

## KARBON EMİSYONUNUN SAĞLIK HARCAMALARINA ETKİSİ: GELİR GRUPLARINA GÖRE ÜLKELER İÇİN BİR ANALİZ

Nisanur KUMTEPE<sup>i</sup> 

Serkan KÜNÜ<sup>ii</sup> 

### Öz

Bu çalışma, karbon emisyonlarının farklı gelir düzeyine sahip ülkelerde kişi başına olarak hesaplanan sağlık harcamalarını ne düzeyde etkilediğini analiz etmektedir. Çalışmada 2000-2021 dönemi için oluşturulan panel veri seti kullanılmış ve sabit etkiler modeliyle analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın model kısmında bağımlı değişken olarak kişi başına sağlık harcamaları; bağımsız değişkenler ise kişi başına karbon emisyonu, kişi başına Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH) ve doğumda yaşam beklentisidir. Ampirik bulgular, karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunduğu işaret etmektedir. Bu etkinin yüksek gelirli ülkelerde daha belirgin olduğu, alt-orta gelirli ülkelerde ise daha sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca GSYİH ve yaşam beklentisi değişkenlerinin sağlık harcamaları üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Sonuç olarak, çevresel faktörler, özellikle de karbon emisyonları, hem yüksek hem de orta gelirli ülkelerde sağlık harcamalarının ilgili belirleyicileri olarak düşünülmelidir. Emisyonları azaltmayı amaçlayan politika stratejileri, çevresel faydaların yanı sıra kamu sağlık sistemleri üzerindeki baskıyı hafifleterek mali kazanımlar da sağlayabilir. Gelişmekte olan ekonomiler için kurumsal kapasitenin ve veri altyapısının güçlendirilmesi, çevresel bozulmanın ekonomik etkilerinin daha iyi değerlendirilmesi ve yönetilmesi için gerekli olabilir.

**Anahtar Sözcükler** Karbon emisyonları, sağlık harcamaları, GSYİH, yaşam beklentisi, panel veri

## THE IMPACT OF CARBON EMISSIONS ON HEALTH EXPENDITURES: AN ANALYSIS FOR COUNTRIES BY INCOME GROUPS

### Abstract

This study aims to analyze the extent to which carbon emissions affect per capita health expenditures in countries with different income levels. A panel dataset covering the period from 2000 to 2021 was utilized, and the analysis was conducted using the fixed effects model. In the model section of the study, the dependent variable is per capita health expenditures, while the independent variables are per capita carbon emissions, per capita gross domestic product (GDP), and life expectancy at birth. Empirical findings indicate that carbon emissions have a positive and statistically significant effect on health expenditures. This effect is found to be more pronounced in high-income countries, whereas it remains more limited in lower-middle-income countries. Furthermore, GDP and life expectancy are also observed to have positive and significant impacts on health expenditures. In conclusion, environmental factors, especially carbon emissions, should be considered as relevant determinants of health expenditures in both high- and middle-income countries. Policy strategies aiming at reducing emissions may yield not only environmental benefits but also fiscal gains by alleviating pressure on public healthcare systems. For developing economies, strengthening institutional capacity and data infrastructure may be essential for better assessing and managing the economic impact of environmental degradation.

**Keywords** Carbon emissions, health expenditures, GDP, life expectancy, panel data

**JEL Codes** E0, E62, E65

**Çalışmayla İlgili Bilgilendirme** Bu çalışma Nisa Nur Kumtepe'nin "Karbon Emisyonunun Sağlık Harcamalarına Etkisi: Gelir Gruplarına Göre Ülkeler İçin Bir Analiz" başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı** Çalışma, araştırma ve yayın etiğinin gerektirdiği kurallar gözetilerek hazırlanmıştır. Etik kurul onayını gerektiren bir durum içermemektedir.

**Finansal Destek ve Çıkar Beyanı** Makalenin yazarları, herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder. Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

**Yazarların Makaleye Katkıları** Makaleye yazarlar eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

<sup>i</sup> Bağımsız araştırmacı. ORCID: 0009-0009-8352-557. E-posta: [kumtepenur@gmail.com](mailto:kumtepenur@gmail.com)

<sup>ii</sup> Sorumlu yazar. İğdır Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, 76000. İğdır/TÜRKİYE. ORCID: 0000-0002-8641-5850. E-posta: [serkunu@gmail.com](mailto:serkunu@gmail.com)

Gönderim (Submission): 01.07.2025. Kabul (Acceptance): 05.08.2025.

