

Avrupa Birliği Ülkelerinde Karbondioksit Emisyonu ve Çevre vergileri: Panel Veri Analizi Yaklaşımı

Onur POLAT*, Gözde EŞ POLAT**

Gönderim tarihi: 24.12.2017 Kabul tarihi: 24.04.2018

Özet

Negatif dışsallıkların içselleştirilmesi yöntemlerinden biri olan Pigoucu vergiler günümüzde sera gazı emisyonunu azaltmak amacıyla politika yapıcılar tarafından kullanılmaktadır. Daha çok Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde uygulanan bu vergiler, genel olarak çevre vergileri olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada çevre vergilerinin CO₂ emisyonunu azaltmadaki etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, CO₂ emisyonu ve çevre vergileri arasındaki uzun dönemli ilişki 25 AB ülkesi için Arellano-Bover/Blundell-Bond dinamik panel modeli, Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi ve Panel DOLS modelleriyle incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları serilerin eşbütünleşik olduklarını ve uzun dönemde CO₂ emisyonu ile çevre vergisi arasında negatif ve anlamlı ilişkiye işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevre Vergileri, CO₂ Emisyonu, Panel Veri Analizi

Carbondioxide Emission and Environmental Taxes in European Union Countries: A Panel Data Analysis Approach

Abstract

The Pigouvian taxes that are used to internalize negative externalities by policy makers in order to reduce green gas emission nowadays. These taxes are called as environmental taxes which are levied in European Union (EU) countries mostly. The efficiency of environmental taxes in reducing CO₂ emission is investigated in this study. In this regard, the long run relationship between CO₂ emission and environmental taxes is analyzed for 25 EU countries with application of Arellano-Bover/Blundell-Bond dynamic panel model, Westerlund Panel Cointegration test and Panel DOLS model. Results of the study indicate that the series are cointegrated and there exist negative and significant long-run relationship between CO₂ emission and environmental taxes.

Keywords: Environmental Taxes, CO₂ Emission, Panel Data Analysis

* Sorumlu yazar: Dr. İletişim: opolat62@yahoo.com, onurpolat@hacettepe.edu.tr Tel: +90 506 291 26 22.

** Arş. Gör., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Maliye Bölümü, gozde.es@bilecik.edu.tr

1. Giriş

20. yüzyılda sanayileşmenin hızlanması ile birlikte teknolojik gelişmeler de hız kazanmış ve bu durumun çevreye olumsuz etkileri olmuştur. Sanayileşmeyle hızlanan çevre kirliliği artan nüfusun da etkisiyle önemli boyutlara ulaşmıştır. Ozon tabakasının delinmesi ile birlikte insan sağlığını tehdit eden çevre kirliliği, özellikle bazı bölgelerde insan sağlığını olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir.

Çevre kirliliğinin ciddi boyutlara ulaşması, ülkeleri de çevre kirliliğini azaltmak için bir takım önlemler alınması konusunda biraraya getirmiştir. Bu kapsamda 1992 yılında Rio Sözleşmesi ve 2005 yılında Kyoto Protokolü yürürlüğe konulmuştur. Ancak bu sözleşmelerin başarısı küresel olarak uygulanmaları ile doğrudan bağlantılıdır. Çevre kirliliği ile mücadelede etkin sonuçlar elde edebilmek için uygulanan politikaların küresel düzeyde olması gerekmektedir. Bu politikaların küresel düzeyde olması zorunluluğu uygulamada birlik sağlanması noktasında sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle çevre kirliliği ile mücadelede ülkeler kendi politikalarını geliştirmek zorunda kalmışlardır.

Devlete yüklenen fonksiyonların değişmesi ve artmasıyla birlikte sürekli artış eğiliminde olan kamu harcamalarının finansmanı için kamu geliri yaratmak da önemli hale gelmiştir. Bu noktada hem çevre kirliliğini azaltmak hem de ek bir kamu geliri yaratmak için çevreci vergiler kullanılmaya başlanmıştır.

Hava kirliliğinin önemli bileşenlerinden olan sera gazı emisyonunun yüksek değerlere ulaşması ile birlikte ülkeler sera gazı emisyonunu düşürmek için çevre vergilerini farklı seviyelerde uygulamaya başlamıştır. Sera gazı emisyonunun küresel ısınmayı artırması ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, politika yapıcılar ve otoriteler emisyon seviyesini Kyoto Protokolü'nde belirlenen seviyelere indirmek için çevre vergilerinin kullanımını üzerinde yoğunlaşmaktadır¹.

Diğer taraftan; çevre vergileri içinde önemli bir yer tutan karbon vergileri ise CO₂ emisyonunu azaltmak için uygulanmaktadır. Bu vergiler, karbon bileşenli olan benzin, motorin, sıvı yakıtlar, doğal gaz, kömür, akaryakıt gibi maddelere farklı seviyelerde uygulanmaktadır. Karbon vergileri ilk olarak 1990'lı yılların başında Nordik ülkelerde uygulanmaya başlanmıştır. Finlandiya, bu ülkeler arasında ilk defa karbon vergisi uygulayan ülkedir. Norveç ve İsviçre karbon vergisini 1991 yılında, Danimarka ise 1992 yılında uygulamaya koymuştur.

