

## EN BÜYÜK PLASTİK TÜKETİCİSİ OLAN ÇİN'DE PLASTİK TÜKETİMİ, KARBON EMİSYONU VE SAĞLIK HARCAMASI İLİŞKİSİ

Tunahan DEĞİRMENCI<sup>1</sup>

### Öz

Plastik günümüzde her alanda kullanılan bir materyaldir. Plastiklerin büyük bir bölümü kullanıldıktan sonra geri dönüştürülemez. Atıklar genellikle yakılarak yok edilmektedir. Plastik atıkların bu şekilde bertarafının karbon emisyonlarını ve sağlık hizmetleri etkileyeceği konusunda çeşitli görüşler bulunmaktadır. Çin'in dünyanın en fazla plastik tüketen ülkesi olması, plastik atıkların yönetimi açısından ciddi zorluklar ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, 1990-2019 dönemi için en fazla plastik tüketicisi olan Çin'de plastik tüketimi, karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testiyle incelenmektedir. Çalışma sonuçları, plastik tüketiminden karbon emisyonlarına ve sağlık harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca bulgulara göre karbon emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu sonuçlar plastik tüketiminin sağlık harcamaları üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda politika yapıcıların plastik atık yönetimine ilişkin politikaları gözden geçirmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Plastik Atık, Karbon Emisyonu, Sağlık Harcamaları, Çevre Kirliliği, Fourier Nedensellik

**JEL Kodları:** I18, Q50, C01

## THE RELATIONSHIP BETWEEN PLASTIC CONSUMPTION, CARBON EMISSION AND HEALTH EXPENDITURE IN CHINA, THE LARGEST PLASTIC CONSUMER

### Abstract

Plastic is a material used in every field today. Most plastics cannot be recycled after use. Waste is generally destroyed by burning. There are various views on whether this disposal of plastic waste will affect carbon emissions and healthcare. The fact that China is the country that consumes the most plastic in the world poses serious challenges in terms of management of plastic waste. In this study, the relationship between plastic consumption, carbon emissions and health expenditures in China, which was the largest plastic consumer for the period 1990-2019, is examined with the Fourier Toda-Yamamoto causality test. The study results show that there is a causal relationship from plastic consumption to carbon emissions and health expenditures. Additionally, according to the findings, there is a causal relationship from carbon emissions to health expenditures. These results show that plastic consumption has direct and indirect effects on health expenditures. In this context, it is recommended that policy makers review policies regarding plastic waste management.

**Keywords:** Plastic Waste, Carbon Emissions, Health Expenditures, Environmental Pollution, Fourier Causality

**JEL Codes:** I18, Q50, C01

<sup>1</sup> Arş. Gör., Sakarya Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi, [tunahandegirmenci@sakarya.edu.tr](mailto:tunahandegirmenci@sakarya.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0002-8903-7883>

## GİRİŞ

İnsanların hayatı boyunca her an ihtiyaç duyduğu kaynak temiz havadır. Solunan havanın kirli olması halk sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Nitekim hava kirliliği halk sağlığını kısa vadede ve doğrudan etkilemektedir. Günümüzde dünya nüfusunun %90'ı kirli hava solumaktadır. Kirli hava birçok hastalığı beraberinde getirmektedir. Her yıl yaklaşık 7 milyon kişi hava kirliliğinin getirdiği hastalıklardan dolayı hayatını kaybetmektedir (WHO, 2023a; WHO, 2023b).

Günümüzde neredeyse her alandaki üretim ve tüketim faaliyetlerinde çevreyi kirleten yakıt ve teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Dahası çevre dostu yenilenebilir enerjide dahi kurulum, taşıma ve depolama süreçlerinde fosil yakıtlara ihtiyaç duyulmaktadır (Aydin, Degirmenci, Gürdal ve Yavuz, 2023; Aydin ve Degirmenci, 2023). Öte yandan enerjiye erişim her geçen gün artmaktadır (IEA, 2023). Enerji ihtiyacının ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan karşılandığı bir durumda enerjiye erişimin artması hava kirliliği üzerinde baskı oluşturacaktır. Nitekim hava kirliliği, sürdürülemez tüketim modelleri, verimsiz enerji kullanımı, ulaşım emisyonları, atık yakma faaliyetleri ve elektrik üretimi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak artış göstermektedir (WHO, 2023a). Hava kalitesi, küresel iklim ve ekosistemiyle yakından ilişkilidir. Hava kirliliğine neden olan etmenlerin çoğu (fosil yakıt kullanımı) aynı zamanda sera gazı emisyon kaynaklarıdır. Bu bağlamda hava kirliliğini azaltmaya yönelik politikalar hem iklim hem de sağlık için kazan-kazan stratejisi sunmaktadır. Doğru politikalar sayesinde hava kirliliği kaynaklı hastalık yükü azaltılabilir ve aynı zamanda iklim değişikliği kısa ve uzun vadede hafifletilebilir (WHO, 2023b).

Plastik, ucuz ve dayanıklı olması sebebiyle neredeyse her alanda kullanılmaktadır. Plastik ambalaj ise plastik kullanımında en yaygın uygulamalardan biridir. Fakat bir plastik ambalajın atığa dönüşmesi saniyeler içinde gerçekleşmektedir. Nitekim plastik ambalajlar tek kullanımlık plastiklerdir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı raporuna göre, günümüzdeki plastik üretiminin çoğunluğu tek kullanımlık plastiklerdir (Hahladakis, Velis, Weber, Iacovidou ve Purnell, 2018; Giacobelli, 2018). Plastik üretim ve tüketim faaliyetleri önemli bir hava kirliliği kaynağıdır. Plastik üretiminde kömür gibi doğal kaynaklardan yararlanılarak karbon emisyonlarını artırmaktadır. Plastik tüketimi ise hava kirliliğini çok daha fazla artırmaktadır. Kullanıldıktan sonra ortaya çıkan plastik atıklar için Şekil 1'deki uygulamalar bulunmaktadır.

## Şekil 1: Plastik atık yönetimi

### Geri Dönüşüm

- Geri dönüştürülebilir plastikler çok az sayıdadır. Ayrıca bu az sayıda plastiğin geri dönüştürülmesi karlı bir yöntem olmadığı için genellikle tercih edilmemektedir. Dünya genelinde üretilen plastiklerin yaklaşık %50'si en başından tek kullanımlık olarak üretilmektedir. Toplam plastik atıkların sadece %9'u geri dönüştürülmektedir (UNEP, 2023; OECD, 2022b).

### Atık Yakma

- Bu yöntem düşük maliyet ve yüksek karlılık getirmektedir. Şöyle ki ülkeler kendi arasında atık plastik atık ticareti yapmaktadır. Bazı ülkeler plastik atıklarını para karşılığında diğer ülkelere satmaktadırlar. Plastik atıkları alan ülkeler ise bu atıkları yakarak yok etmektedir. Bunun sonucunda havaya zararlı gazlar ve mikroplastikler yayılmaktadır.

### Depolama

- Bu yöntemde ulaşılabilen plastikler çöp depolama alanlarında toplanır. Bu alanlar doğru seçilip yönetilmezse plastik atıkların bazıları doğaya terk edilmiş hale gelir. Depolama alanlarında bulunan plastik atıkların biyoçözünür olanları doğaya gömülür. Geriye kalan büyük miktarda plastik atık yakılır. Depolanan plastiklerin küçük bir kısmı ise gayri resmi olarak geri dönüştürülebilmektedir.

