



ÜST-ORTA VE YÜKSEK GELİRLİ ÜLKELERDE SAĞLIK, İŞGÜCÜ İLE KARBON EMİSYONUNUN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE ETKİLERİ¹

EYYUP ECEVİT^{1*} & ŞENAY HIÇYILMAZ²

¹Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ecevit@erciyes.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2417-4043>.
²Dr., Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, senaybirdal@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0810-9566>.

¹Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında kabul edilen "Beşeri Sermaye Olarak Sağlıkın Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

ÖZ

Çalışmamızda yüksek gelirli ve üst-orta gelirli olmak üzere 89 ülke üzerinde panel veri çalışması uygulanmıştır. İlgili ülkelerin verileri ile Dumitrescu & Hurlin nedensellik testi ve Driscoll & Kraay standart hatalı sabit etkiler model tahmini yapılmıştır. Bulgularımıza göre sağlık harcamaları, doğuştan yaşam beklentisi, işgücüne katılım oranı, CO₂ emisyonu ve kişi başına GSYH değişkenleri arasında tek ve çoğunlukla çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Uzun dönem tahmin sonuçları, yüksek ve üst-orta gelirli ülkelerde sağlık harcamaları, doğuştan yaşam beklentisi ve CO₂ emisyonunun GSYH üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. İşgücüne katılım oranının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi iki panel grubunda farklıdır. İşgücünün GSYH'ya etkisi üst orta gelirli ülkelerde negatif, yüksek gelirli ülkelerde ise anlamsız bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, işgücü, CO₂ emisyonu, nedensellik, Driscoll & Kraay.

Editör / Editor:

Erhan MUĞALOĞLU,
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:

Eyyüp ECEVİT,
ecevit@erciyes.edu.tr

JEL:

: B23, I15, J24, Q01, Q50.

Geliş: 18 Nisan 2024

Received: March 18, 2024

Kabul: 25 Temmuz 2024

Accepted: July 25, 2024

Yayın: 31 Ağustos 2024

Published: August 31, 2024

Atıf / Cited as (APA):

Ecevit, E. & Hiçyılmaz Ş. (2024),
Üst-Orta ve Yüksek Gelirli Ülkelerde Sağlık,
İşgücü ile Karbon Emisyonunun Ekonomik
Büyüme Üzerine Etkileri, Erciyes Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 68,
145-153,
doi: 10.18070/erciyesiibd.1310784

THE EFFECTS OF HEALTH, LABOR, AND CARBON EMISSION ON ECONOMIC GROWTH IN UPPER-MIDDLE AND HIGH-INCOME COUNTRIES

ABSTRACT

In our study, a panel data analysis was conducted with 89 countries categorized as high-income and upper-middle-income. Dumitrescu & Hurlin causality test and Driscoll & Kraay standard error fixed effects model estimations were performed using the data of the relevant countries. According to our findings, both uni-directional and mostly bi-directional causality relationships were found among variables such as healthcare expenditure, life expectancy at birth, labor force participation rate, CO₂ emissions, and GDP per capita. Long-term forecast results indicate that healthcare expenditure, life expectancy at birth, and CO₂ emissions have positive effects on GDP per capita in high-income and upper-middle-income countries. The impact of labor force participation on economic growth varied between the two panel groups. The effect of labor force on GDP was found to be negative in upper-middle-income countries and insignificant in high-income countries.

Keywords: Health, labor force, CO₂ emission, causality, Driscoll & Kraay.

GİRİŞ

1960'larda büyüme teorileri, Ramsey (1928), Solow (1956), Swan (1956), Cass (1965) ve Koopmans (1965) tarafından geliştirilen modeller esas olarak Neoklasik yaklaşımlardan oluşmaktadır. Neoklasik modelde üretim fonksiyonu fiziksel sermaye, işgücü ve teknoloji girdilerinden oluşmaktadır. Endojen modellerle ilgili araştırmanın ilk dalgası Romer (1986), Lucas (1988), Rebelo (1991) tarafından oluşturulmuştur. Romer üretim modelinde dört temel girdiden bahsetmektedir. Bunlar fiziksel sermaye, işgücü, beşeri sermaye ve teknoloji düzeyidir.

Mushkin (1962), Becker (1964) ve Grossman (1999) beşeri sermayenin önemli bileşenlerinden birisinin sağlık sermayesi olduğunu öne sürmüşlerdir. Schultz (1961) sağlık hizmetleri piyasasında yapılan tesisleri beşeri sermaye yatırımı olarak değerlendirmiştir. Mushkin (1962) ise sağlık hizmetlerinde kullanılan emek ve hizmetlerin sağlık yatırımları olduğunu belirtmiştir. Sağlık hizmetlerinde gerçekleşen harcamalar ileriki yıllarda çıkacak olan hastalıkları azaltacağı gibi olası sağlık harcamalarından da tasarruf edilmesini sağlamaktadır (Mazgit, 2002, s. 3). Mushkin ise sağlık hizmetleri için gerçekleşen yatırımların bireylerin çalışma gücünü koruduğunu ve yıllarca süren bir geri dönüşüm sağladığını ifade etmektedir (Atik, 2006, s. 22).

Barro sağlık sermayesi kavramını dahil ederek, Neoklasik büyüme modelinin etkili bir uzantısı olan bir çerçeveyi açıklamaktadır. Bu analiz temel bir özelliği sağlık ve ekonomi arasındaki iki yönlü nedenselliklerdir. Daha iyi sağlık, ekonomik büyümeyi çeşitli şekillerde geliştirme eğilimindedir. Aynı zamanda, ekonomik ilerleme sağlık sermayesinin daha fazla birikmesini teşvik etmektedir (Barro, 2013, s.351).

Barro'nun üretim denkleminde büyüme yalnızca fiziksel sermaye, ham emek ve okullaşma biçimindeki beşeri sermaye gibi geleneksel girdilere bağlı değildir. Aynı zamanda işçi sağlığının durumuna da bağlıdır. Sağlık sermayesi işçinin enerjisini, çabasını, güvenilirliğini etkileyebilir (Barro, 2013, s. 352).

Sağlık ve emek arzı ile yapılan çalışmaların en önemli vurgusu sağlığın emek arzı ile içselliğinin vurgulanmasıdır. Ampirik araştırmaların arkasında yatan genel çerçeve, mevcut sağlığın, sağlık sermayesi stokuna bağlı olduğu ve sağlığın, piyasa çalışması ve piyasa dışı üretim için mevcut zamanı azaltarak, doğrudan ve dolaylı olarak faydaya katkıda bulunduğu bir çerçevedir. Bireyler genellikle önemli bir sağlık donanımıyla hayata başlayacak olsa da (birçok engelli birey bunu yapmasa da) bu donanım zamanla değer kaybetmektedir (Madden ve Walker, 1999, s. 5).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (The Sustainable Development Goals: SDG's) *insanlar arasında ayırım yapmaksızın herkes için daha iyi ve sürdürülebilir bir gelecek tasarlamak* üzere belirlenmiştir. Bu kalkınma hedefleri birbiriyle kendi içlerinde bağlantılı olmakla beraber 17 küresel hedeften oluşmaktadır. SDG's, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu (United Nations General Assembly) tarafından 2015 yılında tanımlanmıştır. Ülkelerin kalkınmasını sürdürülebilir kılmak için hedeflerden ikisini temiz enerji ve iklim değişikliği ile mücadele oluşturmaktadır (<https://sdgs.un.org/goals>).