## GİRİŞ

Son yıllarda çevresel bozulmanın ekonomik ve toplumsal sonuçları, kalkınma sürecindeki ülkeler kadar gelişmiş ekonomilerde de öncelikli gündemlerden biri haline gelmiştir. Özellikle karbon emisyonlarının neden olduğu hava kirliliği, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmekle kalmayıp, halk sağlığı üzerinde de doğrudan etkiler oluşturarak, kamu sağlık sistemleri üzerinde maliyet baskısı yaratmaktadır. Çevresel risklerin, sağlık hizmetlerine olan talebi artırmak suretiyle sağlık harcamalarını etkileyebileceği yönündeki görüşler, çevre ve sağlık ekonomisi kesişiminde yürütülen ampirik çalışmalarda giderek daha fazla yer bulmaktadır.

Sağlık harcamalarının düzeyi ve bileşimi, ülkelerin ekonomik yapısı, demografik özellikleri, kamu politikaları ve sağlık sistemlerinin kapasitesi gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Ancak son yıllarda, çevresel göstergelerin —özellikle karbon emisyonlarının— bu harcamalar üzerindeki etkileri de araştırmalara konu olmaya başlamıştır. Bu bağlamda, ülkelerin gelir düzeyleri çevresel kirlenme ve sağlık hizmetlerine erişim kapasitesi bakımından önemli farklılıklar gösterdiği için, karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin gelir gruplarına göre farklılaşabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, karbon emisyonlarının kişi başına düşen sağlık harcamaları üzerinde olan etkisini farklı gelir gruplarındaki ülkeler özelinde incelemektir. Bu çerçevede, 2000–2021 dönemini kapsayan panel veri seti kullanılarak 141 ülke analiz kapsamına alınmıştır. Ükelere ait veriler seçilirken Dünya Bankasının gelir sınıflandırmasına göre yüksek gelirlili, üst-orta ve alt-orta gelirlili olarak gruplandırma şeklinde ayrıştırılmıştır. Çalışmanın analizinde ise bağımlı değişkeni kişi başına sağlık harcamaları; bağımsız değişkenleri ise kişi başına hesaplanan karbon emisyonu, kişi başına hesaplanan gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) ve doğumda yaşam beklentisi verileri kullanılarak ifade edilmektedir.

Çalışmanın devam eden bölümünde, öncelikle konuya ilişkin teorik çerçeve ve literatür özeti sunulmakta, ardından çalışmanın yöntem ve veri setine ilişkin açıklamalar yapılmaktadır. Ekonometrik Uygulama başlığı altında tahmin sonuçları paylaşmakta ve son bölümde bulguların değerlendirilmesi ile politika önerilerine yer verilmektedir.

## KARBON EMİSYONLARI VE SAĞLIK HARCAMALARI

Karbon emisyonu, modern üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevresel bir sonucu olarak giderek artmakta ve insan sağlığı üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Özellikle fosil yakıtların yoğun kullanımı sonucu atmosferde bulunan karbondioksit ek olarak çeşitli sera gazları, çevre kirliliğinin başlıca nedenlerinden biridir. Atmosferde biriken sera gazlarının yoğunluğundaki artış, uzun dalga boylu radyasyonun geri tutulmasına neden olarak, küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliklerini tetiklemektedir (Yolasıgmaz vd., 2016). Karbon emisyonunun bu etkileri, yalnızca ekosistemleri değil, insan sağlığını da tehdit etmekte; uzun vadede ciddi ekonomik ve sosyal sonuçlar doğurmaktadır (Çadircı, 2024). Bu çerçevede, karbon emisyonları yalnızca çevresel bir sorun değil, halk sağlığını doğrudan etkileyen yapısal bir mesele olarak değerlendirilmektedir. Özellikle hava kirliliğine neden olan emisyonlar; solunum yolları hastalıkları, kalp ve damar hastalıkları, nörolojik sorunlar ve hatta kanser gibi pek çok kronik rahatsızlığı tetiklemektedir (Zencirci & Işıklı, 2017). Karbondioksit, kükürt dioksit, azot oksit ve çeşitli partikül maddeler gibi kirletici bileşenlerin solunması; bireylerin hastalık riskini artırmakta ve sağlık hizmetlerine olan talebi yükseltmektedir. Bu süreç ise doğrudan sağlık harcamalarında artışa yol açmaktadır (EPA, 2024). Sağlık harcamaları, genel olarak kamu kesimi ve özel sektörün bireylerin sağlık hizmetlerine erişim için yapılan harcamaların toplamıdır. Bu harcamalar; tedavi edici sağlık hizmetlerine ek olarak koruyucu sağlık uygulamalarını, tıbbi malzeme ve ilaç tedarikini, sağlık altyapı yatırımlarını ve personel giderlerini de kapsamaktadır (Binay, 2020). Sağlık harcamalarını etkileyen unsurlar arasında;