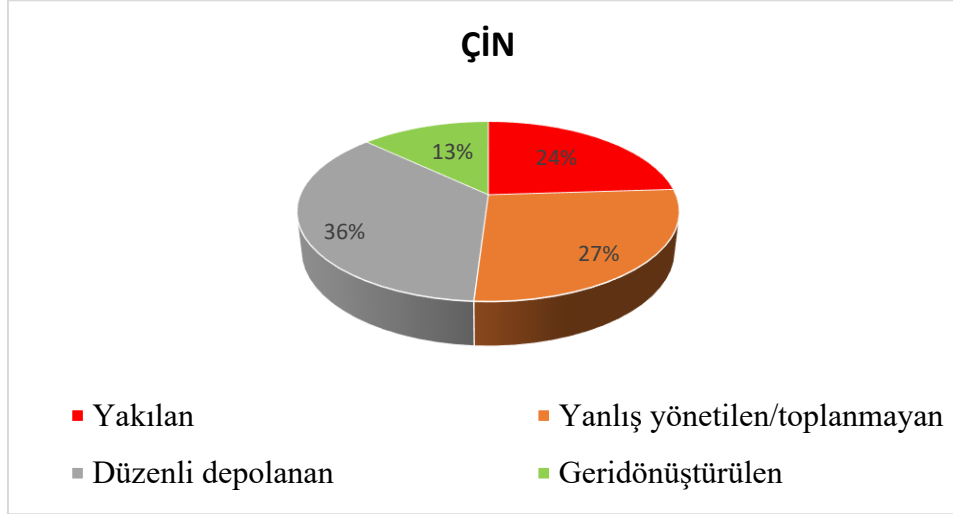
### Kötü yönetilen & toplanmayan atıklar

- Kullanılan plastiklerin önemli bir kısmı toplanmamaktadır. Bu atıkların bazıları okyanuslara, denizlere atılmaktadır. Bazıları ise gayriresmi olarak gömülmekte veya yakılmaktadır. Günümüzde her yıl 1 milyon deniz canlısı plastik atıklar sebebiyle ölmektedir. Ayrıca toprağa ve denize karışan plastikler nedeniyle bir insan ömrü boyunca yaklaşık 18 kg plastik yemektedir (FFI, 2023).

Plastik üretimi ve tüketimine bağlı olarak 2060 yılında plastik atığın yaklaşık üç kat artması beklenmektedir. Plastik atıkların yaklaşık yüzde 50'sine yakını düzenli depolama alanlarında toplanabilmektedir. Toplanan plastiklerin yüzde 80'inden fazlasının geri dönüştürülmesi mümkün değildir (OECD, 2022a). Geri dönüştürülmeyen atıklar çoğunlukla yakılarak yok edilmektedir (Idumah ve Nwuzor, 2019). Ayrıca plastiklerin birçoğu daha toplama alanına gelmeden okyanuslara atılmakta veya gayri resmî olarak yakılmaktadır. Plastik atıkların yanması sonucu mikroplastikler havaya karışır. Havaya karışan mikroplastikler ve karbon emisyonları sebebiyle milyonlarca insan solunum yolu rahatsızlığı çekmektedir. Hava kirliliğinin sebep olduğu rahatsızlıkların artması hastane yatış oranlarını artırmaktadır (Slama vd., 2019; EPA, 2023). Dolayısıyla hava kirliliği sağlık hizmetleri üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır.

Çin dünyanın en fazla plastik tüketen ülkesidir. Çin tek başına tüm Avrupa ülkelerinin plastik tüketiminden daha fazlasını tüketmektedir. Öte yandan Çin plastik tüketimi sonrası oluşan atığın büyük bir bölümünü yakarak yok etmektedir. Şekil 2’de Çin’in plastik atık yönetimi sunulmaktadır.

**Şekil 2:** Çin’de plastik atık yönetimi



**Kaynak:** OECD, 2022b

Şekil 2’de görüldüğü üzere Çin’de toplam plastik atıkların sadece %13’ü geri dönüştürülmektedir. Plastik atıkların %24’ü yakılmaktadır. Öte yandan depolanan atıklardan biyoçözünür olanlar gömülmektedir. Gömülen plastikler biyokütle enerjisi üretmek amacıyla kullanılabilir. Fakat bu yönüyle hava kirliliğine sebep olmaktadır. Kısa vadede biyokütle enerjisi hava kirliliğine sebep olsa da uzun vadede ekolojik kaliteyi artırdığı için faydalı bir uygulama olarak görülmektedir. Biyokütle enerjisini plastik atıklar özelinde değerlendirmek gerekirse doğaya hem uzun hem kısa vadede fayda sağlayabileceği söylenebilir. Nitekim plastik atıklar biyokütle enerjisi elde edilmeden doğada gömülü olarak bırakılırsa, yer altı sularını, denizleri, okyanusları ve bu alanlardaki canlı hayatını tehdit edecektir. Depolanan plastik atıkların geriye kalan büyük bir kısmı ise yakılmakta veya ihraç edilmektedir. Yanlış yönetilen/toplanmayan atıklar ise gayriresmi olarak okyanusa, denizlere, nehirlere atılabilmektedir. Bununla birlikte bu atıkların bir kısmı yine gayriresmi olarak yakılmaktadır.

Çin’de plastik tüketiminin fazla olması plastik atık yönetimini zor bir hale getirmektedir. Plastik atıkların büyük bir kısmının resmi veya gayriresmi olarak yakılması hava kirliliğini artırabilir ve sağlık harcamalarını etkileyebilir. Bu çalışmada 1990-2019 dönemi için Çin’de plastik tüketimi, karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testiyle

incelenmektedir. Yazarın bildiği kadarıyla bu çalışma, en büyük plastik atığa sahip Çin için bu konudaki ilk çalışmadır. Çalışmanın bu yönüyle literatürde yeni bir tartışma alanı oluşturması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümü literatür özetini içermektedir. Üçüncü bölümde veri ve ekonometrik metodoloji sunulmaktadır. Dördüncü bölümde ampirik sonuçlar beşinci ve son bölümde ise sonuç ve değerlendirme kısmı yer almaktadır.

## **PLASTİK ATIKLARLA MÜCADELEDE KAMUSAL ÇÖZÜMLER**

Plastik atıklar kamu ekonomisi açısından değerlendirildiğinde negatif bir dışsallıktır. Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde kamusal ve özel birtakım yöntemlerden faydalanılmaktadır. Kamusal çözümler arasında vergilendirme politikaları, sübvansiyonlar, emisyon ticareti ve komuta kontrol politikaları gibi araçlar bulunmaktadır. Negatif dışsallıklara yönelik vergi uygulaması iki şekildedir. Birincisi negatif dışsallığa neden olan faaliyetlerin birim üretimini dikkate alır. Birim üretim arttıkça vergiler artar. Buna literatürde pigoucu vergiler (pigouvian taxes) denilmektedir (Cornes ve Sandler, 1985). İkincisi ise birim emisyon miktarını dikkate alır. Bu vergiler günümüzde birçok ülkenin benimsemiş olduğu emisyon vergileridir. Bu vergiler birim üretimden bağımsız olarak birim emisyonu dikkate aldığı için üreticilerin Ar-Ge faaliyetlerini ve teknolojik ilerlemesini teşvik etmektedir (Parry, 1998; Yi, Wei ve Fu, 2021). Nitekim pigoucu vergilerde üreticiler teknolojilerini geliştirseler bile birim üretim dikkate alınacağı için ödeyecekleri vergi miktarı düşmez. Fakat emisyon vergilerinde birim üretim başına düşen emisyon miktarı düştükçe üreticiler daha fazla üretimde bulunarak ekonomik büyümeye katkı sağlayabilirler. Kısaca emisyon vergileri firmaya kirliliğini azaltmanın yolunu azaltma konusunda bir güdü verir. Firma, kirliliği azaltmanın maliyeti ile vergiden sağlayacağı tasarrufu kıyaslayarak kirliliği optimum azaltım miktarı kadar azaltabilir (Savaşan, 2015).

