

G20 ÜLKELERİNDE CO₂ EMİSYONU VE ENERJİ TÜKETİMİNİN SOSYAL VE EKONOMİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Ceren PEHLİVAN¹, Ayşegül HAN², Nergis BİNGÖL³

Öz

Ekonomide yaşanan gelişmeler, nüfus ve sanayide yaşanan artışlar çevresel sorunların yaşanmasına yol açmaktadır. Ekonomik gelişim, sağlık ve çevresel alanlarda birçok problemi de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada CO₂ emisyonu ve enerji tüketiminin sağlık, nüfus ve büyümeyle olan ilişkisi incelenmiştir. G20 ülkelerinin ele alındığı çalışmada panel veri analizi yönteminden yararlanılmıştır. Ele alınan değişkenler için iki ayrı model kurularak analiz yürütülmüştür. CADF birim kök testi ile serilerin birinci dereceden bütünleşik olduğu belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesi için ikinci nesil testlerden Gengenbach, Urbain ve Westerlund Panel Eşbütünleşme Testi (2016) uygulanmış ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışmada son olarak ise Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi yapılmıştır. Yapılan nedensellik testi için birinci modelde, CO₂ emisyonundan, sağlık harcamalarına, nüfus artışından CO₂ emisyonuna ve CO₂ emisyonundan kişi başına GSYH'ya doğru yek yönlü nedensellik saptanmıştır. İkinci modelde ise nüfustan enerji tüketimine ve kişi başına GSYH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: CO₂ Emisyonu, Enerji Tüketimi, Panel Analizi

Jel Kodu: Q4, P43, O40

THE EFFECT OF CO₂ EMISSION AND ENERGY CONSUMPTION IN G20 COUNTRIES ON SOCIAL AND ECONOMIC VARIABLES

Abstract

The developments experienced in the economy, the increase of the population and the development of the industry cause environmental problems. In this context, it brings with it many problems in economic development, health and environmental fields. In this study, the relation of CO₂ emission and energy consumption with health, population and growth were examined. Panel data analysis method was used in the study conducted on G20 countries. Analysis was carried out by establishing two different models for the variables discussed. With CADF unit root test, the series has been determined to be first degree integrated. Gengenbach, Urbain and Westerlund Panel Cointegration Test (2016) was used to examine the long-term relationship between variables and a long-term relationship between was determined between variables. Finally, Dumitrescu-Hurlin panel causality test was conducted in this study. In the first model for performed the causality test, One-way causality was determined from CO₂ emissions to health expenditures, from population growth to CO₂ emissions and from CO₂ emissions to GDP per capita. In the second model, it was found that there is one-way causality from population to energy consumption and Per capita GDP to energy consumption.

Keywords: CO₂ Emission, Energy Consumption, Panel Analysis

Jel Codes: Q4, P43, O40

¹ Doktora Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, ORCID: 0000-0001-5632-2955, pehlivanceren2@gmail.com.

² Doktora Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, ORCID: 0000-0002-3390-2129, aysegullhann@gmail.com.

³ Doktora Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, ORCID: 0000-0001-5760-2596, nergisbingol89@gmail.com.

1. Giriş

1760'lı yıllarda sanayi devriminin başlamasıyla birlikte üretimin yapısı değişmeye başlamış ve insan gücüyle üretim yerini buhar gücüyle çalışan makinelere bırakmıştır. İlerleyen süreçte teknolojiye meydana gelen gelişmelerle birlikte sanayide yenilikler birbirini izlemiş, ekonomik büyüme ve büyümenin sürdürülebilirliği de temel hedef olmuştur. 20. yüzyıl başlarında yaşanan savaşlar her ne kadar olumlu ve hızlı bir şekilde devam eden süreci yavaşlatmış olsa da II. Dünya Savaşı'ndan sonra ekonomik büyüme tekrar temel amaç haline gelmiştir. Ekonomik büyümenin toplumsal faydası da hızlı bir şekilde etkisini göstermiştir. Fakat ekonomik ve toplumsal açıdan pozitif olarak nitelendirilen süreç çevresel faktörler açısından aynı etkiyi yaratmamıştır. 1960'lı yıllardan itibaren sanayi üretimindeki artışla tarımsal alanlarda daralma yaşanmış, kent nüfusu artış göstermiş, sanayi kuruluşları kentlerin merkezlerine doğru kaymış, sanayi atıkları doğal alanlara zarar vermeye başlamıştır. Tüm bunların sonucu olarak çevre kirliliği, küresel ısınma, iklim değişikliği gibi negatif etkiler tartışılmaya başlanmıştır (Bruvold ve Medin, 2003: 33; Canpolat ve Fendoğlu, 2018: 310).

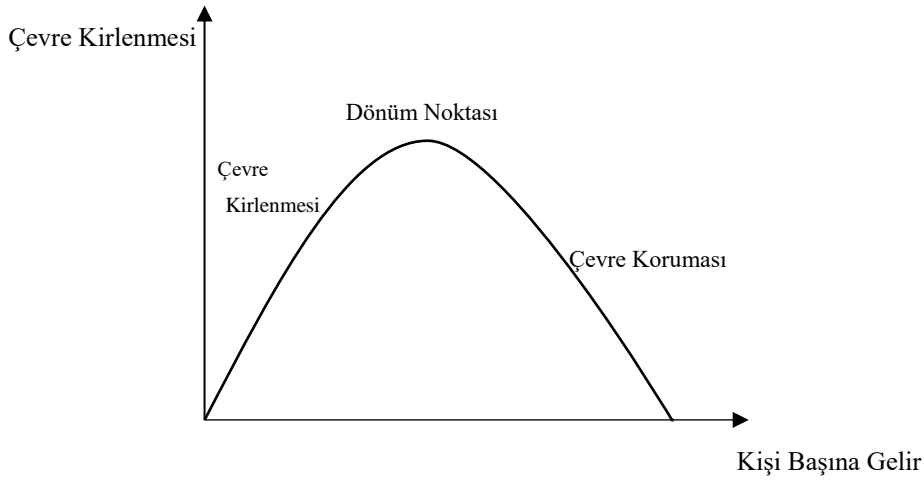
Çevresel faktörlerde meydana gelen sanayinin olumsuz etkileri 1968 yılında kurulan Roma Kulübünde ilk defa gündeme getirilmiştir. Kulübün öncülerinden hazırlanan "Büyümenin Sınırları" isimli kitap ve raporlarda 21. yüzyılda kıt kaynaklarla ekonomik büyümenin devam etmesi durumunda küresel sistemin çökeceği vurgulanmıştır (Bruvold ve Medin, 2003: 28). Roma Kulübü tarafından 1976 yılında yayınlanan diğer bir raporda ise enerji verimliliği arttırıldığı takdirde çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülebilir bir toplumun sağlanacağı belirtilmiştir (Sencar, 2007: 88- 91). Çevre ve büyüme arasındaki ilişki her geçen gün önemi artan bir konu olmuş olup bu konuda atılan ikinci önemli adım 1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto protokolü olmuştur. İmzalanan bu protokolün amacı küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda uluslararası bir iş birliği sağlamaktır. Protokolü imzalayan ülkelerin ortak hedefi sera gazı yoğunluğunu çevre ve iklim üzerinde tehlike oluşturmayacak düzeyde tutmaktır (Bayramoğlu ve Yurtkur, 2016: 32).