Çevresel Kuznets eğrisinin doğmasıyla birlikte çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi daha net bir şekilde ortaya konmuştur. Buna göre sanayileşmenin artmasıyla çevre kirliliği ekonomik büyüme ile birlikte bir döneme kadar artmakta daha sonra azalmaktadır. O halde çevre kirliliği hem sağlıkla olan ilişkisi hem de ekonomik büyümeye etkisi nedeniyle sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir konusunu oluşturmaktadır.

Çevre sağlığı dünya çapında bozulma eğilimindedir. Kanıtlar hava, su ve toprak kirliliğine maruz kalmanın dünya çapında birçok ölüme neden olduğunu göstermekte ve bu eğilim her geçen gün artmaktadır. Çevresel kirlenmeler sıklıkla kanser, akciğer hastalığı, kalp hastalığı ve ölüme yol açan bir dizi sağlık sorununa neden olabilmektedir. Kirliliğe bağlı ölümlerin çoğu, çoğunlukla düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmektedir. Ayrıca çeşitli kanser türleri, üreme bozuklukları, nörolojik ve solunum bozukluklarının yanı sıra genel mortalite dahil olmak üzere çok sayıda sağlık sorununun artan oranı, çevresel kirlenmelere maruz kalma ile yüksek oranda ilişkilendirilmiştir (Korancı, 2021, s. 100).

Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olan çalışmanın ilk bölümünde

değişkenlerle ilgili literatür incelenmiştir. İkinci ve üçüncü bölümde veri seti ve ekonometrik model sunulmaktadır. Dördüncü bölümde ise ampirik metodoloji ve bulgular yer almaktadır. Çalışma tartışma ve sonuç kısmı ile sonlanmaktadır.

I. LİTERATÜR

Ampirik analize konu olan iktisadi büyüme değişkenini temsilen kişi başına GSYH verisi alınmıştır. Diğer değişkenler sağlık harcamaları, doğuştan yaşam beklentisi, CO₂ emisyonu ve işgücü verilerinden oluşmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız değişkenleri konu alan bir kısım literatürü bu bölümde inceleyeceğiz.

Wang (2011) 31 ülke ile yaptığı VECM nedensellik sonuçlarına göre sağlık harcamaları ve kişi başına GSYH arasında iki taraflı nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Benzer şekilde Türkiye, Brezilya, Meksika, Çin, Hindistan ve Güney Afrika ülkeleri için Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi uygulayan Sancar & Atay (2021) sağlık harcamaları ile GSYH arasında çift taraflı ilişkiye rastlamıştır. Aynı zamanda sağlık harcamaları ile GSYH hasıla arasında çift yönlü nedenselliğe rastlayan başka çalışmalarda mevcuttur (Doğan, 2016; Piabou, 2017; Wang vd., 2019; Setiawan & Yusuf, 2022). Yardımcıoğlu (2012) 25 OECD ülkesi ile yaptığı panel nedensellik testinde yaşam beklentisi ile GSYH arasında uzun dönemde çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Doğuştan yaşam beklentisi ve GSYH arasında çift yönlü nedensellik Taban (2006) tarafından da desteklenmiştir.

Sağlık harcamalarının GSYH'ya etkisini pozitif bulan çok sayıda çalışma mevcuttur (Gyimah & Wilson, 2004; Gupta & Mitra, 2004; Wang, 2011; Rengin, 2012; Selim, 2014; Chaabouni vd., 2016; Ceylan & Kızıl, 2018; Erçelik, 2018, Sabra, 2022). Nitekim bir kısım literatüre göre sağlık harcamalarının her zaman kişi başına geliri artırdığı söylenememektedir. Bu durum sağlık harcamaları türlerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Özellikle kamu sağlık harcamalarının bir noktadan sonra ekonomik büyümeyi yavaşlattığı görülmektedir (Yıldırım & Yumuşak, 2009; Gençoğlu, 2016; Trafimov, 2020). Ayrıca sağlık harcamalarının toplam üretimi artırmasının aksine ekonomi üzerinde mali bir yük de oluşturabilir. Buna sebep olarak ülkeler arasında gelişmişlik farkları, sınırlı kaynakların doğru tahsis edilememesi gibi nedenler gösterilmektedir (McGuire vd., 2016).

Aghion, Howitt & Martin (2011), Liu & Wang (2016), Cvetanoska & Trpeski (2021) doğuştan yaşam beklentisinin GSYH'yi artırdığına dair bulgular elde etmişlerdir. Bununla beraber Altınöz & Aslan (2019) farklı sonuçlara ulaşmıştır. Geleceğin büyük ekonomileri arasına girmeye aday olarak görülen N-11 ülkeleri ile yaptıkları çalışmalarında doğumda beklenen yaşam süresinin ekonomik büyümeye etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Acemoğlu & Johnson (2007), Batı Avrupa, Okyanusya, Amerika ve Asya'da bulunan 75 ülke ile yaptıkları çalışmalarında yaşam beklentisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuç olarak yaşam beklentisi ile kişi başına düşen GSYH arasında ilişki olmadığı ve yaşam beklentisinde gerçekleşen büyük bir artışın kişi başına geliri artırdığına dair herhangi bir sonuca ulaşamamışlardır.

Saidi & Zaidi (2018), Sancar & Atay (2021), Ibukun & Omisore (2022), Jebabli vd. (2023) ve Vyas vd. (2023) ise GSYH ile CO₂ emisyonu arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi saptamışlardır. Sağlık harcamaları ve CO₂ emisyonu arasında çift yönlü ilişkiye rastlayan çok sayıda literatüre rastlamak mümkündür (Wang vd., 2019; Sancar & Atay, 2021; Li vd., 2022; Saleem, 2022; Ibukun & Omisore 2022; Vyas vd. 2023).

Karbon emisyonunun ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğine dair literatürde çalışmalar vardır (Khan vd., 2016; Chaabouni, 2016; Acheampong, 2018; Mardani & Streimikiene, 2019). Bununla beraber sürdürülebilir kalkınma bağlamında literatürde CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme üzerinde negatif etkilerinin olduğu çalışmalar mevcuttur (Bozkurt & Akan, 2014; Sabra, 2022). Ayrıca Zeshan & Ahmed (2013), enerji tüketiminin yüzde 1 oranında artmasının uzun dönemde geliri yüzde 0,81 oranında artırdığını; CO₂ emisyonunun yüzde 1 oranında artmasının ise uzun dönemde geliri yalnızca yüzde 0,17 miktarında artırdığını bulmuşlardır. Bozkurt & Akan (2014) yaptıkları etki-tepki analizine göre değişkenlerin mevcut ve gelecekteki değerler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Buna göre CO₂ emisyonu kısa dönemde toplam geliri artırmakta uzun dönemde toplam gelirin

azalmasına neden olmaktadır. Sabra (2022) ise sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı ve sağlam bir pozitif ilişkiye rastlarken, ekonomik büyümenin hem yaşam beklentisi hem de CO₂ emisyonu ile negatif ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Sabra (2022), işgücü değişkeninin GSYH'yı pozitif yönde etkilediğini gözlemlemiştir. Cylus & Al-Tayara (2021) 180 ülke kapsamında, yaş gruplarına göre popülasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 55-69 yaş aralığındaki nüfusun ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Bununla beraber Maestas vd. (2022) Amerika Birleşik Devletleri kapsamında 1980-2010 yılları arasında yaptıkları çalışmada 60 yaş üstü nüfusta yaşanan her %10'luk artışın kişi başına GSYH'yı %5,5 azalttığına işaret etmiştir. Clark (1999) 134 ülkeyi kapsayan çalışmalarında kişi başına düşen gelir ile işgücüne katılım oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu durum, en çok orta gelirli ülkelerde daha belirgindir.