Vergiler kamu ekonomisinde sopa politikası olarak adlandırılırken sübvansiyonlar havuç politikası olarak adlandırılmaktadır. Pozitif dışsallıklara sebep olan faaliyetlerin devamlılığını sağlamak için bu faaliyetler sübvansiyon edilebilmektedir. Örneğin günümüzde yenilenebilir enerji tesislerinin kurulumunda AB ülkelerinde birçok sübvansiyon uygulamasına yer verilmektedir. Ayrıca bu faaliyetler vergilerden muaf tutulmaktadır.

Devlet, kirliliğin azaltılması için vergi ve sübvansiyonları kullanabileceği gibi kirletmeye bir sınır koyup, bu sınırdaki kirletme hakkını firmalara dağıtabilir. Kirletme haklarını elinde tutan firmalarla bunlara ihtiyacı olan firmalar arasında kirletme hakkı ticareti yapılabilir. Böylece hem kirlilik azaltılmış olur hem de firmalar maliyet etkin noktada üretimde bulunmuş olur (Savaşan, 2015). Bir ekonomideki üreticiler aynı teknolojik imkana sahip olmadığı gibi bütçeleri de farklılık göstermektedir. Örneğin, A firması bir birim

üretim için bir birim kirliliğe sebep olurken B firması bir birim üretim için iki birim kirliliğe sebep olabilmektedir. Böyle durumda her iki firmaya da çevresel vergiler uygulandığında bu firmalar pareto etkin noktada üretimde bulunamayabilirler. Bu durumu önlemek amacıyla emisyon ticareti sistemine yer verilmektedir. Her firmaya beş birimlik kirletme hakkı verildiği varsayıldığında, A firması üç birim üretimde bulunup kalan iki birimlik kirletme hakkını B firmasına satabilir. Böylece B firması daha fazla üretimde bulunabilir.

Negatif dışsallıkların içselleştirilmesinde bir diğer yöntem komuta ve kontrol politikası (command-and-control policy)dir. Bu yöntemde ilgili faaliyetler için belli bir kota koyulabildiği gibi bazı faaliyetler tamamen yasaklanabilir. Bu yöntemde belirlenen sınırlara veya yasalara uyulmadığı takdirde para cezaları uygulanmaktadır. Komuta ve kontrol politikaları özellikle ABD’de 1970 yılında Çevre Koruma Ajansı’nın kurulmasıyla yoğun bir şekilde uygulanmıştır. Aynı yıl hava kirliliğini önlemek amacıyla Temiz Hava Yasası çıkarılarak bu düzenlemeler artırılmıştır (Suter, 2008). AB ülkeleri ise 2008 yılındaki İklim Değişikliği Yasasıyla bu tür uygulamalara yoğun bir şekilde yer vermeye başlamıştır (Averchenkova, Fankhauser ve Finnegan, 2021).

Günümüzde plastik atıkların azaltılması için birçok kamusal önlem bulunmaktadır. Plastik yasağı ve vergilendirilmesi bunlardan biridir. Birçok ülke ve şehir, tek kullanımlık plastik poşetlerin ücretlendirilmesi veya yasaklanması gibi politikaları uygulamaktadır. Bu, tüketicilerin plastik poşet kullanımını azaltmaya teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Kılıçer, 2018). Öte yandan AB ülkeleri Paris anlaşmasının hedeflerine ulaşmak amacıyla AB yeşil anlaşmasının bir parçası olarak plastik vergilerine yer vermektedir. AB’nin plastik vergisi, hammadde ve atık tüketimini azaltarak dögüsel ekonomiye geçişi teşvik etmeyi amaçlayan Yeşil Anlaşma kapsamında önerilen çeşitli vergi reformlarından biridir (Mısır ve Arıkan, 2022). Bu kapsamda geri dönüştürülmemiş plastik ambalajların ağırlığına göre vergi alınmaktadır. Bu uygulamalar ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. İngiltere gibi bazı ülkeler plastik ambalajın ithal edilip edilmediğini, geri dönüştürülebilen plastik olup olmadığını dikkate alırken bazı ülkeler sadece tek kullanımlık kriterini dikkate almaktadır.

Plastik atıkların geri dönüşümünü teşvik etmek amacıyla İspanya, İtalya ve Fransa başta olma üzere birçok ülkede vergi muafiyeti uygulanmaktadır. Ayrıca birçok yerel yönetim ve işletme, plastik atıkların geri dönüşümünü teşvik etmek için geri dönüşüm programları başlatmaktadır. Bu programlar, plastik ambalaj atıklarının ayrı toplanması ve geri dönüşüme kazandırılması üzerine odaklanmaktadır. Almanya’da plastik atıkların geri dönüşümünü üstlenen firmalara sübvansiyon sağlanmaktadır.

Plastik atıkların azaltılması amacıyla getirilen kamusal önlemler dünya genelinde özellikle 2020’den sonra hız kazanmış olsa da uygulandığı zamandan bu yana birçok ülkede plastik atıkların ciddi miktarda azalmasını sağlamıştır.

## LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Gelişmiş ülkeler yeşil büyümeyi destekleyici yeşil inovasyona önem vererek karbon ayak izlerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Fakat bu ülkelerde hala nüfus, kentleşme ve sanayileşme gibi faktörlere bağlı olarak hava kirliliği yüksek düzeydedir. Nitekim Çin ne kadar inovatif çözümler üretse de nüfusundan dolayı hayatın her alanında kullanılan plastikler diğer ülkelere kıyasla oldukça yüksektir (Bennett vd., 2019). Plastik tüketimi sadece hava kirliliğini tehdit etmemektedir. Hava kirliliği, sürdürülebilir çevre politikalarının (Değirmenci ve Aydın, 2020; Degirmenci ve Aydın, 2023) ve sağlık hizmetlerinin yerine getirilmesi noktasında devlet bütçesi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu noktadan hareketle plastik tüketimi, hava kirliliği ve sağlık harcaması arasındaki ilişkilere dikkat çeken literatür gelişmiştir.

Hava kirliliği ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların büyük çoğunluğu sağlık harcamalarını bağımsız değişken olarak ele almıştır. Bununla birlikte çalışmaların çoğunluğunda hava kirliliği göstergesi olarak karbon emisyonu kullanılmıştır. Hava kirliliğinin sağlık harcamalarına etkisini inceleyen ampirik literatür tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1:** Hava kirliliği ve sağlık harcaması ilişkisine yönelik literatür özeti

Yazar(lar)	Ülke/Dönem	Yöntem	Sonuçlar	Nedensellik
Jerrett, Eyles, Dufournaud ve Birch (2003)	1991-1992 Kanada	Yatay kesit	HK (↑)	-
Narayan ve Narayan (2008)	1980-1999 OECD	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Yahaya, Nor, Habibullah, Ghani ve Noor (2016)	1995-2012 125 gelişmekte o. ü.	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Chaabouni, Zghidi ve Mbarek (2016)	1995-2013 51 ülke	GMM	HK (↑) BYM (↑)	HK→SH HK↔BYM BYM↔SH
Chaabouni ve Saidi (2017)	1995-2013 51 ülke	GMM	HK (↑) BYM (↑)	Ülkeye göre değişken
Khoshnevis Yazdi ve Khanalizadeh (2017)	1995-2015 MENA	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-