Çok geçmeden bu konu hakkında akademik çalışmalarda yapılmaya başlanmıştır. Akademik yazında söz konusu etkilerin incelenmesi için kullanılan temel görüş Simon Kuznets'in büyüme ve gelir dağılımı arasında büyümenin etkisiyle başlangıçta gelir dağılımının bozulduğu, büyüme devam ettiğinde ise gelirdeki bozulmanın ortadan kalkacağını ifade ettiği eğridir. Bu eğriye sonraki dönemlerde çevre faktörü eklenmiş ve Ters U Eğrisi olarak da isimlendirilen eğri Çevresel Kuznets Eğrisi adını almıştır. Ekonomistler, gelişmiş ülkelerle ilgili verileri elde ettikçe ülkelerin gelişmesine paralel olarak, yaşam kalitesi için gerekli unsurların başlangıçta kötüleşebileceğini, büyüme devam ettikçe unsurların iyileşebileceğini yaptıkları çalışmalarla göstermişlerdir (Yandle, vd., 2004: 3- 4).

CO2 emisyonu ve enerji tüketiminin büyüme, sağlık harcamaları ve nüfus üzerindeki etkisinin irdelendiği çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm giriş bölümü olup çevresel faktörlerin ekonomide önemli bir gündem maddesi haline getiren süreç özetlenmiştir. İkinci bölümde Çevresel Kuznets Eğrisi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde konuyla ilgili literatür çalışması, dördüncü bölüm ise de analiz bulguları yorumlanmıştır.

2. Çevresel Kuznets Eğrisi

1990'lı yıllarda karbondioksit salınımı, küresel ısınma, doğal kaynakların artan kullanımı, hava kirliliği gibi çevresel sorunların etkileri daha yoğun bir şekilde hissedilmiş ve uluslararası platformda çevre ve enerji konusunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir (Koçak, 2014: 62). Yaşanan gelişmeler gelir dağılımı ve ekonomik büyüme ilişkisini ele alan Simon Kuznets (1955)' in Ters U Eğrisi Hipotezinin çevre ve gelir arasındaki ilişkiyi gösteren bir eğri şeklinde yorumlanmasının önünü açmıştır. Literatürde bu eğri Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılmıştır. Çevresel Kuznets Eğrisi kişi başına düşen gelir ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir araç haline gelmiştir. Şekil 1'de Çevresel Kuznets Eğrisi yer almaktadır.



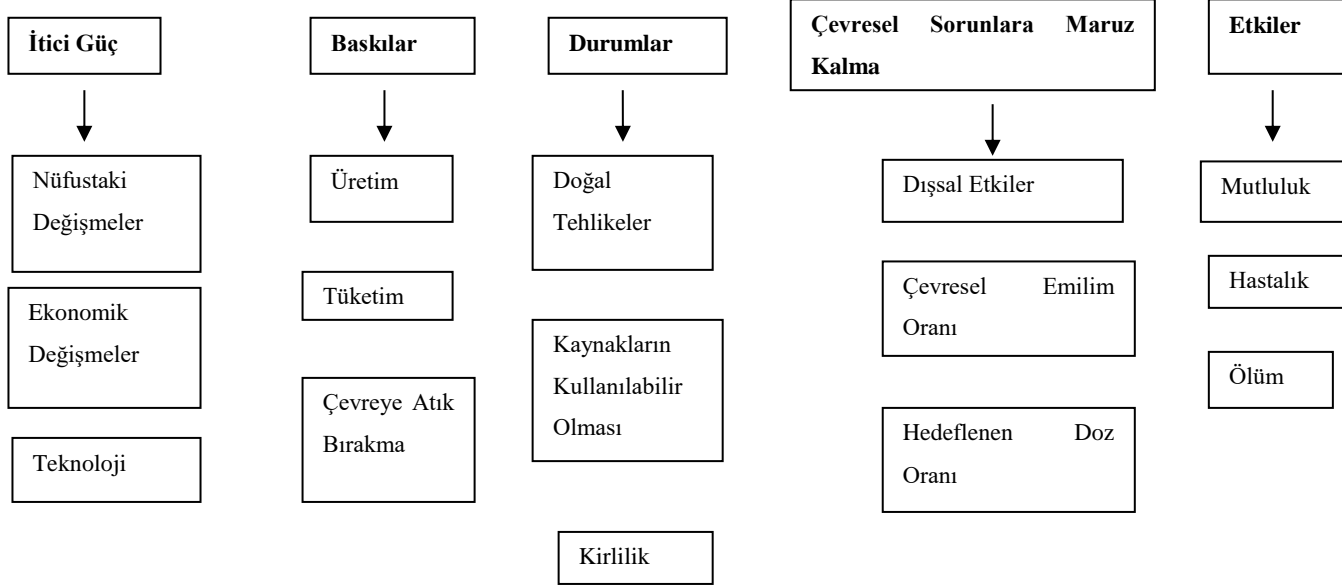
Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Yandle, vd., 2004: 3

