



BULLETIN OF ECONOMIC THEORY AND ANALYSIS

Journal homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/beta>

Nükleer Enerji Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonlarının Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkileri

Buket AYDIN  <https://orcid.org/0000-0003-3794-7786>

Serhat ÇAMKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9952-9830>

To cite this article: Aydın, B. & Çamkaya, S. (2024). Nükleer Enerji Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonlarının Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkileri. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 9(2), 493-513.

Received: 04 Apr 2024

Accepted: 06 May 2024

Published online: 30 Jun 2024



©All right reserved



Bulletin of Economic Theory and Analysis

Volume 9, Issue 2, pp. 493-513, 2024

<http://www.betajournals.org>

Original Article / Araştırma Makalesi

Received / Alınma: 04.04.2024 Accepted / Kabul: 06.05.2024

Nükleer Enerji Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonlarının Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkileri

Buket AYDIN^a

Serhat ÇAMKAYA^b

^a Arş. Gör. Dr., Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, Erzurum, TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0002-6204-0505>

^b Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, Kars, TÜRKİYE

<https://orcid.org/0000-0003-4373-1922>

ÖZ

Son yıllarda sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesinde iklim değişikliği ile mücadele politikaları birçok ülkenin temel motivasyonu olmuştur. Bu nedenle çevre ile ilgili araştırmalar literatürde sıkça tartışılmaktadır. Özellikle fosil yakıt tüketiminin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararları bu araştırmalarda dikkat çekmektedir. Bu amaçla küresel anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimine yönelim başlamıştır. Çalışmada 1973-2021 dönemi için İngiltere’de sağlık harcamaları üzerinde, CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, nüfus, nükleer enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketiminin uzun ve kısa dönemli etkisi ARDL analizi ile test edilmiştir. Hem uzun hem de kısa dönemli sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde özellikle yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerindeki negatif etkisi göze çarpmaktadır. Bu etki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımındaki artışın çevreye ve insan sağlığına olumlu etkisini göstermektedir. Bu noktada çevresel tahribatın insan sağlığına zararlarının en aza indirilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması temiz enerji kaynaklarının kullanımının ve temiz enerji yatırımlarının artırılması yönündeki politikalar önemlidir.

Anahtar Kelimeler

Ekonomik Büyüme,
Sağlık Harcamaları,
Sürdürülebilir
Kalkınma,
Yenilenebilir Enerji

JEL Kodu

F43, H51, Q01, Q20

İLETİŞİM Buket AYDIN ✉ buketaydin@atauni.edu.tr 📧 Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, Erzurum, TÜRKİYE.

The Effects of Nuclear Energy Consumption, Renewable Energy Consumption and Carbon Emissions on Health Expenditures

ABSTRACT

In recent years, policies to combat climate change within the framework of sustainable development goals have been the main motivation of many countries. For this reason, environmental research is frequently discussed in the literature. Especially the damages of fossil fuel consumption on the environment and human health draw attention in these studies. For this purpose, there has been a global trend towards reducing the consumption of non-renewable energy resources and shifting towards the consumption of renewable energy resources. In this study, the long-run and short-run effects of CO₂ emissions, economic growth, population, nuclear energy consumption and renewable energy consumption on health expenditures in the UK for the period 1973-2021 are tested with ARDL analysis. When both long-run and short-run results are evaluated together, the negative effect of renewable energy on health expenditures is particularly striking. This effect shows the positive impact of the increase in the use of renewable energy resources on the environment and human health. At this point, policies to increase the use of clean energy resources and clean energy investments are important to minimize the damages of environmental destruction to human health and to ensure sustainability.

Keywords

Economic Growth, Health Expenditures, Sustainable Development, Renewable Energy

JEL Classification

F43, H51, Q01, Q20

1. Giriş

Her toplumun gelişmesine katkı sağlayan birçok faktör bulunmaktadır. Ülke refahını arttıran beşerî sermayenin en önemli faktörlerinden biri sağlık unsurudur (Barro, 1996). Sağlık unsuru, kişinin bireysel ya da toplumsal varlığının bedenen ve zihinsel anlamda sağlıklı olması ile ilişkilidir. Sağlık düzeyi yüksek olan toplum ve bireyler, üretimlerini ve verimliliklerini artırarak ülke refahını da artırmaktadır. Bu açıdan sağlığı bozan faktörlerin belirlenmesi önemlidir. Sağlığı bozan faktörlerin önemli sebeplerinden biri çevresel kalitenin bozulmasıdır. Çevresel kalitenin bozulması ile özellikle gelişmekte olan ülkelerde hastalıkların ve ölümlerin artması (D'amato vd. 2015; Lu vd. 2017), işgücü verimliliğini azaltmasına bu durumun ekonomilere maliyet oluşturmasına dikkat çekilmektedir (Yacour vd. 2023). Bu noktada çalışmada sağlık harcamaları üzerine (SH), karbondioksit emisyonu (CO₂), nüfus (N), gayri safi yurt içi hasıla (BY), nükleer enerji (NE) tüketimi ve yenilenebilir enerji (YE) tüketiminin etkileri araştırılmıştır.

İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için çevresel kirlilik ile ekonomik büyüme bağlantısında araştırmaların ilk odak noktası çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında ters U ilişkisi Grossman ve Kruger (1993) tarafından ortaya atılan EKC hipotezidir. Bu ilişki, ülkelerin kalkınma düzeylerinin artışı ile çevresel kirliliğin de artacağına

işaret etmekte ve ekonomik büyüme belirli bir eşik aşıldıktan sonra çevresel bozulmayı azaltacağını göstermektedir (De Bruyn vd. 1998; Galeotti ve Lanza, 2005; Managi ve Jena, 2008; Pata, 2021; Anwar vd. 2022; Bao ve Lu, 2023). Çevresel kirlilik ve milli gelir arasındaki bu ilişkiyi gösteren EKC hipotezi birçok çalışma ile doğrulanmıştır (Jalil ve Mahmud, 2009; Pao ve Tsai, 2010; Ahmed ve Long, 2012; Shahbaz vd. 2014; Zhang vd. 2017; Haseeb vd. 2018; Raza ve Shah, 2018; Şahin vd. 2019; Luan vd. 2022). Bunun yanı sıra EKC hipotezini geçersiz bulan çalışmalar da mevcuttur (Twerefou vd. 2016; Lin vd. 2016; Hossain vd. 2022; Dai vd. 2023).