demografik yapı, gelir düzeyi, eğitim seviyesi, teknolojik gelişmeler ve çevresel koşullar önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle çevre kirliliğinin neden olduğu hastalıklar, bireylerin sağlık hizmeti alma ihtiyacını artırarak sistemin genel maliyet yapısını da doğrudan etkilemektedir. Karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisi, doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkiler aracılığıyla da kendini göstermektedir. Doğrudan etki, kirli havanın solunması sonucu artan hastalık yüküyle kendini gösterirken; dolaylı etki, iklim değişikliğiyle birlikte ortaya çıkan doğal afetler, vektörel hastalıklar ve gıda-güvenliği kaynaklı sağlık problemleri şeklinde gerçekleşmektedir. Bu etkiler özellikle gelir düzeyi düşük ve çevresel koşullara karşı daha kırılgan ülkelerde daha belirgin olmaktadır. Hızla artan kentleşme, plansız sanayileşme ve çevresel denetim eksiklikleri, bu ülkelerde karbon salınımını artırmakta ve dolayısıyla halk sağlığına yönelik tehditleri daha da büyütülmektedir (Kahraman, 2019).

Sonuç olarak, karbon emisyonları ile sağlık harcamalarının arasındaki ilişkinin birden fazla etkileşimi ve değişimi bulunmaktadır. Bir yandan çevresel bozulmanın doğrudan sağlık üzerinde oluşturduğu riskler, diğer yandan bu risklerin ekonomik sonuçları sağlık sistemleri üzerinde sürdürülebilirlik baskısı yaratmaktadır. Bu nedenle, çevre politikalarıyla sağlık politikaları arasındaki uyumluluğun sağlanması ve karbon salınımının kontrol altına alınması, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik için değil, aynı zamanda ekonomik anlamda yönetilebilir bir sağlık sistemi için de kritik önem taşımaktadır.

Karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasındaki etkileşime yönelik yapılan çok sayıda ampirik araştırma bulunmakla birlikte, söz konusu iki değişken arasında genellikle pozitif yönde bir ilişki olduğu açıklanmıştır. Chaabouni ve Saidi (2017), 51 ülkeyi kapsayan çalışmalarında karbon emisyonları, sağlık harcamaları ve milli gelir artışı arasında karşılıklı çift yönlü olan bir nedensellik ilişkisi tespit etmiş; bu durumun sağlık sistemi üzerinde artan çevresel baskıyı yansıttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Abdullah vd. (2016) tarafından Malezya için yürütülen çalışmada, CO<sub>2</sub> emisyonlarının sağlık harcamalarını %3,965 oranında artırdığı ve bu ilişkinin uzun vadede geçerli olduğu saptanmıştır. Mujtaba ve Ashfaq (2022) ise en yüksek karbon emisyonuna sahip 27 ülkeyi inceledikleri araştırmalarında, CO<sub>2</sub> emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde %0,29 oranında artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Atuahene vd. (2022), Çin ve Hindistan örneği üzerinden yaptıkları analizde karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde anlamlı ve doğrudan bir etkisi olduğunu tespit etmiş; bu bulgu, iki değişkenin ekonomik ve çevresel düzeyde karşılıklı etkileşim içinde olduğunu göstermiştir. Akeel (2022) tarafından Suudi Arabistan'da gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, karbon emisyonlarının sağlık harcamalarını %1,05 oranında artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç, emisyonların çevre sağlığı üzerindeki zararlı etkileri yoluyla sağlık sistemine olan yükü doğrudan artırdığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, literatürde karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi pozitif yönlü bulamayan ya da negatif yönlü etkilere işaret eden çalışmalar da mevcuttur. Polat ve Ergun (2018), Türkiye verileri üzerinden gerçekleştirdikleri analizde, CO<sub>2</sub> emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde uzun vadeli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmişlerdir. Boachie vd. (2014), Gana üzerine yapılan çalışmada karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğunu saptamışlar ve bu durumu ülkenin düşük düzeydeki sanayileşme seviyesiyle açıklamışlardır.