Çevresel Kuznets Eğrisinin şeklinin ters U şeklinde olmasının arkasında üç neden bulunmaktadır. Bunlar ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknoloji etkisidir. Ekonomik faaliyetlerin tarıma dayalı olduğu ekonomilerde veya endüstri öncesi dönemlerde kişi başına düşen gelir düşük seviyelerde seyrederken doğal çevre endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı kirleticilerden daha az etkilenmiştir. Sanayileşme ilerledikçe, doğal kaynakların daha fazla kullanımı, daha fazla kirlenme emisyonu, daha az verimli ve nispeten kirli teknolojilerin çalışması, malzeme üretimindeki artışlara verilen yüksek önceliğin ve ihmalin nedeniyle çevresel hasarın arttığı görülmektedir. Bu durum ölçek ekonomisi ile açıklanmaktadır. Ancak, ekonomik büyüme devam ettikçe ve yaşam beklentileri arttıkça, insanlar gelirlerini nasıl harcayacakları konusunda marjda seçimler yaptıkları için daha temiz su, iyileştirilmiş hava kalitesi ve genel olarak daha temiz bir yaşam alanı daha değerli hale gelmektedir. Ayrıca gelir arttıkça hizmetler ve bilişim sektörü ekonomide önemli bir yer edinmeye başlamaktadır. Bu kompozisyon etkisini göstermektedir (Artan, vd., 2015: 309). İlerleyen dönemlerde, sanayi sonrası aşamada, daha temiz teknolojiler, bilgi ve hizmet temelli faaliyetlere geçiş, çevresel kaliteyi artırmak için artan yetenek ve isteklilikle birleşmiştir. Söz konusu husus eğrinin azalan kısmıyla gösterilmekte olup teknoloji etkisiyle açıklanmıştır (Yandle, vd., 2004: 3- 4).

Çevreye uyarlanmış Kuznets Eğrisi ekonomik büyümeyle çevre arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Fakat bu eğri sağlık ve nüfus artışı gibi önemli faktörler üzerine bir açıklama getirmemiştir (Ecevit ve Çetin, 2016: 85).

Çevresel bozulmalar bireylerin sağlığı üzerinde direkt etki meydana getirmektedir ve bu durum ülkelerin sağlık harcamalarını artırıcı etki oluşturmaktadır. Özellikle nüfustaki artışla beraber değerlendirildiğinde artan nüfus; enerji tüketimi, ekonomik büyüme, çevre kirliliği gibi değişkenler üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Mevcut değişkenler arasındaki ilişki Dünya Sağlık Örgütü tarafından şekil 2'deki gibi açıklanmıştır.



Şekil 2: Sağlık ve Çevre İlişkisi

Kaynak: WHO, 1997: 3

3. Literatür

Kuznets 1955 yılında gelir dağılımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini açıklamaya çalışmıştır. İki değişken arasında başlangıçta gelirin artmasıyla gelir dağılımının kötüleştiği ancak ilerleyen dönemlerde durumun tersine döndüğünü belirtmiştir. Ters U şeklinde gerçekleşen bu durum ilerleyen dönemlerde farklı değişkenlerle açıklanmıştır. Özellikle 1990'lı yıllarda Çevresel Kuznets Eğrisi kullanılmaya ve araştırılmaya başlanmıştır. Çevreyle ilişkili değişkenlerle (CO₂ emisyonu, enerji tüketimi gibi) kişi başına gelir arasındaki bağ sorgulanmıştır. Günümüzde de artan sanayileşme, nüfustaki gelişim ve enerjiye olan bağımlılık konuya olan önemi artırmıştır. Yapılan çalışmalarda çevresel faktörlerin sadece ekonomik yönü üzerinde durulmamış aynı zamanda sosyal ve sağlık yönü de ele alınmıştır.

Grossman ve Krueger (1991) çevre kirliliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisinin ekonomiye etkisi test edilmiştir. Seçili 42 ülke üzerine yaptıkları çalışmada hava kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Kükürt dioksit ve dumanın, kişi başına milli gelir üzerine ne denli etkili olduğu araştırılmıştır.

Çalışmada ticaret engellerinin azaltılmasıyla birlikte ekonomik faaliyet ölçeğinin genişletebileceği, ekonomik faaliyet kompozisyonunu değiştirilmesiyle de üretim tekniklerinde bir farklılık oluşturulup çevrenin etkilenebileceği vurgulanmıştır.

Bozkurt ve Okumuş (2005) CO₂ emisyonunu etkileyen faktörler üzerine yaptıkları çalışmada enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu, ekonomik büyüme ve ticari serbestleşme değişkenlerini kullanmışlardır. 1966-2011 döneminin incelendiği çalışmada Türkiye için yapısal kırılmalı eş bütünleşme analizi yapılmıştır.

Değişkenler arasında 1973 ve 1985 yılları için iki yapısal kırılma bulunmuştur. Değişkenler arasındaki ilişki eş bütünleşme ve FMOLS testleriyle ispatlanmıştır.

Halıcıoğlu 2009 yılında Türkiye üzerine bir araştırma yapmıştır. ARDL analizinin kullanıldığı çalışmada CO₂ emisyonu, büyüme, ticari açıklık ile enerji tüketimi değişkenleri kullanılmıştır. 1975-2005 dönemini kapsayan analiz sonucunda ele alınan değişkenlerin birbirleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Yavuz 2014 yılında 1960-2007 dönemini kapsayan bir çalışma yapmıştır. Türkiye için yapılan çalışmada enerji tüketimi ve CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmış ve değişkenler arasındaki bağlantı eş bütünleşme ve nedensellik testiyle ortaya koyulmuştur.