Literatür incelendiğinde, ilgili değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde önemli etkileri olduğu görülmektedir. Bu durum ülkelerin gelir düzeyine, kamusal harcamalarına ve yeşil ekonomik büyümeye verdikleri öneme göre değişkenlik göstermektedir. Ayrıca üst gelir grubu ülkelerde işgücüne katılım oranı ile gelir arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusu iken, üst-orta gelir grubu ülkelerde işgücüne katılım oranı ile gelir arasında ters yönlü ilişki olduğu görülmektedir.

II. VERİ SETİ

Dünya Bankası'nın 2020 yılı ülke sınıflandırmasına göre yüksek gelirli ülkeler grubunda 80 ülke, üst-orta gelirli ülke grubunda ise 53 ülke bulunmaktadır. İki ülke grubuna ait toplamda 133 ülkenin verileri taranmış olup, 89 ülkenin verilerine tam olarak erişilmiştir. Bunlardan 48'i yüksek gelirli ve 41'i üst-orta gelirli ülkelerdir. 2000 yılından önce ülkelere ait eksik verilerin çok olması ve 2020 yılında Covid-19 pandemisinin ilan edilmesiyle sağlık verilerinde dramatik değişmelerin yaşanması, zaman kısıtını 2000-2019 dönemi olarak belirlememizde etkili olmuştur. Çalışmada yer alan yüksek gelirli ve üst-orta gelirli ülkeler Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

TABLO 1 | Yüksek Gelirli Ülkeler

Avustralya	Şili	Yunanistan	Kuveyt	Umman	Slovenya
Avusturya	Hırvatistan	Macaristan	Letonya	Panama	İspanya
Bahamalar	Kıbrıs	İzlanda	Litvanya	Polonya	İsveç
Bahreyn	Danimarka	İrlanda	Lüksemburg	Portekiz	İsviçre
Barbados	Estonya	İsrail	Malta	Katar	Trinidad & Tobago
Belçika	Finlandiya	İtalya	Hollanda	Suudi Arabistan	Birleşik Krallık
Brunei Sultanlığı	Fransa	Japonya	Yeni Zelanda	Singapur	Birleşmiş Milletler
Kanada	Almanya	Kore	Norveç	Slovak Cumhuriyeti	Uruguay

TABLO 2 | Üst-Orta Gelirli Ülkeler

Arjantin	Brezilya	Guatemala	Kosta Rika	Namibya	Tongo
Arnavutluk	Bulgaristan	Guyana	Kuzey Makedonya	Paraguay	Fiji
Azerbaycan	Çin	Güney Afrika	Küba	Peru	Maldivler
Belarus	Dominik	Gürcistan	Malezya	Rusya	Türkmenistan
Belize	Ekvador	Jamaika	Mauritius	Sırbistan	Türkiye
Bosna Hersek	Ekvator Ginesi	Kazakistan	Meksika	Surinam	Ürdün
Botswana	Ermenistan	Kolombiya	Moldova	Tayland	

Çalışmada bağımlı değişken olarak kişi başına düşen GSYH ele alınmıştır. Sağlık ile ilgili literatürde en çok kullanılan değişkenlerden ikisi doğuştan yaşam beklentisi ve sağlık harcamalarıdır. Ancak sağlıklı bireylerin işgücüne katılım sağlayabildiği düşünüldüğünde, verimlilik göstergesi olarak kabul edebileceğimiz, 15-64 yaş arası işgücü katılım oranı işgücü değişkeni olarak ele alınmıştır. Sürdürülebilir kalkınmayı temsilen CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Tablo 3'te çalışmada kullanılan değişkenlere ait bilgiler yer almaktadır.

TABLO 3 | Değişkenlere Ait Bilgiler

İsim	Tanım	Dönem	Kaynak
GDP	Kişi başına düşen GSYH (sabit 2015 ABD doları)	2000-2019	Dünya Bankası
EXP	Kişi başına düşen cari sağlık harcaması (cari ABD doları)	2000-2019	Dünya Bankası
LE	Doğumda beklenen yaşam süresi (yıl)	2000-2019	Dünya Bankası
CO ₂	Karbon emisyonu (kişi başına düşen metrik ton)	2000-2019	Dünya Bankası
LF	İşgücüne katılım oranı, toplam (15-64 yaş arası toplam nüfusun %'si) (modellenmiş ILO tahmini)	2000-2019	Dünya Bankası

Tablo 4 ve Tablo 5 yüksek gelirli ülkeler panel grubu ve üst-orta gelirli ülkeler panel grubu için tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir. Bu istatistikler ortalama, medyan, maksimum, standart sapma, çarpıklık, basıklık, Jarque-Bera ve toplamı içermektedir.

TABLO 4 | Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Tanımlayıcı İstatistikler

	LNGDP	LNEXP	LNLE	LNCO ₂	LNLF
Mean	1.024.260	7.507.540	4.362.761	2.106.867	4.275.879
Median	1.035.531	7.526.718	4.370.315	2.066.951	4.282.759
Maximum	1.162.998	9.298.444	4.435.050	3.930.924	4.489.647
Minimum	8.767.706	5.201.645	4.235.584	0.300786	3.928.290
Std. Dev.	0.612380	0.897283	0.040691	0.606087	0.093298
Skewness	-0.160398	-0.220306	-0.639951	0.068686	-0.678394
Kurtosis	2.311.374	2.227.701	2.665.271	3.329.391	4.150.518
Jarque-Bera	2.308.464	3.162.339	7.000.777	5.094.768	1.265.825
Probability	0.000010	0.000000	0.000000	0.078286	0.000000
Sum	9.832.898	7.207.239	4.188.251	2.022.592	4.104.844
Sum Sq. Dev.	3.596.341	7.721.068	1.587.840	3.522.802	8.347.579
Observations	960	960	960	960	960

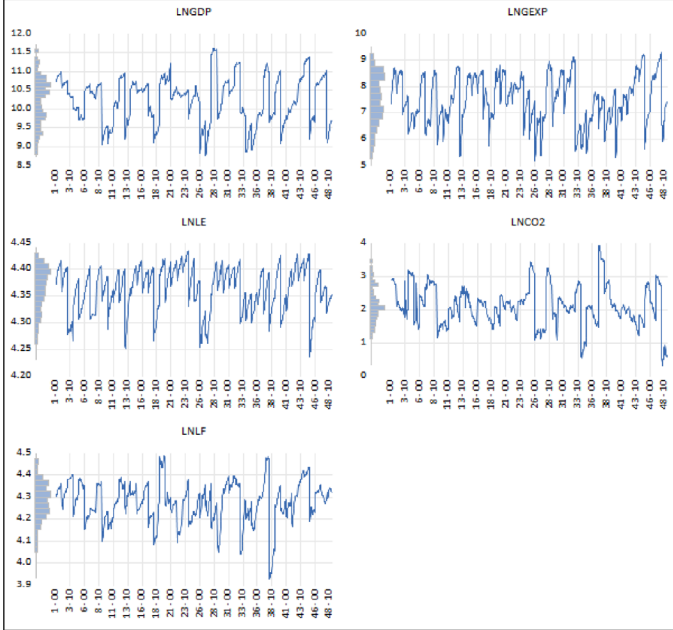
TABLO 5 | Üst-Orta Gelirli Ülkeler İçin Tanımlayıcı İstatistikler