¹ İlk taahhüt süresi ve emisyon hedefleri 1990 - 2008/2012 yıllarında Kyoto protokolü ile belirlenmiştir: AB-15, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Letonya, Lihtenştayn, Litvanya, Monako, Romanya, Slovakya, Slovenya, İsviçre (- 8%); ABD (% -7); Kanada, Macaristan, Japonya, Polonya (% -6); Hırvatistan (% -5); Yeni Zelanda, Rusya Federasyonu, Ukrayna (0); Norveç (+% 1); Avustralya (+% 8); İzlanda (+% 10) (Kyoto Protocol, 2018).

Karbon vergisi diğer ülkeler tarafından da uygulanmaktadır. Karbon vergisini uygulayan ülkeler veya eyaletler ve bu verginin uygulamaya başlandığı yıl şu şekildedir: Kosta Rika (1997), İngiltere (2001), Colorado (2007), Quebec (2007), Britanya Kolumbiyası (2008), Kaliforniya (2008), İsviçre (2008), İrlanda (2010), Japonya (2012), Meksika (2012) ve Fransa (2014). Öte yandan, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri çevre vergilerinin kapsamını daha geniş tutarak bu vergileri enerjiden, ulaşımdan ve kirlilik üzerinden almaktadır (Eurostat, 2017b).

Bu çalışmanın amacı; karbon vergilerini içeren çevre vergilerinin CO₂ emisyonunu azaltmadaki etkinliğini panel veri analizi ile incelemektir. Çalışmada öncelikle çevre vergilerinin teorik altyapısı tartışılmış ve çevre vergilerinin sera gazı emisyonunu azaltmadaki etkinliğini inceleyen literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra çalışmada kullanılan veriler ve metodolojiye yer verilmiştir. Son olarak ampirik sonuçlar elde edilmekte ve literatüre katkı amacıyla çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır.

2. Dışsallıklar ve Çevre Vergilerinin Teorik Altyapısı

Dışsallık, bireylerin ya da firmaların davranışları veya tüketim - üretimlerinin diğer bireyleri veya çevreyi olumlu ya da olumsuz olarak etkilemesi olarak tanımlanabilmektedir. Dışsallığın var olduğu durumlarda özel - sosyal fayda ve özel - sosyal maliyetlerde farklılaşma söz konusu olur. Bu farklılaşma sebebi ile oluşan fark satılan malın fiyatına yansıtılamamaktadır. Dışsallıklar bireylerin kararlarını etkileyebileceği için aşırı ya da eksik üretime neden olabildiklerinden piyasa başarısızlığı olarak adlandırılırlar.

Dışsallık kavramı ilk kez Wicksell tarafından bilimsel bir çalışma olarak sunulmuş olsa da daha sonra Marshall tarafından geliştirilmiştir. Marshall dışsallığı sadece pozitif dışsallık (dışsal fayda) olarak ele almış ve bu dışsallıklardan herkesin eşit oranda faydalandığını düşündüğünden dışsallığı piyasa başarısızlığı olarak nitelendirmemiştir (Marshall, 1890).

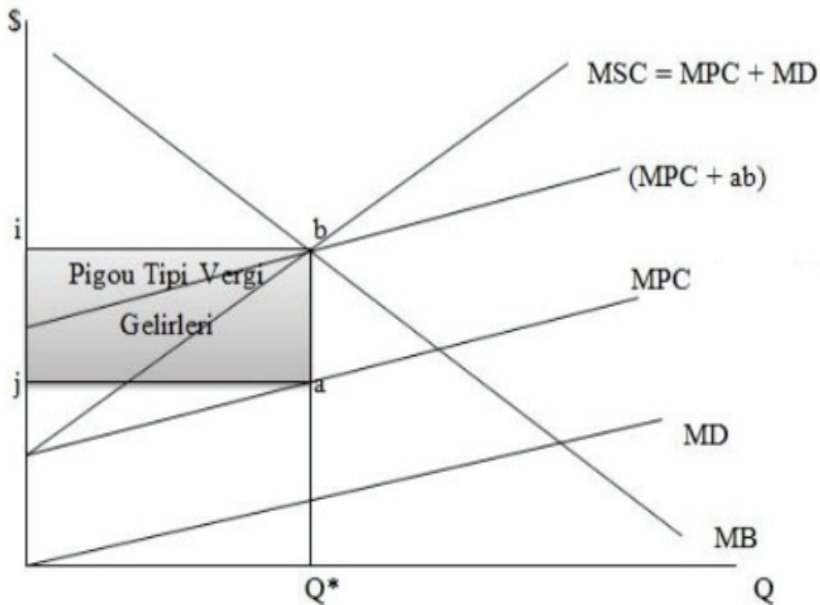
Pigou ise dışsallıkları hem pozitif hem de negatif dışsallıklar olarak ele almış ve dışsallıklardan herkesin eşit oranda faydalanmadığını düşündüğünden dışsallıkları piyasa başarısızlıklarından biri olarak kabul ederek bugün kullandığımız dışsallık kavramının temellerini atmıştır (Pigou, 1920).

