasında karbondioksit emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemi ile analiz etmişlerdir. Panel eşbütünlük test sonuçlarına göre karbondioksit emisyonu, GSYH ve elektrik tüketimi arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmaktadır. Uzun dönem tahminciler 30 OECD ülkesinin çoğunluğunda elektrik tüketimi ve karbondioksit emisyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğuna ve karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığını ifade eden Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğine işaret etmektedir.

Long vd. (2015), Çin’de 1952-2012 dönemi için enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada eşbütünlük testi, Granger nedensellik testi, statik ve dinamik analiz yöntemleri kullanmışlardır. Nedensellik testi ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çalışmada kömür kullanımının ekonomik büyüme ve karbon emisyonu üzerinde baskın bir etkiye sahip olduğu ve bu nedenle de Çin’in enerji tüketim yapısını hidroelektrik veya nükleer enerji lehine değiştirmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Karakaş (2016) da 61 ülkede 1990-2013 dönemi için ekonomik büyüme, nüfus ve çevre kirliliği değişkeni olarak karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkileri panel veri yöntemiyle test etmiştir. Analiz sonuçlarına göre hem nüfus hem de gelirden çevre kirliliğine doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.

1994-2013 dönemi için OECD ülkelerinde işsizlik oranı, çevre vergileri ve çevre kirliliği olarak ele alınan karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemi ile analiz eden Topal (2017)’a göre OECD ülkelerinde kısa dönemde çevre vergilerinden çevre kirliliğine doğru bir

nedensellik ilişkisi söz konusu iken uzun dönemde çevre vergilerinden hem çevre kirliliğine hem de işsizliğe doğru bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. Panel FMOLS test sonuçlarına göre çevre vergileri hem çevre kirliliğini hem de işsizliği azaltmaktadır.

Mike ve Kardaşlar (2018), 102 ülkeyi 2000-2015 dönemi için inceledikleri çalışmada hava kirleticilerinden karbondioksit, nitrojen dioksit ve toplam sera gaz emisyonları ile kişi başına düşen reel milli gelir, kişi başına enerji ve kişi başına doğrudan yabancı sermaye stoku arasındaki ilişkiyi dinamik panel veri analizi ile test etmişlerdir. Ülkeler düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli olarak 4 farklı gruba ayrılmış 3 farklı kirlilik göstergesi ile 3 farklı model kurulmuştur. Analizin sonucu düşük gelirli ülkelerde doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının çevre kirliliğini artırması anlamına gelen kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelir grubu ülkelerde ise doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının çevre kirliliğini azaltacağını ifade eden Kirlilik Hale hipotezi geçerlidir.

Torun vd. (2019), orta gelir düzeyine sahip 8 MENA ülkesi (Cezayir, Mısır, İran, Irak, Ürdün; Lübnan, Tunus ve Türkiye) için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ilişkisini 1988-2014 yıllarını kapsayan panel veri analizi yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu ifade edilen çalışmada ülkelerin enerji tüketimindeki bir birimlik artışın karbondioksit emisyonunu 0.56 birim artırdığı, ekonomik büyümedeki bir birimlik artışın ise karbondioksit emisyonunu 0.90 birim azalttığı ifade edilmektedir.

Okumuş ve Bozkurt (2020) de farklı gelir grupları için 1980-2013 yıllarını kapsayan dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi bağlamında ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Analizde açıklayıcı değişken olarak kişi başına milli gelir, enerji tüketimi, dışa açıklık oranı, kentleşme ve bağımlı değişken olarak da karbon emisyonu kullanılmıştır. Kyoto Protokolünün çevresel etkisi için kukla değişken kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yüksek orta gelirli ve düşük orta gelirli ülke gruplarında ÇKE hipotezinin geçerliliği doğrulanırken, gelişmiş ve az gelişmiş ülke gruplarında doğrulanamamıştır. Ülkelerdeki enerji tüketiminin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Ticari serbestleşme az gelişmiş ve düşük orta gelirli ülkelerde karbon dioksit emisyonunu artırırken, yüksek orta gelirli ülkelerde karbondioksit emisyonunu azaltmaktadır. Gelişmiş ve az gelişmiş ülke gruplarında kentleşmedeki bir artış karbon dioksit emisyonunu azaltırken, yüksek orta gelir ve düşük orta gelir grubunda ise karbondioksit emisyonunu artırmaktadır. Gelişmiş ülkelerde Kyoto kukla değişkenin katsayısı negatif ve düşük orta gelirli ülkelerde ise pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

### 3. Çevre Kirliliği ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi

#### 3.1. Model ve Veri Seti

Çevre kirliliği ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik olarak literatürde yer alan çalışmalar çerçevesinde oluşturulan model şu şekildedir (Damirova, 2019):

$$API_{it} = \beta_0 + \beta_1 LnGDP_{it} + \beta_2 LnFDIS_{it} + \beta_3 ETAX_{it} + \beta_4 HDI_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada bağımlı değişken olan  $API_{it}$  (Air Pollution Index), çevre kirliliğini temsilen Temel Bileşenler Analizi ile çalışma kapsamında hesaplanmış olan hava kirliliği endeksidir. Bu endeksin hesaplanmasında kullanılan değişkenlere ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $NH_3$ , NMVOC, CO ve  $NO_x$  gazları) ilişkin veriler EUROSTAT'dan elde edilmiştir. Modelin açıklayıcı değişkenleri ise sırasıyla  $LnGDP_{it}$ ,  $i$  ülkesinin  $t$  yılındaki kişi başına GSYH'sını;  $LnFDIS_{it}$ ,  $i$  ülkesinin  $t$  yılındaki doğrudan yabancı yatırımlar stokunu,  $ETAX_{it}$ ,  $i$  ülkesinin  $t$  yılındaki çevre vergilerini,  $HDI_{it}$ ,  $i$  ülkesinin  $t$  yılındaki insani gelişme endeksinden oluşmaktadır. Açıklayıcı değişkenlere ilişkin 1995-2016 dönemini kapsayan veriler Dünya Bankası, OECD ve UNDP veri tabanından elde edilmiştir.

Çevre kirliliği ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için oluşturulan modelde (Denklem 1) bulunan  $\beta_0$  katsayısı sabit terimi temsil etmektedir ve diğer değişkenlerden bağımsız olarak oluşan hava kirliliği miktarını göstermektedir.  $\beta_1$  katsayısı kişi başına GSYH'daki,

$\beta_2$  katsayısı doğrudan yabancı yatırımlardaki,  $\beta_3$  katsayısı çevre vergilerindeki ve  $\beta_4$  ise insani gelişme endeksindeki %1'lik değişimin hava kirliliği endeksi üzerindeki etkilerini göstermekte ve  $u_{it}$  de hata terimini temsil etmektedir. Modelin tahmininde Eviews 9 ve Stata 14 paket programları kullanılmıştır.