Araştırmalarda dikkat çekilen bir diğer önemli nokta CO₂ neden olduğu çevresel kirlilikteki artıştır. Çevresel kirliliğe neden olan CO₂ emisyonları petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan oluşmaktadır (Chen vd. 2019; Saidi ve Omri, 2020; Şahin ve Ayyıldız 2020; Xu vd. 2022; Osman vd. 2023; Sadiq vd. 2022). Özellikle çevre kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri son yıllarda araştırılmaktadır. Bu noktada Narayan ve Narayan (2008), çevre kirliliğinin maliyetlerinin sağlık harcamalarını arttırıcı etkisine dikkat çekmiştir. Çevresel maliyetin ana kaynağı olarak hava kirliliği gösterilmekte ve hava kirliliğinin insan sağlığına ve emek verimliliğine olumsuz etkisine dikkat çekilmektedir (Hansen and Selte, 2000; Brunekreef and Holgate, 2002; Xu vd. 2022). Küresel anlamda enerji talebinin ve arzının artması, bunun da büyük bir kısmının fosil yakıtlar ile karşılanması çevresel kirliliği arttırıcı ve bireyin yaşam kalitesini azaltıcı nedenler arasında gösterilmektedir. Bu noktada çevre ve insan sağlığı için nüfus ve kentleşme oranlarındaki artış büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Li vd. 2016; Giles-Corti vd. 2016; Liu vd. 2017; Liang vd. (2019). Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan raporda CO₂ emisyonlarının %18'i enerji ve konut sektörlerinden kaynaklanmaktadır. Raporda bu tehdiye karşı temiz enerji kaynaklarının önemine dikkat çekilmektedir (Karaaslan ve Çamkaya, 2022). Bu bağlamda, son yıllarda ülkeler özellikle CO₂ oranlarını azaltmak ve sürdürülebilirlik amaçlarına yönelik enerji tüketimini gerçekleştirebilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Temiz enerji kaynaklarına geçiş ile CO₂ oranlarında görülecek azalmanın sağlık faktörlerinde iyileşmeye neden olabileceği vurgulanmaktadır (Yacour vd. 2023). Bu hususta nükleer enerji (Menyah and Wolde-Rufael, 2010; Iwata vd. 2010; Baek ve Pride, 2014; Lee vd. 2017; Lau vd. 2019; Nathaniel vd. 2021; Pata ve Samour, 2022; Jahanger ve Usman, 2023) ve yenilenebilir enerji kaynakları CO₂ azaltmada önemli kaynaklar olarak görülmektedir (Baek, 2016; Apergis vd. 2018; Dong vd. 2018; Sarkodie ve Adams, 2018; Acheampong vd. 2019; Saidi ve Omri, 2020; Zafar vd. 2020; Azam vd. 2021; Usman ve Radulescu, 2022).

İnsan sağlığı ve çevre üzerine zararın en aza indirileceği, temiz enerji kaynaklarının kullanılması ve çevresel tahribatı azaltıcı politikalar ile küresel anlamda birçok ülkede yenilenebilir enerji kaynakları üretiminin ve tüketiminin arttığı görülmektedir. Bu ülkelerden biri de İngiltere'dir. Avrupa'nın en büyük üçüncü enerji tüketicisi konumunda olan İngiltere'de fosil yakıtlar toplam enerji arzının %75'ini toplam enerji talebinin ise %77'isini oluşturmaktadır. İngiltere'nin toplam enerji üretim ve tüketimi içinde yenilenebilir enerji ve nükleer enerjinin payında son yıllarda artış gerçekleşmiştir (IEA, 2022). Bu çerçevede çalışmada, İngiltere için SH üzerinde CO₂, BY, N, NE tüketimi ve YE tüketiminin uzun ve kısa dönemli etkisi dinamik olarak ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, özellikle nükleer enerjinin sağlık harcamaları üzerine etkisini araştıran çalışmaların sınırlı olması sebebiyle çalışmanın literatüre özgün bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın devamı şu şekilde planlanmıştır: 2. bölümde ampirik literatürün tanıtılması; 3. bölümde veri, metodoloji ve ampirik modelin açıklanması; 4. bölümde ampirik sonuçların sunulması; 5. bölümde sonuç ve politika önerilerinin sunulması şeklindedir.

2. Literatür

Son yıllarda iklim değişikliği ile mücadele politikaları birçok ülkenin temel motivasyonu olmuştur. Sağlık harcamaları ile çevresel kalite göstergeleri ilişkisine yönelik çalışmalar olsa da ampirik literatür hala sınırlıdır. Küresel iklim krizi ile mücadele ile dikkat çeken araştırmalarda fosil yakıt tüketiminin neden olduğu CO₂'nin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararları tartışılmaktadır (El- Sayed ve Kamel, 2020). Bu amaçla küresel anlamda yenilenemez enerji kaynakları ile mücadele başlamış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelim gerçekleşmiştir. Dong vd. (2021) Çin'de sanayileşme ve kentleşmenin yoğun olduğu alanlarda CO₂'nin daha büyük sağlık sorunlarına neden olduğuna dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji ve yeşil inovasyona yatırım yapmasına rağmen CO₂ oranlarının yüksekliği Çin'in çevresel bozulmada ciddi etkisini ortaya koymaktadır. CO₂ oranlarını azaltma çabası ile Çin ve diğer ülkeler karbon nötrlüğü, küresel sıcaklığı 1.5 °C ile sınırlandırma ve çevresel sürdürülebilirliği arttırıcı politikalar hedeflemektedir (Chen and Lin, 2021; Usman ve Radulescu, 2022; Wang vd. 2023).

Araştırmacılar son zamanlarda sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji ve CO₂ emisyonu ilişkisine odaklanmıştır. Boachie vd. (2014) 1970-2010 dönemi FMOLS yöntemini kullanarak Gana için GDP, yaşam beklentisi, doğum oranları ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki bulurken, CO₂'nin sağlık üzerine olumsuz etkisine dikkat çekmişlerdir. Apergis vd. (2018) 1995-201 dönemi 42 Sahra Altı Afrika ülkeleri için Panel veri analizi, FMOLS ve DOLS

yöntemleri ile konuyu araştırmışlardır. Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile CO₂ arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi ve uzun dönemde yenilenebilir enerjiden sağlık harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ve sağlık harcamalarının CO₂ oranını azalttığını belirlemişlerdir. Apergis vd. (2018) 50 ABD eyaletinde 1966-2009 dönemi verileri ile Kantil regresyon ve ARDL analizi ile CO₂ emisyonlarının kişi başına sağlık harcamalarının yüksek olduğu eyaletlerde nispeten daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Zaidi ve Saidi (2018) Sahra altı Afrika ülkeleri için 1990-2015'e kadar VECM Granger nedensellik, panel ARDL yöntemleri ile sağlık harcamalarından kişi başına düşen GSYH'ye tek yönlü bir ilişki bulunurken, sağlık harcamaları ile CO₂ arasında çift yönlü ilişki tespit etmişlerdir. CO₂ ve kişi başına düşen GSYH arasında çift yönlü ilişki bulmuşlardır. Wang vd. (2019) 1995-201 dönemi Pakistan için ARDL, VECM Granger nedensellik ile sağlık harcamaları, CO₂ ve GDP arasında kısa ve uzun dönemde anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Çalışmada, sağlık harcamaları ile CO₂ ve GDP arasında çift yönlü Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Kısa dönemde ise CO₂ den sağlık harcamalarına tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Karaaslan ve Çamkaya (2022), Türkiye için 1980-2016 dönemi için ARDL, Toda-Yamamoto nedensellik analizi kullanarak GSYH ve yenilenemez enerji tüketiminin CO₂ artışı ile ilişkili olduğu; sağlık harcamaları ve yenilenebilir enerji tüketiminin de CO₂'deki azalışla ilişkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Nedensellik testi sonucuna göre GDP, sağlık harcamaları, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji tüketiminden CO₂'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Saleem vd. (2022) 2008-2018 dönemi için 38 OECD ülkelerinde Panel VAR analizi, GMM yöntemleri ile CO₂ ve sağlık harcamaları arasında çift yönlü ve pozitif ilişki bulunurken, enerji üretimi ve CO₂ arasında pozitif tek yönlü bir ilişki tespit etmişlerdir. Çalışmada, CO₂ ile enerji üretimi arasında önemsiz bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aydın ve Bozatl (2023), Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂, mülteci nüfusu ve ekonomik büyümenin sağlık harcamaları üzerine etkisini Fourier eşbütünleşme testi ile incelemişlerdir. Çalışmada, sağlık harcamaları ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun vadeli ilişki tespit edilmiştir. CO₂'nin sağlık harcamalarını arttırdığı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sağlık harcamalarını azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Nica vd. (2023), Doğu Avrupa ülkeleri için CS-ARDL ve kantil regresyon yaklaşımları ile sağlık harcamalarındaki artışın, yenilenebilir enerji tüketiminin, kurumsal kalitenin sağlık sonuçlarını iyileştirdiği tespit etmişlerdir.