	LNGDP	LNEXP	LNLE	LNCO ₂	LNLF
Mean	8.597.861	5.571.382	4.263.458	1.091.312	4.162.836
Median	8.599.148	5.642.772	4.285.509	1.040.576	4.162.937
Maximum	9.562.584	7.333.993	4.383.476	2.730.512	4.415.945
Minimum	7.130.589	2.951.870	3.924.584	-0.477774	3.726.416
Std. Dev.	0.441871	0.727643	0.085794	0.714086	0.130275
Skewness	-0.314675	-0.617232	-1.788.071	0.180256	-0.811341
Kurtosis	3.159.050	3.641.264	6.562.951	2.347.289	4.123.257
Jarque-Bera	1.439.710	6.611.669	8.706.835	1.899.670	1.330.725
Probability	0.000748	0.000000	0.000000	0.000075	0.000000
Sum	7.050.246	4.568.534	3.496.036	8.948.756	3.413.525
Sum Sq. Dev.	1.599.100	4.336.309	6.028.310	4.176.236	1.389.982
Observations	820	820	820	820	820

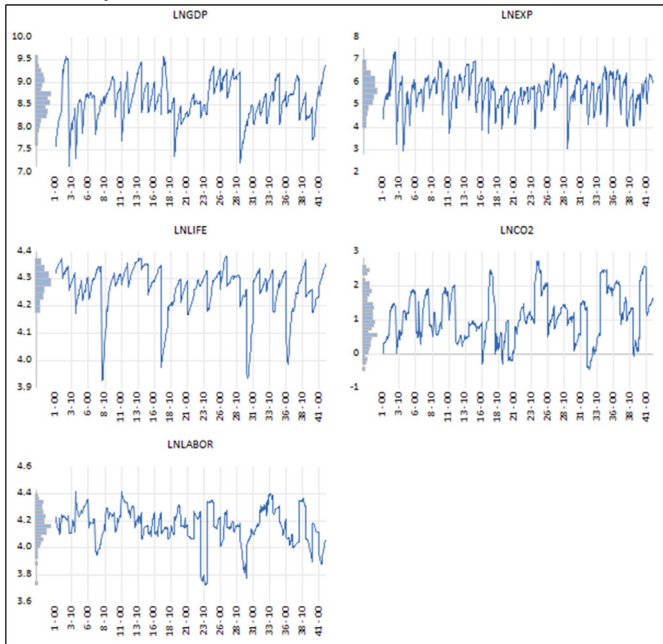
Yüksek gelirli ülkeler panel grubunda ve üst-orta gelirli ülkeler panel grubunda bağımlı değişken olan LNGDP en yüksek ortalama, medyan, maksimum ve minimum değerlere sahiptir. Öte yandan, açıklayıcı değişken olan LNLE iki ülke grubunda en düşük standart sapmaya sahiptir. Her iki panel grubunda değişkenlerin Jarque-Bera test

istatistikleri için boş hipotez, her iki panel grubu için de %1 düzeyinde reddedilmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde Jarque-Bera testinin olasılığı LNCO₂ için ise %10'dan küçüktür. Böylece yüksek ve üst-orta gelirli ülkeler panel grubu için değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığını göstermektedir.

ŞEKİL 1 | Yüksek Gelirli Ülkelerde Değişkenlere Ait Verilerin Dağılımı



ŞEKİL 2 | Üst-Orta Gelirli Ülkelerde Değişkenlere Ait Verilerin Dağılımı



Şekil 1 ve Şekil 2'de her iki panel grubuna ait veri değişkenlerinin logaritmik formlarının dağılımları histogramlarla gösterilmiştir. Görüldüğü gibi her iki panel grubu için değişkenlerin dağılımlarını gösteren histogramlardan elde edilen sonuçlar, mevcut çalışma için toplanan her iki panel grubu için de değişkenlerin çalışma süresince davranış eğilimlerinin önemli ölçüde farklılaşmadığını göstermektedir.

III. EKONOMETRİK MODEL

Çalışmada 48 yüksek gelirli ve 41 üst-orta gelirli ülke üzerinde ampirik çalışmayı yürütmek için doğrusal panel regresyon modeli kullanılmıştır. Çalışma için kullanılan model aşağıdaki denklemle gösterilebilir:

$$LNGDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LNHE_{it} + \beta_2 LNLE_{it} + \beta_3 LNCO_{2it} + \beta_4 LNFL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Denklem 1'de, kullanılan tüm değişkenler logaritmik forma aktarılmıştır. Burada t yatay kesiti, i ise zaman serisini ifade etmektedir. Ayrıca β_0 sabit, β_1 , β_2 , β_3 ve β_4 ise değişkenlerin katsayılarıdır. LNGDP ekonomik büyümenin bir göstergesi olarak kullanılan reel GSYH logaritmasını ifade etmektedir. Logaritmik olarak LNHE cari sağlık harcamalarını, LNLE yaşam beklentisini, LNCO₂ karbon emisyonunu ve LNFL işgücünü temsil etmektedir. ε hata terimi olarak kullanılmaktadır.

IV. AMPİRİK METODOLOJİ VE SONUÇLAR

Bu bölümde mevcut ampirik çalışmanın yürütülmesinde kullanılan panel veri analizi hakkında kısaca bilgi verilmektedir. Burada yatay kesit bağımlılık testi, homojenlik testi, panel birim kök testi, panel eşbütünlük testi, nedensellik testi ve panel uzun dönem katsayı tahmini teorik olarak açıklanmaktadır. Teorik açıklamaların akabinde çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara yer verilmektedir.

A. DEĞİŞKENLER İÇİN PANEL YATAY KESİT BAĞIMLILIK TESTİ

Pesaran CD testi, kesit boyutu zaman boyutundan daha fazla olan panel çalışmalarında ($N > T$) güçlü sonuçlar verdiğinden değişkenlerin yatay kesit bağımlılığını incelemek için Pesaran CD test kullanılmaktadır. Pesaran CD (Cross-section Dependence) testi Pesaran (2004) tarafından formüle edilmiştir. Pesaran CD testi için denklem aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (2)$$

Denklem 2'de N örnekleme, T ise periyodu ifade eder. Burada $\hat{\rho}_{ij}$, i ve j arasındaki hataların yatay kesit korelasyonu için örnek tahminini ifade eder.