### 3.2. Hava Kirliliği Endeksinin Hesaplanması

Modelde  $API_{it}$  'nin (hava kirliliği endeksi) hesaplanmasında havada gereken değerinden fazla bulunan  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $NO_x$ , NMVOC ve CO gazlarının kişi başına değerleri kullanılmıştır. Hava kirliliğini belirleyen diğer gaz emisyonlarının endekse dahil edilmemesinin sebebi ise bu gazlara ilişkin verilerin dönem ve/veya ülke bazında kesiksiz olarak elde edilememiş olmasıdır.

Endeks oluşturmada kullanılan ve literatürde de çevre kirliliğini temsilen sıkça yalnız başına kullanılan gazlardan biri olan Karbondioksit ( $CO_2$ ), kokusuz, tatsız ve renksiz olup, organik maddelerin çürümesi ve ağaç veya petrol gibi yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan, boğucu etkiye sahip olan ve ölüme yol açan bir gaz türüdür. Metan ( $CH_4$ ) gazı da kokusuz, topraktan ve canlılardan çıkan, patlayıcı ve boğucu özelliğe sahip olan ve ölüme yol açan bir başka gaz türüdür. Renksiz ve kokusuz bir gaz olan Azot Protoksit ( $N_2O$ ), atmosferdeki yaşam süresinin 114 yıl olmasıyla uzun ömürlüdür. Sağlık ve tarım sektörlerinde sıkça kullanılan Azot Protoksit küresel ısınmada güçlü bir etkiye sahiptir. Amonyak ( $NH_3$ ) ise keskin bir kokuya sahip olup tarımsal faaliyetler sonucunda örneğin gübreleme işlerinde ortaya çıkan tehlikeli bir gaz türüdür. Azot oksitler ( $NO_x$ ) ise yakıtların yanması sonucunda (taşıt egzozları ve sabit yakma tesisleri) oluşan gazlar olup doğal gaz çevrimine girerek nitrik asit ( $HNO_3$ ) oluşumuna neden olmaktadır. Atmosferde asit yağmurlarına sebep olarak toprakların zayıflamasına ve canlı yaşamına zarar vermektedirler. Metan olmayan uçucu organik bileşenler (NMVOC), boya uygulamalarında, karayolu taşımacılığı ve kuru temizleme gibi alanlardaki faaliyetler sonucu yayılmakta ve insan sağlığı üzerinde tehlike oluşturmaktadır. Karbon monoksit (CO), renksiz, kokusuz ve tatsız olup, doğal gaz, kömür veya odun gibi yakıtların tam yanmaması sonucu oluşan zehirli bir gaz türüdür. Daha çok taşıtların egzozlarından yayılan karbon monoksit canlı varlıklara zarar vermektedir.

Çalışmada yer alan 10 ülke (Danimarka, Macaristan, İtalya, Malta, Hollanda Portekiz Slovakya, İsviçre, İngiltere ve Türkiye) için bu gazların kişi başına emisyon değerleri dikkate alınmış ve 1995-2016 dönemi için Temel Bileşenler Analizi (PCA) yöntemi kullanılarak her bir ülke için hava kirliliği endeksi oluşturulmuştur. Hava kirliliğine sebep olan gazlara ilişkin verilerin temin edilmesindeki kısıtlar analizde yer alan ülkelerin seçiminde de belirleyici rol oynamıştır.

PCA, aralarında korelasyon yani doğrusal bir ilişki bulunan çok sayıda değişkenin açıklayabildiği bir ilişkiyi, orijinal serilerden daha az sayıda değişkenle ve aralarında korelasyonun olmadığı değişkenlerle açıklayabilen bir analizdir (Gökçe, 2014: 56). Bu analiz çok değişkenli veri analizi için literatürde sıkça kullanılan bir yöntem olup en basit tanımı ile bir değişken azaltma analizidir.

Temel bileşenler analizindeki KMO testi, amaç değişkenler arasında ilişki olup olmadığını ve verilerin temel bileşen analizine uygunluğunu ölçmektedir. KMO testinin 0.60'dan büyük olması değişkenlerin bu analiz için uygun olduğunu göstermektedir ve elde edilen KMO test değeri 0.665 olduğundan veri setinin temel bileşenler analizi için uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

PCA'da değişkenlerin öz değeri 1'den büyük olan temel bileşenler, faktör sayısının belirlenmesinde yeterli oldukları için 1'den küçük olan temel bileşenler dikkate alınmamıştır. Değişkenlerin temel bileşenlerdeki öz değerleri ve açıklama oranları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Açıklanan Toplam Varyans Dağılımları

Bileşen	Başlangıç Öz Değerleri			Kareli Yük Toplamlarının İlk Hali		
	Toplam	Varyans	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)
1	4.627	66.099	66.099	4.627	66.099	66.099
2	1.104	15.778	81.877	1.104	15.778	81.877
3	.595	8.496	90.373			
4	.405	5.779	96.152			
5	.178	2.550	98.702			
6	.061	.876	99.578			
7	.030	.422	100.000			

Birinci temel bileşen toplam varyansın %66,099'sini açıklamaktadır. İkinci temel bileşen ise toplam varyansın %15,778'sini açıklamaktadır. Analizde 7 değişkenle açıklanan hava kirliliği endeksinin iki bileşen altında toplanabildiği görülmektedir.

Temel bileşenlerin yük matrisi, değişkenlerin temel bileşenlerdeki ağırlıklarını ve bu ağırlıkların yönünü göstermektedir (Tablo 2). Yani temel bileşen yükü pozitifse aynı yönde bir ilişki, negatif ise zıt yönde bir ilişki söz konusu olmaktadır. Birinci temel bileşende yer alan 7 değişken aynı yönde ilişkili iken, ikinci temel bileşende NMVOC ve CO değişkenleri pozitif ve diğer dört değişken ise negatif yani zıt yönde ilişkilidir. İlk altı değişkenin birinci temel bileşende açıklandığını söylemek mümkündür. Çünkü ilk altı değişkenin yük matrisi birinci bileşende yüksek ve ikinci bileşende düşük olup aralarındaki fark da fazladır. CH<sub>4</sub> değişkeni tamamı birinci faktörde toplanmıştır ve bu yüzden ikinci faktörde değer bulunmamaktadır. Ancak CO'nun yük matrisi birinci bileşende ikinci bileşenden büyük olsa da aralarındaki fark fazla değildir. Bu yüzden endeks oluşturma işleminde iki temel bileşenin ağırlıklarının dikkate alınması yoluna gidilmiştir.

