

Araştırma Makalesi / Research Article

## KARBON EMİSYONLARININ KONTROL ALTINA ALINMASINDA ÇEVRE VERGİLERİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ETKİNLİĞİ: AB EKONOMİSİNDEN KANITLAR

Gökhan ÇOBANOĞULLARI<sup>1</sup> , Çağrı KARAKOÇ<sup>2</sup> 

### ÖZET

Günümüzde karbon emisyonları küresel bir sorun olarak ülkeler için büyük bir problem teşkil etmektedir. Bu sorunu kontrol altına almak için ülkeler, çevre vergilerini bir araç olarak kullanmaktadır. Ayrıca, üretim düzeyinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile de karbon emisyonlarını azaltma çabası içindedirler. Buradan hareketle bu çalışmada, karbon emisyonları üzerinde çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin etkisi 29 Avrupa Birliği (AB) üyesi ülke için 1995-2020 dönemi verileri sistem GMM (Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Dinamik panel analizi yöntemiyle gerçekleştirilen bu incelemede, karbon emisyonunun yıllara göre seyri, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri ile açıklanmaya çalışılmıştır. Bulgular, CO<sub>2</sub> emisyonu ile çevre vergi gelirleri arasındaki ilişkinin anlamlı ve pozitif olduğunu göstermektedir. Çevre vergi gelirlerindeki %1'lik bir artışın CO<sub>2</sub> emisyonlarını %0.077 oranında azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketiminin artırılmasının da karbon emisyonlarını azalttığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, sürdürülebilir bir çevre için devlet politikalarının çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi odaklı olması gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Emisyonu, Çevre Vergi Gelirleri, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Sistem GMM, AB Ekonomisi.

**JEL Sınıflandırması:** H23, C23, Q28

## THE EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL TAXES AND RENEWABLE ENERGY IN CONTROLLING CARBON EMISSIONS: EVIDENCE FROM THE EU ECONOMY

### ABSTRACT

Carbon emissions are a significant global issue, posing substantial problems for countries. To control this problem, countries use environmental taxes as a tool. In addition, they are trying to reduce carbon emissions by using renewable energy sources at the production level. Based on this, in this study, the effect of environmental taxes and renewable energy consumption on carbon emissions was examined using the system GMM method for 1995-2020 period data for 29 EU member countries. Employing the dynamic panel analysis method, the study aims to explain the trend of carbon emissions over the years through variables such as environmental taxes and renewable energy consumption. The findings reveal a significant positive relationship between CO<sub>2</sub> emissions and environmental tax revenues. Specifically, a

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Erciyes Üniversitesi, İİBF, Kayseri, Türkiye. gokhanc@erciyes.edu.tr.

<sup>2</sup> Arş. Gör., Erciyes Üniversitesi, İİBF, Kayseri, Türkiye. cagrikarakoc@erciyes.edu.tr.

*1% increase in environmental tax revenues results in a 0.077% decrease in CO<sub>2</sub> emissions. Furthermore, increasing renewable energy consumption also significantly reduces carbon emissions. These findings suggest that for a sustainable environment, state policies should focus on environmental taxes and renewable energy consumption.*

**Keywords:** Carbon Emission, Environmental Tax Revenues, Renewable Energy Consumption, System GMM, EU Economy.

**JEL Classification Codes:** H23, C23, Q28

## EXTENDED SUMMARY

### Research Questions & Purpose

Carbon emission is seen as an important problem within the scope of environmental problems. Countries use environmental levies as a means to mitigate these emissions. In this context, it is observed that there is a relationship between environmental taxes and CO<sub>2</sub> emissions. It is also possible to see renewable energy consumption as a solution tool in addition to environmental taxes. The role of environmental taxes and renewable energy consumption is important to reduce or control CO<sub>2</sub> emissions. Controlling the issues that will cause pollution can be possible with environmental taxes. In addition, the use of renewable energy in the production process is seen as a factor that can improve environmental quality. Therefore, controlling carbon emissions can be possible with environmental taxes and renewable energy consumption. In light of the information provided, environmental taxes and renewable energy consumption play an important role in controlling pollution levels. The objective of this research is to examine the influence of environmental taxes and the usage of renewable energy on carbon emissions in 29 member nations of the European Union between the years 1995 and 2020. The objective in this context is to determine the extent to which environmental taxes and renewable energy usage impact carbon emissions.