Dışsallıklar, teoride bir çok ayrıma tabi tutulmakla birlikte en yaygın kullanılan ayırım pozitif - negatif dışsallık veya dışsal fayda - dışsal maliyet ayrımıdır. Pozitif dışsallık, bireylerin veya firmaların eylemlerinin diğer birimlere fayda sağlamasıdır. Pozitif dışsallıkta bu eylemlerden fayda sağlayanlar, eylemi gerçekleştirenlere herhangi bir ödemede bulunmazlar. Bu durumda marjinal sosyal fayda, marjinal özel faydadan büyük olacağından eksik

üretim söz konusu olmaktadır. Negatif dışsallıkta ise bireylerin veya firmaların eylemleri diğer birimleri zarara uğratmaktadır. Bu zarara neden olanlar, zarara uğrayanların maliyetlerini azaltmak için herhangi bir ödeme yapmazlar. Negatif dışsallıkta, marjinal sosyal maliyet marjinal özel maliyetten daha küçüktür ve bu nedenle de ekonomide aşırı üretim söz konusudur.

Dışsallığın bir piyasa başarısızlığı olarak eksik ve aşırı üretime neden olması dışsallığa neden olan faaliyetlerin çeşitli yöntemlerle teşvik edilmesi veya maliyetlerin artırılması yolu ile faaliyetin azaltılması yoluna gidilmektedir. Temelde dışsallıkların çözümünde kullanılan yöntemler kamusal çözümler² ve özel çözümler³ olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kamusal çözümlerden en çok kullanılanı ise Pigou tarafından önerilen ve literatürde *Pigoucu vergiler* olarak adlandırdığımız vergilerdir. Negatif dışsallıkları içselleştirmede kullanılan ve marjinal özel maliyet ile marjinal sosyal maliyet arasındaki fark kadar vergi konulmasını hedefleyen Pigoucu vergiler, birim başına emisyon ve / veya kirlilik üzerinden alınan spesifik esaslı vergilerdir. Bu vergilerin nasıl işlediği Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Pigoucu Vergileme



Kaynak: Rosen, 2010: 94.

² Vergiler, Sübvansiyonlar, Harçlar, Farklı Vergilendirme Rejimi, Atık Üzerinden Vergi Alma, Atık Borsalarının Kurulması, Miktar Kısıtlamaları, Mülkiyet Haklarının Düzenlenmesi, Piyasa Yaratılması, Pazarlanabilir Kirlilik İzni.

³ Hicks - Kaldor Ölçütü, Coase Yaklaşımı, Scitovsky Yaklaşımı.

Optimum üretim düzeyi olan Q^* noktasında MSC (marjinal sosyal maliyet) MPC'den (marjinal özel maliyet) daha yüksektir. Bu nedenle de Pigou $|ab|$ uzunluğu kadar vergi konularak MPC ve MSC'nin birbirine eşitlenmesini önermekte ve böylece kirliliğe neden olanın maliyetini artırarak faaliyetini azaltmasını hedeflemektedir. Kirliliğe neden olan, ürettiği her $|ib|$ için $|ab|$ kadar vergi ödeyecektir ve vergi hasılatı $JIBA$ dikdörtgeninin alanı kadar olacaktır (Rosen, 2010: 93 – 94).

Günümüzde Pigoucu vergilerin özel bir uygulama biçimi olan çevre vergileri, sera gazlarının doğaya ve insan sağlığına olan zararlı etkilerini azaltmak amacıyla otoriteler tarafından uygulanmaktadır. Çalışmanın bundan sonraki kısmında çevre vergilerinin CO₂ emisyonunu azaltmadaki etkinliği ölçülmeye çalışılacaktır.

3. Literatür Taraması

Çevresel vergiler, sera gazı emisyonunun çevresel maliyetlerini azaltmayı amaçlayan Pigoucu vergilerdir. Bu vergiler, sera gazı emisyonunun yarattığı negatif dışsallıkları ortadan kaldırmak için uygulanmaktadır.

CO₂ emisyonu küresel sera gazı emisyonunun % 76'sını oluşturduğundan⁴, araştırmacılar karbon vergilerinin küresel CO₂ emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlar veya karbon vergileriyle ilgili olarak CO₂ emisyon azaltım politikalarına odaklanmışlardır. Bu çalışmalar arasında bazıları; karbon vergilerinin CO₂ emisyonunu azatmadaki etkinliğini analiz etmiştir. Baranzini vd. (2000), karbon vergilerinin CO₂ emisyonunu azaltmada doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemiştir. Çalışmaya göre; fiyat artışları, koruma önlemleri, enerji verimli yatırımlar, yakıt ve ürün değişimi, ekonominin üretimindeki değişiklikler karbon vergilerinin doğrudan etkisini ifade etmektedir. Dolaylı etki ise, toplanan mali gelirlerin geri dönüşümünden kaynaklanmaktadır (Baranzini vd., 2000: 396).