3. Veri Seti ve Ampirik Metodoloji

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada, 1973-2021 dönemi için İngiltere’de SH üzerinde, CO₂, BY, N, NE tüketimi ve YE tüketiminin uzun ve kısa dönemli etkisi deneysel olarak test edilmiştir. Verilerin varlığına bağlı olarak kurgulanan ampirik analiz maksimum gözlem sayısını içermektedir. Aşağıdaki Tablo 1’de, çalışmada kullanılan değişkenlere ait birtakım bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1

Değişkenleri Tanımlayan Özet İfadeler

Sembol	Değişkenlerin tanımlanması	Kaynak
SH	Kişi başına sağlık harcamaları	OECD
CO ₂	Karbondioksit emisyonu (Milyon ton)	BP
BY	Kişi başı GSYH	Dünya Bankası
N	Nüfus	Dünya Bankası
NE	Kişi başı nükleer enerji tüketimi	BP
YE	Kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi	BP

3.2. Ampirik Metodoloji

Çalışmanın ampirik analizi için kurgulanan model Wang vd. (2019) ve Shahzad vd. (2020)’ın çalışmalarından hareketle İngiltere için SH üzerinde CO₂, BY, N, NE tüketimi ve YE tüketiminin uzun ve kısa dönemli etkisini dinamik olarak inceleyen bir modeli dikkate almaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın modeli aşağıdaki gibidir:

$$SH_t = (CO_{2t}, BY_t, N_t, NE_t, YE_t) \quad (1)$$

Değişkenler arasındaki olası çoklu doğrusal bağlantıdan kaçınmak ve esnekliklerin elde edilmesi amacıyla değişkenlerin doğal logaritmaları alınmıştır. 1’ numaralı eşitliğin logaritmik dönüşümü şu şekildedir:

$$\ln SH_t = \alpha + \beta_1 \ln CO_{2t} + \beta_2 \ln BY_t + \beta_3 \ln N_t + \beta_4 \ln NE_t + \beta_5 \ln YE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

burada; ln= değişkenlerin doğal logaritmasının alındığını, ve t=1973,.....,2021 gösterir. Ayrıca ε_t , bağımsız ve eşit olarak dağıtılmış (iid) $\sim N(\mu, \sigma^2)$ hata terimini ifade etmektedir. Denklemden α , modelin sabitini, β_1 , CO₂ emisyonu değişkeninin katsayısıdır ve işareti pozitif olarak beklenmektedir. β_2 , kişi başı BY değişkeninin katsayısıdır ve işareti pozitif olarak beklenmektedir. β_3 , nüfus, β_4 , kişi başı nükleer enerji, β_5 , kişi başı yenilenebilir enerji değişkeninin katsayısıdır ve sırasıyla işaretleri pozitif, negatif ve negatif olarak beklenmektedir.

3.2.1. ARDL Yaklaşımı

Bu çalışmada, değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli dinamik ilişkileri araştırmak için gecikmesi dağıtılmış otoregresif model olarak adlandırılan (ARDL) yaklaşımından yararlanılmıştır. Bu yaklaşım, Pesaran vd. (2001) tarafından literatüre kazandırılmıştır. ARDL modeli, literatürde var olan (Engle ve Granger, 1987; Johansen ve Juselius, 1990) yaklaşımlarına göre belli başlı birkaç avantaja sahiptir. Avantajlardan ilki, ARDL yöntemi bağımlı değişkenin $I(1)$ olması şartıyla, bağımsız değişkenlerin farklı derecelerden ($I(0)$ veya $I(1)$) durağan olması durumunda eşbütünlüşme ilişkisinin araştırılmasına izin vermesidir. İkincisi, eşbütünlüşme denkleminde hata düzeltme parametresi eklenerek aynı anda uzun ve kısa dönem ilişkilerin elde edilebilmesidir (Pesaran vd., 2001). Sonuncusu ise belirttiği üzere bu modelin, küçük örneklemde bile etkili tahmin sonuçları üretmesidir (Alola, 2019). Bu avantajlardan ötürü, bu çalışmada ARDL yaklaşımından yararlanılmıştır. Kurgulanan ARDL denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\Delta \ln SH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln SH_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln BY_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta \ln N_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_5 \Delta \ln NE_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_6 \Delta \ln YE_{t-i} + \lambda_1 \ln SH_{t-1} + \lambda_2 \ln CO_{2t-1} + \lambda_3 \ln BY_{t-1} + \lambda_4 \ln N_{t-1} + \lambda_5 \ln NE_{t-1} + \lambda_6 \ln YE_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Bu denklem, hata düzeltme parametresinin eklenmesiyle kolaylıkla hata düzeltme modeline dönüştürülebilir (HDT):

$$\Delta \ln SH_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln SH_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln BY_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta \ln N_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_5 \Delta \ln NE_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_6 \Delta \ln YE_{t-i} + \lambda_1 \ln SH_{t-1} + \lambda_2 \ln CO_{2t-1} + \lambda_3 \ln BY_{t-1} + \lambda_4 \ln N_{t-1} + \lambda_5 \ln NE_{t-1} + \lambda_6 \ln YE_{t-1} + \omega HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

burada; Δ kısa dönem dinamiklerini gösteren fark operatörünü, düzey değerleri uzun dönem bilgisini, t zamanı, p ve q gecikme uzunlukları, HDT hata düzeltme parametresini ve ε hata terimini göstermektedir. Gecikme uzunlukları, genellikle Akaike bilgi kriteri (AIC) veya Schwarz bilgi kriteri (SIC) vasıtasıyla belirlenir.