### Literature Review

There are various studies in the literature on the impact of environmental taxes and renewable energy consumption on carbon emissions. There is a relationship between the identified variables and carbon emissions. Researchers have conducted analyses in different periods and in various country groups. According to the findings in the literature, there appears to be a negative relationship between environmental taxes and carbon emissions. In most studies, environmental taxes have been preferred as the independent variable. Additionally, renewable energy consumption was considered as an independent variable and its effect on carbon emissions was examined. Considering the results of the studies, it is evaluated that if environmental taxes are increased, the rate of increase in the amount of carbon emissions may decrease. Among the studies reviewed, Kotnik et al. (2014), Aydın & Esen (2018), He et al., (2019), Hashmi & Alam (2019), Wolde-Rufael & Mulat-Weldemeskel (2021), Morley (2022) and Boz & Onur (2024), They identified a negative relationship between environmental taxes and carbon emissions in various periods and different country groups. These studies concluded that increasing environmental taxes reduces carbon emissions. However, in the study conducted by Zaghdoudi & Maktouf (2017), unlike other studies, a positive relationship was found between

environmental taxes and carbon emissions. Kılınç & Altıparmak (2020) determined that R&D energy expenditures reduce carbon emissions. Meireles et al. (2021) study, unlike other studies, examined transportation taxes within the scope of environmental taxes and concluded that transportation taxes also reduce carbon emissions. Yavuz & Ergen (2022) and Özkaya (2022) concluded that there is no relationship between environmental taxes and carbon emissions. In studies conducted by Bilgili et al. (2014), Çoban & Kılınç (2015), Saidi & Omri (2020), Zafar et al. (2020), Khan et al. (2022) and Jiang & Khan (2022), They found that renewable energy consumption reduces carbon emissions.

### **Methodology**

The effects of environmental taxes and renewable energy consumption on carbon emissions for 29 EU (European Union) countries are examined using the dynamic panel method. To reveal the effects of environmental taxes and renewable energy expenditures on carbon emissions, a GMM-based econometric model was used, taking into account the dynamic nature of the relationship and the panel data structure. Dynamic panel methods include difference-GMM and system GMM (two-stage) models. However, the two-stage system GMM method is more reliable and effective than the difference-GMM method, because the difference-GMM method may be asymptotically weak and the instruments used may have endogeneity problems. For this reason, it was decided to use the two-stage system GMM method of Blundell & Bond (2000), which solves the endogeneity problem of the lagged variable and provides more consistent and effective estimates.

### **Results and Conclusion**

It was determined that the relationship between the one-lag value of CO<sub>2</sub> emission and the current CO<sub>2</sub> emission was significant and positive. This shows that CO<sub>2</sub> emissions exhibit a reasonable degree of persistence. This result supports the use of the dynamic panel method. Additionally, the relationship between CO<sub>2</sub> emissions and environmental taxes was found to be negative and statistically significant. The study found that a 1% increase in environmental tax revenues reduces CO<sub>2</sub> emissions by 0.077%. This finding shows that increasing environmental tax revenues reduces carbon dioxide emissions and therefore improves environmental quality. On the other hand, the estimated coefficient on renewable energy consumption in the model is negative and significant, indicating that the increase in renewable energy consumption significantly reduces carbon dioxide emissions and improves environmental quality.

## 1. Giriş

Karbon emisyonlarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri gün geçtikçe artmaktadır. Bu durumu engellemek amacıyla, firmalar AR-GE çalışmalarına yönelik yatırımlar yaparak gaz emisyonlarını azaltma yolunda önemli adımlar atmaktadırlar. Karbon emisyonlarının kaynağı genellikle enerji sektöründe yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlardır. Enerji üretimi arttıkça karbon emisyonları da paralel olarak artış göstermektedir. Fosil yakıtların kullanımı sonucunda katı ve gaz formunda atıklar oluşmakta ve bu atıklar ciddi çevre kirliliğine neden olmaktadır (Polat & Kızılkın, 2022). Küresel çapta, zaman ilerledikçe çevresel sorunlar artmakta ve bu sorunlarla başa çıkmak için ülkeler, temiz ve sürdürülebilir bir çevre için çeşitli politikaları hayata geçirmeye çalışmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı yalnızca çevresel boyutta ele alınmamakta; ekonomik, mali, sosyal ve teknolojik sürdürülebilirlik de temiz bir çevre ile mümkün hale gelmektedir.