Erden ve Koyunca 2014 yılında çevre kirliliğinin Türkiye'de ekonomi de ve sağlıkta ne gibi sorunlar oluşturacağını incelemişlerdir. Çevrenin sağlık üzerinde oluşturduğu riskleri geleneksel riskler ve modern riskler olarak ikiye ayırarak incelemişlerdir. 1980-2012 yılları için sağlık harcamaları, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonunu kullanmışlardır. Çalışmada etki tepki fonksiyonları, varyans araştırması ve nedensellik analizleri yapılmış ve teoriye uygun sonuçlar tespit edilmiştir.

Omri v.d. (2014) global çerçevede seçmiş oldukları 54 ülke için panel analizi yapmışlardır. Seçmiş oldukları ülkeleri kendi içerisinde üç gruba ayırarak analize devam etmişlerdir. Çalışmada doğrudan yabancı yatırımlar, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme değişkenini kullanmışlardır. Değişkenler arasında pozitif ve anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Salahuddin v.d. (2015) körfez iş birliği konseyi ülkelerini kapsayarak oluşturdukları çalışmada ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu, finansal büyüme ve elektrik tüketimi değişkenlerini kullanmışlardır. 1980-2012 yılları arasındaki dönemi kapsayan çalışmada finansal gelişmeyle ekonomik büyüme arasında negatif, diğer değişkenlerle ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Chaabouni v.d. (2016) seçtikleri 51 ülke için panel analizi yapmışlardır. CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerinin birbirlerini etkileme gücünü ve yönünü araştırmışlardır. 1995-2013 yıllarını kapsayan analizde hem CO₂ emisyonu-büyüme hem de sağlık harcamaları-ekonomik büyüme arasında bir bağlantı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Zaidi ve Saidi (2018) çevresel kirlilik, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Sahra-altı ülkelerinde, 1990-2015 yıllarını kapsayan bir zaman dilimi için incelemişlerdir. ARDL analizi sonucunda değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ortaya koyulmuştur.

Ghorashi ve Rad (2017) İran üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada sağlık harcamaları, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme değişkenleri kullanılmıştır.

Yapılan zaman serisi analizleri sonucunda CO₂ emisyonu ve sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Karaaslan v.d., (2017) 34 OECD ülkesi için yaptıkları çalışmada ARDL analizi yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada enerji kullanımı, nüfus artışı, büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi gibi değişkenlerin CO₂ salınımının belirleyicisi olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca yapılan analizlerde Türkiye ve diğer OECD ülkelerinin durumu ayrı olarak da belirtilmiştir. Analiz sonucunda değişkenler arasında hem kısa hem de uzun dönemli bir bağlantının olduğu saptanmıştır.

Güney 2018 yılında Türkiye üzerine yaptığı çalışmada gelir, CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, finansal gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. ARDL, CUSUM gibi testlerin yapıldığı çalışmada değişkenlerin birbirini etkilediği, aralarında hem uzun hem de kısa dönemli bir etkileşimin olduğu belirlenmiştir.

Gövdeli (2019) sağlık harcamaları, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi seçtiği 26 OECD ülkesi için incelemiştir. Çalışmada başlangıçta yatay kesit bağımlılık testi yapılmış ve çıkan sonuç doğrultusunda birim kök ve eş bütünleşme testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda kullanılan değişkenler arasında uzun dönemli bir bağlantının olduğu belirlenmiştir.

Şahin ve Durmuş (2019) seçtikleri 21 OECD ülkesi için 1990-2014 yıllarını kapsayan bir analiz yapmışlardır. CO₂ emisyonu, kişi başına GSYH ve kişi başına sağlık harcamalarının kullanıldığı çalışmada İspanya, İsveç, Portekiz, Yunanistan ve Finlandiya için CO₂ emisyonu ve sağlık harcamaları arasında bir ilişki olduğu saptanırken, Finlandiya, İsveç, İtalya, İsviçre, Hollanda, Kanada gibi ülkelerde kişi başına GSYH ile kişi başına sağlık harcamaları arasında bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

4. Metodoloji ve Veri Seti

Çalışmada 2000-2017 yılları arasında CO₂ emisyonu ve enerji tüketiminin büyüme, sağlık harcamaları ve nüfus üzerindeki etkisi incelenmiştir. Türkiye'nin de yer aldığı G20 ülkeleri için ekonometrik bir yöntem benimsenmiştir. Analizde başlangıçta yatay kesit bağımlılığı ve delta testleri yapılmış ve çıkan sonuçlar doğrultusunda ikinci kuşak testler olan CADF testi uygulanmıştır. Değişkenlerin düzey değerinde durağan olmadığı görüldükten sonra farkı alınarak analiz devam ettirilmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenmesi için eş bütünleşme analizi kullanılmıştır. Son olarak da değişkenler arasındaki ilişkinin varlığının ve yönünün belirlenebilmesi için nedensellik analizi yapılmıştır.

Tablo 1: Değişkenlerin Kullanıldığı Kaynaklar

Değişkenler	Açıklaması	Kaynak
CO ₂	Kişi Başına Düşen CO ₂ Emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası, Eurostat
Enerji Tüketimi	Enerji Kullanımı (kişi başına petrol eşdeğeri kg'ı)	Dünya Bankası, Eurostat
Büyüme	Kişi Başına Düşen GSYH (\$)	Dünya Bankası
Nüfus	Nüfus Artışı (yıllık %)	Dünya Bankası
Sağlık Harcamaları	Toplam Sağlık Harcamalarının GSYH'deki payı	Dünya Bankası, Kalkınma Bakanlığı, Eurostat

Analize ait denklemler;

$$\Delta Enerji = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta Büyüme_{t-i} + \sum_{i=1}^q \alpha_{1i} \Delta Nüfus_{t-i} + \sum_{i=1}^q \Delta_{1i} \Delta Sağlık + \sum_{i=1}^r \lambda_{1i} \Delta Enerji_{t-i} + \psi_1 + \mu_{1t} \quad (1)$$

$$\Delta Co2 = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta Büyüme_{t-i} + \sum_{i=1}^q \alpha_{1i} \Delta Nüfus_{t-i} + \sum_{i=1}^q \Delta_{1i} \Delta Sağlık + \sum_{i=1}^r \lambda_{1i} \Delta Co2_{t-i} + \psi_1 + \mu_{1t} \quad (2)$$

şeklinde oluşturulmuştur.