Benzer şekilde, Şengönül vd. (2019), ASEAN ülkelerini kapsayan analizlerinde karbon emisyonlarının ve sağlık harcamalarının nedensel olarak etkileşim içerisinde olmadığını tespit etmişlerdir. Zaidi ve Saidi (2018) ise Sahra Altı Afrika ülkelerini inceledikleri çalışmada, CO<sub>2</sub> emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde uzun vadede negatif etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Bu bulgular, karbon emisyonlarının sağlık sistemleri üzerindeki etkilerinin ülkelerin sanayileşme düzeyi, ekonomik gelişmişlik ve çevresel duyarlılığına bağlı olarak farklılaşabileceğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğine, karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin; ülkelerin ekonomik yapısı, sanayileşme düzeyi, uyguladıkları çevre politikaları ve sağlık hizmetlerine erişim kapasitesi ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelerde karbon emisyonlarının çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri daha belirgin şekilde sağlık harcamalarını artırıcı bir unsur olarak öne çıkarken; düşük sanayileşme seviyesine sahip ülkelerde bu etkinin daha sınırlı ya da negatif yönde olduğu görülmektedir. Bu çerçevede, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik politikaların yalnızca çevresel sürdürülebilirliğe değil, aynı zamanda sağlık sistemlerinde maliyetlerin azaltılmasına katkı sağlayabileceği anlaşılmaktadır.

## EKONOMETRİK UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkileri farklı gelişmişlik düzeylerindeki ülkeler bazında panel veri analizi yöntemleri kullanılarak incelenecektir.

### Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmanın kapsamı, 57 yüksek gelirli, 45 üst-orta gelirli ve 39 alt-orta gelirli ülkeden oluşmaktadır. Analizlerde, ilgili ülkeler için 2000–2021 dönemine ait eksiksiz biçimde erişilebilen veriler kullanılmıştır. Modelde bağımlı değişken olarak karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları dikkate alınmış; bağımsız değişken olarak ise kişi başına düşen sağlık harcamaları kullanılmıştır. Bunun yanında, kişi başına hesaplanan gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) ile doğumda beklenen yaşam süresi değişkenleri kontrol değişkenler olarak modele dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin tanımları ve değişkenlere ait bilgiler aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan Değişkenler - Verilerin Sağlandığı Kaynaklar

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
co <sub>2</sub>	Karbondioksit emisyonları	Dünya Bankası
health	Kişi Başına Düşen Sağlık Harcamaları	Dünya Bankası
gdp	Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla	Dünya Bankası
life	Doğumda Yaşam Beklentisi	Dünya Bankası

Analize dahil edilen modellerin denklemleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$lhealth_{it} = a_1lco2_{it} + a_2lgdp_{it} + a_3life_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Denklemden,  $i$  değişkeni birimlere;  $t$  değişkeni ise zamana,  $lhealth_{it}$ , kişi başına düşen sağlık harcamalarına;  $lco2_{it}$ , karbondioksit emisyonlarına;  $lgdp_{it}$ , kişi başına düşen GSYİH düzeyine;  $life_{it}$ , doğumda yaşam beklentisine;  $e_{it}$ , hata terimine karşılık gelmektedir.  $l$ , değişkenlerin doğal logaritmalarının alındığını göstermektedir.

### Yüksek Gelir Grubundaki Ülkeler İçin Ampirik Bulgular

Bu bölümde, yüksek gelir grubunda yer alan 57 ülkeye ait 2000–2021 dönemine ilişkin veriler kullanılarak karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Öncelikli olarak, kullanılacak panel veri modelinin belirlenmesi amacıyla klasik model ile sabit ve tesadüfi etkiler modelleri karşılaştırılmış; uygun modelin belirlenmesinde F, LM ve Hausman testlerinden elde edilen istatistiksel sonuçlar dikkate alınmıştır.

Seçilen modeller üzerinde temel varsayım testleri gerçekleştirilmiş, elde edilen test sonuçlarının bazı varsayımların geçerliliğini zayıflattığı gözlemlenmiş ve bu nedenle modeller, Driscoll-Kraay dayanıklı standart hatalar yöntemiyle tekrar tahmin edilmiştir.