Emisyon etkilerinin azaltılabilmesi için sanayileşmiş ülkelerde küresel bir çaba söz konusudur. Kyoto Protokolü, küresel bir anlaşma niteliği taşımakta ve emisyon miktarlarının azaltılması için oluşturulmuş bir yapıdır. Sera gazı salınımlarının azaltılabilmesi için; çevre vergileri, karbon yakalama ve depolama, karbon ticareti ve fiyatlandırma gibi uygulamalar tercih edilmektedir. Bu uygulamalardan en çok tercih edileni çevre vergileridir. Çevre vergileri ile çevreyi korumak ve çevre sorunlarından dolayı oluşan ekonomik kayıpları en aza indirmek için seçilmiş bir araçtır (Kılınç & Altıparmak, 2020). Çevre sorunları kapsamında önemli bir sorun olarak karbon emisyonu görülmektedir. Devletler bu emisyon ile mücadele etmek için çevre vergilerini bir araç olarak kullanmaktadır. Bu kapsamda çevre vergileri ve emisyonu arasında bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Bu ilişkinin yönü ve nedenselliğinin ortaya konması, ülkeler için önem arz etmektedir. Ayrıca çevre vergilerinin yanında yenilenebilir enerji tüketimini de bir çözüm aracı olarak görmek mümkündür. emisyonunu azaltmak veya kontrol altına alabilmek adına çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin rolü önemlidir. Çünkü kirliliğe sebebiyet verecek olan hususları kontrol altına alabilmek çevre vergileri ile mümkün hale gelebilir. Ayrıca üretim sürecinde yenilenebilir enerjinin kullanılması da çevre kalitesini artırabilecek bir faktör olarak görülmektedir. Bu yüzden karbon emisyonunu kontrol altına alabilmek, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi ile mümkün hale gelebilmektedir. Verilen bilgiler ışığında kirlilik düzeylerinin kontrol altına alınmasında çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi önemli bir rol üstlenmektedir. Bununla birlikte, kirliliklere yönelik kamusal çözümler kapsamında çeşitli yöntemler uygulanabilmektedir. İlk olarak, Pigoucu vergiler bu yöntemler arasında yer almaktadır. Pigoucu vergi ile firmanın üretim seviyesini toplumsal olarak istenen seviyeye indirmek amacıyla, özel ve sosyal marjinal maliyetler arasındaki farkı ortadan kaldıracak bir vergi veya harç konabilir. Bu vergi, firmayı toplumsal olarak doğru miktarı üretmeye zorlayacak ve fiyat marjinal sosyal maliyete eşitlenecektir, böylece kaynaklar optimal bir şekilde dağılabilecektir (Özsoy & Yıldırım, 1994). Bir diğer yöntem, ürün veya atık miktarı üzerinden vergi alınmasıdır. Ürün üzerinden alınan vergi, olumsuz dışsallıklara neden olan firmanın optimal üretimi engellemesini ortadan kaldırabilir. Aynı şekilde, doğru- dan dışsallık oluşturan atık miktarı üzerinden de vergilendirme yapılabilir (Armağan, 2003). Çifte kazanç hipotezi ise, kirlilik yayılımından elde edilen vergi gelirinin ekonominin başka alanlarındaki vergilerin azaltılmasını finanse etmesi üzerine kuruludur (McKittrick, 1997). Bu yaklaşıma göre, karbondioksit emisyonu üzerinden alınan bir vergi, bu emisyonları azaltırken toplanan vergi gelirinin etkinliği bozan diğer vergilerin azaltılmasında kullanılmasıyla, çev-

resel ve ekonomik hedefler birlikte sağlanmış olur. Bu iki amacın birlikte sağlanması “çifte kazanç hipotezi” olarak adlandırılmaktadır (Manresa & Sancho, 2005). Vergi farklılaştırması ise yeni eko-vergiler getirmek yerine mevcut vergilerin çevresel amaçlara uyarlanmasını ifade eder. Bu yöntem, çevreye zararlı olanları cezalandırarak ürünlerin göreceli fiyatını değiştirir. Mevcut yakıt veya taşıt vergilerinin çevresel gereksinimlere göre uyarlanması buna örnek olarak gösterilebilir (Barde, 1994).

Diğer yandan, Avrupa Birliği ülkelerinde çevre kirliliği ile mücadele kapsamında “kirleten öder ilkesi” uygulanmaktadır. Bu çerçevede, ekonomik araçlar olarak çevre vergileri ve harçlar kullanılmaktadır. Harçlar, elde edilen bir sonuca göre ödenirken, çevre vergileri herhangi bir karşılığı olmadan doğrudan bütçe kapsamında alınmaktadır. Ayrıca, emisyon harçları, kullanım harçları, ürünler üzerinden vergiler, emisyon ticareti, sübvansiyonlar ve geri ödemeli depozito gibi uygulamalar da çevre kirliliği ile mücadelede kullanılan diğer araçlar arasında sayılabilir (Sezer & Gökmen, 2018).

Buradan hareketle, bu çalışmada, 1995-2020 dönemi kapsamında 29 Avrupa Birliği üye ülkesinde çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarına ne yönde bir katkısı olduğu veya olmadığı tahmin edilerek belirli sonuçlara ulaşılması hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde yapılandırılacaktır: Bölüm 2, ampirik literatür taramasını özetlemektedir. Bölüm 3’te veri seti ve ampirik metodoloji sunulmaktadır. 4. Bölümde ampirik sonuçların değerlendirilmesi ele alınmaktadır. Son olarak 5. Bölümde ise, araştırma sonuçlarına ve içeriğine dayanarak çalışmanın politika çıkarımları ve gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler anlatılmaktadır.

## **2. Literatür Taraması**

Çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisine ilişkin literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara ait bilgiler ve önemli bulgular Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1’de özetlendiği üzere, belirlenen değişkenler ile karbon emisyonu arasında bir ilişki mevcuttur. Araştırmacılar, farklı dönemlerde ve çeşitli ülke gruplarında analizler gerçekleştirmiştir. Literatürdeki bulgulara göre, çevre vergileri ile karbon emisyonu arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Çoğu çalışmada, çevre vergileri bağımsız değişken olarak tercih edilmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimi de bağımsız değişken olarak ele alınmıştır ve karbon emisyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, çevre vergilerinin artırılması durumunda karbon emisyonu miktarının artış hızında azalmalar olabileceği değerlendirilmektedir.