TABLO 6 | Değişkenleri İçin Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

Değişkenler	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Pesaran CD		Pesaran CD	
	Stat	Prob	Stat	Prob
LNGDP	78.14488 ^a	0.0000	99.35906 ^a	0.0000
LNEXP	129.8017 ^a	0.0000	114.9247 ^a	0.0000
LNLIFE	140.2821 ^a	0.0000	115.8886 ^a	0.0000
LNCO ₂	39.35638 ^a	0.0000	36.28675 ^a	0.0000
LNFL	71.43491 ^a	0.0000	15.17514 ^a	0.0000

Not: ^a($p < 0.01$).

Tablo 6'da her iki ülke grubuna ait her bir değişken için Pesaran yatay kesit bağımlılık testinin sonuçları verilmiştir. Burada H_0 değişkenler arasında yatay kesit bağımlılık yoktur şeklindedir. Tüm değişkenler için yatay kesit bağımsızlığı sıfır hipotezinin %1 seviyesinde reddedildiği ortaya konmuştur. Bu durumda her panel grubu için değişkenler arasında yayılma etkileri (spill-over effects) olduğu anlamına gelir.

B. REGRESYON MODELİ İÇİN İKİ TARAFLI YATAY KESİT BAĞIMLILIK TESTLERİ

LM_{adj} testi ve LM_{CD} testleri Pesaran vd. (2008) tarafından önerilmiştir. Bu iki taraflı CD testleri arasında LM_{CD} testi, kesit boyutu zaman boyutundan daha fazla olan panel veri modeli ($N > T$) için daha sağlam sonuç vermektedir. Bu nedenle çalışma, regresyon modelinde değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı olup olmadığını araştırmak için LM_{CD} testi yapmayı amaçlamaktadır. Bu test yöntemi aşağıdaki denklemle gösterilebilir:

$$LM_{CD} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (3)$$

Denklem 3'te T zaman aralığı, N ise kesit sayısı olarak kabul edilir.

Ek olarak, $\hat{\rho}_{ij}^2$ kesitler arasındaki ikili korelasyon katsayısını ifade eder.

TABLO 7 | Regresyon Modeli İçin Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

İki taraflı LM test	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Stat	Prob	Stat	Prob
LM _{co}	25.21 ^a	0.0000	6.79 ^a	0.0000

Not: ^a($p < 0.01$).

Tablo 7'de her iki ülke grubuna ait regresyon modeli için yatay kesit bağımlılığının sıfır hipotezinin %1 düzeyinde reddedildiği görülmüştür. Bu durum, değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu gibi, yapılacak olan panel regresyon analizi için kullanılacak modelde de yatay kesit bağımlılığı olduğunu göstermektedir.

C. PANEL HOMOJENLİK TESTİ

Panel veriler yatay kesit bağımlılığı sorunu içerebileceği gibi homojenlik sorunu da içerebilir. Bu nedenle modelde heterojenlik olup olmadığının araştırılması için eğitim katsayılarının homojenlik testinin yapılması gerekmektedir. Eğitim katsayısı homojenlik testi Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından önerilmekte olup regresyon modelinde eğitim homojenliği için Delta testi kavramını tanıtmışlardır. Bu test aşağıdaki denklemlerle açıklanabilir:

$$\Delta = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\hat{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (4)$$

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^N \left(\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE} \right) \frac{\chi_i' M_T \chi_i}{\hat{\sigma}_i^2} \left(\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE} \right) \quad (5)$$

Denklem 4 ve denklem 5, hem Δ hem de \hat{S} test istatistiklerini göstermektedir. Burada $\hat{\beta}_i$, havuzlanmış en küçük kareler yöntemiyle elde edilen tahmindir. $\hat{\beta}_{WFE}$ ise ağırlıklı sabit etki havuzlanmış tahminden elde edilmiştir. Ayrıca, χ_i' , bağımsız değişkenler matrisini ortalama sapmalarda gösterir ve M_T birim matrisini gösterir. Son olarak, $\hat{\sigma}_i^2$ σ_i^2 'nin tahminidir.

TABLO 8 | Eğitim Heterojenlik Test Sonuçları

	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Stat	Prob	Stat	Prob
Delta tilde	26.606 ^a	0.0000	22.929 ^a	0.0000
Delta tilde adj	31.800 ^a	0.0000	27.405 ^a	0.0000

Not: ^a($p < 0.01$).

Tablo 8 yüksek gelirli ve üst-orta gelirli ülke panel grupları için eğitim heterojenlik testlerinin sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlar, tüm ülke gruplarında test istatistiklerinin olasılığının 1'den az olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, eğitim katsayısının homojenliğinin sıfır hipotezi her iki panel grubu için de reddedilmektedir. Nitekim her iki panel grubuna ait regresyon modelinin heterojen olduğu görülmektedir.

D. İKİNCİ NESİL BİRİM KÖK TESTİ

Sahte regresyon sorununu önleyerek, zaman serisi ve panel regresyon analizinde seçilen tüm değişkenlerin durağan olduğundan emin olmak gerekmektedir. Durağanlık analizi için yapılan birinci ve ikinci nesil birim kök testlerinden, yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği göz önünde bulunduran ikinci nesil birim kök testi tercih edilmiştir.

İkinci nesil birim kök testi, temel olarak kesitsel Augmented Dickey Fuller (CADF) ve kesitsel Im, Pesaran & Shin (CIPS) birim kök testlerini içermektedir. Bu iki test Pesaran (2007) tarafından önerilmiştir. CADF birim kök testi, değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik olması durumunda sağlam sonuçlar verirken, CIPS birim kök testi yalnızca yatay kesit bağımlılığı sorunu olduğunda sağlam sonuçlar vermektedir. CADF birim kök testi, ADF test istatistiklerinin ortalamasını olarak yatay kesit bağımlılığını ortadan kaldırır (Baltagi, 2008). Bu durum aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\Delta x_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it-1} + \delta \bar{x}_{t-1} + \delta_i \Delta \bar{x}_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Denklem 6'da sıfır hipotezi reddedildiğinde β_i sıfıra eşitken, alternatif hipotez durumunda ise sıfırdan küçüktür. Burada sıfır hipotezinin reddi, değişkenlerin durağanlığını doğrulamaktadır. \bar{x}_{t-1} gecikmeli düzeyin yatay kesit ortalaması ve $\Delta \bar{x}_t$ değişkenlerin birinci farklarının ortalamasıdır. Burada

$$\bar{x}_{t-1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{it-1} \text{ ve } \Delta \bar{x}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta x_{it} \text{ şeklindedir.}$$

Pesaran (2007), CIPS birim kök testini, kesit sayısına göre CADF birim kök testinin ortalamasını olarak basitçe hesaplamıştır. Bu durum aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF \quad (7)$$

Denklem 7, CIPS birim kökünün, IPS birim kök testinin sağlamlığını, kesit sayısına göre CADF'nin ortalamasını olarak iyileştirdiğini göstermektedir.