**Tablo 2.** F, LM ve Hausman Testlerine Ait Bulgular

Test	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
F Testi	1432.46	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
LM Testi	52.904	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
Hausman Testi	228.12	0.000	Sabit Etkiler Modeli geçerlidir.

F ve LM testlerine ait sonuçlar incelendiği zaman, analiz kapsamında klasik modelin tercih edilebilir bir yapı sunmadığını göstermektedir. Hausman testi, tesadüfi etkiler modelinin tutarsızlığına işaret etmekte ve aynı zamanda sabit etkiler modelinin uygun olacağını göstermektedir. Bu doğrultuda, temel varsayımlardan sapmaların olup olmadığını incelemek amacıyla, her bir denkleme ilişkin olarak, sabit etkiler modeli kapsamında değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı testleri yapılarak elde edilen analiz bulguları aşağıda Tablo 3'te belirtilmiştir.

**Tablo 3.** Temel Model Varsayımlarındaki Aykırılıklar

Test	Test Adı	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
Birimlerarası Korelasyon	Pesaran	59.461	0.000	Birimler arasında korelasyon mevcuttur.
Otokorelasyon	Bhargava vd. Durbin Watson Baltagi-Wu LBI	0.38 0.60		Otokorelasyon bulunmaktadır.
Değişen Varyans (Heteroskedasite)	Wald Testi	1335.77	0.000	Değişen varyans bulunmaktadır.

Tablo 3'te sunulan temel varsayım analiz bulguları, modelin değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sorunlarının bulunduğu belirlenmiştir. Bu sapmaların giderilmesi ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi amacıyla model, Driscoll-Kraay dayanıklı standart hatalarla sabit etkiler tahmincisi kullanılarak yeniden tahmin edilmiştir. Gerçekleştirilen tahmine ait sonuçlar ise Tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Drisc/Kraay Hata	St.	Prob. Değeri
lco <sub>2</sub>	0.360***	0.071		0.000
lgdp	1.297***	0.111		0.000
lifeexp	0.144***	0.021		0.006
Sabit	-18.344***	0.243		0.000

Not: \*\*\* ifadesi, %1 önem seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4'te yer alan bulgular, modeldeki tüm değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, yüksek gelirli ülkelerde karbondioksit emisyonlarının sağlık harcamaları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, modele bağımsız değişken olarak eklenen kişi başına düşen GSYİH ve doğumda beklenen yaşam süresi değişkenlerinin de sağlık harcamaları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

### Üst-Orta Gelir Gelir Düzeyindeki Ülkeler İçin Elde Edilen Analiz Sonuçları

Üst – orta gelir grubunda bulunan 45 ülke için öncelikle klasik, sabit ve tesadüfi etkiler modellerinden uygun olanı F, LM ve Hausman testleri ile belirlenmiş ve seçilen modeller üzerinde temel varsayım testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonucunda ortaya çıkan temel varsayımlardaki sapmaları ortadan kaldırmak amacı ile modeller Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar tahmincisi ile yeniden analiz yapılarak tahmin edilmiştir. Tablo 5’te F, LM ve Hausman test sonuçları sunulmuştur.

**Tablo 5.** F, LM ve Hausman Testlerine Ait Analiz Sonuçları

Test	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
F Testi	63.09	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
LM Testi	93.309	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
Hausman Testi	158.22	0.000	Sabit Etkiler Modeli geçerlidir.

Tablo 5’e göre veriler, F ve LM testleri klasik model sonuçlarının uygun olmadığını ortaya koymuştur. Hausman testinden elde edilen sonuçları göre, tesadüfi etkiler modeli açısından tutarsız, sabit etkiler modeli açısından ise geçerli sonuçların olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, temel varsayımlardan sapmaları tespit etmek için, her model denklemi sabit etkiler modeli kapsamında değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı testleri gerçekleştirilmiştir. Bu testlere ait veriler Tablo 6’da gösterilmektedir.

**Tablo 6.** Temel Model Varsayımlarındaki Sapmalar

Test	Test Adı	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
Birimlerarası Korelasyon	Pesaran	37.478	0.004	Birimler arasında korelasyon mevcuttur.
Otokorelasyon	Bhargava vd. Durbin Watson Baltagi-Wu LBI	0.301 0.471		Otokorelasyon bulunmaktadır.
Değişen Varyans (Heteroskedasite)	Wald Testi	1983.10	0.000	Değişen varyans bulunmaktadır.