İncelenen çalışmalar arasında, Kotnik vd. (2014), Aydın & Esen (2018), He vd. (2019), Hashmi & Alam (2019), Wolde-Rufael & Mulat-Weldemeskel (2021), Morley (2022) ile Boz & Onur (2024), çeşitli dönemlerde ve farklı ülke gruplarında çevre vergileri ile karbon emisyonu arasında negatif bir ilişki tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar, çevre vergilerinin artırılmasının karbon emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Analizler genellikle AB üyesi ve OECD üyesi ülkeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, Zaghoudi & Maktouf (2017) tarafından yapılan çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak, çevre vergileri ile karbon emisyonu

arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kılınç & Altıparmak (2020), AR-GE enerji harcamalarının karbon emisyonunu azalttığını belirlemişlerdir. Meireles vd. (2021) çalışması ise, diğer çalışmalardan farklı olarak, çevre vergileri kapsamında ulaşım vergilerini incelemiş ve ulaşım vergilerinin de karbon emisyonunu azalttığı sonucuna varmıştır. Yavuz & Ergen (2022) ile Özkaya (2022) ise çevre vergileri ile karbon emisyonu arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bilgili vd. (2014), Çoban & Kılınç (2015), Saidi & Omri (2020), Zafar vd. (2020), Khan vd. (2022) ve Jiang & Khan (2022) tarafından yapılan çalışmalar da ise yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonunu azalttığı bulgusuna ulaşmışlardır.

**Tablo 1: Ampirik Literatür**

Yazar	Ülkeler	Yıllar	Yöntem	Bulgular
Kotnik vd. (2014)	AB üyesi ülke (19 Ülke)	1995-2010	Panel veri yöntemi	Çevre vergileri sera gazı emisyonu üzerinde negatif etkisi vardır.
Bilgili vd. (2014)	OECD ülke (17 Ülke)	1977-2010	Panel veri analizi	Yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında negatif ilişki vardır.
Çoban & Kılınç (2015)	Türkiye	1990-2012	Zaman serisi analizi (Granger nedensellik testi)	Kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına karbon emisyonunu negatif yönde etkilemektedir.
Zaghdoudi & Maktouf. (2017)	OECD ülke	1994-2014	Panel Smooth Threshold Regression (PSTR) model	Karbon emisyonu ile çevre vergileri arasında pozitif bir ilişki söz konusudur.
Aydın & Esen (2018)	AB Üyesi ülke (15 Ülke)	1995-2013	Dinamik panel eşik regresyon	Çevre Vergileri-karbon emisyon arasında negatif ilişki söz konusudur.
He vd. (2019)	OECD ülkeleri (35 Ülke) ve Çin Eyaleti (31 Eyalet)	1994-2016 ve 2004-2016	Panel ARDL Yöntemi	OECD ülkelerinde gerekse de Çin eyaletlerinde çevre vergilerinin kısa ve uzun dönemde emisyonlarını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Hashmi & Alam (2019)	OECD ülkeleri (29 Ülke)	1999-2014	Panel veri analizi (STIRPART Model)	Kişi başına çevre vergisi gelirindeki %1'lik artış karbon emisyonunu 0.03'lük azalışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Zafar vd. (2020)	OECD ülkeleri	1990-2015	Panel veri analizi	Yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kalitesinin artırdığını göstermektedir.
Saidi & Omri (2020)	Başlıca yenilenebilir enerji tüketimi yapan ülkeler	1990-2014	Panel veri analizi	Yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında negatif ilişki vardır.
Kılınç & Altıparmak (2020)	AB Üyeleri ülkeler ve Türkiye	2005-2014	Dinamik panel veri tahmin yöntemi	Türkiye'de, çevre vergileri ve sosyo-ekonomik hedeflere göre Ar-Ge enerji harcamaları karbon emisyonunu negatif etkilemektedir.

**Tablo 1 devam**

Jiang & Khan, (2022)	Kuşak, yol projesi ülkeleri (37 Ülke)	1995-2019	Panel veri analizi (GMM Model)	Yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit üzerindeki etkisi olumsuz yönde ve anlamlı olup çevre kalitesini yükseltmektedir.
Khan vd. (2022)	BRICS ülkeleri	1990-2019	Panel veri analizi	Yenilenebilir enerji tüketiminin artışı karbon emisyonunu azaltmaktadır.
Wolde-Rufael & Mulat-Weldemeskel, (2021)	Gelişmekte Olan Seçilmiş ülkeler (7 ülke)	1994-2015	Panel veri yöntemi	Çevresel vergiler ve politikalar, karbon emisyonlarını etkili bir şekilde azaltmaktadır.
Meireles vd. (2021)	Seçilmiş AB ülkeleri	2008-2018	Panel veri analizi	Ulaşım vergilerindeki artışın karbon emisyonlarını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Morley (2022)	AB Üyesi ülkeler (25 Ülke)	1995-2006	Dinamik panel tahminci yöntemi	Çevre vergilerinin sera gazı emisyonu üzerinde negatif etkisi olduğuna dair bulgu elde edilmiştir.
Yavuz & Ergen (2022)	G20 ülkeleri	1998-2016	Panel veri analizi	Çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerinde etkili olmadığına dair bulgu elde edilmiştir.
Özkaya (2022)	AB Üyesi ülkeler (27 Ülke)	2000-2017	Panel veri analizi	Çevre vergi gelirleri ile karbon emisyonu arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır
Boz & Onur (2024)	OECD ülkeleri (35 Ülke)	1995-2020	Panel quantile regression method	Çevre vergileri Karbon Emisyonu arasında negatif ilişki vardır.