Zaidi ve Saidi (2018)	1990-2015 26 Sahra Altı Afrika	Panel eşbütünleşme	HK (x) BYM (↑)	-
Apergis, Gupta, Lau ve Mukherjee (2018)	1966-2019 50 ABD eyalet	Panel eşbütünleşme	HK (↑)	-
Usman, Ma, Wasif Zafar, Haseeb ve Ashraf (2019)	1994-2017 13 g. o. ülke	Panel eşbütünleşme Panel ndns.	HK (↑) BYM (↑)	HK → SH BYM → SH
Wang, Hsueh, Li ve Wu (2019)	1975-2017 18 OECD ü.	Panel ndns.	-	HK ↔ SH BYM → SH
Wang, Asghar, Zaidi ve Wang (2019)	1975-2017 Pakistan	ARDL Granger ndns.	HK (↑) BYM (↓)	HK → SH
Degirmenci ve İnal (2019)	1995-2017 23 OECD ü.	Panel veri	Eşbütünleşme var	Çevre harcaması → HK
Haseeb, Kot, Hussain ve Jermstiparsert (2019)	2009-2018 ASEAN	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Chen, Zhuo, Xu, Xu ve Gao (2019)	2005-2016 30 Çin eyalet	Kantil regresyon	HK (↑)	-
Ullah, Ali, Shah, Yasim, Rehman ve Al-Ghazali (2019)	1990-2017 Çin	2SLS 3SLS	HK (↑)	HK → SH
Blázquez-Fernández, Cantarero-Prieto ve Pascual-Sáez (2019)	1995-2014 29 OECD ü.	Panel veri	HK (↑) BYM (↑)	-
Alola ve Kirikkaleli (2019)	1990-2018 ABD	Zaman ve frekans alanı ndns.	-	HK ↔ SH
Badulescu, Simut, Badulescu ve Badulescu (2019)	2000-2014 28 AB ülkesi	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Gündüz (2020)	1970-2016 ABD	Saklı eşbütünleşme	HK (↑)	-
Shahzad, Jianqiu, Hashim, Nazam ve Wang (2020)	1995-2017 Pakistan	ARDL Granger ndns.	HK (↑) BYM (↑)	SH → HK BYM → SH
Mujtaba ve Shahzad (2021)	2002-2018 28 OECD ü.	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Degirmenci ve Yavuz (2021)	1990-2018 15 BM ülkesi	Konya panel ndns.	-	HK → SH HK → BYM BYM → SH
Yang ve Usman (2021)	1995-2018 10 ülke	Panel eşbütünleşme Panel ndns.	HK (↑) BYM (↑)	HK ↔ SH BYM ↔ SH



Mujtaba ve Ashfaq (2022)	2000-2019 27 ülke	Panel eşbütünleşme	HK (↑) BYM (↑)	-
Li, Chang, Wang ve Zhou (2022)	2000-2019 BRICS	Fourier ARDL Granger ndns.	Eşbütünleşme yok	Ülkeye göre değişken
Aydin ve Bozatli (2023)	1975-2019 Türkiye	Fourier tabanlı eşbütünleşme	HK (↑)	HK ↔ SH SH→BYM
Aydin, Degirmenci ve Yavuz (2023)	1990-2018 G7	Panel veri	Arge h. (↓) çevre kirliliği	ÇK → Arge
Künü ve Levent (2023)	2000-2019 Seçilmiş AB ü.	Panel veri	HK (↓) BYM (↑)	-
Hu, Shahzadi, Raza ve Niu (2024)	1994Q1-2021Q4 Çin	Johansen-Fisher eşbütünleşme	HK (↑)	HK ↔ SH
Zhang ve Zhang	1990-2019 AB ülkeleri	PMG-ARDL	HK (↓) BYM (↑)	HK ↔ SH

**Not:** Sağlık harcamaları, hava kirliliği ve büyümeyi temsilen sırasıyla SH, HK ve BYM kısaltmaları kullanılmıştır.

Literatürde plastik tüketimi ve hava kirliliği ilişkisini inceleyen çalışmalar ise nispeten az sayıdadır. Fakat plastik üretim ve tüketim faaliyetleri ciddi düzeyde hava kirliliğine sebep olmaktadır (Xin ve Tsuda, 2017; Vega, Gross ve Birkved, 2021; Sridharan, Kumar, Singh, Bolan ve Saha, 2021). Günümüzde plastik üretiminde fosil yakıtlardan yararlanılmaktadır. Önümüzdeki yarıyüzyılda plastik atıkların üç kat artacağı düşünüldüğünde hava kirliliğinin daha ciddi bir sorun haline geleceği söylenebilir (Fucic vd., 2018). Plastik tüketiminin yarısı tek kullanımlık plastiklerden oluşmaktadır. Tek kullanımlık plastiklerin çoğunluğu ise gıda dağıtımında kullanılmaktadır. Gıda dağıtımının artması plastik atıkları artıracığı için hava kirliliğine sebep olmaktadır (Chu, Liu ve Salvo 2021). Unfried ve Wang (2022) çalışmalarında Çin’in plastik atık ithalatı ile partikül madde (PM2.5) arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonuçları plastik atık ithalatının partikül madde yoğunluğunu ciddi ölçüde artırdığını göstermektedir. Aydin, Degirmenci, Bozatli ve Balsalobre-Lorente (2024) çalışmalarında 1995-2019 dönemi verilerini kullanarak ABD’de ekonomik karmaşıklık, plastik tüketimi, sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji ve doğal kaynakların hava kirliliğine bağlı ölümler üzerindeki etkisini A-ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre plastik tüketimi, sağlık harcamaları, doğal kaynaklar ve ekonomik karmaşıklık hava kirliliğine bağlı ölümleri artırmaktadır. Adekanmbi, Ani, Abatan, Izuka, Ninduwezuor-Ehiobu ve Obaigbena (2024), plastik kirliliğinin önemli çevre ve sağlık riskleri teşkil ettiğini, bu yüzden acil eylem planı gerektiğini savunmaktadırlar. Plastik kirliliğinin yarattığı zorlukların üstesinden gelmek için paydaşların yerel, ulusal ve küresel düzeylerde etkili çözümler uygulamaya yönelik ortak eyleme geçmesinin etkili olacağını

düşünmektedirler. Plastik tüketiminin toprak, su ve hava kirliliği üzerindeki etkilerine yönelik teorik çalışmalar bulunmakla birlikte yeterli ampirik destek sağlanamamaktadır.

Son olarak plastik üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu oluşan plastik atıkların büyük bir kısmı yakılmaktadır. Bu yüzden hava kirliliği artmakta ve toplum sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler meydana getirmektedir (WHO, 2023a). Bu noktadan hareketle plastik tüketiminin sağlık hizmetleri üzerinde baskı oluşturduğu düşünülmektedir (Slama vd., 2019; EPA, 2023). Bu yaygın görüşe rağmen literatürde plastik tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki muhtemel etkileri tartışılmış fakat yine yeterli ampirik kanıt sağlanamamıştır (Zlaugotne, Pubule, Gusca ve Kalnins, 2022; Singh, Ogunseitan ve Tang 2022). Bu çalışmada plastik tüketimi, sağlık harcamaları ve hava kirliliği ilişkileri karşılıklı olarak incelenerek literatürdeki bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır.