4.1. Yatay Kesit Bağımlılık

Panel veri analizinde ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığın dikkate alınması gerekmektedir. İncelenen ülkeler yüksek seviyede bütünlüğe durumdaysa, yatay kesit bağımlılığı dikkate alınmadan analiz yapmak önemli sapmalara ve boyut bozulmalarına neden olabilir (Pesaran, 2006: 969-971). Bu nedenle yatay kesit bağımlılık dikkate alınarak yapılan analizlerde elde edilecek sonuçların güvenilirliği artmaktadır (Breusch ve Pagan, 1980: 242-243). Dolayısıyla panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığı test etmek önem taşımaktadır.

Yatay kesit bağımlılık;

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i' x_{it} + \mu_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

$$Cov(\mu_{it}, \mu_{jt}) \neq 0 \quad i \neq j$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu eşitlikte elde edilen kalıntılardaki ilişkinin anlamlılığı Breusch ve Pagan (1980) LM testi ile incelenmektedir (Pesaran, 2004: 4). LM test istatistiği aşağıdaki gibidir;

$$LM_{BP} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \sim \chi^2_{N(N-1)/2} \quad (4)$$

$i \neq j$ olmak üzere yatay kesit bağımlılık testi için hipotezler aşağıdaki gibidir;

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = 0 \text{ (Yatay kesit bağımlılık yok)}$$

$$H_1: \rho_{ij} \neq \rho_{ji} \neq 0 \text{ (Yatay kesit bağımlılık var)}$$

Hipotezde belirtilen $\hat{\rho}_{ij}$, EKK ile meydana getirilen regresyonlardan elde edilen kalıntılardaki korelasyon katsayısını göstermektedir ve test istatistiği $\chi^2_{N(N-1)/2}$ dağılımına sahiptir.

Bias-Adjusted CD test istatistiği ise aşağıdaki gibidir;

$$CDLM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij}^2 \frac{(T-K-1)(\hat{\rho}_{ij} - \hat{\rho}_{Tij})}{V_{Tij}} \quad (5)$$

Bias-Adjusted CD test istatistiği, $CDLM_{adj} \sim N(0,1)$ ile asimptotik olarak standart normal dağılım göstermektedir (Pesaran vd. 2008; 108).

Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir;

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

Değişken	Pesaran Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Model 1	4.741	0.000*
Model 2	3.754	0.002*

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

Yapılan yatay kesit bağımlılık testi sonucunda ele alınan ülkelerden herhangi birinde oluşan şokun diğer ülkeleri de etkilediği görülmektedir. Yani ele alınan serilerde yatay kesit bağımlılığın varlığı bulgusu elde edilmiştir.

4.2. CADF Panel Birim Kök Testi

Pesaran (2006) yılında yaptığı çalışmasında yatay kesit bağımlılık sorununu ortadan kaldırmak amacıyla \bar{y}_t ve $\Delta\bar{y}_t$ gecikmeli değerlerini kullanmıştır. Bu durumda CADF testinin EKK ile tahmini aşağıdaki gibidir (Pesaran, 2006: 266-267);

$$\Delta y_{it} = a_i + b_i y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} c_{ij} \Delta y_{i,t-j} + d_{it} + h_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{p_0} n_{ij} \Delta \bar{y}_{t,j} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

Önerilen bu denklem için hipotezler aşağıdaki gibidir;

$$H_0^i: b_i = 0$$

$$H_1^i: b_i < 0, i = 1, 2, \dots, N \text{ için}$$

CADF test istatistiklerinin ortalamalarına dayalı olan CIPS istatistiği ise aşağıdaki gibidir;

$$CIPS = \frac{\sum_{i=1}^N CADF_i}{N}$$

Elde edilen yatay kesit bağımlılık sonucuna göre II. kuşak birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. II. kuşak panel birim kök testlerinden CADF birim kök testi sonuçları Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3: CADF(CIPS) Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistiği	Kritik Değerler			
		1%	5%	10%	
I(0)	CO2	-2.181	-2.922	-2.733	-2.633
	Enerji	-2.573	-2.922	-2.733	-2.633
	Sağlık	-2.164	-2.922	-2.733	-2.633
	Nüfus	-1.321	-2.922	-2.733	-2.633
	GDP	-2.367	-2.922	-2.733	-2.633
I(1)	CO2	-4.497*	-2.922	-2.733	-2.633
	Enerji	-4.113*	-2.922	-2.733	-2.633
	Sağlık	-3.718*	-2.922	-2.733	-2.633
	Nüfus	-3.509*	-2.922	-2.733	-2.633
	GDP	-3.289*	-2.922	-2.733	-2.633

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

CIPS (CADF) panel birim kök testi sonuçları Tablo 3'te ifade edildiği gibidir. Değişkenler düzey değerinde herhangi bir eşik değerinde durağan değildir. Bu yüzden değişkenlerin birinci farkı alınmıştır. Yapılan analize göre CIPS testi sonucunda ise ele alınan tüm değişkenlerin birinci farkta durağan hale geldiği görülmektedir.