**Kaynak:** Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Bu bulgular, çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisine dair literatürde farklı sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Genel olarak, çevre vergilerinin artırılmasının karbon emisyonlarını azaltabileceği yönünde bulgular öne çıkmakla birlikte, bazı çalışmalarda bu ilişkinin bulunmadığı veya pozitif yönde olduğu da görülmektedir.

### 3. Veri ve Ampirik Metodoloji

Bu çalışmada, 1995'ten 2020'ye kadar olan dönemi kapsayan 29 AB<sup>1</sup> (Avrupa Birliği) ülkesi için çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkileri dinamik panel yöntemi kullanılarak incelenmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait bilgiler Tablo 2'de gösterilmektedir.

1 Ülke Listesi: Almanya İtalya, Avusturya, Kıbrıs, Belçika, Letonya, Bulgaristan, Litvanya, Çekya, Lüksemburg, Danimarka, Macaristan, Estonya, Malta, Finlandiya, Norveç, Fransa, Polonya, Hırvatistan, Portekiz, Hollanda, Romanya, İrlanda, Slovak Cumhuriyeti, İspanya, Slovenya, İsveç, Yunanistan, İtalya

**Tablo 2: Değişkenlere Ait Bilgiler**

Değişkenler	Kısaltma	Birim	Tanım	Kaynak
<b>Karbon Emisyonu</b>	CO <sub>2</sub>	Kişi başına metrik ton	Karbondioksit emisyonları; katı, sıvı ve gaz yakıtların tüketimi ve gazın yakılması sırasında üretilen karbondioksiti içermektedir.	World Development Indicators
<b>Çevre Vergileri</b>	ET	GSYH (%)	Çevre vergileri; enerji vergileri, ulaştırma vergileri, kirlilik vergileri ve kaynak vergilerinin toplamında oluşmaktadır.	Eurostat
<b>Yenilenebilir Enerji Tüketimi</b>	RE	Toplam nihai enerji tüketiminin (%)	Yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir enerjinin toplam nihai enerji tüketimindeki payıdır.	World Development Indicators

Çevre vergilerinin uygulanması, ekonomik kalkınmanın erişilebilirliğini artırmak amacıyla çevre kalitesini iyileştirmeye yönelik düzenleyici süreçlerin bir parçasıdır. Üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kullanımı, karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltarak çevre kalitesinin daha da iyileşmesini sağlayabilmektedir. Bu bağlamda, CO<sub>2</sub> emisyonlarına etki eden faktörleri değerlendirmek amacıyla doğrusal modeller kullanılarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak bu çalışmada, Doğan vd. (2022) ve Hao vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalara dayanarak, denklem (1)'de gösterildiği gibi fonksiyonel bir ilişki kurulmaktadır:

$$CO_{2i,t} = f(ET, RE) \quad (1)$$

Buradan hareketle, çevre vergilerinin (ET) ve yenilenebilir enerji harcamalarının (RE) karbon emisyonları (CO<sub>2</sub>) üzerindeki etkileri ortaya koymak için, ilişkinin dinamik doğası ve panel veri yapısı dikkate alınarak GMM tabanlı ekonometrik model kullanılmıştır. Bu model Denklem 2'de sunulmaktadır:

$$\Delta CO_{2i,t} = \beta_1 \Delta CO_{2i,t-1} + \beta_2 \Delta ET_{i,t} + \beta_3 \Delta RE_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Burada  $i$  ülkeyi,  $t$  ise zamanı temsil eder; CO<sub>2</sub>, ET ve RE sırasıyla karbon emisyonlarını, çevre vergilerini ve yenilenebilir enerji tüketimini temsil eder; ve sırasıyla tahmin edici ve hata terimlerini temsil etmektedir.

Dinamik panel veri analizi yöntemi, bağımlı değişkenin bir önceki dönem değerinin, mevcut dönem bağımlı değişken üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Dinamik panel veri modelleri, gecikmeli değişkenler veya değişkenlik içeren modelleri kapsamaktadır. Bu özellik, dinamik panel modellerini statik modellerden ayıran temel faktörlerden biridir. (Günger & Yerdelen Kaygın, 2015: 155). Dinamik panel yöntemleri olarak fark GMM ve sistem GMM (iki aşamalı) modelleri bulunmaktadır. Ancak iki aşamalı sistem GMM yöntemi, fark GMM yönteminden daha güvenilir ve etkilidir, çünkü fark GMM yöntemi asimptotik olarak zayıf olabilir ve kullanılan araçların içsellik problemi bulunabilmektedir. Bu nedenle çalışmada gecikmeli değişkenin içsellik problemini çözen ve tahminlerin daha tutarlı ve etkin olan Blundell & Bond (2000)'un iki aşamalı sistem GMM yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir (Jiang & Khan, 2023). Ayrıca araç değişkenlerin doğruluğunun sınanması için Sargan testi ile Arellano & Bond (1991) tarafından geliştirilen AR (1) ve AR (2) testleri kullanılmıştır.