## VERİ, EKONOMETRİK METODOLOJİ

### Veri

Bu çalışmada 1990-2019 dönemi verileri kullanılarak plastik tüketimi, karbon emisyonu ve sağlık harcamaları arasındaki nedensellik ilişkisi en fazla plastik tüketen ülke olan Çin özelinde ele alınmaktadır. Çin en fazla plastik tüketiminin yanı sıra plastik atık ihracatı yeterli düzeyde olmadığı için aynı zamanda en fazla plastik atığa sahip ülkedir. Çin için ilgili değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Fourier Toda-Yamamoto testi ile incelenmiştir. Çalışmada yararlanılan değişkenlere ait bilgiler tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2:** Değişken açıklamaları

Değişken	Gösterge	Tür	Kaynak
Plastik Tüketimi	PT	Ton	OECD Data
Karbon Emisyonu	KE	Kişi Başına düşen ton	OECD Data
Sağlık Harcaması	SH	Sağlık harcamaları içindeki pay (%)	National Bureau of Statistics of China

Sağlık harcaması devlet harcaması, sosyal harcamalar ve aynı ödemeler veya hibeler gibi cepten yapılan harcamalar şeklinde üçe ayrılmaktadır. Bu çalışmada sağlık harcaması verisi olarak devlet sağlık harcamalarının toplam sağlık harcaması içindeki payı kullanılmıştır.

## Ekonometrik Metodoloji

### Fourier ADF Birim Kök Testi

Çalışmada öncelikle ilgili değişkenlere Fourier ADF (FADF) birim kök testi uygulanmıştır. Daha sonra Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testi ile değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. FADF birim kök testinin seçilmesinin birkaç önemli sebebi bulunmaktadır. Geleneksel birim kök testleri (Dickey-Fuller, Augmented Dickey-Fuller, Phillips ve Perron, Kwiatkowski gibi) birtakım olağanüstü sebeplerle seriler arasında meydana gelen ani değişimleri göz önünde bulundurmamaktadır. Yapısal kırılmalar olarak ifade edilen seriler arasındaki bu ani değişimler bu tür testlerin sonuçlarının sapmalı olmalarına neden olabilmektedir (Aydın, 2020).

Enders ve Lee (2012), yapısal kırılmalara uyum sağlamak için Fourier bileşenlerini içeren, Augmented Dickey-Fuller (ADF) testinin değiştirilmiş bir versiyonunu tanıtmıştır. FADF testinde kırılmaların şekli yumuşak olup, yapısal kırılmaları dikkate aldığı için ani değildir. Bu yaklaşımda Enders ve Lee (2012), aşağıdaki gibi tanımlanan deterministik bir terim kullanarak yapısal kırılmaların varlığını ele almaktadır:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (1)$$

(1) nolu eşitlikteki  $k$ , Fourier terimlerinin frekans sayısını gösterir. Öte yandan FADF testi için önerilen model aşağıdaki (2) nolu eşitlikteki gibidir:

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \delta t + \beta y_{t-1} + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^p \theta_i \Delta y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

Enders ve Lee (2012), FADF birim kök testinin gerçekleştirilmesi için iki aşamalı bir yaklaşım önermektedir. İlk aşamada modelin aralığı  $1 \leq k \leq 5$  aralığında tahmin edilir ve kalıntı kareleri toplamı en düşük olan model uygun model olarak seçilir. İkinci aşamada ise Fourier terimlerinin anlamlılığı klasik F testi aracılığıyla sınanır. Fourier terimleri anlamlı ise birim kökü ifade eden temel hipotez klasik t testiyle sınanır. Fourier terimlerinin anlamsız olması durumunda ise FADF testi kullanılmaması, bunun yerine ADF birim kök testinin uygulanması önerilmektedir.

### Fourier Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Toda ve Yamamoto (1995), kısa dönemli bilgi dinamiklerini etkili bir şekilde yakalayan Vektör Otoregresif (VAR) modelini kullanan bir nedensellik testi önermişlerdir. Bu nedensellik testi için kritik olan iki önemli parametre vardır. Birinci olarak, serilerin maksimum bütünleşme dereceleri (dmax)'dır. İkinci olarak ise, VAR modelin uygun gecikme uzunluğu (p)'dur. Bu nedensellik testinin yapılabilmesi için gecikme uzunluğu (p+dmax) olan VAR modeli tahmin edilerek nedensellik analizi uygulanır. Bu test yapısal kırılmaları göz önünde bulundurmamaktadır. Bu bağlamda yapısal kırılma içeren serilerle yapılan analizler sapmalı sonuçlar verebilir. Bu konuyu ele alan Nazlıoğlu, Gormus ve Soytaş (2016) deterministik terimini analize dahil ederek bu nedensellik testinin modelini yapısal kırılmalarla şu şekilde tanımlamışlardır:

$$y_t = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_{p+dmax} y_{t-(p+dmax)} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte k, frekansın uzunluğunu temsil etmektedir. Bu nedensellik testinin temel hipotezi değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir. Tersine ise bu ilişkinin varlığını temsil eder.

### Ampirik Bulgular

İlk olarak, Fourier tabanlı ADF ve geleneksel ADF birim kök testlerini kullanarak değişkenlerin durağanlığını araştırılmıştır. FADF birim kök testinin uygulanmasında modele eklenen Fourier terimlerinin anlamlılığı test edilmelidir. Fourier terimleri anlamlı ise FADF testi uygulanırken, terimler anlamsızsa ADF testi uygulanır. Tablo 3 birim kök testi sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 3:** Birim kök testi sonuçları

Variables	FADF					ADF		
	I(0)	I(1)	k	p	F	I(0)	I(1)	p I(0)/I(1)
lnPT	1.119	-4.865	1/1	0/0	5.979	1.956	-3.777*	1/0
lnKE	-1.067	3.623***	1/1	1/3	10.532	---	---	---
lnLSH	-2.224	-4.954*	1/1	0/0	23.721	---	---	---

**Not:** \* ve \*\*\*, sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 3’te raporlanan F istatistiği Fourier terimlerinin anlamlılığının test edilmesi için uygulanmıştır. Buna göre sadece plastik tüketimi için Fourier terimleri anlamsızdır. Karbon emisyonu ve sağlık harcamalarına ait Fourier terimleri anlamlıdır. Bu yüzden sadece plastik tüketimi için FADF yerine ADF birim kök testi sonuçları kullanılmıştır. Sonuçlara göre tüm değişkenler düzeyde birim köke sahip olup, birinci farkları durağandır. Birim kök sonuçları fourier Toda-Yamamoto nedensellik (FTY) testi için ön bilgi olarak kullanılacaktır. FTY testi sonuçları tablo 4’te sunulmuştur.

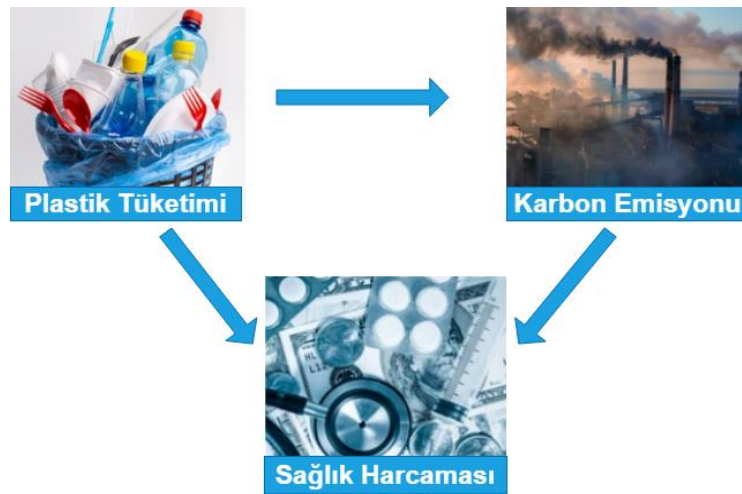
**Tablo 4:** Nedensellik testi sonuçları

Nedensellik	Wald. ist.	Olasılık	k	p
$\ln PT \rightarrow \ln SH$	23.781*	0.002	1	3
$\ln SH \rightarrow \ln PT$	4.053	0.283	1	3
$\ln PT \rightarrow \ln KE$	28.282*	0.001	2	3
$\ln KE \rightarrow \ln PT$	6.188	0.148	2	3
$\ln KE \rightarrow \ln SH$	45.546*	0.001	2	5
$\ln SH \rightarrow \ln KE$	0.620	0.466	1	1

**Not:** \*, %1 anlamlılık düzeyinde temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir.

FTY testi sonuçlarına göre, PT’den SH’ye, PT’den KE’ye ve KE’den SH’ye doğru güçlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. FTY testi sonuçları ayrıca şekil 3’te özetlenmiştir.