ARDL prosedürünün uygulaması birkaç adımda gerçekleştirilir. İlk adımda, serilerin durağanlık seviyeleri belirlenir. Çünkü bu yöntem, bağımlı değişkenin $I(1)$, bağımsız değişkenlerin ya düzeyde $I(0)$ ya da birinci farkta $I(1)$ durağan olması, ikinci farkta durağan $I(2)$ olmaması durumunda kullanılabilir. Çalışmada, durağanlık seviyeleri ilk olarak geleneksel KPSS (Kwiatkowski vd., 1992) birim kök testiyle gerçekleştirilmiştir. Bu test, serilerdeki yapısal kırılmayı dikkate almadıkları için yanıltıcı sonuçlar verebilir (Shahbaz vd., 2013). Bunu göz önünde bulundurarak, sabitli ve trendli model için KPSS testiyle durağanlık araştırması yapılmıştır. Ardından, serilerdeki yapısal tek kırılmaya izin veren Zivot-Andrews (ZA) (Zivot

ve Andrews, 1992) birim kök testi uygulanmıştır. Bu test, geleneksel birim kök testlerine göre yapısal kırılmayı dikkate aldığı için daha güvenilir sonuçlar vermektedir. İkinci adımda, sınır testi uygulamasında eşbütünleşmenin olmadığını gösteren sıfır hipotez, ($H_0: \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5 = \lambda_6 = 0$), eşbütünleşmenin olduğunu gösteren alternatif hipoteze, ($H_1: \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq \lambda_4 \neq \lambda_5 \neq \lambda_6 \neq 0$), karşı test edilmiştir. Bu hipotez testi, F-istatistiğine dayalı olarak gerçekleştirilir. Hesaplanan F-istatistik değeri Pesaran vd. (2001) veya Narayan (2005) tarafından hesaplanan alt $I(0)$ ve üst $I(1)$ kritik tablo değerleriyle karşılaştırılır. Eğer hesaplanan F-istatistik değeri üst kritik değerden büyükse, sıfır hipotezi reddedilerek eşbütünleşme ilişkisinin olduğuna karar verilir. Genellikle Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanan kritik değerler büyük örneklem için Narayan (2005) tarafından hesaplanan kritik değerler küçük örneklem için kullanılmaktadır (Acaravci ve Ozturk, 2010). Bu çalışmada, örneklem sayısı sınırlı olduğu için Narayan (2005) tarafından hesaplanan kritik değerlerden yararlanılmıştır. Üçüncü adımda, tahmini yapılan ARDL modeline ait bir takım tanısal testler kontrol edilir. Eğer bu tanısal testler istenilen koşullarda yerine getirilirse modelin doğru kurulduğuna ve tahmin amacıyla kullanılabilmesine karar verilir. Son adımda ise, Brown vd. (1975) tarafından geliştirilen CUSUM ve CUSUM_{SQ} testleri ile parametrelerin istikrarlılığı kontrol edilir.

4. Ampirik Bulgular ve Tartışma

ARDL yöntemine geçmeden önce değişkenlerin bütünleşme mertebelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü bu yöntemin uygulanabilmesi için bağımlı değişkenin bütünleşme mertebesinin $I(1)$ olması şartıyla, bağımsız değişkenlerin hiçbirinin ikinci dereceden $I(2)$ durağan olmaması gereklidir. Bu yüzden, çalışmada değişkenlerin bütünleşme mertebelerini belirleyebilmek için öncelikle yapısal kırılmaları dikkate almayan KPSS ve tek yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot-Andrews birim kök testlerinden istifade edilmiştir. Tablo 2'deki KPSS birim kök testi sonuçlarına göre sabitli modelde $\ln SH$, $\ln CO_2$ ve $\ln YE$ değişkenleri $I(1)$ iken $\ln BY$, $\ln N$ ve $\ln NE$ $I(0)$ 'dır. Sabitli ve trendli modelde ise $\ln CO_2$ ve $\ln NE$ $I(0)$ iken diğer değişkenlerin tümü $I(1)$ 'dir.

Tablo 2

KPSS Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	KPSS (sabitli)		KPSS (1.fark sabitli)		KPSS (sabitli ve trendli)		KPSS (1.fark sabitli ve trendli)	
	LM-ist.	%5 kd.	LM-ist.	%5 kd.	LM-ist.	%5 kd.	LM-ist.	%5 kd.
$\ln SH$	0.6926*	0.4630	0.0476	0.4630	0.1631*	0.1460	0.0571	0.1460
$\ln CO_2$	0.7155*	0.4630	0.3130	0.4630	0.2410	0.1460	-	0.1460
$\ln BY$	0.3706	0.4630	-	0.4630	0.1648*	0.1460	0.0290	0.1460
$\ln N$	0.4289	0.4630	-	0.4630	0.4757*	0.1460	0.1198	0.1460

lnNE	0.1903	0.4630	-	0.4630	0.2742	0.1460	-	0.1460
lnYE	0.5413*	0.4630	0.4239	0.4630	0.1757*	0.1460	0.1047	0.1460

Not: *; %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir. KPSS birim kök testi için yokluk hipotezi serinin durağanlığını göstermektedir.

Tablo 3'deki ZA birim kök test sonuçlarına bakıldığında ise değişkenlerin tümünün sabitte, trendde ve hem sabitte hem de trendde birim köklü I(1) olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, değişkenlerin hiçbiri I(2) olmadığı için ARDL yaklaşımı uygulanabilir.

Tablo 3

Zivot-Andrews Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ZA _I		ZA _T		ZA _B	
	Test ist.	%5 kd.	Test ist.	%5 kd.	Test ist.	%5 kd.
lnSH	-4.0104	-4.93	-3.7724	-4.42	-5.0145	-5.08
	1997		1988		1997	
lnCO ₂	-2.2533	-4.93	-3.6771	-4.42	-3.5895	-5.08
	2014		2011		2010	
lnBY	-3.0109	-4.93	-3.7718	-4.42	-3.7252	-5.08
	2008		2005		2004	
lnN	-4.3942	-4.93	-4.4175	-4.42	-4.2028	-5.08
	2004		1997		1995	
lnNE	-2.1721	-4.93	-3.9066	-4.42	-3.8032	-5.08
	1982		1997		1993	
lnYE	-2.8178	-4.93	-3.3501	-4.42	-3.2612	-5.08
	2004		1997		1996	

Not. *; %5 anlamlılık düzeyini göstermektedir. ZA_I = sabitte, ZA_T = trendde ve ZA_B = hem sabitte hem de trendde kırılmayı göstermektedir.

Aşağıdaki Tablo 4, ARDL (1,3,2,4,1,2) modeline ait sınır test sonuçlarını göstermektedir. Buna göre, hesaplanan F-test istatistiği değeri %1 ve %5 önem düzeyindeki üst sınır kritik I(1) değerlerinden daha büyüktür. Bu durum, eşbütünleşmenin olmadığını gösteren yokluk hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Bu bağlamda, ilgili değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki vardır.

Tablo 4

Sınır Testi İçin Kointegrasyon Sonuçları

Model	F- istatistiği	Karar	Kritik değer %1		Kritik değer %5	
			I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
ARDL (1,3, 2, 4, 1, 2)	7.4422	Evet	4.03	5.598	2.922	4.268

Not. Optimum gecikme uzunluğu, Akaike (AIC) bilgi kriterine göre otomatik olarak seçilmiştir. Alt I(0) ve üst I(1) sınırlar için kritik değerler Narayan'dan (2005) alınmıştır.