Tablo 2: Temel Bileşenler Analizi Yük Matrisleri

Değişkenler	Faktör Yükleri	
	1	2
N <sub>2</sub> O	.938	-.170
NH <sub>3</sub>	.833	-.166
NO <sub>x</sub>	.811	-.405
CO <sub>2</sub>	.809	-.404
NMVOC	.782	.580
CH <sub>4</sub>	.767	
CO	.736	.618

Rotasyonlu faktör yüklerinden sonra, her bir faktörleştirme yöntemi sonucunda elde edilen faktör stokları matrisi, faktörlerin varyans açıklama yüzdeleri göz önünde bulundurularak ağırlıklandırılmış (denklem 2) ve

$$GF_j = \sum_{i=1}^k \tilde{e}_i F_{ij} \quad (2)$$

$$j= 1,2,\dots,m$$

$\tilde{e}$ - varyans açıklama yüzdeleri

$F$ -temel bileşen ağırlıkları

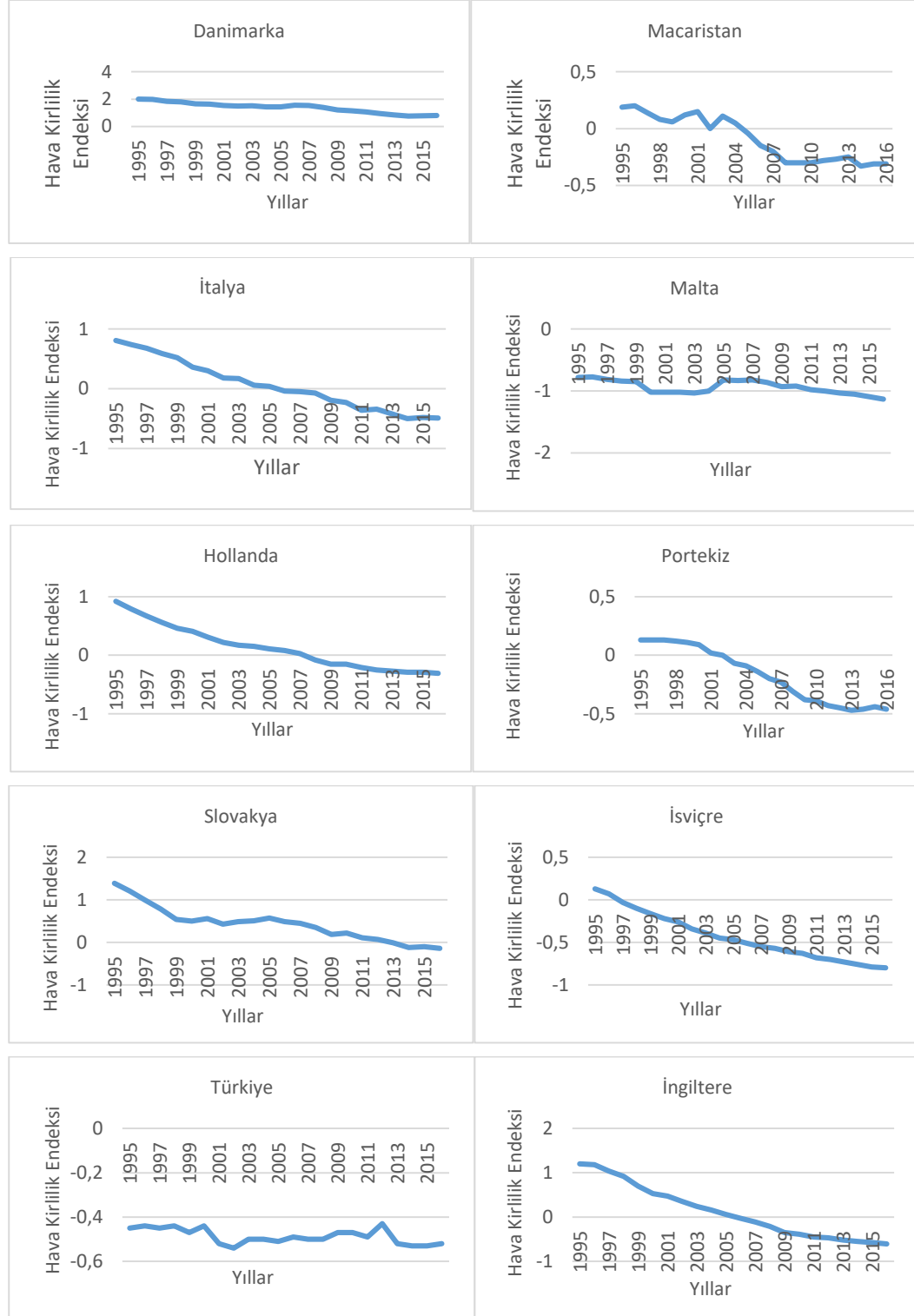
olarak tanımlanan "Genel Faktör" skorları hesaplanmıştır (Özgür, 2003: 132).

Elde edilen hava kirliliği endeks değerleri çalışma kapsamındaki ülkeler için Şekil 2'de gösterilmiştir. Hava kirliliği endeksi değerlerinin giderek azalan bir seyir izlemesi, sürdürülebilir kalkınma kapsamında oluşturulan uluslararası standartların ve ulusal çevre politikalarının hava kirliliğinin azaltılmasında etkili olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Sadece Danimarka'da hava kirliliği zaman içinde azalmakla birlikte halen yüksek düzeylerde seyretmektedir. Malta ve Türkiye'de endeks değerleri negatif alanda yer almakta ve daha yatay bir görünüm arz etmektedir. Bunun nedenleri, Malta'nın turizme dayalı ekonomisi nedeniyle hava kirliliğine neden olan gaz



emisyollarının yüksek düzeyde olmamasına ve Türkiye'nin de diğer ülkelerle karşılaştırıldığında sanayileşme hızının düşük olmasına bağlanabilir.

şekil 2: Ülkelerin Hava Kirlilik Endeksleri



### 3.3. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Çevre kirliliği ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi seçilmiş ülkeler bazında analiz etmeyi amaçlayan çalışmada Panel Veri Analizi yöntemi kullanılmıştır. Panel veri analiz yöntemi kısa zaman serilerinde veya yetersiz kesit gözleminin var olduğu durumlarda ekonometrik analize yapılmasına imkân verir, kesit ve zaman serisi gözlemlerini birleştirdiğinden gözlem sayısı artırdığı ve değişkenler arasında daha az çoklu bağlantı sorunu oluşturan bir analiz yöntemidir. Panel veri tahmin teknikleri zaman boyunca bireyler, firmalar ve ülkelerle ilgili heterojen karakteristikleri kapsayarak tahmin yöntemleri ile tür heterojenlikleri kesite özgü bazı değişkenlere izin vererek hesaba katabilmektedir (Kök ve Şimşek, 2006: 2).