**Şekil 3:** Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları

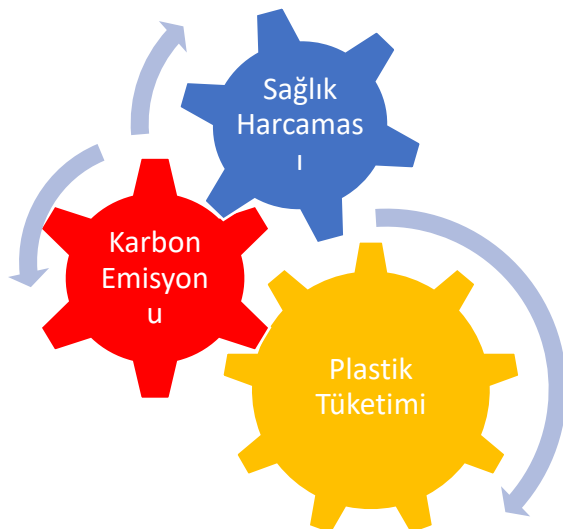


## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde hemen her alandaki üretim ve tüketim faaliyetlerinde hava kirliliğine neden olan yakıt ve teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Hava kirliliği nedeniyle ciddi sağlık problemleri yaşanmaktadır. Plastik üretimi ve tüketimi, fosil yakıtların kullanımına bağımlıdır ve bu da karbon emisyonlarını artırmaktadır. Bu durum, iklim değişikliği ile mücadelede ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Plastik atıkların yakılması ve mikroplastiklerin havaya karışması, solunum yolu rahatsızlıklarının artmasına neden olmaktadır. Plastik tüketiminin geçirdiği süreçlerden dolayı sağlık hizmetleri üzerinde baskı oluşturacağı düşünülmektedir. Yaygın görüşe rağmen bu konudaki ampirik analizler oldukça sınırlıdır.

Çin'in dünyanın en fazla plastik tüketen ülkesi olması, plastik atıkların yönetimi açısından ciddi zorluklar ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, 1990-2019 dönemi için Çin'deki plastik tüketimi, karbon emisyonları ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testiyle incelenmektedir. Çalışma sonuçlarına göre plastik tüketiminden karbon emisyonlarına doğru, plastik tüketiminden sağlık harcamalarına doğru ve karbon emisyonlarından sağlık harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Hava kirliliği açısından çalışma sonuçları, Chaabouni vd. (2016), Usman vd. (2019), Ullah vd. (2019) ve Yang ve Usman (2021) ile örtüşmektedir. Ayrıca çalışma sonuçlarındaki ilişki Dünya Sağlık Örgütü ve Çevre Koruma Ajansının görüşleriyle uyumaktadır. Nitekim bu kuruluşlar plastik atıkların yanlış yönetimi sebebiyle hava kirliliğinin artması ve bu durumun sağlık hizmetleri üzerinde baskı oluşturması sebebiyle çeşitli politika önerilerinde bulunmaktadır (Slama vd., 2019; WHO, 2023a, b; EPA, 2023). Bu zincirleme etki şekil 4'te gösterilmektedir.

**Şekil 4:** Değişkenler arasındaki zincirleme etki



Ayrıca çalışma sonuçları plastik tüketiminin doğrudan sağlık harcamalarını etkilediğini de göstermektedir. Plastik tüketiminin sağlık harcamaları üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri plastik atıkların yanlış yönetildiğine işaret etmektedir. Şöyle ki plastik tüketimi sonucu oluşan plastik atıkların yakılması karbon emisyonlarını artırarak sağlık harcamalarını dolaylı yönde etkileyebilmektedir. Öte yandan yakılmayan fakat okyanuslara karışan, toprağa gömülen veya toplanmayarak yanlış yönetilen atıklar su, yiyecek gibi gıdalara karışabilmektedir. Nitekim yapılan çalışmalar deniz ürünlerinin büyük çoğunluğunda, sofrada, günlük kullanılan karton bardaklarda ve daha birçok üründe mikroplastik olduğunu göstermektedir. Bu ürünler günlük yaşamda yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik tüketiminin sağlık harcaması üzerindeki doğrudan etkisi bu etmenlerle ilişkilendirilebilir.

Hava kirliliğine neden olan plastik tüketimi fosil yakıtların kullanımını içerdiği için aynı zamanda sera gazı emisyon kaynaklarıdır. Bu bağlamda plastik atıkların doğru yönetimine ilişkin politikalar hem iklim hem de sağlık için kazan-kazan stratejisi sunmaktadır. Atık yönetimi politikaları sayesinde hava kirliliği kaynaklı hastalık yükü azaltılabilir ve aynı zamanda iklim değişikliğinin etkisi azaltılabilir. Plastik atıkların bertarafında, yakma yolu dışında çeşitli alternatifler tercih edilmelidir. Plastik atıkların bertarafının en önemli sebebi tek kullanımlık plastiklerin üretilmesidir. Tek kullanımlık plastik yerine geri dönüştürülebilir plastiklerin üretilmesi plastiklerin birden çok kullanımına imkân tanımaktadır. Böylece plastik atık sonunda yakılacak olsa bile atık miktarı çok daha az olacaktır. Ayrıca, tek kullanımlık plastiklerin üretimini ve tüketimini azaltmak için ekonomik araçlar kullanılabilir. Plastik ürünler üzerinde vergiler veya ücretler getirilerek, tüketicilerin daha sürdürülebilir alternatiflere yönelmesi teşvik edilebilir. Bu gelirler, atık yönetimi altyapısının geliştirilmesi ve geri dönüşüm programlarının desteklenmesi için kullanılabilir. Plastik ürünlerin üretiminde ve kullanımında belirli standartların belirlenmesi etkili olabilir. Bu standartlar, daha çevreci ve geri dönüştürülebilir plastiklerin tercih edilmesini teşvik edebilir. Ayrıca, atık yönetimi konusunda daha katı yasal düzenlemelerin oluşturulmalıdır. Öte yandan plastiklerin büyük bölümü daha az maliyetli olduğundan doğada çözünemeyen malzemelerden üretilmektedir. Bunun yerine biyoçözünür maddelerin tercih edilmesi plastik atık yönetimini daha kolay hale getirecektir. İlerleyen dönemlerde plastik üretim sürecindeki ar-ge faaliyetleri ve inovasyonlar biyoçözünür malzemelerden üretilen plastiklerin maliyetini düşürebilir. Bu bağlamda plastik atık yönetiminde ve plastik üretiminde kullanılan yeşil teknolojilerin araştırılması, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için desteklenmelidir. Yenilikçi teknolojiler, plastik atıkların daha etkili bir şekilde bertaraf edilmesini ve çevreye zarar vermeden geri dönüştürülmesini sağlayabilir. Yerel yönetimler ve özel sektör iş birliğiyle geri dönüşüm tesislerinin kurulması ve yaygınlaştırılması teşvik edilebilir. Bu sayede plastiklerin çevreye ve sağlık hizmetlerine olan etkileri hafifletilebilir. Bu politikaların başarıya ulaşması için ön koşul ise politika uygulamaların toplum tarafından



kabul görmesidir. Toplumda plastik tüketimi ve atık yönetimi konularında farkındalığı artırmak için geniş kapsamlı eğitim ve bilinçlendirme kampanyaları düzenlenebilir.