Tablo 6’da gösterilen temel varsayım testlerinden elde edilen bulgulara göre, modelde heteroskedastisite, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı sorunlarının bulunduğu belirlenmiştir. Bütün modeller için temel varsayımlardaki sapmaların belirlenmesinden sonra, bu sapmaların giderilebilmesi ve daha geçerli sonuçların tespit edilmesi amacıyla model Driscoll – Kraay Standart Hatalar Sabit Etkiler tahmincisi ile yeniden analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen tahmin sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir.

**Tablo 7.** Driscoll-Kraay Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Drisc/Kraay Hata	St.	Prob. Değeri
lco <sub>2</sub>	0.247***	0.048		0.000
lgdp	1.689***	0.109		0.000
lifeexp	0.046***	0.010		0.000
Sabit	-12.953***	1.535		0.000

Not: \*\*\* ifadesi, %1 önem seviyesinde anlamlılığı göstermektedir

Tablo 7’de gösterilen sonuçlar ışığında değişkenlerin istatistiki anlamlılık taşıdığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar üst – orta gelirli ülkelerde karbondioksit emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu göstermiştir.

Sonuçlar, modele açıklayıcı değişkenler olarak dâhil edilen kişi başına GSYİH ve doğumda yaşam beklentisi değişkenlerinin sağlık harcamalarını pozitif olarak etkilediği göstermektedir.

### Alt-Orta Gelir Grubunda Yer Alan Ülkeler İçin Analiz Sonuçları

Alt – orta gelir grubunda yer alan 39 ülke için klasik, sabit ve tesadüfi etkiler modellerinden hangisinin tercih edileceği F, LM ve Hausman testleri ile gerçekleştirilerek karar verilmiş ve seçilen modeller üzerinde temel varsayım testleri uygulanmıştır. Bu testlerin analiz verilerine göre temel varsayımlardaki sapmaları ortadan kaldırmak için modeller Driscoll Kraay Dirençli Standart Hatalar tahmincisi ile yeniden analiz yapılarak tahmin edilmiştir. Tablo 8’de F, LM ve Hausman testlerine ait analiz verileri bulunmaktadır.

**Tablo 8.** F, LM ve Hausman Testlerine Ait Analiz Bulguları

Test	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
F Testi	55.26	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
LM Testi	80.056	0.000	Birim ve/veya zaman etkileri anlamlıdır; klasik model geçersizdir.
Hausman Testi	122.50	0.000	Sabit Etkiler Modeli geçerlidir.

Tablo 8’de yer alan sonuçlara göre, F ve LM testleri değerlendirildiği zaman klasik modelin geçerliliğinin olmadığı tespit edildiği gösterilmektedir. Hausman testi analiz sonuçları değerlendirildiği zaman ise, tesadüfi etkiler modeli tutarsız olmakta, sabit etkiler modeli açısından ise bu durum geçerli sonuçlar ortaya koymaktadır.

Elde edilen bu verilere bağlı olarak, temel varsayımlardaki ihlalleri ve saptamak için, model denkelemlerinin her birine sabit etkiler modeli kapsamında değişen varyans, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonuçları Tablo 9’da gösterilmektedir.

**Tablo 9.** Temel Model Varsayımlardaki Sapmalar

Test	Test Adı	Test İstatistiği	Prob. Değeri	Sonuç
Birimlerarası Korelasyon	Pesaran	31.497	0.004	Birimlerarası korelasyon mevcuttur.
Otokorelasyon	Bhargava vd. Durbin Watson Baltagi-Wu LBI	0.30 0.49		Otokorelasyon bulunmaktadır.
Değişen Varyans (Heteroskedasite)	Wald Testi	8732.53	0.000	Değişen varyans bulunmaktadır.

Tablo 9’da sunulan testler doğrultusunda, heteroskedastisite, otokorelasyon ve yatay kesit bağımlılığı problemlerinin varlığı belirlenmiştir. Varsayım ihlallerini ortadan kaldırmak için, sabit etkiler modelleri Driscoll-Kraay düzeltmeli standart hatalarla tahmin edilmiştir. Gerçekleştirilen tahmin sonuçları Tablo 10’da gösterilmektedir.

Tablo 10’da yer alan sonuçlar doğrultusunda değişkenler istatistiksel anlamlıdır. Bu sonuçlar alt – orta gelirli ülkelerde karbondioksit emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, modele açıklayıcı değişkenler olarak dâhil edilen kişi başına GSYİH ve doğumda yaşam beklentisi değişkenlerinin sağlık harcamalarını pozitif olarak etkilediği göstermektedir.