TABLO 9 | Yüksek Gelirli Ülkeler İçin İkinci Nesil Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		Seviye		Birinci Fark	
		Sabit	Sabit & trend	Sabit	Sabit & trend
LNGDP	CADF	1.762	4.283	-8.037 ^a	-6.539 ^a
	CIPS	-1.471	-1.666	-2.913 ^a	-3.243 ^a
LNEXP	CADF	-1.015	2.467	-10.012 ^a	-6.322 ^a
	CIPS	-1.879	-1.930	-3.204 ^a	-3.212 ^a
LNLIFE	CADF	-1.938 ^b	1.053	-7.351 ^a	-5.219 ^a
	CIPS	-2.554 ^a	-2.746 ^b	-4.107 ^a	-4.142 ^a
LNCO ₂	CADF	1.057	-1.374 ^c	-10.046 ^a	-6.623 ^a
	CIPS	-1.784	-2.633 ^b	-4.471 ^a	-4.507 ^a
LNLABOR	CADF	-1.638 ^c	2.145	-6.254 ^a	-4.237 ^a
	CIPS	-1.700	-1.920	-3.568 ^a	-3.764 ^a

Not: ^a($p < 0.01$), ^b($p < 0.05$), ^c($p < 0.10$).

Tablo 9'a göre, yüksek gelirli ülkeler panel grubuna ikinci nesil CIPS ve CADF birim kök testleri uygulandığında değişkenlerin birinci farkında hem sabitli modelde hem de sabit ve trendli modelde %1 anlamlılık seviyesinde durağan olduğu bulunmuştur.

TABLO 10 | Üst-Orta Gelirli Ülkeler İçin İkinci Nesil Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler		Seviye		Birinci fark	
		Sabit	Sabit & trend	Sabit	Sabit & trend
LNGDP	CADF	0.250	-0.550	-8.971 ^a	-5.305 ^a
	CIPS	-1.690	-2.377	-3.159 ^a	-3.127 ^a
LNEXP	CADF	-3.858 ^a	-3.768 ^a	-7.539 ^a	-3.592 ^a
	CIPS	-2.534 ^a	-2.963 ^a	-3.951 ^a	-3.841 ^a
LNLIFE	CADF	-3.833 ^a	-2.182 ^b	-6.142 ^a	-4.313 ^a
	CIPS	-2.035 ^c	-2.252	-3.454 ^a	-3.765 ^a
LNCO ₂	CADF	-1.282	0.978	-7.811 ^a	-5.628 ^a
	CIPS	-2.265 ^a	-2.596 ^c	-4.418 ^a	-4.575 ^a
LNLABOR	CADF	0.350	1.215	-9.219 ^a	-6.526 ^a
	CIPS	-1.674	-2.098	-3.199 ^a	-3.319 ^a

Not: ^a($p < 0.01$), ^b($p < 0.05$), ^c($p < 0.10$).

Tablo 10 yüksek gelirli ülkeler panel grubunda olduğu gibi, üst-orta gelirli ülkeler panel grubunda da değişkenlerin birinci farkında ve her iki modelde %1 seviyesinde durağan olduklarını göstermektedir.

E. PANEL EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ

Yüksek gelirli ve üst-orta gelirli ülke panel gruplarının birim kök test sonuçlarına göre, tüm değişkenlerin birinci farkında [I(1)] tamamen durağan olduğu görülmüştür. Bundan dolayı panel eşbütünleşme testi yapılmalıdır. Westerlund (2005), genellikle panel veri modelinde bulunan yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik sorunlarını hesaba katan ikinci nesil bir eşbütünleşme testidir. Bu nedenle, Westerlund panel eşbütünleşme testinden elde edilen sonuçlar, modelde yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik olduğu durumlarda dahi değişkenler arasında eşbütünleşme olup olmadığını belirleyebilir. Westerlund (2005) panel eşbütünleşme modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Denklem 8'de, hatalar ε_{it} aşağıdaki denklemle gösterilebilir:

$$\hat{\varepsilon}_{it} = \rho_i \hat{\varepsilon}_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (9)$$

Denklem 9'da sıfır hipotezi reddedildiği zaman katsayısı ρ_i birden küçüktür. Bu durumda, modelde yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik olsa bile değişkenler arasında eşbütünleşme bulunmaktadır.

TABLO 11 | Westerlund (2005) Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Stat	p-value	Stat	p-value
Variance Ratio	1.4272 ^c	0.0768	2.1579 ^b	0.0155

Not: a (p < 0.01), b (p < 0.05), c (p < 0.10).

Westerlund (2005) panel eşbütünleşme testinin Tablo 11'de gösterilen varyans oranlarına göre yüksek gelirli ülkeler için test istatistiklerinin %10 düzeyinde anlamlı olduğu, üst-orta gelirli ülkeler için ise test istatistiklerinin %5 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yüksek gelirli ülkeler ve üst-orta gelirli ülkeler için eşbütünleşme olmadığına dair sıfır hipotezi her iki ülke grubunda da değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu için reddedilir.

F. PANEL NEDENSELLİK TESTİ

Çalışmamız değişkenler arasında çift yönlü, tek yönlü veya nötr etkilerin olup olmadığını araştırmak için panel nedensellik testi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Burada hem bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında hem de bağımsız değişkenler arasında nedensellik testi yapılmıştır. Basit panel nedensellik testi ilk olarak Engle & Granger (1969) tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen, modelde yatay kesit bağımlılığının ve heterojenliğin olduğu zamanlarda uygun değildir. Bu nedenle Dumitrescu & Hurlin (2012), modelde yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik probleminin olduğu zamanlarda bile sağlam sonuçlar veren bir panel nedensellik testi geliştirmiştir. Dumitrescu & Hurlin (D-H) için denklem şu şekilde gösterilebilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{l=1}^L \delta_{it}^{(l)} y_{it-l} + \sum_{l=1}^L \beta_{it}^{(l)} x_{it-l} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

Denklem 10'da L optimum gecikme uzunluğu olarak kabul edilir. Aşağıdaki hipotezler şu şekilde gösterilebilir:

$$H_0 : \beta_i^{(l)} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, N \text{ with } \beta_i \left(\beta_i^{(1)} \dots \beta_i^{(l)} \right)$$

$$H_1 \begin{cases} i^{(l)} \neq 0 \quad i = 1, 2, \dots, N \\ i^{(l)} \neq 0 \quad i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \end{cases}$$

Yukarıdaki hipoteze göre, boş hipotezin reddedilmesi, yatay kesit bağımlılık ve heterojenlik sorununun olduğu zamanlarda bile değişkenler arasında nedensel ilişki olduğunu göstermektedir. D-H testi, hem N>T hem de T>N panel veri modelleri için uygulanabilir. İki yönlü nedensellik, tek yönlü nedensellik veya nötr etki olup olmadığına dair sonuçlar Wald ve Z-bar test istatistiklerine dayanılarak belirlenebilir. Wald ve Z-bar test istatistikleri aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilir:

$$Z_{N,T}^{HNC} = \sqrt{\frac{N}{2L}} (W_{N,T}^{HNC} - L) \quad T > N \text{ durumunda} \quad (11)$$

$$Z_N^{HNC} = \frac{\sqrt{N} (W_{N,T}^{HNC} - N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T}))}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^N Var(W_{i,T})}} \quad T < N \text{ durumunda} \quad (12)$$

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (13)$$

Denklem 11, 12 ve 13'te verilen test istatistiklerine göre hem Wald testi hem de Z-bar testi için olasılık değeri %1, %5 veya %10'dan daha düşük olduğu zaman, değişkenler arasında nedensellik olmadığına dair boş hipotez reddedilmektedir.