Panel veri analizinde kullanılacak panel birim kök testlerini belirlemek için ilk olarak yatay kesit bağımlılığının sınanması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığının sınanması sonucunda yatay kesit bağımlılığının varlığı reddedilirse birinci nesil birim kökleri ile durağanlık sınaması yapılmaktadır. Ancak yatay kesit bağımlılığının sınanması sonucu yatay kesit bağımlılığı varlığı tespit edilmişse ikinci nesil birim kök testleri kullanılması gerekmektedir. Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığı test edilirken  $N > T$  olması durumunda  $CD_{LM}$  testi önemli düzeyde bozulmalar göstermekte ve  $N$  büyüdükçe sapmalar daha da artmaktadır. Bu nedenle Pesaran (2004),  $CD_{LM}$  geliştirmiş ve  $N$ 'nin  $T$ 'den ( $N > T$ ) büyük olması durumunda kullanılan test istatistiği denklem 3'te gösterilmiştir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3)$$

Daha sonra Pesaran vd., (2008) bu testi geliştirerek şu şekilde ifade etmişlerdir:

$$CDLM_{adj} = \sqrt{\left( \frac{2}{N(N-1)} \right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}} \quad (4)$$

Formüldeki  $\mu_{Tij}$  ve  $v_{Tij}^2$  sırasıyla ortalamayı ve varyansı göstermektedir. Bu test hem  $T > N$  hem de  $N > T$  durumlarda kullanılabilir. Bu formülden elde edilen test istatistiği, asimptotik olarak standart normal dağılım göstermektedir.

Bu testler için hipotezler;

$H_0$ : "Yatay kesit bağımlılığı yoktur"

$H_a$ : "Yatay kesit bağımlılığı vardır" şeklinde kurulmaktadır.

Bu çalışmadaki ülke sayısı 10 ve dönem 22 yıl olduğundan yani  $T > N$  olduğundan Pesaran (2008)  $CD_{LM_{adj}}$  testinin kullanılması uygun bulunmuştur. Test sonuçları Tablo 3'de gösterilmektedir. Değişkenler için ayrı ayrı yatay kesit bağımlılık testi uygulanmış ve son olarak genel model için yatay bağımlılık testi yapılmıştır.

**Tablo 3:** Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Değişken	$CD_{LM_{adj}}$
API	1.472
LnGDP	5.834***
LnFDI	13.875***
ETAX	2.349
HDI	2.684
Model	0.203

**Not:** \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Hava kirliliği endeksi, çevre vergileri ve insani gelişme endeksinin olasılık değerleri 0.05'den büyük olduğu için bu değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Diğer iki değişkenin (kişi başına gelir ve doğrudan yabancı yatırımlar) olasılık değerleri ise 0.05'den küçüktür yani bu değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır. Son olarak genel modelin yatay

kesit bağımlılığı testi sonucunda olasılık değeri 0.05'den büyük çıktığı için bağımlılığın olmadığı görülmüştür.

Panel birim kök testlerin zaman seri birim kök testlerinden farkı hem zaman hem de kesit boyutu nedeniyle panel serilerinin asimptotik davranış sergileyebilir olmalarıdır. Panel veri analizinde, birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olmadığı durumda kullanılan birim kök testlerine birinci nesil birim kök testleri adı verilirken, birimler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunması durumunda kullanılan birim kök testlerine ise ikinci nesil birim kök testleri denilmektedir (Şak, 2015: 203-204). Birinci nesil panel birim kök testleri, Levin & Lin & Chu (2002), İm, Pesaran & Shin (2003), Maddala & Wu (1999) ve Choi (2001) testleridir. İkinci nesil panel birim kök testi için birçok test bulunmaktadır. Ancak analize uygun ikinci nesil panel birim kök testi CADF (Pesaran, 2007) testidir. Çünkü her ülkenin zaman etkilerinden farklı etkilendiğini varsayan ve mekânsal otokorelasyonu dikkate alan CADF testi, T>N ve N>T durumunda kullanılabilir.

Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları dikkate alınarak hava kirliliği endeksi, çevre vergileri ve insani gelişme endeksi için birinci nesil panel birim kök testi, kişi başına gelir ve doğrudan yabancı yatırımlar için ise ikinci nesil panel birim kök testi uygulanmıştır. Gecikme uzunluğu, hatalar arasında otokorelasyon sorununu gideren Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

Sonuç olarak değişkenlerin tamamının birinci farklarında durağan olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Dolayısıyla, Pedroni (1999) panel eşbütünleşme testinin ön koşullarından biri olan serilerin birinci dereceden bütünüleşik olması (I(1)) gerektiği koşulu sağlanmaktadır.

Tablo 4: Panel Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Test	Düzye I(0)	Birinci farkı I(1)
<b>Birinci Nesil Birim Kök Testleri</b>			
API	LLC	-0.137	-9.761***
	IPS	1.746	-9.135***
	MW	11.631	100.465***
	CHOI	12.629	140.003***
ETAX	LLC	-1.013	-9.702***
	IPS	-0.018	-8.277***
	MW	18.475	91.039***
	CHOI	20.467	108.020***
HDI	LLC	0.465	-9.741***
	IPS	1.775	-7.846***
	MW	14.976	86.966***
	CHOI	15.016	101.454***
<b>İkinci Nesil birim Kök Testleri</b>			
LnGDP	CADF	-2.634	-4.310***
LnFDI	CADF	-2.435	-3.934***

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Panel veri serileri arasındaki uzun dönem ilişkiyi incelemek amacıyla geliştirilen yaklaşım eşbütünleşme yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır. Panel seriler arasındaki uzun dönem ilişkiyi incelemek amacıyla son dönemde geliştirilen birçok eşbütünleşme testi vardır. Onlardan biri de heterojenlik varsayımı altında çalışan Pedroni (1995, 1999) panel eşbütünleşme testidir.

Değişkenler I(1) seviyesinde durağan oldukları için bir sonraki aşama olan eşbütünleşme testine geçilmiştir. Seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi Pedroni eşbütünleşme testi ile incelenmektedir (Tablo 5). Gerçekleştirilen eşbütünleşme testlerinin dördünde eşbütünleşme ilişkisi olduğu kabul edilmektedir. Panel PP ve group PP istatistikleri %1, panel ADF ve group ADF istatistikleri ise %5 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 5: Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları	
Boyut İçi Test Sonuçları	t-istatistiği
Panel v istatistik	1.280242 (0.7982)
Panel rho istatistik	1.413303 (0.5508)
Panel PP istatistik	-2.919381 (0.0018)***
Panel ADF istatistik	-6.486977 (0.0454)**
Guruplar Arası Test Sonuçları	t-istatistiği
Grup rho istatistik	0.707257 (0.9561)
Grup PP istatistik	-3.482620 (0.0002)***
Grup ADF istatistik	-6.425839 (0.0470)**

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Pedroni tarafından geliştirilen DOLS (Dynamic Ordinary Least Squares) ve FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Square) yöntemlerinin diğer yöntemlere tercih edilme sebepleri; grup ortalaması üzerinden tahminleme yapması, heterojen eşbütünleşme vektörlerini dikkate almadaki esnekliği, kesitler arası veriye dayalı olarak her bir yatay kesit birimi için tahminleme yapabilmesi ve yatay kesitlerde de heterojenliğe izin vermesi şeklinde sıralanabilir (Pedroni, 2001:97).