Arellano & Bond (1991) tarafından geliştirilen AR(1) testi için şu hipotezler önerilmektedir:

*H0 hipotezi: Birinci derece otokorelasyon yoktur.*

*H1 hipotezi: Birinci derece otokorelasyon vardır.*

Modelin hata teriminde otomatik olarak birinci derece otokorelasyon gözlenmeli ve boş hipotez %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde reddedilmelidir. Aksi durumda, araç değişkenlerin doğru tespit edilemediği anlaşılmaktadır. Diğer yandan, AR(2) testi için aşağıdaki hipotezler önerilmektedir:

*H0 hipotezi: İkinci derece otokorelasyon yoktur.*

*H1 hipotezi: İkinci derece otokorelasyon vardır.*

Modelde ikinci derecede otokorelasyonun yokluğu, %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde reddedilmemelidir. Aksi bulgular, araç değişkenlerin doğru tespit edilemediğini göstermektedir. Araç değişkenlerin geçerli olup olmadığını ortaya koyan Sargan testi için ise aşağıdaki hipotezler önerilmektedir:

*H0 hipotezi: Araç değişkenler geçerlidir. Aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerlidir.*

*H1 hipotezi: Araç değişkenler geçerli değildir. Aşırı tanımlama kısıtlamaları geçerli değildir.*

Modelde, %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde boş hipotezin reddedilmemesi beklenmektedir. Aksi durumda, modelin kurulumu için araç değişkenlerin yetersiz olduğu anlaşılır.

#### 4. Ampirik Bulgular

Bu bölümde, dinamik panel verilerini kullanarak 29 AB ülkesinde CO<sub>2</sub> emisyonları üzerinde çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin etkisi tahmin edilmektedir. Öncelikle, değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmaktadır. Ardından, tahmin sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişkenler	Gözlem sayısı	Ortalama	Std. Hata	Min.	Maks.
CO <sub>2</sub>	754	7,622	3,400	2,926	25,610
ET	754	2,677	0,678	0,810	5,300
RE	754	19,757	16,757	0,000	82,790

Tablo 3'e göre, kişi başına düşen ortalama karbon emisyonu (CO<sub>2</sub>) 7,622 metrik ton olup, bu değer minimum 2,926 ile maksimum 25,610 arasında değişmektedir. Ortalama çevre vergisi geliri %2,677 ve ortalama yenilenebilir enerji tüketimi %19,757 olarak belirlenmiştir. Çevre vergisi gelirleri %0,81 ile %5,30 arasında değişirken, yenilenebilir enerji tüketimi %0 ile %82,790 arasında değişmektedir.

**Tablo 4: Korelasyon Matrisi**

	CO <sub>2</sub>	ET	RE
CO <sub>2</sub>	1,000		
ET	0,011	1,000	
RE	-0,280*	0,005	1,000

Not: \* %1, istatistiksel anlamlılığı gösterir.

Tablo 4'te, bağımlı değişken ile çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki korelasyon matrisine yer verilmiştir. Analiz sonucunda, sadece yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonları arasındaki korelasyonun anlamlı ve negatif olduğu tespit edilmiştir. Bu iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı ise -0,280 olarak bulunmuştur.

**Tablo 5: Çevre Vergisi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyonları Sistem GMM Tahmin Sonuçları (İki Aşamalı)**

Değişkenler	Sistem GMM
CO <sub>2t-1</sub>	0,030*** (0,004)
ET	-0,077*** (0,018)
RE	-0,194*** (0,007)
Sabit	0,001 (0,005)
AR (1) [Olasılık değeri]	-2,619 [0,008]
AR (2) [Olasılık değeri]	-0,792 [0,428]
Sargan test	27,869 [1,000]
Gözlem sayısı	724
Grup sayısı	29

Not: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları göstermektedir.

Tablo 5'de çevre vergisi gelirin ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisinin analizi sunulmaktadır. GMM tahmin edicilerinin etkinliği, Sargan & Arellano-Bond (1991) otokorelasyon testlerinin geçerliliğine bağlıdır. Tablo 5'de görüldüğü üzere, modelin Sargan test spesifikasyonu, denklemde kullanılan araç değişkenlerinin geçerli olduğunu ve araçlarla ilgili herhangi bir sorun olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, Arellano & Bond (1991) otokorelasyon test sonuçlarına göre, %5 anlamlılık düzeyinde birinci dereceden otokorelasyonun (AR(1)) varlığı tespit edilmiştir. Öte yandan, AR(2) test sonuçları incelendiğinde, ikinci dereceden otokorelasyonun yokluğunun %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde reddedilmediği görülmektedir. Bu da modelde ikinci dereceden otokorelasyonun olmadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 5'e göre, CO<sub>2</sub> emisyonunun bir gecikmeli değeri ile mevcut CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkinin anlamlı ve pozitif olduğu belirlenmiştir. Bu durum, CO<sub>2</sub> emisyonunun makul bir kalıcılık derecesi sergilediğini göstermektedir. Bu sonuç, dinamik panel metodunun kul-