TABLO 12 | Panel Gruplarında Nedensellik Sonuçları

Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
LE↔EXP	GDP↔EXP	LE↔EXP	GDP↔EXP
LE↔CO ₂	GDP↔LE	LE↔CO ₂	GDP→EXP
LF↔LE	GDP↔LF	LF↔LE	GDP↔LE
LF↔CO ₂	GDP↔CO ₂	LF↔CO ₂	GDP→LF
EXP→LF		EXP→LF	GDP↔CO ₂
EXP↔CO ₂		EXP↔CO ₂	

Not: Ek 1 ve Ek 2 ayrıntılı tabloda Dumitrescu-Hurlin testinden elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Tablo 12 bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler arasındaki Dumitrescu & Hurlin panel nedensellik testinden elde edilen sonuçları göstermektedir. Bağımsız değişkenler arasında yapılan nedensellik ilişkisine göre, değişkenlerin birbiri arasında çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmaktadır. Yalnızca sağlık harcamaları ile işgücüne katılım oranı arasında, harcamalardan işgücüne doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır.

Yüksek gelirli ülkeler kapsamında bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenle nedensellik ilişkisi incelendiğinde, GDP ile bağımsız değişkenler arasında çift yönlü ilişki vardır. Ancak GDP ile CO₂ arasındaki ilişki, GDP'den CO₂'ye doğru tek yönlüdür.

Üst-orta gelirli ülkelerde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenle nedensellik ilişkisi incelendiğinde, GDP ile LE ve CO₂ arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. GDP'den sağlık harcamaları ve işgücüne doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmaktadır.

G. PANEL UZUN DÖNEM REGRESYON TESTİ

Bu çalışmada, sağlık harcamaları, beklenen yaşam süresi, CO₂ emisyonu ve işgücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırmak için sabit etki (Fixed Effect:FE) modeli uygulanmıştır. Sabit etki modeli, değişkenlerin zaman içinde değiştiği ve hata teriminin bağımsız değişkenlerle ilişkilendirildiği zaman için uygundur. Sabit etki veya rassal etki modelinin seçimi Hausman (1978) testi kullanılarak tanımlanabilir. Bağımsız değişkenler ile hata terimi arasında korelasyon olmadığı için boş hipotezin reddedilmesi, sabit etki modelinin uygulanmasının çalışmayı yürütmek için en uygun model olduğunu göstermektedir. Alternatif olarak, boş hipotezin reddedilmemesi durumunda rassal etki modelinin uygulanması uygundur.

Sabit etki ve rassal etki modelinden elde edilen katsayılar ve hem yüksek gelirli ülke hem de üst-orta gelirli ülke panel grupları için Hausman testi analiz sonuçları Tablo 13'te yer almaktadır.

TABLO 13 | Sabit Etki Ve Rassal Etki Tahmini İle Hausman Testi Sonuçları

Değişkenler	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Sabit etki	Rassal etki	Sabit etki	Rassal etki
LNEXP	0.2137327 ^a (0.0130307)	0.2168157 ^a (0.0133196)	0.2980848 ^a (0.0098557)	0.3028646 ^a (0.0096658)
LNLE	0.8794371 ^a (0.3245668)	1.033194 ^a (0.3236549)	0.4917774 ^a (0.1596845)	0.442182 ^a (0.1541738)
LNCO₂	0.1137255 ^a (0.0211158)	0.1559133 ^a (0.020593)	0.2453631 ^a (0.0241854)	0.2294261 ^a (0.0227984)
LNLF	0.2002931 ^c (0.1108606)	0.2499648 ^b (0.1115913)	-0.2260375 ^b (0.1012687)	-0.1557621 (0.0976941)
Sabit Etki Tahmini İçin Hausman Testi				
Prob>Chi2	Chi ²	Prob	Chi ²	Prob
	94.54 ^a	0.0000	10.47 ^b	0.0332

Not: ^a(p < 0.01), ^b(p < 0.05), ^c(p < 0.10).

Tablo 13'te yüksek gelirli ülkeler için sabit etki ve rassal etki tahmininden elde edilen katsayılar sağlık harcamaları, yaşam beklentisi, CO₂ emisyonu ve işgücü değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Üst-orta gelirli ülkelerde hem sabit etki hem de rassal etki tahmini sonuçları, sağlık harcamaları, yaşam beklentisi ve CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğunu gösterirken, işgücünün etkisinin olumsuz olduğu tespit edilmiştir. İşgücünün rassal etkilere dayanan etkisinin anlamsız olduğu bulunmuştur. Hausman testi için %5 seviyesinden daha düşük olan Chi2 olasılığı, *sistematiik olmayan katsayılardaki fark* için sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Dolayısıyla çalışmayı yürütmek için sabit etki modeli en uygun modeldir. Hausman testi ile sabit etki modelinin uygunluğu tespit edildikten sonra model için diagnostik testler yapılmıştır. Buna göre Tablo 14'te otokorelasyon ve değişen varyans test sonuçları yer almaktadır.

TABLO 14 | Üst-Orta Gelirli Ülkeler İçin Otokorelasyon Ve Değişen Varyans Testleri

Wooldridge test	Cook-Weisberg test	Theil R ² index
F-test 96.032 ^a (0.000)	Chi ² -test 71.77 ^a (0.000)	Theil R ² 0.0991
Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Otokorelasyon Ve Değişen Varyans Testleri		
Wooldridge test	Cook-Weisberg test	Theil R ² index
F-test 378.661 ^a (0.000)	Chi ² -test 67.13 ^a (0.000)	Theil R ² 0.49495

Not: ^a(p < 0.01).

VIF'in sağlamlığını test etmek için Theil R² testi yapılmıştır. Theil R²'den elde edilen bulgular çoklu bağlantının önemli bir sorun olmadığını göstermektedir. Hem otokorelasyon hem de değişen varyans testlerinden elde edilen sonuçlardan, iki ülke grubunda da otokorelasyon ve değişen varyans sorununun var olduğu görülmektedir.

Sabit etki modeli, modelde var olabilecek yatay kesit bağımlılığı ve homojenliği göz önünde bulundursa bile değişen varyans (heteroskedasticity) ve çoklu doğrusal bağlantı (multicollinearity) sorunu varsa bu model uygun değildir. Bu durumda, sadece yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği hesaba katmayan FE-D&K standart hata tekniği uygundur. FE- D&K standart hata tahmini aynı zamanda modelde değişen varyans ve çoklu doğrusal bağlantı sorunu olsa bile sağlam sonuçlar vermektedir. Bu model ilk olarak Driscoll ve Kraay (1998) tarafından tanıtılmıştır. Driscoll ve Kraay standart hata tekniği, sabit etki ve rassal etki modellerinin güncellenmiş bir modelidir. Hausman test bulgularına göre, Driscoll&Kraay tekniğinin sabit etkiler modelinin çalışılması doğru bulunmuştur

TABLO 14 | Üst-Orta Gelirli Ülkeler İçin Otokorelasyon Ve Değişen Varyans Testleri

Değişkenler	Yüksek Gelirli Ülkeler		Üst-Orta Gelirli Ülkeler	
	Katsayılar	Standart Hata	Katsayılar	Standart Hata
LNEXP	0.2137327 ^a	0.0196204	0.2980848 ^a	0.0151369
LNLE	0.8794371 ^b	0.368284	0.4917774 ^a	0.1279957
LNCO ₂	0.1137255 ^a	0.0378409	0.2453631 ^a	0.0236914
LNLF	0.2002931	0.1861976	-0.2260375 ^c	0.1120496
	Gözlem sayısı:960 Yatay kesit:48 F-statistic:190.35 Prob:0.0000 R ² :0.6113		Gözlem sayısı:820 Yatay kesit:41 F-statistic:677.94 Prob:0.000 R ² :0.8018	

Not: ^a(p < 0.01), ^b(p < 0.05), ^c(p < 0.10).