4.3. Gengenbach, Urbain ve Westerlund Panel Eşbütünleşme Testi (2016)

Değişkenlerin durağanlık seviyelerinin tespit edilmesinden sonra incelenen değişkenler arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişkinin olup olmadığının incelenmelidir. Bu doğrultuda yapılan testler iki kısımda incelenmektedir. Bunlardan ilki birinci nesil testlerdir ve bu testler yatay kesit bağımsızlığını dikkate almaktadır. Diğerleri ise ikinci nesil testlerdir ve bu testler yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır. Bu çalışmada Gengenbach vd. (2016) tarafından literatüre kazandırılan ikinci nesil eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Bu test ile ilgili aşamalar aşağıdaki gibidir (Gengenbach vd., 2016: 986-989);

$$\Delta y_{i,t} = \delta'_{y,x} d_t + a_{y_i} y_{i,t-1} + y'_{i,t-1} w_{i,t-1} + B_{y,y_i}(L) \Delta y_{i,t-1} + A_{y,x,x_i}(L) \Delta x_{i,t} + A_{y,F,x_i}(L) \Delta F_t + \eta'_{y,x_i} f_{it} + \varepsilon_{y,x_i,t} \quad (7)$$

Her bir birim için hesaplanacak test istatistiği aşağıdaki gibidir;

$$\Delta y_i = d \delta_{y,x_i} + a_{y_i} y_{i,-1} + w_{i,-1} \gamma_i + v_i \pi_i + \varepsilon_{y,x_i} = a_{y_i} y_{i,-1} + g_i^d \lambda_i + \varepsilon_{y,x_i} \quad (8)$$

Testin ilk aşamasında, aşağıdaki denklemde ifade edildiği gibi her bir birim için modelin OLS tahmini yapılmakta ve $H_0: \hat{a}_{y_i} = 0$ hipotezi t testi yardımı ile incelenmektedir.

$$\hat{a}_{y_i} = \frac{y'_{i,-1} M g_i^d \Delta y_i}{y'_{i,-1} M g_i^d y_{i,-1}}$$
$$\hat{\sigma}_{\hat{a}_{y_i}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{y,x_i}^2}{y'_{i,-1} M g_i^d y_{i,-1}}$$

şekindedir. Böylece, $T_{a_{y_i}}(F, 0) = \frac{\hat{a}_{y_i}}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_{y_i}}}$ şeklinde ifade edilmiştir.

Serilerin düzey değerinde durağan olduğu bilgisi elde edildikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesi amacıyla GUW eş bütünleşme testi uygulanmıştır. Yapılan bu testin sonuçları Tablo 4'te ifade edildiği gibidir;

Tablo 4: GUW Testi Sonuçları

		Coef.	T-bar	Prob.
Model 1	CO₂-Sağlık	-1.232	-3.758	<=0.001
	CO₂-Nüfus	-1.207	-4.036	<=0.001
	CO₂-GDP	-1.395	-5.157	<=0.001
Model 2	Enerji-Sağlık	-1.135	-3.589	<=0.001
	Enerji-Nüfus	-1.173	-4.141	<=0.001
	Enerji-GDP	-1.237	-4.017	<=0.001

GUW eş bütünleşme testinde temel hipotez değişkenler arasında eş bütünleşme olmadığını ifade etmektedir. GUW eş bütünleşme analizi sonucunda elde edilen ≤ 0.01 ifadesi ele alınan değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğunu ifade etmektedir. Buna göre incelenen Model 1 ve Model 2’de ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmektedir.

4.4. Geliştirilmiş Ortalama Grup (Augmented Mean Group Estimator-AMG ESTİMATÖR) Tahmin Ediciler

Panel veri heterojen yapıda olduğu zaman, literatürde ortalama grup tahmin ediciler dikkate alınmaktadır. Ortalama grup tahmin ediciler, yatay-kesit bağımlılığı dikkate alan heterojen panel veri modelleri için oldukça güçlü formdadır. 2006 yılında Pesaran tarafından geliştirilen ortalama grup tahmin ediciler CCE-MG ve 2013 yılında Bond ve Eberhardt tarafından geliştirilen Artırılmış Ortalama Grup (AMG) tahmin ediciler olarak gruplandırılmaktadır.

AMG tahmin edicisi aşağıda belirtilen modeli dikkate almaktadır (Eberhardt ve Teal, 2010: 4-6);

$i = 1, 2, \dots, N$ ve $t = 1, 2, \dots, T$ olmak üzere;

$$y_{it} = \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \text{ve} \quad u_{it} = \alpha_i + \lambda_i' f_t + \varepsilon_{it}$$

$$x_{mit} = \pi_{mi} + \delta_{mi}' g_{mt} + \rho_{1mi} f_{1mt} + \dots + \rho_{nmi} f_{nmt} + v_{mit}$$

$$m = 1, \dots, k \quad f_{.mt} \subset f_t$$

$$f_t = \rho' f_{t-1} + \varepsilon_t \quad g_t = \kappa' g_{t-1} + \varepsilon_t$$

x_{it} , açıklayıcı değişkenler vektörünü, α_i gruplara özgü sabit etkileri, λ_i ülkelere özgü faktör yüklemeyi ve f_t ortak faktör kümesini ifade etmektedir. $x_{mit} = \pi_{mi} + \delta_{mi}' g_{mt} + \rho_{1mi} f_{1mt} + \dots + \rho_{nmi} f_{nmt} + v_{mit}$ de görüldüğü üzere k tane açıklayıcı değişken, f_t ortak faktör kümesi ve g_t 'nin doğrusal bir fonksiyonu olarak modellenmiştir.

AMG yaklaşımında ortak dinamik etkiler yardımıyla yatay-kesit bağımlılık dikkate alınmaktadır. AMG yaklaşımı iki aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada aman kukla değişkenli fark denklemi EKK ile tahmin edilmektedir;

$$\Delta y_{it} = b' \Delta x_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + e_{it}$$

(9)

İkinci aşamada ise $\hat{\mu}_t$ değişkeni, N standart birimlere ait regresyonların her birine eklenerek aşağıdaki denklem yardımıyla tahmin edilir;

$$y_{it} = a_i + b_i' x_{it} + c_i t + d_i \hat{\mu}_t + e_{it} \quad (10)$$

$$\hat{b}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{b}_i$$

Değişkenler arasında eş bütünleşme varlığı elde edildikten sonra eş bütünleşme katsayılarının homojen olup olmadığının test edilmesi için delta testi uygulanmıştır. Yapılan delta testi sonuçları Tablo 5'te ifade edildiği gibidir;

Tablo 5: Delta Testi Sonuçları

	$\tilde{\Delta}$		
CO₂	$\tilde{\Delta}$	3.737	0.000*
	$\tilde{\Delta}_{adj}$	4.881	0.000*
Enerji	$\tilde{\Delta}$	3.074	0.000*
	$\tilde{\Delta}_{adj}$	4.022	0.000*