FMOLS, standart sabit etkili tahminlerdeki sapmaları (otokorelasyon, değişen varyans gibi sorunlardan kaynaklanan) düzeltmektedir. DOLS yöntemi ise modele dinamik unsurları da dahil ederek statik regresyondaki (özellikle içsellik sorunlarından kaynaklanan) sapmaları da giderebilecek bir yöntemdir. Ayrıca DOLS yöntemi, küçük örneklem (sınırlı T) ve heterojen yapı olması halinde de etkin tahminler vermektedir. FMOLS yönteminin yüksek örneklem hacminde daha tutarlı sonuç verdiği düşünülürse, bu vektörler arasında DOLS sonuçlarının daha güvenilir olduğu söylenmektedir (Kök vd., 2010:8).

FMOLS tahmin sonuçları Tablo 6'da yer almakta olup panel geneli sonuçlara göre kişi başına gelir %1 düzeyinde anlamlıdır ve çevre kirliliğini pozitif yönde etkilemektedir. Yani uzun dönemde ekonomik büyümedeki %1'lik bir artış, hava kirliliğinde %0.18 düzeyinde bir artışa yol açmaktadır. Kişi başına gelir artışlarının hava kirliliği üzerindeki etkisi ülkeler bazında değerlendirildiğinde ise Macaristan, Malta ve Portekiz'de bu etkinin negatif, diğer ülkelerde pozitif yönde olduğu görülmektedir. Ancak Danimarka, Portekiz ve Slovakya dışındaki ülkelerde bu ilişki anlamlı değildir. Portekiz'de kişi başına gelirdeki %1'lik bir artış hava kirliliğinde % 0.43 bir azalışa neden olurken Danimarka ve Slovakya'da sırasıyla hava kirliliğini % 0.81 ve % 1.24 oranında artırmaktadır.

Doğrudan yabancı yatırımlardaki artış panel geneli sonuçlara göre hava kirliliğini %5 anlamlılık düzeyinde negatif yönde etkilemektedir. Ülkeler bazında ise doğrudan yabancı yatırımlar hava kirliliğini Macaristan ve İtalya'da %1; Danimarka'da %5; Portekiz ve Malta'da %10 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde etkilerken İsviçre'de %1 ve Hollanda, Slovakya ve İngiltere'de ise %10 anlamlılık düzeyinde negatif etkilemektedir.

Çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi ise panel geneli için pozitif olmakla beraber istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak çevre vergilerinin Danimarka ve Portekiz'de %1, Slovakya'da %5 anlamlılık düzeyinde çevre kirliliğini pozitif yönde etkilediği gözlenmektedir. Bu etki İtalya ve İsviçre'de %1, Macaristan ve Türkiye'de %5 anlamlılık düzeyine sahip olup negatif yöndedir.

Panel genelinde İnsani Gelişme Endeksinin çevre kirliliğini %1 anlamlılık düzeyinde negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. İnsani gelişme endeksinde meydana gelen %1'lik bir artış çevre kirliliğini genel olarak %8.53 oranında azaltmaktadır. İnsani gelişme endeksinin çevre kirliliği üzerindeki ters yönlü etkisinin İngiltere'de %5 düzeyinde, diğer tüm ülkelerde ise %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum genel olarak insanların eğitim, yaşam kalitesi ve çevre

bilincindeki gelişmelerin çevre kirliliğinin azalmasında önemli bir faktör olduğunu göstermesi açısından oldukça önemlidir.

Tablo 6: Panel FMOLS Sonuçları

Ülkeler	Değişkenler							
	LnGDPC		LnFDI		ETAX		HDI	
	Katsayı	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği
Danimarka	0.810	6.086***	0.198	2.555**	0.267	4.990***	-18.085	-9.525***
Macaristan	-0.234	-1.676	0.246	1.891*	-0.192	-2.574**	-8.340	-3.909***
İtalya	0.046	0.472	0.195	1.993*	-0.200	-7.829***	-22.130	-12.249***
Malta	-0.348	-1.624	0.133	5.116***	-0.045	-0.997	-6.250	-4.342***
Hollanda	0.209	1.523	-0.318	-4.886***	-0.133	-0.786	-9.156	-5.008***
Portekiz	-0.435	-7.056***	0.118	2.977***	0.121	3.810***	-6.318	-9.225***
Slovakya	1.242	0.130***	-0.434	-9.277***	0.255	2.398**	-13.106	-7.345***
İsviçre	0.057	0.569	-0.131	-1.817*	-0.179	-2.951***	-5.750	-2.946***
Türkiye	0.034	0.874	0.023	1.141	-0.028	-2.820**	-0.763	-3.164***
İngiltere	0.380	1.232	-0.702	-3.778***	0.188	0.838	-8.767	-2.190**
Panel Geneli	0.177	4.223***	-0.058	-2.326**	0.007	0.250	-8.533	-17.651***

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Panel DOLS tahmin sonuçları da kişi başına gelirin çevre kirliliği üzerinde %1 anlamlılık düzeyinde pozitif etkisi olduğunu göstermektedir (Tablo 7). Uzun dönemde ülkelerin kişi başına gelirinde meydana gelen %1'lik bir artış hava kirliliğinde ortalama olarak %0.47 oranında bir artışa yol açmaktadır. Macaristan, Portekiz ve Türkiye dışındaki diğer ülkelerde bu etkinin ortalamaya uygun olarak pozitif yönde olduğu görülmektedir. Kişi başına gelir çevre kirliliğini %1 anlamlılık düzeyinde İtalya'da pozitif ve Portekiz'de negatif yönde etkilemektedir. Bu etki %5 anlamlılık düzeyinde Danimarka ve Slovakya'da pozitif iken Türkiye'de negatif yöndedir ve İsviçre'de ise kişi başına gelirin çevre kirliliğine etkisi %10 anlamlılık düzeyinde pozitif yöndedir.

Tablo 7: Panel DOLS Sonuçları

Ülkeler	Değişkenler							
	LnGDPC		LnFDI		ETAX		HDI	
	Katsay	t istatistiği	Katsayı	t istatistiği	Katsay	t istatistiği	Katsay	t istatistiği
Danimarka	0.593	3.032**	0.067	0.554	0.253	2.989**	-15.144	-5.750***
Macaristan	-0.096	-0.666	0.087	0.556	-0.214	-2.264**	-5.643	-2.039*
İtalya	0.924	12.454***	-1.681	-20.459***	-0.629	-10.870***	15.409	8.242***
Malta	1.531	2.648	-0.053	-0.728	0.096	1.217	-12.698	-8.474**
Hollanda	0.123	1.018	-0.566	-6.577**	0.944	4.874**	1.159	0.347
Portekiz	-0.851	-5.019***	0.397	3.268**	0.294	4.655***	-7.106	-6.071***
Slovakya	1.306	7.544**	-0.371	-8.141**	0.622	1.961	-9.234	-2.162
İsviçre	1.279	3.839*	-1.085	-3.427*	-0.214	-1.647	17.390	2.287
Türkiye	-0.086	-2.768**	0.068	3.011***	-0.031	-2.124*	-0.559	-1.551
İngiltere	0.761	1.793	-1.054	-9.461**	0.609	2.058	-0.353	-0.226
Panel Geneli	0.473	5.135***	-0.343	-4.970***	0.179	3.307***	-2.684	-2.171**

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Doğrudan yabancı yatırımlar hava kirliliğini genel olarak negatif yönde ve %1 anlamlılık düzeyinde etkilemektedir. Yani doğrudan yabancı yatırımlardaki %1'lik artış, hava kirliliğini %0.34 oranında azaltmaktadır. Ülkeler açısından ele alındığında doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerindeki etkisinin Danimarka, Macaristan, Portekiz ve Türkiye'de pozitif yönde olduğu ancak sadece Portekiz (%5) ve Türkiye'de (%1) anlamlı olduğu görülmektedir.