lanılmasını desteklemektedir. Ayrıca, CO<sub>2</sub> emisyonları ile çevre vergileri arasındaki ilişkinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, çevre vergi gelirlerindeki %1'lik bir artışın CO<sub>2</sub> emisyonlarını %0.077 oranında azalttığı bulunmuştur. Bu bulgu, çevre vergi gelirlerinin artmasının karbondioksit emisyonlarını azalttığını ve dolayısıyla çevre kalitesini artırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar, Wolde-Rufael & Mulat-Weldemeskel (2021) tarafından gelişmekte olan 7 ekonomi için elde edilen bulgularla uyumludur. Öte yandan, modelde yenilenebilir enerji tüketimine ilişkin tahmin edilen katsayının negatif ve anlamlı olması, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın karbondioksit emisyonlarını önemli ölçüde azalttığını ve çevre kalitesini iyileştirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, Zafar vd. (2020) ile Khan vd. (2022) tarafından OECD ve BRICS ülkeleri için elde edilen sonuçlarla da benzerdir.

## 5. Sonuç

Günümüzde küresel bir sorun olarak gelişimi devam eden karbon emisyonu ülkeler için bir sorun olarak görülmektedir. Ülkeler bunu kontrol altına almak adına çevre vergilerini bir araç olarak kullanabilmektedir. Ayrıca çevre vergilerinin yanında üretim düzeyinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile de kontrol altında tutmaya çalışılmaktadır. Bu iki husus kapsamında karbon emisyonu üzerinde yarattığı etkileri ortaya koymak, devletlerin çevre ile mücadelede de çözüm önerilerine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Bu sebepten ötürü ilişkinin yönünün ortaya konması literatür için bir katkı olarak görülebilir. Çalışmada karbon emisyonları ile çevre vergileri arasındaki ilişki AB üyesi olan 29 ülke özelinde incelenmiştir. Analizi yapılan ülke grubuna ait dönem 1995-2020 olarak belirlenmiştir. Karbon emisyonunun yıllara göre seyri, çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri ile açıklanmaya çalışılmıştır. 29 AB üye ülke kapsamında 1995-2020 dönemi baz alınarak seçilmiş göstergeler kapsamında dinamik panel analizi yöntemiyle model kurulmuş ve tahmin yapılmıştır.

Emisyonunun bir gecikmeli değeri ile mevcut Emisyonu arasındaki ilişki anlamlı ve pozitif olarak ortaya konmuştur. Nihai sonuç olarak baktığımızda, emisyonu ile çevre vergileri arasındaki ilişkinin negatif olduğu ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmıştır. Çevre vergi gelirlerindeki %1'lik bir artışın emisyonlarını %0.077 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çevre vergilerinin artırılması, karbon emisyonunun artışını azalttığını göstermektedir. Böylece çevresel anlamda daha kaliteli bir çevreye katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Çevre vergilerinin ve yenilenebilir enerji tüketiminin artırılması ekonomik, sosyal, sağlık vb. birçok kapsamda sürdürülebilirlik hedeflerine olumlu yansıtacağı yönünde değerlendirme yapılabilir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimine yönelik sonuçların da çevre vergileri gibi karbon emisyonunu azalttığını göstermektedir. Sonuç olarak çevre vergilerinin uygulandığı ülkelerde ve yenilenebilir enerji tüketim miktarlarının yüksek olduğu ülkelerde karbon emisyonlarının azaldığı bulgusuna ulaşılabilir. Kaliteli ve yaşanabilir bir çevre için uygulanacak devlet politikalarının odağında çevre vergileri ve yenilenebilir enerji tüketiminin olması önemli bir araç olarak görülmektedir. Bu kapsamda hükümetlerin uygulayacağı politikalara rehber olması öngörülmektedir. Kirliliğin azaltılması için önerilen kamusal çözümler arasında Pigoucu vergiler, ürün veya atık üzerinden vergi uygulamaları, çifte kazanç hipotezi çerçevesinde politika geliştirilmesi ve vergi farklılaştırmasının hayata geçirilmesi bulunmaktadır. Avrupa Birliği üye ülkeleri özelinde, kirliten öder ilkesinin yaygınlaştırılması, kirlilik seviyelerinin düşürülmesinde önemli bir politika aracı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, emisyon harçları, emisyon ticareti, sübvansiyonlar ve geri ödemeli depozito sistemleri gibi uygulamalar da kirliten öder

ilkesi doğrultusunda etkili çözümler sunabilir. Bu yöntemlerin, kirlilikle mücadelede etkin bir şekilde kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca bu konu özelinde, çevre vergilerinin alt kategorileri kapsamında (ulaşım, enerji, kirlilik vb. vergiler) sonuçlar incelenebilir. Her alt vergi türü için karbon emisyonu üzerinde etkilerin nasıl olduğu analiz edilebilir. Böylece devletlerin her vergi türü için hangisinin daha etkin olduğu noktasında karar vermelerine katkı sağlanabilecektir.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı**