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

Uygulanan delta testi sonucuna göre oluşturulan modellere doğrultusunda ele alınan değişkenlerin heterojen yapıda olduğu görülmektedir. Elde edilen heterojenlik bulgusu doğrultusunda değişkenlerin uzun dönem eş bütünleşme katsayılarının tahmin edilmesi için ortalama grup tahmin ediciler kullanılmaktadır. Bu doğrultuda kullanılan AMG (Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmin Edicileri) sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7'de ifade edildiği gibidir;

Tablo 6: Model 1 İçin AMG Tahmin Sonuçları

Model 1-CO ₂	Coef.	Std. Error	Z Stat.	Prob.
Sağlık	-0.152	0.064	-2.345	0.019**
Nüfus	-0.046	0.367	-0.133	0.898
GDP	0.889	0.611	1.451	0.147

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

Uzun dönem katsayılarının heterojen olduğu varsayımı altında panelin geneline ait sonuçları gösteren bu tabloya göre sağlık değişkeninin katsayısının CO₂ değişkeni üzerindeki etkisinin uzun dönemde pozitif ve anlamlı olduğu görülmekte iken, nüfus ve GDP değişkenlerinin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 7: Model 2 İçin AMG Tahmin Sonuçları

Model 2-Enerji	Coef.	Std. Error	Z Stat.	Prob.
Sağlık	-0.015	0.006	-2.511	0.012**
Nüfus	-0.071	0.074	-0.942	0.345
GDP	0.048	0.028	1.724	0.086

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

Uzun dönem katsayılarının heterojen olduğu varsayımı altında panelin geneline ait sonuçları gösteren bu tabloya göre sağlık ve GDP değişkenlerinin katsayılarının enerji değişkeni üzerindeki etkisinin uzun dönemde pozitif ve anlamlı olduğu görülmekte iken, nüfus değişkeninin etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

4.5. Dumitrescu-Hurlin Nedensellik Testi

Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi kullanılan regresyon modelinin heterojenliğini ve nedensellik ilişkilerinin heterojenliğini göz önünde bulundurmaktadır.

Buna göre iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1455);

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} X_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

Denklemden belirtilen X ve Y, T zaman ve N birim boyutlu gözlemlenen iki durağan değişkeni, K ise uygun gecikme sayısını göstermektedir. Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir;

H_0 : Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoktur.

H_1 : Değişkenler arasında nedensellik ilişkisi vardır.

H_0 hipotezi test edilirken Wald istatistiklerinin bilinen ortalama formülü ele alınmaktadır;

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T}$$

T boyutu küçük olduğu zaman Wald istatistikleri aynı χ^2 dağılıma yakınsamadığı için, Dumitrescu ve Hurlin (2012) $T > N$ olduğu zaman asimptotik dağılım içeren $Z_{N,T}^{HNC}$ test istatistiğini, aşağıda belirtilen standartlaştırılmış test istatistiği Z_N^{HNC} kullanmayı önermişlerdir:

$$Z_{N,T}^{HNC} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (W_{N,T}^{HNC} - 2)$$

$$Z_N^{HNC} = \frac{\sqrt{N} [W_{N,T}^{HNC} - N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T})]}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^N \text{Var}(W_{i,T})}}$$

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için heterojen yapıdaki birimlere uygulanabilen Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi kullanılmıştır. Yapılan analiz ile elde edilen sonuçları Tablo 8’de gösterilmektedir;

Tablo 8: Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

	Hipotez	$W_{N,T}^{HNC}$	$Z_{N,T}^{HNC}$	Prob.
Model 1	CO ₂ →Sağlık	7.187	6.576	0.003*
	Sağlık→CO ₂	1.328	0.338	0.778
	CO ₂ →Nüfus	0.775	-0.940	0.348
	Nüfus→CO ₂	9.230	4.017	0.003*
	CO ₂ →GDP	8.277	3.256	0.013*
	GDP→CO ₂	5.414	0.969	0.340
Model 2	Enerji→Sağlık	3.467	1.340	0.209
	Sağlık→Enerji	1.538	0.827	0.466
	Enerji→Nüfus	6.010	1.446	0.200
	Nüfus→Enerji	6.858	2.122	0.034**
	Enerji→GDP	2.647	0.204	0.892
	GDP→Enerji	2.244	2.463	0.044**

NOT: *, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde yokluk hipotezinin reddedileceğini ifade etmektedir.

Yapılan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik test sonucunda Model 1 ele alındığında CO₂ değişkeninden sağlık ve GDP değişkenlerine ve nüfus değişkeninden CO₂ değişkenine doğru tek yönlü nedensellik olduğu görülmektedir. Model 2 ele alındığında ise nüfus ve GDP değişkenlerinden enerji değişkenine doğru tek yönlü nedensellik olduğu görülmektedir.

5. Sonuç

Küreselleşmeyle birlikte ekonomide yaşanan gelişmeler sosyal faktörleri de etkilemiştir. Sanayileşme ülkeler açısından kalkınmanın önemli bir faktörü olarak görülmüştür. Ancak ülkeler gerçekleştirdikleri büyüme oranlarını çevresel faktörleri göz ardı ederek yapmışlardır. Ekonomik gelişmelerle çevresel ilişkiler birbiriyle çatışan iki değişken olarak görülmüştür. İki değişken arasındaki bağlantı sağlık sorunlarının artmasını da tetiklemiştir. Nüfusun artış eğiliminde olması, ülkelerin ekonomik kalkınmayı gerçekleştirme çabaları sağlık ve çevresel faktörler üzerinde etkili olmaktadır. Üretim, tüketim, sürdürülür olmayan kalkınma hareketleri ve atıklarda yaşanan artışlar insan hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Çevresel riskler hastalıkların artmasına hatta ölümcül risklerin yaşanmasına neden olmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmanın ülke ekonomisine ve sosyal hayata olan katkısı giderek artmaktadır. Bu yüzden çevresel faktörlerin ve etkilerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada ele alınan değişkenlerin kapsamı, incelenen ülke ve zaman aralığının güncelliği konuyu elverişli bir hale getirmiştir. Çalışmada, çevreyi olumsuz yönde etkileyen CO₂ emisyonu ve enerji tüketiminin sosyal ve ekonomik değişkenler üzerindeki etkisi incelenmiştir. G20 ülkelerin kapsayan çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığına bakılmış ve çıkan sonuçlar doğrultusunda birim kök testi uygulanmıştır. Analize dahil olan değişkenlerin birbirini etkileme gücünü ve yönünü saptamak için nedensellik analizi yapılmıştır. Birinci modelde, CO₂ emisyonundan, sağlık harcamalarına, nüfus artışından CO₂ emisyonuna ve CO₂ emisyonundan kişi başına GSYH' ya doğru yek yönlü nedensellik saptanmıştır. İkinci modelde ise nüfustan enerji tüketimine ve kişi başına GSYH' dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu bulunmuştur.