Pizer (2002)'e göre, çevre vergilerini desteklemeyi içeren fiyat kontrol politikaları, sera gazı emisyonunu azaltmada miktar kontrol politikalarından çok daha verimlidir. Nordhaus (2006), dinamik Pigoucu vergiler olan uyumlaştırılmış karbon vergilerini (*Harmonized Carbon Taxes, HCT*) incelemiş ve sera gazı konsantrasyonlarının, alandaki vergilerin eşitlenmesi ile düşürüleceğine işaret etmiştir. Clarkson vd. (2015), Avrupa Birliği Emisyon

⁴ ABD Çevresel Koruma Ajansı'nın web sitesinde (<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>) CO₂ emisyonunun toplam sera gazı emisyonu içindeki oranı verilmektedir. Web sitesine göre sera gazı emisyon oranları şu şekildedir: Karbondioksit (76%), Metan (14%), Azot Oksit (6%) ve F-Gazları (2%). Bu nedenle çalışmanın bundan sonraki kısmında sera gazları içinde en yüksek paya sahip olan CO₂ emisyonu esas alınacaktır.

Ticaret Sistemi (AB ETS) kapsamındaki kurumsal karbon emisyonunun etkinliğini incelemiş ve karbon vergilerinin firma değeri üzerindeki etkilerini tespit etmiştir. Abrell ve Rausch (2017) Avrupa karbon piyasası için stokastik optimizasyon modelini kullanarak sera gazı emisyonunun azaltılmasında fiyat ve miktar kontrollerinin etkinliğini araştırmış; fiyat ve miktar kontrolleri birleştirilerek, maliyetlerin azaltılabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Diğer taraftan, karbon vergilerinin CO₂ emisyonu üzerindeki potansiyel etkilerini simülasyon veya ampirik modellerle inceleyen çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan bir kısmı karbon vergisinin CO₂ emisyonuna olan etkisini *Hesaplanabilir Genel Denge (HGD)* simülasyon modeliyle incelemektedir (Bruvoll ve Larsen, 2004; Liang vd., 2007; Allian vd., 2014 Elliott ve Fullerton, 2014).

Simülasyon çalışmaları arasında yer alan Bruvoll ve Larsen (2004), karbon vergisinin CO₂ emisyonunu azaltmadaki etkisini Norveç için HGD modeliyle incelemiş ve etkinin çok az olduğunu tespit etmiştir. Liang vd. (2007) aynı etkiyi Çin için HGD modeliyle araştırmış ve vergilerin ekonomiye olan negatif etkilerini tespit etmiştir. Allan vd. (2014) karbon vergilerinin CO₂ emisyonuna ve ekonomiye olan etkilerini İskoçya için HGD modeli ile araştırmış ve karbon vergilerinin emisyonu azalttığı ve ekonomik aktiviteyi olumlu olarak etkilediğini tespit etmiştir.

Bazı çalışmalar HGD modeli ile bir sektörde uygulanan karbon vergilerinin diğer sektörlere olan sızıntı etkisini incelemiştir (Elliott ve Fullerton, 2014; Fullerton vd., 2014). Elliott ve Fullerton (2014) elektrik için uygulanan karbon vergisinin diğer sektörlerdeki emisyonu azalttığını HGD modeliyle ABD için tespit etmiştir. Fullerton vd. (2014) karbon vergilerinin sızıntı artışı üzerindeki etkisini iki sektörlü HGD modeliyle araştırmış ve etkinin emisyonun elastikiyetine ve pay parametrelerine bağlı olduğunu tespit etmiştir.

Sınırlı sayıdaki çalışma da karbon veya enerji vergilerinin CO₂ emisyonuna etkilerini ampirik modellerle incelemiştir (Lin ve Lee, 2014; Jeffrey ve Perkins, 2015). Lin ve Lee (2014) karbon vergilerinin CO₂ emisyonuna olan etkilerini 18 AB ülkesi⁵ için Fark İçinde Fark (Difference-In-Difference) modeli ile incelemiştir. Çalışmanın sonuçları vergilerin kişi başına düşen CO₂ emisyonuna olan negatif etkisine işaret etmektedir. Jeffrey ve Perkins (2015) En Küçük Kareler (Ordinary Least Squares) yöntemi ile çevre vergileri ve CO₂

⁵ Karbon vergisi uygulayan 5 ülke deney (treatment) grubu olarak alınmıştır: Finlandiya, Hollanda, Norveç, Danimarka ve İsveç. Diğer ülkeler şunlardır: Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İzlanda, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, Yunanistan,

emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, toplam CO₂ emisyonu ile çevre vergileri arasındaki negatif ilişkiyi göstermektedir.

Bazı ampirik veya simülasyon çalışmaları çevre vergileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmalardan bazıları vergi oranlarının düşürülmesinin çevreye veya ekonomiye olan olumlu etkilerini bulurken (Bosquet, 2000), bazı çalışmalar çevre vergilerinin ekonomiye olumlu etkilerini tespit etmiştir (Fisher ve Van Marrewijk, 1998).

4. Veri ve Metodoloji

4.1. Veri Seti ve Ampirik Model

Bu çalışmada 1995-2014 yılları arasındaki kişi başına GSYH (\$), CO₂ emisyonu (kişi başına metrik ton), enerji tüketimi (kişi başına düşen petrol eşdeğer kg) ve çevre vergisi gelirleri 25 AB ülkesi için kullanılmaktadır⁶.