Çevre vergileri panel ortalamasına göre hava kirliliğini pozitif yönde etkilemektedir ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani çevre vergilerindeki % 1'lik artış hava kirliliğinde yaklaşık %0.18'lik bir artışa neden olmaktadır. Ülkeler bireysel olarak değerlendirildiğinde ise Macaristan, İtalya, İsviçre ve Türkiye'de çevre vergilerinin hava kirliliğini negatif yönde etkilediğini ve diğer ülkelerde ise pozitif yönde etkilediğini söylemek mümkündür. Bu etkiler İtalya ve Portekiz'de %1; Danimarka, Macaristan ve Hollanda'da %5 ve Türkiye'de ise % 10 düzeyinde anlamlıdır.

İnsani gelişme endeksi ise panel genelinde çevre kirliliğini negatif yönde etkilemektedir ve istatistiksel olarak %5 düzeyinde anlamlıdır. Yani insani gelişme endeksinde meydana gelen %1'lik bir artışın hava kirliliğini %2.68 oranında azaltacağını söylemek mümkündür. İtalya, Hollanda ve İsviçre'de insani gelişme hava kirliliğini pozitif yönde etkilerken diğer ülkelerde negatif yönde etkilediği görülmektedir. Bu sonuçlar Danimarka, İtalya ve Portekiz'de %1, Malta'da %5 ve Macaristan'da %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde FMOLS ve DOLS tahmin sonuçlarının birbiriyle tutarlı olduğu görülmektedir. Modelde yer alan değişkenlerden insani gelişme endeksinin çevre kirliliği üzerinde en güçlü etkiyi oluşturan değişken olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. İnsanların yaşam kalitesindeki artışların çevre bilincinin oluşmasına katkıda bulunduğu düşünülürse çevre kirliliğinin önlenmesinde asıl önemli hususun toplumlarda çevre duyarlılığının oluşturulmasına yönelik politikalar olduğu söylenebilir. Çevre kirliliğini azaltmaya yönelik olarak tüm ülkelerde bir iktisat politikası aracı olarak uygulanan çevre vergilerinin ise beklenildiği gibi çevre kirliliğini azaltmadığı hatta tam aksine bazı ülkelerde artırıcı etkiler yarattığı sonucu elde edilmiştir. Bu durum, çevre vergilerinin çevre kirliliğini caydırıcı etkisinin düşüklüğü yanında devletlerin bu vergilerden elde ettikleri gelirleri çevre kirliliğini önlemeye yönelik teknoloji yatırımlarına yönlendiremedikleri de ifade edilebilir. Modelden elde edilen sonuçlar genel olarak doğrudan yabancı yatırımların kirliliği azaltıcı yönde etki yarattığını göstermekle beraber bu yatırımların etkileri gittikleri ülkelere götürdükleri üretim teknolojilerine bağlı olarak farklılık arz etmektedir. Gelişmiş ülkelere giden doğrudan yatırımlar çevreye duyarlı, gelişmekte olan ülkelere ise Kirlilik Cenneti hipotezine uygun olarak çevreyi görmezden gelen bir eğilim içindedirler. Ülkelerin gelir düzeylerindeki artışın üretim artışı anlamına geldiği dikkate alındığında gelir artışlarının çevre kirliliğini artırıcı etkiler yaratması çalışmadan beklenen bir sonuçtur. Birkaç ülkede gelir artışının kirlilik düzeyini azaltıyor olması ise bu ülkelerde halihazırda yüksek olan kirlilik düzeyinin, çevreye duyarlı yeni üretim teknolojilerinin kullanımıyla birlikte giderek azalmasından kaynaklanmasıyla açıklanabilir.

### Sonuç

Çevre kirliliğine neden olan faktörler farklı bilim dalları çerçevesinde oldukça farklılaşmakla birlikte iktisadi açıdan çevre kirliliği ile etkileşim içinde olan değişkenler araştırmaya konu edilmiştir. Bu değişkenlerden gelir düzeyi literatürde en çok üzerinde durulan değişkendir. Ülkelerin üretim veya gelir düzeyleri arttıkça doğal kaynak kullanımı ve atıkların artması nedeniyle çevre kirliliğinin de artacağı öngörülmektedir. İkincisi, ülkelerin çektikleri doğrudan yatırımlardır. Doğrudan yatırımlar çok uluslu firmalar tarafından ucuz kaynak sahibi ülkelere maliyet avantajı sağlamak amacıyla yapılan yatırımlardır. Bu firmaların amacı yüksek kar sağlamak olduğundan düşük maliyetli ülkelere yönelmektedirler ve düşük maliyetli ülkeler de genellikle büyüme önceliği olan ve çevreyi ikinci plana iten gelişmekte olan ülkeler olmaktadır. Dolayısıyla doğrudan yatırımların yöneldiği bu ülkelerde çevre kirliliği dikkate alınmadığı için yatırımların maliyeti de düşmektedir. Dolayısıyla doğrudan yatırımlar için kirlilik sığınağı olarak da bilinen bu durum çevre kirliliğine pozitif yönde katkı sağlamaktadır. Ancak doğrudan yatırımlar gelişmiş ülkelere çevre

standartlarına uygun üretim yapmaları gerektiğinden bu ülkelere çevre dostu teknolojileri götürmekte ve dolayısıyla da gelişmiş ülkelerde çevre kirliliğinin azalmasına katkıda bulunmaktadır. Kısaca doğrudan yatırımların çevre kirliliği üzerine etkisi yatırım yapılan ülkenin gelişmişlik düzeyine bağlı olmaktadır. Üçüncü değişken ise çevre kirliliğini önlemek için ülkelerin uyguladıkları çevre vergileridir. Bir iktisat politikası aracı olan vergiler çevreyi kirleten faaliyetlerin caydırılmasında etkili bir yöntemdir. Ancak uygulamada vergilerin oranı ve toplanma kriterleri açısından ülkeler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Dolayısıyla çevre vergilerinin ülkelerin çevre sorunlarının çözümünde hangi düzeyde etkili olduğu ülkelerin kendi iç politikalarına bağlı olarak değişmektedir. Dördüncü değişken ise toplumların yaşam kalitesinin, insan refahının veya eğitim ve farkındalık düzeyinin bir göstergesi olarak kullanılan insani kalkınma endeksidir. Toplumda insanların eğitim ve farkındalık düzeylerinin artması çevre kirliliği ve insanlığı bekleyen tehdit karşısında daha duyarlı hale geleceklere ifade etmektedir. Dolayısıyla bu durum çevre kirliliğinin önlenmesinde etkili olacak önemli değişkenler arasında yer almaktadır.