Ekonomik büyüme gerçekleştirilirken çevresel etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Artan nüfus oranları ve sanayileşme gibi faktörler sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Enerji ihtiyaçlarının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması, sanayi alanında yeni ve çevreye duyarlı stratejilerin kullanılması, çevresel atıkların azaltılması ve enerji verimliliğinin sağlanabilmesi CO₂ emisyonunun önemli ölçüde azalmasını sağlayacaktır. Çevresel sorunlar sağlık harcamalarının da artmasına yol açmakta ve iş gücünün verimliliğinin azalmasına neden olmaktadır. Çevre üzerinde oluşturacağımız iyileşmeler ülke kalkınmasına birçok sektör üzerinde katkı sunacaktır. Üretimde verimliliğin artması, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesi ülkelerin gelecekte hem sosyal alanda hem de ekonomik alanda gelişmesine yol açacaktır.

Kaynakça

- Artan, S., Hayaloğlu, P. ve Seyhan, B. (2015). Türkiye’de Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308- 325.
- Bayramoğlu, A. T. ve Yurtkur, A. K. (2016). Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eş bütünleşme Analizi, *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Bozkurt, C. ve Okumuş, İ. (2005). Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Ticari Serbestleşme ve Nüfus Yoğunluğunun CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırımlı Eş bütünleşme Analizi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35.
- Breusch, T. ve A. Pagan. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics, *The Review of Economic Studies*, 47 (1), 239–254.
- Bruvoll, A. ve Medin, H. (2003). Factors behind the Environmental Kuznets Curve. A Decomposition of the Changes in Air Pollution, *Environmental and Resource Economics*, 24(1), 27-48.
- Canpolat, E. ve Fendoğlu, E. (2018). Hava Kirliliği ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 309-324.
- Chaabouni, S., Zghidi, N. ve Mbarek, M. B. (2016). On the Causal Dynamics Between CO2 Emissions, *Health Expenditures and Economic Growth, Sustainable Cities and Society*, 22, 184-191.
- Dumitrescu, E. I.ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-Causality in Heterogeneous Panels, *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460.
- Eberhardt, M. ve Teal, F. (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production, <https://ideas.repec.org/p/oxf/wpaper/515.html>
- Ecevit, E. ve Çetin, M. (2016). Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliğinin Sağlık Üzerindeki Etkisi: Türkiye ile İlgili Ampirik Kanıt, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (48), 83-98.
- Erden, C. ve Koyuncu, F. T. (2014). Kalkınma ve Çevresel Sağlık Riskleri: Türkiye için Ekonometrik Bir Analiz, *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 9-23.
- Gengenbach, C., Urbain, J-P. ve Westerlund, J. (2016). Error Correction Testing in Panels with Common Stochastic Trends, *Journal of Applied Econometrics*, 31 (6), 982-1004.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Ghorashi, N. ve Rad, A. A. (2017). CO2 Emissions, Health Expenditures and Economic Growth in Iran: Application of Dynamic Simultaneous Equation Models, *Journal of Community Health Research*, 6(2), 109-116.
- Gövdeli, T. (2019). Health Expenditure, Economic Growth, and CO2 Emissions: Evidence from the OECD Countries, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(31), 488-516.
- Grossmann, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper* 3914.
- Güney, A. (2018). Genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisinin Türkiye İçin Yeniden Değerlendirilmesi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(3), 745-761.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey, *Energy Policy*, 37, 1156-64.

- Karaaslan, A., Abar, H. ve Çamkaya, S. (2017). CO2 Salınımı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması: OECD Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Araştırma, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(4), 1297-1310.
- Koçak, E. (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Omri, A., Nguyen, D. K. ve Rault, C. (2014). Causal Interactions between CO2 Emissions, FDI, and Economic Growth: Evidence from Dynamic Simultaneous-Equation Models, *Economic Modelling*, 42, 382-389.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross-Section Dependence in Panels, *Cambridge Working Papers in Economics*, No: 0435.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multi Factor Error Structure, *Econometrica*, 74 (4), 967-1012.
- Pesaran, M. H., A. Ullah, ve T. Yamagata. (2008). A Bias-adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence, *Econometrics Journal*, 11, 105-127.
- Salahuddin, M., Gow, J. ve Öztürk, I. (2015). Is The Long-run Relationship between Economic Growth, Electricity Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Financial Development in Gulf Cooperation Council Countries Robust?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-326.
- Sencar, P. (2007). Türkiye'de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Edirne.
- Şahin, D. ve Durmuş, S. (2019). OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliğinin Sağlık Harcamaları Üzerine Etkisinin Analiz', *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 56(647), 185-201.
- Yandle, B., Bhattarai, M. ve Vijayaraghavan, M. (2004). Environmental Kuznets Curves: a Review of Findings, Methods, and Policy Implications. PERC Research Study 02-1 update (No. H044740). International Water Management Institute.
- Yavuz, N. Ç. (2014). CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth for Turkey: Evidence from a Cointegration Test with a Structural Break, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 9(3), 229-235.