GSYH, CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi Dünya Kalkınma Göstergeleri'nden (World Development Indicators, 2017) indirilmektedir. Çevre vergisi gelirleri Avrupa Birliği İstatistik Ofisi'nden (Eurostat, 2017a) indirilmektedir⁷.

CO₂ emisyonu ve enerji vergileri arasındaki ilişki aşağıdaki modelle incelenmektedir:

$$CO2PC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1\zeta V_{it} + \alpha_2GSYHPC_{it} + \alpha_3ENPC_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada, i ülkeleri, t yılı, $CO2PC_{it}$ kişi başına düşen CO₂ emisyonu miktarını, $GSYHPC_{it}$ kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla miktarını, ζV_{it} çevre vergisi gelirlerini, $ENPC_{it}$ kişi başına düşen enerji tüketimini göstermektedir.

⁶ 25 AB ülkesi şu şekildedir: Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İngiltere, İspanya, İsveç İtalya, Macaristan, Letonya, Lüksemburg, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovak Cumhuriyeti ve Slovenya.

⁷ Eurostat'ın istatistik yönergesine göre, çevre vergileri 4 ana başlıkta uygulanmaktadır: Enerji vergileri (CO₂ vergileri dahil), ulaşım vergileri, çevre kirliliği vergileri ve özkaynak vergileri (petrol ve gaz vergileri hariç).

4.2. Metodoloji

4.2.1. Arellano-Bover/Blundell-Bond Modeli

Aşağıdaki modelin parametreleri dinamik panel modeli ile tahmin edilmektedir.

$$y_{it} = y_{it-1}\alpha + x_{it}\beta + u_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

yukarıdaki eşitlikte $i = 1, \dots, N$ ve $t = 1, \dots, T$ dir.

(2) eşitliğini 1. farkının alınması aşağıdaki denkleme verecektir.

$$\nabla y_{it} = \nabla y_{it-1}\alpha + \nabla x_{it}\beta + \nabla \varepsilon_{it} \quad (3)$$

yukarıdaki eşitlikte u_i terimi kaybolmasına rağmen, ∇y_{it-1} 'de bulunan y_{it-1} ε_{it-1} 'in fonksiyonudur. Dolayısıyla; ∇y_{it-1} ile $\nabla \varepsilon_{it}$ ilişkilidir. Arellano ve Bond (1991) Genelleştirilmiş Moment Yöntemi (*Generalized Method of Moments, GMM*) ile dinamik panel veri tahminlerini elde etmişlerdir. Arellano ve Bover (1995), Blundell ve Bond (1998), bağımlı değişkenlerin gecikmiş fark parametrelerini ek moment koşulları olarak kullanmayı önermiştir.

4.2.2. Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi

Westerlund (2007), panel veri kümesi için eş-bütünleşme modelini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

$$y_{it} = \varphi_{1i} + \varphi_{2i}t + z_{it} \quad (4)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + v_{it} \quad (5)$$

burada, $t = 1, \dots, T$ ve $i = 1, \dots, N$ endeksleri sırasıyla zaman serilerini ve kesitsel birimleri ifade etmektedir.

K boyutlu x_{it} vektörü rastgele değişme (random walk) modeli olarak kabul edilmiştir ve, y_{it} ise deterministik ($\varphi_{1i} + \varphi_{2i}t$) ve stokastik z_{it} terimlerini içermektedir. Model aşağıdaki gibidir:

$$\alpha_i(L)\nabla y_{it} = \alpha_i(y_{it-1} - \beta'_i x_{it-1}) + \gamma_i(L)'v_{it} + e_{it} \quad (6)$$

burada $\alpha_i(L) = 1 - \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} L^j$ $\gamma_i(L) = \sum_{j=0}^{p_i} \gamma_{ij} L^j$, L gecikme işlemi içinde olan K boyutlu sabit polinomlardır. (5) denkleminin (6) içinde yazılması sonucunda aşağıdaki koşullu hata düzeltme modeli elde edilmektedir.

$$\alpha_i(L) \nabla y_{it} = \delta_{1i} + \delta_{2i} t + \alpha_i (y_{it-1} - \beta_i' x_{it-1}) + \gamma_i(L)' v_{it} + e_{it} \quad (7)$$

yukarıdaki eşitlikte $\delta_{1i} = \alpha_1(i) \varphi_{2i} - \alpha_i \varphi_{1i} + \alpha_i \varphi_{2i}$ ve $\delta_{2i} = -\alpha_i \varphi_{2i}$ deterministik bileşenleri temsil etmektedir.