Aşağıdaki Tablo 5, ARDL (1,3,2,4,1,2) modelinden elde edilen uzun ve kısa dönemli tahmin sonuçlarını göstermektedir. Buna göre, uzun dönemde lnSH üzerinde, lnCO₂, lnBY, lnN, lnNE ve lnYE'nin etkisi vardır. lnCO₂'deki %1'lik bir artış lnSH'yi yaklaşık %1.89 oranından arttıracaktır. Daha açık bir ifadeyle, CO₂ emisyonlarındaki artış dolayısıyla sağlık

harcamaları da artacaktır. Çalışmadan elde edilen bu bulgu Zaidi ve Said'nin (2018) çalışmasının sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir. Benzer şekilde, uzun dönemde lnBY'deki %1'lik bir artış da lnSH'yi yaklaşık %0.80 civarında arttıracaktır. Bu sonuç Boachie vd. (2014) ve Wang vd. 'nin (2019) çalışmalarının sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. lnN'nin lnSH üzerindeki uzun dönemli etkisine bakıldığında ise benzer bir durumun ortaya çıktığını, yani nüfustaki artış dolayısıyla sağlık harcamalarının arttığı sonucu görülmektedir. Bu sonuç, Dong vd. (2021) ve Yacour vd.'nin (2023) çalışmalarından elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Fakat, lnNE'deki ve lnYE'deki %1'lik bir artışlar sırasıyla lnSH'yi yaklaşık olarak %0.91 ve %2.79 oranında azaltmaktadır. Bu sonuçlara bakıldığında, yenilenebilir enerjinin nükleer enerjiye kıyasla uzun dönemde sağlık harcamalarını daha fazla azalttığı görülmektedir. Elde ettiğimiz bu bulgular Shahzad'ın (2020) çalışmasının sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Tablo 5

Uzun ve Kısa Dönem ARDL Tahmin Sonuçları

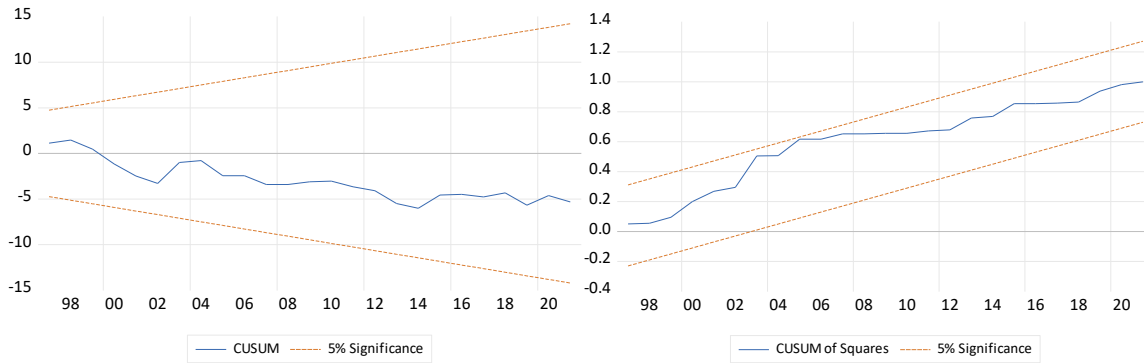
Uzun vadeli sonuçlar	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
lnCO2	1.8847**	0.8761	2.1510	0.0409
lnBY	0.7981**	0.3338	2.3904	0.0244
lnN	65.4960**	29.9134	2.1895	0.0377
lnNE	-0.9156**	0.4101	-2.2325	0.0344
lnYE	-2.7982*	1.386297	-2.018537	0.0540
Kısa vadeli sonuçlar	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Olasılık
Sabit	-250.6714***	34.359	-7.2954	0.0000
$\Delta \ln \text{CO}_2$	-0.0082	0.1579	-0.0523	0.9586
$\Delta \ln \text{CO}_{2t-1}$	0.5242***	0.1391	3.7681	0.0009
$\Delta \ln \text{CO}_{2t-2}$	0.4752***	0.1489	3.1902	0.0037
$\Delta \ln \text{BY}$	-0.1172*	0.0652	-1.7954	0.0842
$\Delta \ln \text{BY}_{t-1}$	-0.3601***	0.0766	-4.6960	0.0001
$\Delta \ln \text{N}$	-8.1850	11.3296	-0.7224	0.4765
$\Delta \ln \text{N}_{t-1}$	18.4191	20.8529	0.8832	0.3852
$\Delta \ln \text{N}_{t-2}$	-39.7507*	23.1584	-1.7164	0.0980
$\Delta \ln \text{N}_{t-3}$	-29.8426**	13.6408	-2.1877	0.0379
$\Delta \ln \text{NE}$	-0.0679	0.0553	-1.2275	0.2306
$\Delta \ln \text{YE}$	-0.1264**	0.0545	-2.3188	0.0285
$\Delta \ln \text{YE}_{t-1}$	0.1405**	0.0623	2.2525	0.0330
HDT_{t-1}	-0.2153***	0.0295	-7.2966	0.0000
Tamam testler				
J-B	2.7839 [0.2485]			
WHITE	0.9177 [0.5669]			
LM	4.5540 [0.0428]			
RESET	0.0021 [0.9725]			
CUSUM	İstikrarlı			
CUSUMSQ	İstikrarlı			

Not. [] olasılık değerleridir. %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyi sırasıyla (***) (***) ve (*) ile vurgulanmıştır.

Tablo 5'teki kısa vadeli sonuçlara bakıldığında, HDT beklendiği üzere negatif ve %1 önem düzeyinde istatistiki açıdan anlamlıdır. Bu bağlamda, kısa dönemde meydana gelecek

sapmalar $1/0.2153 = 4.6$ yıl sonra uzun dönem dengesine ulaşacaktır. Kısa dönemli sonuçlara bakıldığında ise sadece büyümenin ve yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerinde negatif etkili olduğu görülmektedir. Hem uzun hem de kısa dönemli sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde özellikle yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerindeki negatif etkisi göze çarpmaktadır. Bu etki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımındaki artışın çevreye ve insan sağlığına olumlu etkisini göstermektedir.

Modelin tahmin amacıyla kullanılabilmesi için bir takım tanısal test koşullarını sağlaması gerekmektedir. Tablo 5'te sunulan sonuçlara göre modelde %5 anlamlılık düzeyinde, modelde değişen varyans problemlerinin olmadığını, modelin normal dağılım gösterdiğini ve model kurulduğunda bir hata olmadığını görülmektedir. Fakat, modelde otokorelasyon problemi vardır. Altıntaş ve Ersoy'un (2021) belirttiği üzere modelde otokorelasyon probleminin olması durumunda, HAC (Newey-West) dirençli tahminci kullanılarak, bu sorun bertaraf edilebilir. Bu bağlamda, bu çalışmada da model HAC dirençli standart hatalarla tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ARDL (1,3,2,4,1,2) modeline ait parametrelerin istikrarlı olup olmadığını test etmek için uygulanan ve Şekil 1'de sunulan CUSUM ve CUSUMSQ test sonuçları, parametrelerin istikrar koşullarını sağladığını söylemektedir. Dolayısıyla, kurulan ARDL (1,3,2,4,1,2) modeli tahmin amacıyla kullanılabilir.