**Tablo 10.** Driscoll-Kraay Testi Analiz Bulguları

Değişkenler	Katsayı	Drisc/Kraay Hata	St. Prob. Değeri
lco <sub>2</sub>	0.163***	0.030	0.000
lgdp	1.536***	0.136	0.000
lifeexp	0.018*	0.103	0.081
Sabit	-8.809**	1.126	0.000

Not: \*\*\* ve \*, %1 ve %10 önem seviyelerinde anlamlılığı göstermektedir.

## SONUÇ

Küresel ısınma ve çevresel bozulma, dünyanın karşı karşıya olduğu en önemli küresel sorunlar arasında yer almaktadır. Karbon emisyonları, iklim değişikliğinin temel belirleyicisi kabul edilerek sağlık sistemleri üzerinde önemli maliyet baskıları oluşturmaktadır. Sağlık harcamaları yalnızca bir ülkenin sağlık hizmetleri kapasitesine ilişkin bilgi sunmakla kalmamakta, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik politikalarının etkinliğini de yansıtan kritik bir göstere niteliği taşımaktadır. Bu çerçevede, karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisinin incelenmesi, çevresel bozulma ile halk sağlığı arasındaki etkileşimin anlaşılması açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, 2000–2021 dönemine ait veriler kullanılarak 57 yüksek, 45 üst-orta ve 39 alt-orta gelir grubuna mensup ülke kapsamında karbondioksit emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Analizde kişi başına hesaplanan sağlık harcamaları bağımlı değişken; karbondioksit emisyonları temel bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bunun yanında, kişi başına hesaplanan GSYİH ve doğumda beklenen yaşam süresi değişkenleri, açıklayıcı (kontrol) değişkenler olarak modele entegre edilmiştir. Panel veri analizi kapsamında sabit etkiler yöntemi kullanılmış; model seçimi ve tutarlılığı F, Lagrange Çarpımı (LM) ve Hausman testleri ile sınanmıştır.

Elde edilen bulgular çerçevesinde:

Yüksek gelirli ülkeler değerlendirildiğinde, karbon emisyonlarının sağlık harcamalarını katsayısal açıdan diğer gelir gruplarına kıyasla daha güçlü etkilediği tespit edilmiştir. Bu durum, gelişmiş ülkelerde çevresel bozulmayla mücadelede sağlık sistemlerine daha fazla kaynak ayrıldığına işaret edebilir.

Üst-orta gelirli ülkelerde, karbon emisyonlarının sağlık harcamalarına etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; fakat bu etki yüksek gelirli ülkelere kıyasla daha düşüktür. Bu farklılık, söz konusu ülkelerde sağlık harcamalarının büyük ölçüde ekonomik büyüme ve gelir artışı ile ilişkilendirilmesinden kaynaklanabilir. Bu nedenle, çevresel bozulmanın yol açtığı sağlık maliyetleri toplam sağlık harcamaları içerisinde daha düşük bir ağırlığa sahip olabilir. Ayrıca, çevresel risklerin halk sağlığı üzerindeki etkilerini izlemeye ve yönetmeye yönelik altyapı ve politika uygulamalarının sınırlı olması, çevresel faktörlerin sağlık harcamaları üzerindeki dolaylı etkilerini zayıflatıyor olabilir. Bu ülkelerde çevre politikalarının uygulanmasındaki kurumsal ve yapısal zorluklar, karbon emisyonlarının sağlık üzerindeki etkilerinin ölçülmesini ve bu etkilerin politika süreçlerine yansıtılmasını zorlaştırmaktadır. Öte yandan, sağlık sistemlerinin çevresel etkilerle mücadele kapasitesinin yüksek gelirli ülkelere göre daha az gelişmiş olması da bu durumu destekleyen bir başka faktör şeklinde değerlendirilebilir. Bu bağlamda, çevresel bozulma ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkinin ülkelerin kalkınma düzeyleri ve sağlık politikası önceliklerine göre farklılık gösterebileceği söylenebilir.