4.2.3. Dinamik En Küçük Kareler (*Dynamic Ordinary Least Square, DOLS*)

Pedroni (2001) grup ortalama panel DOLS tahminlerini şu şekilde tanımlamıştır: İçsel etkileri kontrol etmek için eş bütünleşme regresyon modelinde öncül ve gecikmeli farkları arttırılmaktadır. Bu durumda DOLS regresyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$s_{it} = \alpha_i + \beta_i p_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \nabla p_{it-k} + \mu_{it}^* \quad (8)$$

Yukarıdaki regresyon modelinden grup-ortalama DOLS tahmini aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\beta_{GD} = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T z_{it} z_{it}' \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T z_{it} \tilde{s}_{it} \right) \right] \quad (9)$$

5. Ampirik Sonuçlar

İlk adımda, Levin-Lin (LL) (Levin ve Lin, 1993), Maddala-Wu (MW) (Maddala ve Wu, 1999), Im Peseran Shin (IPS) (Im vd., 2003) and Hadri (Hadri, 2000) panel birim kök testleri serilere uygulanmaktadır. Panel birim kök testlerinin sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Panel Birim Kök Testleri Sonuçları

| Panel Birim Kök Testi | CO2PC | GSYİHPC | ENPC | ÇV |
|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|
| IPS | 3.6718 *** | 5.2284 *** | 2.1335 ** | -1.5238 * |
| LL | 3.7783 *** | 0.48981 | 2.6899 *** | -2.7871 *** |
| MW | 33.142 ** | 7.6894 *** | 40.405 | 72.941 ** |
| HADRI | 29.978 *** | 55.796 *** | 21.911 *** | 27.231 *** |

Not: *, ** ve *** sırasıyla 10%, 5% ve 1% anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Panel birim kök testlerinin sonuçları, kişi başına düşen CO₂ emisyonu (CO2PC), kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla miktarı (GSYHPC), kişi başına düşen enerji tüketimi (ENPC) serilerinin birim köke sahip olduklarını göstermektedir⁸. Çevre vergi gelirleri (ÇV) ise durağan olarak çıkmıştır. Dolayısıyla dinamik panel regresyon modeli aşağıdaki gibi kurulmaktadır:

$$diff(\ln(CO2PC_{it})) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ÇV}_{it} + \alpha_2 diff(\ln(GSYHPC_{it})) + \alpha_3 diff(\ln(ENPC_{it})) + u_{it} \quad (10)$$

İkinci adımda, Arellano-Bover/Blundell-Bond yöntemi ile dinamik panel regresyon modeli Tablo 2’deki gibi tahmin edilmektedir.

⁸ Bu serilerin 1. farkları alınarak panel birim kök testleri tekrarlanmış, ve serilerin tamamının I(1) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Arellano-Bover/Blundell-Bond Modeli Sonuçları

| | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------------|----------|---------------|-----------------------------|-----------|
| Arellano-Bond dynamic panel-data estimation | | Number of obs = 425 | | | | |
| Group variable: Country | | Number of groups = 25 | | | | |
| Time variable: Year | | | | | | |
| Obs per group: | | | | | | |
| min = 17 | | | | | | |
| avg = 17 | | | | | | |
| max = 17 | | | | | | |
| Number of instruments = 157 | | Wald chi2(4) = 1856.51 | | | | |
| Prob > chi2 = 0.0000 | | | | | | |
| One-step results | | | | | | |
| DLCO2PC | Coef. | Std. Err. | z | P>z | [95% Conf. Interval] | |
| DLCO2PC | | | | | | |
| L1. | -.045712 | .0218546 | -2.09 | 0.036 | -.0885463 | -.0028778 |
| ENVTAX | -.0091719 | .0066839 | -1.37 | 0.170 | -.0222721 | .0039283 |
| DLGDPPC | .0302198 | .0157657 | 1.92 | 0.055 | -.0006805 | .06112 |
| DLENUSEPC | 1.325908 | .0340629 | 38.93 | 0.000 | 1.259146 | 1.39267 |
| _cons | .0157708 | .0177634 | 0.89 | 0.375 | -.0190449 | .0505864 |
| Instruments for differenced equation | | | | | | |
| GMM-type: L(2/.)DLCO2PC | | | | | | |
| Standard: D.ENVTAX D.DLGDPPC D.DLENUSEPC | | | | | | |
| Instruments for level equation | | | | | | |
| Standard: _cons | | | | | | |

Dinamik panel regresyon modelinin sonuçları CO2 emisyonu ile çevre vergileri arasındaki negatif ilişkiye işaret etmektedir. GSYİH ve enerji tüketiminin CO2 emisyonuna olan etkileri 1%, 5% ve 10% düzeylerinde anlamlı ve pozitiftir.

Bir sonraki adımda, CO2 emisyonu ve çevre vergileri arasındaki uzun dönemdeki eş-bütünleşmeyi tespit etmek amacıyla Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi uygulanmaktadır. Test sonucu Tablo 3’de verilmektedir:

Tablo 3. Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi Sonuçları

| Results for H0: no cointegration | | | | |
|--|--------------|----------------|----------------|-----------------------|
| With 25 series and 1 covariate | | | | |
| Average AIC selected lag length: .08 | | | | |
| Average AIC selected lead length: .16 | | | | |
| Statistic | Value | Z-value | P-value | Robust P-value |
| Gt | -4.904 | -18.877 | 0.000 | 0.000 |
| Ga | -14.894 | -12.194 | 0.000 | 0.000 |
| Pt | -24.811 | -19.070 | 0.000 | 0.000 |
| Pa | -16.546 | -26.802 | 0.000 | 0.000 |

Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi'nin sonuçları, değişkenler arasındaki eş-bütünleşmenin varlığına işaret etmektedir. Sonuçlara göre, CO₂ emisyonu ve çevre vergileri arasında 1% anlamlılık düzeyinde uzun dönemde eş-bütünleşme bulunmaktadır.