Son olarak çalışmanın bulguları bazı sınırlılıklar ışığında değerlendirilmelidir. Çalışmada en fazla plastik tüketimine sahip ve dünyanın en büyük ekonomilerinden biri olan Çin’de bu değişkenler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu yüzden bu ülkeye ilişkin bulgular diğer ülkelere genellenemeyebilir. Öte yandan plastik tüketiminin büyük bir bölümü yakılmakta ve karbon emisyonlarına sebebiyet verebilmektedir. Fakat yakılan plastik, karbon emisyonu dışında birçok partikül madde salınımına da sebep olabilmektedir. Bu sınırlılıklar göz önünde bulundurulduğunda gelecekteki çalışmalarda, farklı ülke grupları, sera gazları, partikül madde gibi diğer değişkenler incelenerek literatüre katkı sağlanabilir.

#### YAZAR BEYANI / AUTHOR STATEMENT

Araştırmacı(lar) makaleye ortak olarak katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacı(lar) herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

#### KAYNAKÇA

- Adekanmbi, A. O., Ani, E. C., Abatan, A., Izuka, U., Ninduwezuor-Ehiobu, N., & Obaigbena, A. (2024). Assessing the environmental and health impacts of plastic production and recycling. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 17(2), 232-241.
- Alola, A. A., & Kirikkaleli, D. (2019). The nexus of environmental quality with renewable consumption, immigration, and healthcare in the US: wavelet and gradual-shift causality approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(34), 35208-35217.
- Apergis, N., Gupta, R., Lau, C. K. M., & Mukherjee, Z. (2018). US state-level carbon dioxide emissions: does it affect health care expenditure?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 521-530.
- Averchenkova, A., Fankhauser, S., & Finnegan, J. J. (2021). The impact of strategic climate legislation: evidence from expert interviews on the UK Climate Change Act. *Climate Policy*, 21(2), 251-263.
- Aydın, M. (2020). Seçilmiş OECD ülkelerinde çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkileri: Yapısal kırılmalı nedensellik testinden kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (28), 137-154.
- Aydın, M., & Bozatlı, O. (2023). The impacts of the refugee population, renewable energy consumption, carbon emissions, and economic growth on health expenditure in Turkey: New evidence from Fourier-based analyses. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 41286-41298.
- Aydın, M., & Degirmenci, T. (2023). The impact of clean energy consumption, green innovation, and technological diffusion on environmental sustainability: New evidence from load capacity curve hypothesis for 10 European Union countries. *Sustainable Development*, 32(3), 2358-2370.

- Aydin, M., Degirmenci, T., & Yavuz, H. (2023). The influence of multifactor productivity, research and development expenditure, renewable energy consumption on ecological footprint in G7 Countries: Testing the environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Environmental Modeling & Assessment*, 28, 693-708.
- Aydin, M., Degirmenci, T., Bozatlı, O., & Balsalobre-Lorente, D. (2024). Fresh evidence of the impact of economic complexity, health expenditure, natural resources, plastic consumption, and renewable energy in air pollution deaths in the USA? An empirical approach. *Science of The Total Environment*, 171127.
- Aydin, M., Degirmenci, T., Gurdal, T., & Yavuz, H. (2023). The role of green innovation in achieving environmental sustainability in European Union countries: Testing the environmental Kuznets curve hypothesis. *Gondwana Research*, 118, 105-116.
- Badulescu, D., Simut, R., Badulescu, A., & Badulescu, A. V. (2019). The relative effects of economic growth, environmental pollution and non-communicable diseases on health expenditures in European Union countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 5115.
- Bennett, J. E., Tamura-Wicks, H., Parks, R. M., Burnett, R. T., Pope III, C. A., Bechle, M. J., ... & Ezzati, M. (2019). Particulate matter air pollution and national and county life expectancy loss in the USA: A spatiotemporal analysis. *PLoS Medicine*, 16(7), e1002856.
- Blázquez-Fernández, C., Cantarero-Prieto, D., & Pascual-Sáez, M. (2019). On the nexus of air pollution and health expenditures: new empirical evidence. *Gaceta sanitaria*, 33, 389-394.
- Chaabouni, S., & Saidi, K. (2017). The dynamic links between carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, health spending and GDP growth: A case study for 51 countries. *Environmental research*, 158, 137-144.
- Chaabouni, S., Zghidi, N., & Mbarek, M. B. (2016). On the causal dynamics between CO<sub>2</sub> emissions, health expenditures and economic growth. *Sustainable Cities and Society*, 22, 184-191.
- Chen, L., Zhuo, Y., Xu, Z., Xu, X., & Gao, X. (2019). Is carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission an important factor affecting healthcare expenditure? Evidence from China, 2005–2016. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 16(20), 3995.
- Chu, J., Liu, H., & Salvo, A. (2021). Air pollution as a determinant of food delivery and related plastic waste. *Nature Human Behaviour*, 5(2), 212-220.
- Cornes, R., & Sandler, T. (1985). Externalities, expectations, and Pigouvian taxes. *Journal of Environmental Economics and Management*, 12(1), 1-13.
- Degirmenci, T., & Aydin, M. (2023). The effects of environmental taxes on environmental pollution and unemployment: A panel co-integration analysis on the validity of double dividend hypothesis for selected African countries. *International Journal of Finance & Economics*, 28(3), 2231-2238.
- Degirmenci, T., & Yavuz, H. (2021). Emisyon azaltım sorumluluğu olan bm ülkelerinde hava kirliliği, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 16(3), 856-872.
- Değirmenci, T. ve İnal, V. (2019). Çevre koruma harcamalarının çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Seçilmiş OECD ülkeleri analizi. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 232-250.

- Değirmenci, T., & Aydın, M. (2020). Çevre koruma harcamaları ile gelir dağılımı ve ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkiler: Seçili OECD ülkeleri için panel nedensellik yaklaşımı. *Sosyoekonomi*, 28(46), 391-406.
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- EPA. (2023). *United States Environmental Protection Agency*. <https://www.epa.gov/sciencematters/epa-scientists-find-association-between-air-pollution-and-hospitalization-rates> adresinden erişildi.
- FFI. (2023). *Fauna&Flora International, plastic pollution crisis – New report highlights health impacts on world's poorest*. <https://www.fauna-flora.org/news/plastic-pollution-crisis-new-report-highlights-health-impacts-worlds-poorest/> adresinden erişildi.
- Fucic, A., Galea, K. S., Duca, R. C., El Yamani, M., Frery, N., Godderis, L., ... & Moshammer, H. (2018). Potential health risk of endocrine disruptors in construction sector and plastics industry: a new paradigm in occupational health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1-11.
- Giacovelli, C. (2018). *Single-use plastics: A roadmap for sustainability*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability> adresinden erişildi.
- Gündüz, M. (2020). Healthcare expenditure and carbon footprint in the USA: evidence from hidden cointegration approach. *The European Journal of Health Economics*, 21(5), 801-811.
- Hahladakis, J. N., Velis, C. A., Weber, R., Iacovidou, E., & Purnell, P. (2018). An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 179-199.
- Haseeb, M., Kot, S., Hussain, H. I., & Jermittiparsert, K. (2019). Impact of economic growth, environmental pollution, and energy consumption on health expenditure and R&D expenditure of ASEAN countries. *Energies*, 12(19), 3598.
- Hu, M., Shahzadi, I., Raza, S. A., & Niu, X. (2024). Linkages between greenness, socioeconomic conditions, air pollution, and public health in China: does income inequality matters?. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 17(1), 125-138.
- Idumah, C. I., & Nwuzor, I. C. (2019). Novel trends in plastic waste management. *SN Applied Sciences*, 1, 1-14.
- IEA (2023), *Tracking SDG7: The Energy Progress Report, 2023*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/tracking-sdg7-the-energy-progress-report-2023> adresinden erişildi.
- Jerrett, M., Eyles, J., Dufournaud, C., & Birch, S. (2003). Environmental influences on healthcare expenditures: an exploratory analysis from Ontario, Canada. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57(5), 334-338.
- Khoshnevis Yazdi, S., & Khanalizadeh, B. (2017). Air pollution, economic growth and health care expenditure. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1181-1190.