Şekil 1. CUSUM ve CUSUMSQ

5. Sonuç ve Politika Önerileri

Sanayi devriminin başlangıcından günümüze kadar CO₂ emisyon oranlarındaki artış devam etmekte ve iklim değişikliğinin en önemli nedeni olarak görülmektedir. Küresel iklim krizi ile özellikle fosil yakıt tüketiminin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararları dikkat çekmektedir. Karbon emisyon oranlarındaki artış kamu sağlık harcamalarında artışa ve işgücü verimsizliğine neden olmaktadır. Dolayısıyla bu durum ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Bu zararı en aza indirebilmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitli biçimleri teşvik edilmekte ve sürdürülebilir kalkınmadaki rolünün önemine dikkat

çekilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki ile çevresel zararın azaltılması ve insan yaşam kalitesinin de artması hedeflenmektedir. Bu noktada yenilenebilir kaynakların artışının çevrenin insan sağlığı üzerindeki etkisi merak uyandırmaktadır. Bu amaçla çalışmada İngiltere’de sağlık harcamaları üzerinde CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme, nüfus, nükleer enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketiminin uzun ve kısa dönemli etkisi analiz edilmiştir. Hem uzun hem de kısa dönemli sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde özellikle yenilenebilir enerjinin sağlık harcamaları üzerindeki negatif etkisi göze çarpmaktadır. Yenilenebilir enerjinin nükleer enerjiye kıyasla uzun dönemde sağlık harcamalarını daha fazla azalttığı görülmektedir. Bu sonuçlar ile nükleer enerji ve yenilenebilir enerji tüketiminin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olacağı söylenebilir. Ancak yenilenebilir enerji tüketiminin toplum sağlığı üzerindeki anlamlı etkinin görülebilmesi için daha çok araştırma yapılması gerektiğini söylemek mümkündür.

Çalışmanın bulguları, CO₂ oranlarını azaltmak için doğal kaynaklara bağımlılığın azaltılması, temiz enerji kaynaklarının kullanımının ve temiz enerji yatırımlarının artırılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Bu noktada CO₂ maliyetini arttıran vergilendirme, karbon fiyatı tabanı gibi politikalarla fosil yakıt üretimi ve tüketiminin azaltılması önemlidir. Sürdürülebilir ekonomik büyüme ve çevrenin korunması için yeşil teknolojilerden faydalanmanın, bu doğrultuda teşvik edici ve etkin politikaların uygulanması önerilmektedir.

Kaynakça

- Acaravci, A., & Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35(12), 5412-5420.
- Acheampong, A. O., Adams, S., & Boateng, E. (2019). Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in Sub-Saharan Africa?. *Science of the Total Environment*, 677, 436-446.
- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4-13.
- Alola, A. A. (2019). Carbon emissions and the trilemma of trade policy, migration policy and health care in the US. *Carbon Management*, 10(2), 209-218.
- Altuntaş, D., & Ersoy, E. (2021). Yatırımcı duyarlılığının BIST pay piyasasına etkisi. *Sosyoekonomi*, 29(50), 387-412.
- Anwar, M. A., Zhang, Q., Asmi, F., Hussain, N., Plantinga, A., Zafar, M. W., & Sinha, A. (2022). Global perspectives on environmental kuznets curve: A bibliometric review. *Gondwana Research*, 103, 135-145.
- 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.
- Apergis, N., Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2018). Does renewable energy consumption and health expenditures decrease carbon dioxide emissions? Evidence for sub-Saharan Africa countries. *Renewable Energy*, 127, 1011-1016.
- Aydin, M., & Bozatli, 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.
- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., Zhang, H., & Yuan, J. (2021). Analyzing the effect of natural gas, nuclear energy and renewable energy on GDP and carbon emissions: A multi-variate panel data analysis. *Energy*, 219, 119592.
- Baek, J. (2016). Do nuclear and renewable energy improve the environment? Empirical evidence from the United States. *Ecological Indicators*, 66, 352-356.
- Baek, J., & Pride, D. (2014). On the income–nuclear energy–CO2 emissions nexus revisited. *Energy Economics*, 43, 6-10.
- Bao, Z., & Lu, W. (2023). Applicability of the environmental Kuznets curve to construction waste management: A panel analysis of 27 European economies. *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106667.
- Barro, R. (1996). Health and economic growth. *World Health Organization*, 1-47.
- Boachie, M. K., Mensah, I. O., Sobiesuo, P., Immurana, M., Iddrisu, A. A., & Kyei-Brobbe, I. (2014). Determinants of public health expenditure in Ghana: a cointegration analysis.

- Journal of Behavioural Economics, Finance, Entrepreneurship, Accounting and Transport*, 2(2), 35-40.
- BP. (2023). *British Petroleum*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (Accessed on 18.05.2023).
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-163.
- Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The Lancet*, 360(9341), 1233-1242.
- Chen, X., & Lin, B. (2021). Towards carbon neutrality by implementing carbon emissions trading scheme: Policy evaluation in China. *Energy Policy*, 157, 112510.
- Chen, Y., Zhao, J., Lai, Z., Wang, Z., & Xia, H. (2019). Exploring the effects of economic growth, and renewable and non-renewable energy consumption on China's CO2 emissions: Evidence from a regional panel analysis. *Renewable Energy*, 140, 341-353.
- D'amato, G., Vitale, C., De Martino, A., Viegi, G., Lanza, M., Molino, A., ... & D'amato, M. (2015). Effects on asthma and respiratory allergy of climate change and air pollution. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 10(1), 1-8.
- Dai, J., Alvarado, R., Ali, S., Ahmed, Z., & Meo, M. S. (2023). Transport infrastructure, economic growth, and transport CO2 emissions nexus: Does green energy consumption in the transport sector matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 40094-40106.
- De Bruyn, S. M., van den Bergh, J. C., & Opschoor, J. B. (1998). Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. *Ecological Economics*, 25(2), 161-175.
- Dong, H., Xue, M., Xiao, Y., & Liu, Y. (2021). Do carbon emissions impact the health of residents? Considering China's industrialization and urbanization. *Science of the Total Environment*, 758, 143688.
- Dong, K., Sun, R., Jiang, H., & Zeng, X. (2018). CO2 emissions, economic growth, and the environmental Kuznets curve in China: What roles can nuclear energy and renewable energy play?. *Journal of Cleaner Production*, 196, 51-63.
- EIA. (2022). Country Analysis Executive Summary: United Kingdom. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/GBR> (Accessed on 10.02.2024).
- El-Sayed, A., & Kamel, M. (2020). Climatic changes and their role in emergence and re-emergence of diseases. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 22336-22352.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Galeotti, M., & Lanza, A. (2005). Desperately seeking environmental Kuznets. *Environmental Modelling & Software*, 20(11), 1379-1388.