Seriler arasında eş-bütünleşme tespit edildikten sonra, bir sonraki adımda bu ilişkinin sapsız katsayılarını tahmin etmek amacıyla Dinamik En Küçük Kareler (*Dynamic Ordinary Least Square, DOLS*) yöntemi kullanılmaktadır. Dinamik En Küçük Kareler analiz sonuçları Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 4. Panel DOLS Sonuçları

| DOLS Hom. Panel data Coint. | | Estimation results | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------------------------|----------|-----------------|-----------------------------|----------|
| | | Number of obs = 375 | | | | |
| Group variable: Country | | Number of groups = 25 | | | | |
| Wald chi2(3) = 4999.48 | | Obs per group: min = 19 | | | | |
| Prob > chi2 = 0.000 | | avg = 19 | | | | |
| | | max = 19 | | | | |
| | | R-squared = 0.8506 | | | | |
| | | Adj R-squared = 0.8425 | | | | |
| | Coef. | Std. Err. | z | P> z | [95% Conf. Interval] | |
| ENV TAX | -.0017156 | .0029505 | -0.58 | 0.561 | -.007498 | .004067 |
| DLGDPPC | .0248637 | .0089705 | 2.77 | 0.006 | .007281 | .042445 |
| DLENUSEPC | 1.323767 | .019613 | 67.49 | 0.000 | 1.285326 | 1.362208 |

Dinamik En Küçük Kareler analiz sonucuna göre CO₂ emisyonu ve çevre vergileri arasında negatif ve istatistiksel olarak 1% düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Uzun dönemde çevre vergi gelirlerindeki % 1'lik bir artış CO₂ emisyonunda % 0.001 lik bir azalışa neden olmaktadır.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Çevre vergileri sera gazı emisyonlarının çevreye ve insan sağlığına olan zararlı etkilerini azaltmak amacıyla ülkeler tarafından yakın geçmişten bu yana kullanılmaktadır. Bu vergilerle sera gazı emisyon miktarlarının ülkeler tarafından taahhüt edilen seviyelere indirilmesi hedeflenmektedir. Ek olarak, küresel sera gazı emisyonundaki oranı en yüksek olan ve küresel ısınmaya yol açan CO₂ emisyonunun seviyesinin düşürülmesi için çevre vergileri içinde yer alan karbon vergileri 1990'lı yıllardan itibaren ülkeler tarafından uygulanmaktadır.

Çevre vergilerinin sera gazı emisyonunu azaltmadaki etkinliği araştırmacılar tarafından simülasyon ve ampirik modellerle incelenmiştir. Negatif dışsallıkların içselleştirilmesi amacıyla uygulanan Pigou'cu bu vergilerin ekonomiye ve çevreye olan olumlu etkileri bazı çalışmalarda ifade edilmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular, OECD tarafından ifade edilen “Çevresel etkilerinin fiyata çevrilmesi ile vergiler piyasaların başarısızlığına çözüm olabilir” (OECD, 2017) ifadesini doğrulamaktadır.

Bu çalışma 25 Avrupa Birliği ülkesi ve 1995-2014 dönemi için CO₂ emisyonu ve çevre vergileri arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Arellano-Bover/Blundell-Bond, Westerlund Panel Eş-Bütünleşme Testi ve Pedroni DOLS yöntemleri ile araştırmaktadır.

Arellano-Bover/Blundell-Bond panel dinamik regresyon modelinin sonuçları CO₂ emisyonu ile çevre vergileri arasındaki negatif ilişkiye işaret etmektedir. Seriler arasındaki uzun dönemli eşbütünleşme Westerlund Panel Eş-Bütünleşme testi ile araştırılmıştır. Serilerin uzun dönemli eşbütünleşik oldukları elde edildikten sonra seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin yansız katsayıları Pedroni DOLS analizi ile incelenmiştir. DOLS analiz sonuçları çevre vergilerindeki %1'lik artışın CO₂ emisyonunu % 0.001 oranında azalttığını göstermektedir⁹.

Ekonometrik analiz sonuçları şu şekilde ifade edilebilir: i) Çevre vergileri ile CO₂ emisyonu arasında lineer ve negatif bir ilişki mevcuttur. Dolayısıyla, çevre vergilerinin artırılması CO₂ emisyon miktarını lineer olarak azaltacaktır. Bu durum, çevre vergilerinin CO₂ emisyon miktarının azaltılmasında etkin bir politika olarak kullanılabilceği görüşünü desteklemektedir. ii) Çevre vergileri ile CO₂ emisyonu arasındaki negatif-lineer ilişki uzun dönemlidir.

⁹ 0.001 değeri, CO₂ emisyonunu azaltmada düşük bir değer gibi gözükse de, CO₂ emisyon miktarları yüksek olduğundan (metrik ton) bu sonuçlar anlamlı gözükmektedir.