- Kılıçer, E. (2018). Plastik poşet vergisi ve örnek ülke uygulamaları. *Vergi Sorunları Dergisi*, (357), 55-67.
- Künü, S., & Levent, C. (2023). Sağlık harcamaları, CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Seçilmiş AB ülkeleri örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 9(1), 95-110.
- Li, F., Chang, T., Wang, M. C., & Zhou, J. (2022). The relationship between health expenditure, CO2 emissions, and economic growth in the BRICS countries—Based on the Fourier ARDL model. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 10908–10927.
- Mısır, A., & Arıkan, O. (2022). Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye’de döngüsel ekonomi ve sıfır atık yönetimi. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 23(1), 69-78.
- Mujtaba, G., & Ashfaq, S. (2022). The impact of environment degrading factors and remittances on health expenditure: an asymmetric ARDL and dynamic simulated ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 8560–8576.
- Mujtaba, G., & Shahzad, S. J. H. (2021). Air pollutants, economic growth and public health: implications for sustainable development in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 12686-12698.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2008). Does environmental quality influence health expenditures? Empirical evidence from a panel of selected OECD countries. *Ecological Economics*, 65(2), 367-374.
- Nazlioglu, S., Gormus, N. A., & Soytas, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): Gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy Economics*, 60, 168-175.
- OECD (2022a). *Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060*. OECD Publishing. [https://www.oecd-ilibrary.org/environment/global-plastics-outlook\\_aa1edf33-en](https://www.oecd-ilibrary.org/environment/global-plastics-outlook_aa1edf33-en) adresinden erişildi.
- OECD (2022b). *Global Plastics Outlook*. <https://www.oecd.org/environment/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm> adresinden erişildi.
- Parry, I. W. (1998). Pollution regulation and the efficiency gains from technological innovation. *Journal of Regulatory Economics*, 14(3), 229-254.
- Savaşan, F. (2015), *Kamu ekonomisi* (5. Baskı). Bursa: Dora.
- Shahzad, K., Jianqiu, Z., Hashim, M., Nazam, M., & Wang, L. (2020). Impact of using information and communication technology and renewable energy on health expenditure: A case study from Pakistan. *Energy*, 204, 1-9.
- Singh, N., Ogunseitan, O. A., & Tang, Y. (2022). Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(11), 2000-2022.
- Slama, A., Śliwczynski, A., Woźnica, J., Zdrolik, M., Wiśnicki, B., Kubajek, J., ... & Franek, E. (2019). Impact of air pollution on hospital admissions with a focus on respiratory diseases: a time-series multi-city analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 16998-17009.
- Sridharan, S., Kumar, M., Singh, L., Bolan, N. S., & Saha, M. (2021). Microplastics as an emerging source of particulate air pollution: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 418, 1-15.

- Suter, G. W. (2008). Ecological risk assessment in the United States Environmental Protection Agency: A historical overview. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 4(3), 285-289.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Ullah, I., Ali, S., Shah, M. H., Yasim, F., Rehman, A., & Al-Ghazali, B. M. (2019). Linkages between trade, CO2 emissions and healthcare spending in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 4298.
- UNEP. (2023). *Our planet is choking on plastic*. <https://www.unep.org/interactives/beat-plastic-pollution/>, adresinden erişildi.
- Unfried, K., & Wang, F. (2022). *Importing air pollution? Evidence from China's plastic waste imports. Evidence from China's plastic waste imports (IZA DP No. 15218)*. <https://www.iza.org/publications/dp/15218/importing-air-pollution-evidence-from-chinas-plastic-waste-imports> adresinden erişildi.
- Usman, M., Ma, Z., Wasif Zafar, M., Haseeb, A., & Ashraf, R. U. (2019). Are air pollution, economic and non-economic factors associated with per capita health expenditures? Evidence from emerging economies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11), 1967.
- Vega, G. C., Gross, A., & Birkved, M. (2021). The impacts of plastic products on air pollution-A simulation study for advanced life cycle inventories of plastics covering secondary microplastic production. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 848-865.
- Wang, C. M., Hsueh, H. P., Li, F., & Wu, C. F. (2019a). Bootstrap ARDL on health expenditure, CO2 emissions, and GDP growth relationship for 18 OECD countries. *Frontiers in public health*, 7, 1-9.
- Wang, Z., Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., & Wang, B. (2019b). Dynamic linkages among CO 2 emissions, health expenditures, and economic growth: empirical evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 15285-15299.
- WHO. (2023a). *Clean air and energy access for healthier populations and universal health coverage*, [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/air-pollution-documents/air-quality-and-health/aqh\\_strategy\\_layout\\_v14\\_spreads.pdf?sfvrsn=918db48f\\_6&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/air-pollution-documents/air-quality-and-health/aqh_strategy_layout_v14_spreads.pdf?sfvrsn=918db48f_6&download=true) adresinden erişildi.
- WHO. (2023b). *Air Pollution*. [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1) adresinden erişildi.
- Xin, Z., & Tsuda, T. (2017). Evaluating the effects of air pollution from a plastic recycling facility on the health of nearby residents. *Acta Medica Okayama*, 71(3), 209-217.
- Yahaya, A., Nor, N. M., Habibullah, M. S., Ghani, J. A., & Noor, Z. M. (2016). How relevant is environmental quality to per capita health expenditures? Empirical evidence from panel of developing countries. *SpringerPlus*, 5, 1-14.
- Yang, B., & Usman, M. (2021). Do industrialization, economic growth and globalization processes influence the ecological footprint and healthcare expenditures? Fresh insights based on the STIRPAT



model for countries with the highest healthcare expenditures. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 893-910.

Yi, Y., Wei, Z., & Fu, C. (2021). An optimal combination of emissions tax and green innovation subsidies for polluting oligopolies. *Journal of Cleaner Production*, 284, 1-18.

Zaidi, S., & Saidi, K. (2018). Environmental pollution, health expenditure and economic growth in the Sub-Saharan Africa countries: Panel ARDL approach. *Sustainable Cities and Society*, 41, 833-840.

Zhang, C., & Zhang, L. (2024). The relationship between toxic air pollution, health expenditure, and economic growth in the European Union: Fresh evidence from the PMG-ARDL model. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14):21107-21123.

Zlaugotne, B., Pubule, J., Gusca, J., & Kalnins, S. N. (2022). Quantitative and qualitative assessment of healthcare waste and resource potential assessment. *Rigas Tehniskas Universitates Zinatniskie Raksti*, 26(1), 64-74.