Seçilen bu makroekonomik değişkenlerin çevre kirliliği üzerinde yarattığı etkiler seçilmiş 10 ülke (Danimarka, Macaristan, İtalya, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, İsviçre, İngiltere ve Türkiye) için 1995-2016 dönemi itibarıyla panel veri analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çevre kirliliğini temsilen bağımlı değişken olarak hava kirliliği endeksi kullanılmış olup bu endeks de her bir ülkede hava kirliliğine neden olan gazların Temel Bileşenler Analizi yöntemiyle ağırlıklandırılması yoluyla elde edilmiştir. Hava kirliliği endeksinin çalışmada ele alınan dönem itibarıyla her bir ülkede azalma eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Bu durum çalışmaya konu olan ülkeler bazında 90'lı yıllardan sonra çevre kirliliği konusundaki çalışmaların olumlu etkilerini yansıtması açısından önemlidir.

Panel veri analizinde değişkenlerin durağanlığı panel birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri ile, eşbütünlük analizi Pedroni Panel eşbütünlük testi ile, katsayıların tahminleri ise Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (FMOLS) ve Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (DOLS) ile gerçekleştirilmiştir. Pedroni Panel eşbütünlük testi sonuçlarına göre değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi bulunmuştur. FMOLS genel model sonuçlarına göre çevre kirliliğini en az (0.007) etkileyen değişken çevre vergileri iken en fazla (8.53) ve negatif yönde etkileyen değişken ise insani gelişme endeksidir. Ülkeler ayrı ayrı ele alındığında da çevre kirliliğini en çok ve negatif yönde etkileyen değişken yine insani gelişme endeksi olmaktadır. Çevre kirliliği üzerinde en düşük etki yaratan değişken ise ülkelere göre farklılaşmaktadır.

Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (DOLS) genel model sonucuna göre çevre kirliliğini en fazla (2.6) ve negatif yönde etkileyen insani gelişme endeksi iken en az (0.18) ve negatif yönde çevre vergileri etkilemektedir. Ülkeler bazında bulgular değerlendirildiğinde İngiltere'de doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerindeki etkisi yüksek iken diğer ülkelerde insani gelişme endeksinin etkisinin en yüksek olduğu görülmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar Danimarka, Macaristan, Malta ve Slovakya'da çevre kirliliği üzerinde düşük düzeyde etkili iken çevre vergileri İtalya, Portekiz, İsviçre ve Türkiye'de düşük düzeyde etkiye sahiptir. Gelir düzeyi Hollanda'da çevre kirliliği üzerinde en az etkiye sahipken İngiltere'de ise insani gelişme endeksinin etkisi en az olmaktadır.

Sonuç olarak literatürdeki çalışmalardan da elde edilen bulgulara paralel şekilde bu çalışmada da çevre vergilerinin çevre kirliliğini azaltmadaki etkisinin düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Bu durum tüm ülkelerde uygulanmakta olan çevre vergilerinin çevre politikaları açısından etkisizliğinin bir göstergesidir. Bu yüzden ülkelerin uygulamakta oldukları çevre vergilerinde köklü değişiklikler yapmaları ve vergi gelirlerinin çevre kirliliğini önleyecek yatırımların finansmanında kullanılmasını sağlayacak düzenlemeler getirmeleri gerekmektedir. Analizden elde edilen en önemli sonuç ise çevre kirliliğini azaltma konusunda en güçlü etkisi olan faktörün insani gelişme endeksi olmasıdır. Dolayısıyla toplumların eğitim ve farkındalık düzeylerindeki artışların çevre sorunlarını önlemede en etkili araç olduğu söylenebilir. Çevre bilincinin geliştirilmesi konusundaki

eğitilmeye ağırlık verilmesiyle küresel bir sorun olan çevre kirliliğiyle mücadele topyekûn sağlanabilecektir.

#### Kaynakça

- Akın, C. S. (2014). Yabancı Sermaye Yatırımlarının CO2 Emisyonu üzerine Olan Etkisi: Dinamik Panel Veri Analiz. *Akademik Bakış Dergisi*, 1-15.
- Aytun, C. (2014). Gelişen Ekonomilerde Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme Ve Eğitim Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi. *International Journal of Social Science*, 339-352.
- Choi, I. (2001). Unit Root Tests For Panel Data. *Journal of International Money and Finance*, 249-272.
- Damirova, S. (2019). Çevre Kirliliği ve Makroekonomik Belirleyicileri Arasındaki İlişkinin Panel Veri Yöntemiyle Analizi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Engin, B. (2007). Avrupa Birliği Özelinde Çevre Politikalarının Etkinliği. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ergün, S., ve Polat, A. M. (2015). OECD ülkelerinde CO2 emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisat ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (45), 115-141.
- Ertürk, H. (1998). Çevre Bilimlerine Giriş, Vipa Yayınları, Bursa.
- Gökçe, C. (2014). Avrupa Birliği ve Türkiye İçin Enerji Kırılganlık Endeksleri. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 56-71.
- Gürsoy, U. (2003). Çevre ekonomisi, enerjide dış (toplumsal) maliyetler ve Türkiye'nin sağlık maliyetlerini hesaplama zorlukları. II. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 15-18.
- Hotunluoğlu H., ve Tekeli R. (2007). "Karbon Vergisinin Ekonomik Analizi Ve Etkileri: Karbon Vergisinin Emisyon Azaltıcı Etkisi Var mı?", *Sosyoekonomi Dergisi*, 108-126.
- Im, K. S., Pesaran, H. M., ve Shin, Y. (2003). Testing For Unit Roots İn Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 53-74.
- Karakaş, A. (2016). Yaklaşan Tehlikenin farkına Varmak: İktisadi Büyüme, Nüfus ve Çevre kirliliği ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 57-73.
- Keleş, R., ve Hamamcı, C. (2002). *Çevrebilim* (4. Baskı). Ankara: İmge Kitabevi.
- Knight, K., ve Schor, J. (2014). Economic Growth and Climate change: a cross-national analysis of territorial and consumption-based carbon emissions in high-income countries. *Sustainability Journal*, 3722-3731.
- Kök, R., ve Şimşek, N. (2006). Panel Veri Analizi: Birim Kök ve Eşbütünleşme. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisat ve İdari Bilimler Fakültesi, *İktisat Bölümü Semineri*, 11 Mayıs 2006.
- Kök, R., İspir, S. M., ve Arı, A. A. (2010). Zengin Ülkelerden Azgelişmiş Ülkelere Kaynak Aktarma Mekanizmasının Gerekliği Ve Evrensel Bölüşüm Parametresi Üzerine Bir Deneme. *Uluslararası Ekonomi Konferansı, Türkiye Ekonomi Kurumu*, 1-25, Kıbrıs.
- Levin, A., Lin C. F., ve Chu, C. S. (2002). Unit Root Tests İn Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties. *Journal of Econometrics*, 1-24.
- Long, X., Naminse, E. Y., Du, J., ve Zhuang, J. (2015). Nonrenewable Energy, Renewable Energy, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in China from 1952 to 2012. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 680-688.