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

### **Destek ve Teşekkür Beyanı**

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır. Yazarların da kendi aralarında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## **Kaynakça**

- 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.
- Armağan, R. (2015). Kamu ekonomisinde dışsallıklar ve dışsallıkların içselleştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (9).
- Aydın, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO<sub>2</sub> emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61, 2396-2420. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731>.
- Barde, J. P. (1994). Economic instruments in environmental policy: Lessons from the OECD experience and their relevance to developing economies.
- Bilgili, F., Koçak, E., & Bulut, Ü. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838-845.
- Blundell, R., & Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: An application to production functions. *Econometric Reviews*, 19(3), 321-340.
- Boz, F. Ç., & Onur, T. Ö. (2024). Çevre vergileri, karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: OECD ülkeleri üzerine bir analiz. *Sosyoekonomi*, 32(59), 325-342.
- Çoban, O. (2015). Yenilenebilir enerji tüketimi karbon ve emisyonu ilişkisi: TR örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(38), 195-208.
- Doğan, B., Chu, L. K., Ghosh, S., Truong, H. H. D., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). How environmental taxes and carbon emissions are related in the G7 economies?. *Renewable Energy*, 187, 645-656.
- Ergen, E., & Yavuz, E. (2022). Çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Seçilmiş G20 ülkeleri üzerine bir uygulama. *International Journal of Public Finance (Online)*.
- Güngör, B., & Yerdelen Kaygın, C. (2015). Dinamik panel veri analizi ile hisse senedi fiyatını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *KAÜ İİBF Dergisi*, 6(9), 149-168.
- Hao, L. N., Umar, M., Khan, Z., & Ali, W. (2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is?. *Science of the Total Environment*, 752, 141853.

- Hashmi, R., & Alam, K. (2019). Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO<sub>2</sub> emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109.
- He, P., Ning, J., Yu, Z., Xiong, H., Shen, H., & Jin, H. (2019). Can environmental tax policy really help to reduce pollutant emissions? An empirical study of a panel ARDL model based on OECD countries and China. *Sustainability*, 11(16), 4384.
- Jiang, Y., & Khan, H. (2023). The relationship between renewable energy consumption, technological innovations, and carbon dioxide emission: Evidence from two-step system GMM. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 4187-4202.
- Khan, H., Weili, L., & Khan, I. (2022). Examining the effect of information and communication technology, innovations, and renewable energy consumption on CO<sub>2</sub> emission: Evidence from BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(31), 47696-47712.
- Kılınc, E. C., & Altıparmak, H. (2020). Çevre vergilerinin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi üzerine bir uygulama. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 217-227.
- Kotnik, Ž., Maja, K. L. U. N., & Škulj, D. (2014). The effect of taxation on greenhouse gas emissions. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 10(43), 168-185.
- Manresa, A. ve Sancho, F. (2005). Implementing a double dividend: Recycling ecotaxes towards lower labour taxes. *Energy Policy*, 33(12), 1577-1585.
- McKittrick, R. (1997). Double dividend environmental taxation and canadian carbon emissions control. *Canadian Public Policy-Analyse de Politiques*, 23(4), 417-434.
- Meireles, M., Robaina, M., & Magueta, D. (2021). The effectiveness of environmental taxes in reducing CO<sub>2</sub> emissions in passenger vehicles: The case of Mediterranean countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5442.
- Morley, B. (2012). Empirical evidence on the effectiveness of environmental taxes. *Applied Economics Letters*, 19(18), 1817-1820. <https://doi.org/10.1080/13504851.2011.650324>
- Özkaya, M. H. (2022). Ekonomik büyüme ve çevre vergi gelirlerinin karbon dioksit emisyonu üzerindeki etkisi: AB ülkeleri örneği. *International Journal of Applied Economic and Finance Studies*, 7(1), 128-139.
- Özsoy, İ., & Yıldırım, U. (1994). Çevre kirliliğinin önlenmesinde ekonomik yaklaşımlar ve çözüm önerileri. *Çevre Dergisi*, 11, 39-42.
- Polat, B., & Kızılkın, Ö. (2022). Yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, 9(29), 91-104.
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental Research*, 186, 109567.
- Sezer, Ö., & Dökmen, G. (2018). Kirleten öder ilkesi çerçevesinde Türkiye’de çevre vergileri ve negatif dışsallıklar sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (57), 163-181.
- Wolde-Rufael, Y., & Mulat-Weldemeskel, E. (2021). Do environmental taxes and environmental stringency policies reduce CO<sub>2</sub> emissions? Evidence from 7 emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(18), 22392-22408.
- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Sinha, A., Sengupta, T., & Qin, Q. (2020). How renewable energy consumption contribute to environmental quality? The role of education in OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122149.
- Zaghdoudi, T., & Maktouf, S. (2017). Threshold effect in the relationship between environmental taxes and CO<sub>2</sub> emissions: A PSTR specification. *Economics Bulletin*, 37(3), 2086-2094.