- Giles-Corti, B., Vernez-Moudon, A., Reis, R., Turrell, G., Dannenberg, A. L., Badland, H., ... & Owen, N. (2016). City planning and population health: A global challenge. *The Lancet*, 388(10062), 2912-2924.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement.
- Hansen, A. C., & Selte, H. K. (2000). Air pollution and sick-leaves. *Environmental and Resource Economics*, 16, 31-50.
- Haseeb, A., Xia, E., Danish, Baloch, M. A., & Abbas, K. (2018). Financial development, globalization, and CO2 emission in the presence of EKC: Evidence from BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 31283-31296.
- Hossain, M. E., Islam, M. S., Bandyopadhyay, A., Awan, A., Hossain, M. R., & Rej, S. (2022). Mexico at the crossroads of natural resource dependence and COP26 pledge: Does technological innovation help?. *Resources Policy*, 77, 102710.
- Iwata, H., Okada, K., & Samreth, S. (2010). Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO2 in France: The role of nuclear energy. *Energy Policy*, 38(8), 4057-4063.
- Jahanger, A., & Usman, M. (2023). Investigating the role of information and communication technologies, economic growth, and foreign direct investment in the mitigation of ecological damages for achieving sustainable development goals. *Evaluation Review*, 47(4), 653-679.
- Jalil, A., & Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration--with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Karaaslan, A., & Çamkaya, S. (2022). The relationship between CO2 emissions, economic growth, health expenditure, and renewable and non-renewable energy consumption: Empirical evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 190, 457-466.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.
- Lau, L. S., Choong, C. K., Ng, C. F., Liew, F. M., & Ching, S. L. (2019). Is nuclear energy clean? Revisit of Environmental Kuznets Curve hypothesis in OECD countries. *Economic Modelling*, 77, 12-20.
- Lee, S., Kim, M., & Lee, J. (2017). Analyzing the impact of nuclear power on CO2 emissions. *Sustainability*, 9(8), 1428.
- Li, X., Song, J., Lin, T., Dixon, J., Zhang, G., & Ye, H. (2016). Urbanization and health in China, thinking at the national, local and individual levels. *Environmental Health*, 15, 113-123.

- Liang, L., Wang, Z., & Li, J. (2019). The effect of urbanization on environmental pollution in rapidly developing urban agglomerations. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117649.
- Lin, B., Omoju, O. E., Nwakeze, N. M., Okonkwo, J. U., & Megbowon, E. T. (2016). Is the environmental Kuznets curve hypothesis a sound basis for environmental policy in Africa?. *Journal of Cleaner Production*, 133, 712-724.
- Liu, M., Liu, X., Huang, Y., Ma, Z., & Bi, J. (2017). Epidemic transition of environmental health risk during China's urbanization. *Science Bulletin*, 62(2), 92-98.
- Lu, Z. N., Chen, H., Hao, Y., Wang, J., Song, X., & Mok, T. M. (2017). The dynamic relationship between environmental pollution, economic development and public health: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 166, 134-147.
- Luan, S., Hussain, M., Ali, S., & Rahim, S. (2022). China's investment in energy industry to neutralize carbon emissions: Evidence from provincial data. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(26), 39375-39383.
- Managi, S., & Jena, P. R. (2008). Environmental productivity and Kuznets curve in India. *Ecological Economics*, 65(2), 432-440.
- Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). CO₂ emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US. *Energy Policy*, 38(6), 2911-2915.
- Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Nathaniel, S. P., Alam, M. S., Murshed, M., Mahmood, H., & Ahmad, P. (2021). The roles of nuclear energy, renewable energy, and economic growth in the abatement of carbon dioxide emissions in the G7 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 47957-47972.
- Nica, E., Poliakova, A., Popescu, G. H., Valaskova, K., Burcea, S. G., & Constantin, A. L. D. (2023). The impact of financial development, health expenditure, CO₂ emissions, institutional quality, and energy mix on life expectancy in Eastern Europe: CS-ARDL and quantile regression approaches. *Heliyon*, 9(11).
- OECD. (2023). Retrieved from <https://data.oecd.org/> (Accessed on 08.12.2023).
- Osman, A. I., Chen, L., Yang, M., Msigwa, G., Farghali, M., Fawzy, S., ... & Yap, P. S. (2023). Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(2), 741-764.
- Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2010). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*, 38(12), 7850-7860.
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO₂ emissions, and ecological footprint in the USA: Testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 846-861.

- Pata, U. K., & Samour, A. (2022). Do renewable and nuclear energy enhance environmental quality in France? A new EKC approach with the load capacity factor. *Progress in Nuclear Energy*, 149, 104249.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Raza, S. A., & Shah, N. (2018). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in G7 countries: The role of renewable energy consumption and trade. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 26965-26977.
- Sadiq, M., Kannaiah, D., Yahya Khan, G., Shabbir, M. S., Bilal, K., & Zamir, A. (2023). Does sustainable environmental agenda matter? The role of globalization toward energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emissions in South Asian countries. *Environment, Development and Sustainability*, 25(1), 76-95.
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). Reducing CO2 emissions in OECD countries: Do renewable and nuclear energy matter?. *Progress in Nuclear Energy*, 126, 103425.
- Saleem, H., Khan, M. B., Shabbir, M. S., Khan, G. Y., & Usman, M. (2022). Nexus between non-renewable energy production, CO2 emissions, and healthcare spending in OECD economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(31), 47286-47297.
- Sarkodie, S. A., & Adams, S. (2018). Renewable energy, nuclear energy, and environmental pollution: Accounting for political institutional quality in South Africa. *Science of the Total Environment*, 643, 1590-1601.
- Shahbaz, M., Khraief, N., Uddin, G. S., & Ozturk, I. (2014). Environmental Kuznets curve in an open economy: A bounds testing and causality analysis for Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 325-336.
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Mahmood, H., & Arouri, M. (2013). Does financial development reduce CO2 emissions in Malaysian economy? A time series analysis. *Economic Modelling*, 35, 145-152.
- 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, 117956.
- Şahin, G., & Ayyıldız, F. V. (2020). Climate change and energy policies: European Union-scale approach to a global problem. In Qudrat-Ullah, H., & Asif, M. (Eds.), *Dynamics of energy, environment and economy. Lecture notes in energy*, vol 77. Springer.
- Şahin, G., Gökdemir, L., & Ayyıldız, F. V. (2019). Türkiye örneğinde kirlilik sığınağı ve kirlenme hâle hipotezleri üzerine ampirik bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 104-140.
- Twerefou, D. K., Adusah-Poku, F., & Bekoe, W. (2016). An empirical examination of the environmental Kuznets curve hypothesis for carbon dioxide emissions in Ghana: An ARDL approach. *Environmental & Socio-Economic Studies*, 4(4), 1-12.