- Maddala, G. S., ve Wu, S. (1999). A Comparative Study of unit Root Tests With Panel Data and A New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 631-652.
- Mike, F., ve Kardaşlar, A. (2018). "Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Çevre Kirliliği Üzerine Etkisi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 178-191.
- Okumuş, İ ve Bozkurt, C. (2020). Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 19 (1).
- Omay, R. E. ve Canpolat, E. (2013). Parametrik Olmayan Sabit Etkiler Panel Veri Modelleri: Türkiye İçin Hava Kirliliği ve Gelir İlişkisi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 91-103.
- Özgen, N., ve Kahyaoğlu, M. (2011). Farklı Fonksiyonel Özeleğe Sahip Yerleşim Ünitelerinde İkamet Eden İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Sorunlarını Algılama ve Çözüm Önerileri: Fenomenografik Bir Araştırma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(38), 136-157.
- Özgür, E. (2003). Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Yöntemleri ve Bir Uygulama, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values For Cointegration Tests In Heterogeneous panels With Multiple Regressors. *Oxford Bulletin Of Economics and Statistics*, 653-670.
- Pedroni, P. (2001). Purchasing Power Parity Tests In Cointegrated Panels. *Review of Economics and Statics*, 727-731.
- Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests For Cross Section Dependence in Panels*.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test In The Presence of Cross Section Dependence. *Cambridge University & USC*, 1-64.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). A Bias-adjusted LM Test Of Error Cross-section Independence. *The Econometrics Journal*, 105-127.
- Shahbaz, M., Nasreen, S., ve Afza, T. (2011). Environmental Consequences of Economic Growth and Foreign Direct Investment: Evidence from Panel Data Analysis. Munich Personal Repec Archive.
- Şak, N. (2015). Panel Birim Kök Testleri. *Stata ile Panel Veri Modelleri*.(203), DER Yayınları, İstanbul.
- Topal, M. H. (2017). Çifte Kazanç Hipotezinin OECD Ekonomileri İçin Testi: Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *The Journal of International Scientific Researches*, 1-20.
- Torun, M., Yücesan, M., ve Yağış, O., (2019). Ekonomik Büyüme ve enerji Tüketiminin CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Seçilmiş mena Ülkeleri için Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Araştırma dergisi*, 351-368.
- Turner, R. K., Pearce, D., ve Bateman, I. (1994). *Environmental economics: An Elementary introduction*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Zeren, F. (2015). Doğrudan Yabancı yatırımların CO2 Emisyonuna Etkisi: Kirlilik Hale Hipotezi mi Kirlilik Cenneti Hipotezi mi?. *Journal of Yaşar University*, 6381-6477.

---

## THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL POLLUTION AND ITS MACROECONOMIC DETERMINANTS: A PANEL DATA ANALYSIS FOR SELECTED COUNTRIES

---

### *Extended Abstract*

**Aim:** In this study, the relationship between environmental pollution and macroeconomic variables affecting environmental pollution was examined in the period 1995-2016 for selected countries according to data compliance are: Denmark, Hungary, Italy, Malta, Netherlands, Portugal, Slovakia, Switzerland, United Kingdom and Turkey. The environmental pollution index has been calculated by considering the emissions of gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, NMVOC, CO and NO<sub>x</sub>) causing air pollution. Macroeconomic variables which has effect on environmental pollution are included in the model, as per capita income, foreign direct investments, human development index and environmental taxes.

**Methods:** Firstly environmental pollution index was calculated by Principal Component Analysis (PCA). The relationship between environmental pollution and macroeconomic variables was analyzed using panel data method. Pesaran cross-section dependency test was applied to determine the unit root tests, since the number of countries was 10 and the number of periods was 22 years. First generation panel unit root tests (, Levin & Lin & Chu (2002), İm, Pesaran & Shin (2003), Maddala & Wu (1999) and Choi (2001)) and second generation panel unit root test CADF (Pesaran, 2007) test were applied according to cross section dependency results. Since the variables are stationary at the I(1) level, the long-term relationship was tested with the Pedroni cointegration test. Finally, DOLS and FMOLS methods were applied to examine country base effects.

**Finding:** There is no cross-sectional dependency between air pollution index, environmental taxes and human development index, since the probability values of these variables are greater than 0.05. The probability values of the other two variables (as per capita income and foreign direct investments) are less than 0.05, so there is a cross-sectional dependency between these variables. As a result of the cross-section dependency test of the general model, it was seen that there was no dependence because of probability value which was higher than 0.05. As a panel unit root test result, it was determined that all variables are stationary in their first differences. According to the result obtained from the Pedroni cointegration test, it is accepted that there is a cointegration relationship in four of the cointegration tests. There was a significant relationship between statistics, panel PP and panel ADF statistics and group PP and group ADF with 5% significance level. Environmental taxes have minimum (0.007) and human development index has maximum (8.53) and negatively effect on environmental pollution according to the results of the FMOLS general model. When the countries are considered separately, the variable that affects environmental pollution most and negatively is again the human development index. The variable that has the lowest impact on environmental pollution differs according to countries. The result of the Dynamic Least Squares Method (DOLS) general model also shows that human development index that affects environmental pollution the most (2.6) and negatively, while the environmental taxes affect the environment at least (0.18) and negatively. When the findings on the basis of countries are evaluated, it is seen that while the effect of foreign direct investments on environmental pollution is high in the UK, the effect of the human development index is the highest in other countries. While foreign direct investments have a low impact on environmental pollution in Denmark, Hungary, Malta and Slovakia, environmental taxes Italy, Portugal, Switzerland and Turkey have influence at a low level. While the income level has the least effect on environmental pollution in the Netherlands, the human development index has the least effect in the UK.

**Conclusion:** In this study, it has been observed that the effect of environmental taxes on reducing environmental pollution is low. This situation is an indicator of the ineffectiveness of environmental taxes, which are applied in all countries, in terms of environmental policies.

Therefore, countries should make radical changes in the environmental taxes they apply and introduce regulations that will ensure that tax revenues are used in the financing of investments that will prevent environmental pollution. The most important result obtained from the analysis is that the factor that has the strongest effect on reducing environmental pollution is the human development index. Therefore, it can be said that the increase in the education and awareness levels of the societies is the most effective tool in preventing environmental problems. Fighting against environmental pollution, which is a global problem, will be achieved altogether with the emphasis on training on the development of environmental awareness.