Çalışmanın sonuçları, çevre vergilerinin CO₂ emisyonunu azaltmada önemli bir araç olarak politika yapıcılar tarafından kullanılabilceği argümanını doğrulamaktadır. Bununla birlikte sera gazı emisyonunun çevreye ve insan sağlığına olan zararlı etkilerinin yüksek oranlarda azaltılabilmesi için çevre vergileri ile birlikte pek çok küresel politikanın eş zamanlı olarak uygulanması gerekmektedir.

Kaynakça

Abdullah, S., & Morley, B.; (2014), "*Environmental taxes and economic growth: Evidence from panel causality tests*", *Energy Economics*, 42, 27-33.

Abrell, J., & Rausch, S. (2017), "*Combining price and quantity controls under partitioned environmental regulation. Journal of Public Economics*", 145, 226-242.

Allan, G., Lecca, P., McGregor, P., & Swales, K.; (2014), "*The economic and environmental impact of a carbon tax for Scotland: a computable general equilibrium analysis*", *Ecological Economics*, 100, 40-50.

Arellano, M., & Bond, S.; (1991), "*Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations*", *The review of economic studies*, 58(2), 277-297.

Arellano, M., & Bover, O.; (1995), "*Another look at the instrumental variable estimation of error-components models*", *Journal of econometrics*, 68(1), 29-51.

Baltagi, H. B.; (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.

Baranzini, A., Goldemberg, J., & Speck, S.; (2000), "*A future for carbon taxes. Ecological economics*", 32(3), 395-412.

Baylis, K., Fullerton, D., & Karney, D. H.; (2014), "*Negative leakage*", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1(1/2), 51-73.

Blundell, R., & Bond, S.; (1998), "*Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models*", *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.

Bosquet, B.; (2000), "*Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence*", *Ecological economics*, 34(1), 19-32.

Bruvoll, A., & Larsen, B. M.; (2004), "*Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work?*", *Energy policy*, 32(4), 493-505.

Clarkson, P. M., Li, Y., Pinnuck, M., & Richardson, G. D.; (2015), "*The valuation relevance of greenhouse gas emissions under the European Union carbon emissions trading scheme*", *European Accounting Review*, 24(3), 551-580.

Elliott, J., & Fullerton, D.; (2014), "*Can a unilateral carbon tax reduce emissions elsewhere?*", *Resource and Energy Economics*, 36(1), 6-21.

Eurostat. (2017a), "Environmental Tax Revenues" http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/t2020_rt320, 12.12.2017.

Eurostat. (2017b), Environmental Taxes, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/environmental-taxes>, 12.12.2017.

- Fisher, E. O. N., & Marrewijk, C. V.; (1998), "*Pollution and economic growth*", Journal of International Trade & Economic Development, 7(1), 55-69.
- Gemechu, E. D., Butnar, I., Llop, M., & Castells, F.; (2014), "*Economic and environmental effects of CO2 taxation: an input-output analysis for Spain*", Journal of Environmental Planning and Management, 57(5), 751-768.
- Hadri, K.; (2000), "*Testing for stationarity in heterogeneous panel data*", The Econometric Journal, 3(2), 148-161.
- Hausman, J. A.; (1978), "*Specification tests in econometrics*", Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1251-1271.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y.; (2003), "*Testing for unit roots in heterogeneous panels*", Journal of econometrics, 115(1), 53-74.
- Jeffrey, C., & Perkins, J. D.; (2015), "*The association between energy taxation, participation in an emissions trading system, and the intensity of carbon dioxide emissions in the European Union*", The International Journal of Accounting, 50(4), 397-41.
- Kyoto Protocol.; (2018, 3 17). Retrieved 3 17, 2018, from United Nations Climate Change: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- Levin, A., & Lin, C. F.; (1993), *Unit root tests in panel data: new results*, University of California at San Diego, San Diego: University of California at San Diego.
- Liang, Q. M., Fan, Y., & Wei, Y. M.; (2007), "*Carbon taxation policy in China: How to protect energy-and-trade-intensive sectors?*", Journal of Policy Modeling, 29(2), 311-333.
- Lin, B., & Li, X.; (2011), "*The effect of carbon tax on per capita CO₂ emissions*", Energy policy, 39(9), 5137-5146.
- Maddala, G. S., & Wu, S.; (1999), "*A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test*", Oxford Bulletin of Economics and statistics, 61(S1), 631-652.
- Nordhaus, W. D.; (2006). "*After Kyoto: alternative mechanisms to control global warming*", American Economic Review, 96(2), 31-34.
- OECD. (2011), "*Environmental Taxation A Guide for Policy Makers*", <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/48164926.pdf> , OECD. Paris: OECD. 12.10.2017 tarihinde adresinden alındı
- Pedroni, P.; (2001), "*Purchasing power parity tests in cointegrated panels*", The review of Economics and Statistics, 83(4), 727-731.
- Pizer, W. A.; (2002), "*Combining price and quantity controls to mitigate global climate change*", Journal of public economics, 85(3), 409-434.
- Rosen, H. S.; (2010), *Public Finance*, New York: McGraw-Hill.
- Sumner, J., Bird, L., & Dobos, H.; (2011), "*Carbon taxes: a review of experience and policy design considerations*", Climate Polic, 11(2), 922-943.
- Westerlund, J.; (2007), "*Testing for error correction in panel data*", Oxford Bulletin of Economics and statistics, 69(6), 709-748.