- Usman, M., & Radulescu, M. (2022). Examining the role of nuclear and renewable energy in reducing carbon footprint: Does the role of technological innovation really create some difference?. *Science of the Total Environment*, 841, 156662.
- Wang, Q., Yang, T., & Li, R. (2023). Does income inequality reshape the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis? A nonlinear panel data analysis. *Environmental Research*, 216, 114575.
- Wang, Z., Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., & Wang, B. (2019). Dynamic linkages among CO2 emissions, health expenditures, and economic growth: Empirical evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 15285-15299.
- Wang, Z., Hu, D., Sami, F., & Uktamov, K. F. (2023). Revisiting China's natural resources-growth-emissions nexus: Education expenditures and renewable energy innovation. *Resources Policy*, 85, 103923.
- Worldbank. (2023). Retrieved from <https://databank.worldbank.org/> (Accessed on 08.12.2023).
- Xu, B., Li, S., Afzal, A., Mirza, N., & Zhang, M. (2022). The impact of financial development on environmental sustainability: A European perspective. *Resources Policy*, 78, 102814.
- Xu, X., Yang, H., & Li, C. (2022). Theoretical model and actual characteristics of air pollution affecting health cost: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3532.
- Yacour, S., Soumbara, S. A., & El Ghini, A. (2023). Environmental quality, economic growth, and healthcare expenditure nexus for North Africa: A panel cointegration analysis. *Environmental Modeling & Assessment*, 1-15.
- 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.
- 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, B., Wang, B., & Wang, Z. (2017). Role of renewable energy and non-renewable energy consumption on EKC: Evidence from Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 156, 855-864.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10, 251-270.

EXTENDED ABSTRACT

Various elements have a role in the advancement of any society. Health is a crucial component of human capital that enhances the well-being of a nation (Barro, 1996). The concept of health pertains to the physical and mental well-being of an individual or a collective entity. High levels of health in societies and individuals contribute to the overall wellbeing of a country by enhancing production and productivity. It is crucial to identify the elements that negatively affect health. The degradation of environmental quality is a significant factor contributing to the decline in health. The decline in environmental quality has been observed to result in higher rates of diseases and deaths, particularly in developing nations (D'amato et al. 2015; Lu et al. 2017). This, in turn, leads to a loss in labour productivity and imposes economic costs on societies (Yacour et al. 2023). The study examined the impact of carbon dioxide emissions (CO₂), population (N), gross domestic product (GDP), nuclear energy (NE) consumption, and renewable energy (RE) consumption on health expenditures (SH).

The primary focus of research is to examine the relationship between environmental pollution and economic growth in order to mitigate the adverse impacts on human health. This investigation centres around the EKC hypothesis proposed by Grossman and Kruger (1993), which suggests an inverted U-shaped relationship between environmental pollution and economic growth. This relationship suggests that as countries experience higher levels of development, environmental pollution is likely to increase. However, once a certain threshold is surpassed, economic growth can actually help reduce environmental degradation. This finding is supported by several studies (De Bruyn et al. 1998; Galeotti and Lanza, 2005; Managi and Jena, 2008; Pata, 2021; Anwar et al. 2022; Bao and Lu, 2023). Several studies (Jalil and Mahmud, 2009; Pao and Tsai, 2010; Ahmed and Long, 2012; Shahbaz et al. 2014; Zhang et al. 2017; Haseeb et al. 2018; Raza and Shah, 2018; Şahin et al. 2019; Luan et al. 2022) have confirmed the EKC hypothesis, which demonstrates the relationship between environmental pollution and national income. Furthermore, there are also research papers that have found the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis to be erroneous, as demonstrated by Twerefou et al. (2016), Lin et al. (2016), Hossain et al. (2022), and Dai et al. (2023).

One significant aspect emphasised in the studies is the rise in environmental pollution resulting from carbon dioxide (CO₂). Environmental pollution is caused by CO₂ emissions, which primarily come from fossil fuels like oil, natural gas, and coal (Chen et al., 2019; Saidi and Omri, 2020; Şahin and Ayyıldız, 2020; Xu et al., 2022; Osman et al., 2023; Sadiq et al., 2022). Recent research has focused on examining the specific impacts of environmental

contamination on human health. Narayan and Narayan (2008) highlighted the growing impact of environmental pollution prices on health expenses. The primary cause of environmental damage is attributed to air pollution, with detrimental impacts on human health and labour efficiency being emphasised (Hansen and Selte, 2000; Brunekreef and Holgate, 2002; Xu et al. 2022). One of the reasons for the rise in environmental pollution and decline in individuals' quality of life is the global increase in energy demand and supply, primarily fueled by fossil fuels. The current rise in population and urbanisation rates presents a significant peril to both the environment and human well-being (Li et al., 2016; Giles-Corti et al., 2016; Liu et al., 2017; Liang et al., 2019). The World Health Organisation's analysis reveals that 18% of CO₂ emissions can be attributed to the electricity and housing sectors. The paper highlights the significance of utilising renewable energy sources in response to this potential danger (Karaaslan and Çamkaya, 2022). In recent years, governments have increasingly relied on renewable energy sources to decrease CO₂ emissions and achieve sustainable energy use. The study by Yacour et al. (2023) highlights that the shift to clean energy sources is associated with a reduction in CO₂ emissions, which in turn may have a positive impact on health indicators. Nuclear energy and renewable energy sources are considered significant for reducing CO₂ emissions (Menyah and Wolde-Rufael, 2010; Iwata et al. 2010; Baek and Pride, 2014; Lee et al. 2017; Lau et al. 2019; Nathaniel et al. 2021; Pata and Samour, 2022; Jahanger and Usman, 2023) (Baek, 2016; Apergis et al. 2018; Dong et al. 2018; Sarkodie and Adams, 2018; Acheampong et al. 2019; Saidi and Omri, 2020; Zafar et al. 2020; Azam et al. 2021; Usman and Radulescu, 2022).

This study used the lag distributed autoregressive model (ARDL) technique to examine the long and short-term dynamic interactions between variables. Pesaran et al. (2001) were the first to introduce this strategy in the literature. The ARDL model offers numerous advantages compared to the previous techniques in the literature, as demonstrated by Engle and Granger (1987) and Johansen and Juselius (1990). An advantage of the ARDL technique is that it enables the examination of the cointegration relationship even when the independent variables have various levels of stationarity (I(0) or I(1)), as long as the dependent variable is I(1). In addition, the inclusion of an error correction parameter in the cointegration equation allows for the simultaneous identification of both long-term and short-term relationships (Pesaran et al., 2001). Furthermore, this model demonstrates the ability to generate accurate estimation outcomes even when applied to limited sample sizes (Alola, 2019). This study employs the ARDL technique due of its advantageous features.

The study examined the impact of CO₂ emissions, economic growth, population, nuclear energy use, and renewable energy consumption on health expenditures in the UK, considering both long-term and short-term effects. When considering both the long-term and short-term outcomes collectively, the negative effect of renewable energy on healthcare costs becomes apparent. Long-term analysis reveals that renewable energy has a greater impact on reducing health expenditures compared to nuclear energy. Based on these findings, it can be concluded that the utilisation of nuclear energy and renewable energy sources will have beneficial impacts on human health. Nevertheless, it is necessary to do further research to determine the substantial impact of renewable energy use on public health. The study's findings highlight the imperative to diminish reliance on natural resources, amplify the utilisation of clean energy resources, and augment investments in clean energy to mitigate CO₂ emissions. Currently, it is crucial to decrease the production and usage of fossil fuels by implementing measures like taxation and a carbon price floor, which raise the cost of carbon dioxide. Utilising green technologies is advised for achieving sustainable economic growth and environmental conservation. It is also important to implement appropriate regulations and incentives to support this objective.