Alt-orta gelirli ülkelerde, karbon emisyonlarının sağlık harcamalarını çok az etkilediği görülmüştür. Bu bulgu, söz konusu ülkelerde sağlık sistemlerinin çevresel risklerle baş etme kapasitesinin düşük olması ve karbon emisyonlarının sağlık üzerindeki etkilerinin yeterince

ölçülememesinden kaynaklanıyor olabilir. Aynı zamanda, bu ülkelerde sağlık harcamalarının öncelikli olarak bulaşıcı hastalıklar gibi daha acil halk sağlığı sorunlarına yönlendirilmesi, çevresel etkilerin sağlık sistemleri üzerindeki ikincil etkilerinin göz ardı edilmesine neden olabilir.

Elde edilen sonuçlar, literatürdeki Boachie vd. (2014), Ertuğrul vd. (2016), Abdullah vd. (2016) ve Dağ & Kızılkaya (2021) gibi çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizde ülkeler yalnızca gelir düzeyine göre sınıflandırılmış; bölgesel veya coğrafi farklılıklar dikkate alınmamıştır. Asya, Afrika ve Latin Amerika gibi farklı coğrafi bölgelerde çevre politikaları ile sağlık sistemlerinin yapısı arasındaki farklılıkların, karbon emisyonlarının sağlık harcamalarına olan etkilerinde heterojen sonuçlara yol açabileceği düşünülmektedir. Gelecekteki araştırmalarda ülkelerin sadece gelir düzeylerine göre değil, bölgesel ve coğrafi özelliklerine göre de sınıflandırılması, çevresel faktörlerin sağlık harcamaları üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı ve karşılaştırmalı biçimde ortaya koyabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Abdullah, A., Bakar, N. A. A., & Hassan, S. M. N. (2016). The causal relationship between health care expenditure and carbon emissions in selected ASEAN countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(3), 378–383.
- Akeel, A. (2017). The impact of public health expenditure on environmental quality: Evidence from Saudi Arabia. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(4), 188–194.
- Atuahene, B. T., Mensah, J. T., & Aboagye, A. Q. Q. (2021). Environmental degradation and health care expenditure: What is the nexus? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 26326–26339.
- Binay, Ş. (2019). Türkiye’de çevre kirliliği ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkinin nedensellik analizi. *Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(18), 123–134.
- Boachie, M. K., Ramu, K., & Shukla, R. (2014). Healthcare expenditure and environmental quality in Ghana: A time series analysis. *MPRA Paper No. 62411*.
- Chaabouni, S., & Saidi, S. (2017). The dynamic links between carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, health spending and GDP growth. *Sustainable Cities and Society*, 38, 524–530.
- Çadırcı, T. O. (2021). Kamu sağlık harcamaları ile çevre kirliliği arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 24(1), 37–52.
- Dağ, M., & Kızılkaya, O. (2021). Karbon emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki etkisi: Panel veri analizi. *EkoPolitik: Uluslararası Ekonomi ve Politika Dergisi*, 1(1), 1–14.
- EPA. (2022). Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM). United States Environmental Protection Agency.
- Ertuğrul, H. M., Yıldırım, D. Ç., & Karakaşoğlu, N. (2016). Sağlık harcamaları ile karbon emisyonları arasındaki ilişki: Panel veri analizi. *Maliye Dergisi*, 170, 325–342.
- Kahraman, S. (2021). Çevre kirliliği ve sağlık harcamaları ilişkisi: Türkiye üzerine ampirik bir analiz. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 431–449.
- Mujtaba, A., & Ashfaq, M. (2017). Environmental degradation and health expenditures: Empirical evidence from Pakistan. *MPRA Paper No. 80752*.
- Polat, A., & Ergun, U. (2021). Karbon salınımı ile sağlık harcamaları arasındaki ilişki: Panel veri analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(1), 88–102.
- Şengönül, N., Temurçin, K., & Baloğlu, A. G. (2021). Karbon emisyonu, sağlık harcamaları ve büyüme arasındaki ilişki: Türkiye üzerine ekonometrik bir analiz. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 469–484.
- Yolasığmaz, H. A., Kütük, E. E., & Demiral, M. E. (2022). Çevresel bozulma ve sağlık harcamaları ilişkisi: Türkiye örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 135–150.
- Worldbank Data Bank, <https://data.worldbank.org/>

- Zaidi, S. A. H., & Saidi, S. (2018). Environmental degradation and health expenditures: Empirical evidence from the G7 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(33), 33472–33481.
- Zencirci, A. D., & Işıklı, E. (2022). Karbon emisyonu, çevresel kalite ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki: Seçilmiş ülke grupları üzerine bir analiz. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 409–420.