Tablo 15'e göre sağlık harcamaları, yaşam beklentisi ve CO₂ emisyonu değişkenlerinin yüksek gelirli ülkelerdeki ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, işgücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkisi anlamsız bulunmuştur (prob:0.296) Ancak tablodan da anlaşılacağı üzere üst-orta gelirli

ülkelerde sağlık harcamaları, yaşam beklentisi ve CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkileri %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca sağlık harcamalarının ve CO₂ emisyonunun ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin üst-orta gelirli ülkelerde, yüksek gelirli ülkelere nispeten katsayılarının büyük olduğu dolayısıyla daha esnek olduğu görülmektedir. Üst-orta gelirli ülkelerde işgücüne katılım oranının %10 seviyesinde ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (prob:0.058).

IV. TARTIŞMA

Ekonomik büyüme modellerinde işgücü, üretim fonksiyonun bir parçasıdır. Bununla beraber farklı uygulamalar ekonomik büyüme ve işgücü arasındaki sağlam ilişkiyi ortaya koymaktadır. Duval vd. (2010), tam istihdama yakın ve verimli işgücünün ekonomik kalkınmayı desteklediğine işaret etmektedir. Dolayısıyla verimlilikteki farklılıklar, işgücünün ekonomik büyüme etkisinde de farklılıklar meydana getirebilmektedir. Bu fikri Clark vd. (1999) geniş kapsamlı çalışmasıyla desteklemektedir. 134 ülkeyi kapsayan çalışmalarında kişi başına düşen gelir ile işgücüne katılım oranları arasında negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu durum, en çok orta gelirli ülkelerde daha belirgindir. Buna neden olan birçok etken vardır; Artan kişisel gelir, yavaşlayan nüfus artışı, nüfusun yaşlanması ve istihdam bileşimindeki değişimlerle birlikte emeklilik modellerinin evrimi yüksek gelirli ve daha düşük gelirli ülkelerdeki işgücü katılım oranının ekonomiyeye etkilerinin farklı olmasına neden olmuştur (Clark vd., 1999, s. 411). Kişi başına geliri düşük ülkelerde işgücünün ileri yaşlarda çalışma isteği işgücünde verimliliği azaltmaktadır. Bununla birlikte yüksek gelirli ülkelerde sosyal güvenlik ve emeklilik programlarının gelişmiş olması, yaşlı işgücünün emekliye ayrılma isteğini kolaylaştırmaktadır. Ancak üst-orta gelirli ülkelerde yaşlı işgücü emekli olma ve işgücünü terk etmeye meyilli değildir (Clark vd. 2019). Nitekim kişi başına düşen reel gelir azaldıkça, işgücünün dinamik yapısı azalır, bu da verimliliğin düşmesine ve çıktının azalmasına neden olmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerin endüstriyel yapılarında iyileşme, ülke ekonomisinde tarım sektörünün yerini sanayi sektörünün almasıyla sonuçlanır. Böylece işgücüne katılım tarımdan sanayiye kaymaktadır. Tarımda istihdam edilen işgücü oranındaki düşüş gibi endüstriyel değişimler, işgücündeki yaşlıların oranını düşürmektedir. O halde yüksek gelirli ülkelerde istihdam edilen nüfus nispeten daha genç ve dinamik yaş gruplarıdır. Ayrıca Maestas vd. (2022) Amerika Birleşik Devletleri kapsamında 1980-2010 yılları arasında yaptıkları çalışmada 60 yaş üstü nüfusta yaşanan her %10'luk artışın kişi başına GSYİH'yı %5,5 azalttığını belirtmiştir. Azalmanın en büyük nedeni ve üçte ikisini oluşturan kısmı daha yavaş işgücü verimliliği artışından kaynaklanmaktadır

SONUÇ

48 yüksek gelirli ve 41 üst-orta gelirli olmak üzere 89 ülkenin, sağlıkla ilişkilendirilen değişkenlerinin kişi başına gelir üzerindeki etkisi 2000-2019 dönemi için incelenmiştir. Ekonomik büyüme değişkeni ile yaşam beklentisi, sağlık harcamaları, karbon salınımı ve iş gücüne katılım değişkenleri arasında hem yatay kesit bağımlılık hem de uzun dönem ilişkisine rastlanmıştır. Aynı zamanda değişkenlerimiz arasında nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu da demek oluyor ki ilgili değişkenlerimiz bağlantılı ve birbirlerini etkilemektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sağlık harcamaları işgücünü etkilemektedir. İki ülke grubunda da sağlık harcamalarına yapılan yatırımların işgücünü etkilediği görülmüştür. O halde bireylerin daha sağlıklı olması 15-64 yaş aralığındaki bireylerin işgücüne katılım oranlarını artırmaktadır. Bu durum çalışmamızda yer verdiğimiz teoriyi destekler bir sonuçtur. Çünkü sadece sağlıklı insanlar işgücüne katılmakta istekli olmaktadır. Doğuşta yaşam beklentisi ile kişi başına gelir arasında karşılıklı ilişki bulunmaktadır.

D&K standart hata tekniğinin sonuçlarına göre iki ülke grubunda, sağlık harcamalarının, yaşam beklentisinin ve CO₂ emisyonunun kişi başına gelir üzerindeki etkisi pozitifdir. İşgücünün üst-orta gelirli ülkelerde katsayısı negatiftir. Yüksek gelirli ülkelerde ise anlamlılık derecesinin dışındadır.

Yüksek ve üst-orta gelirli ülkelerde CO₂ emisyonu ve ekonomik

büyüme arasında bulduğumuz pozitif ilişki şaşırtıcı değildir. Bu ekonomiler büyümek için karbon yoğun endüstrilere ve faaliyetlere bağlı olabilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler ekonomik kalkınma için yüksek CO₂ emisyonuna sahip olma eğilimindedir. Panel tahmininde elde ettiğimiz katsayılar yola çıkarak üst-orta gelirli ülkelerin üretim sürecinde fosil enerji tüketimine büyük ölçüde bağımlı oldukları görülmektedir. Ancak sürdürülebilir kalkınma bağlamında edinilen bu sonuçlar zorluk teşkil etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma doğal kaynakları tüketmeden, insan sağlığına zarar vermeden, iklim ve çevresel bozukluklara neden olmadan ekonomik büyümeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla CO₂ emisyonu ile GSYH arasındaki pozitif korelasyon gelecek nesillerin kaynaklarını ve kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini tehlikeye atmaktadır. Bu durum ekonomik büyümenin çevresel dezenformasyondan ayrı tutulduğu bir yeşil ekonomiye geçişin önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Acemoglu, D., & Johnson, S. (2007). Disease and development: the effect of life expectancy on economic growth. *Journal of Political Economy*, 115(6), 925-985.
- [2] Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO₂ emissions and energy consumption: what causes what and where?. *Energy Economics*, 74, 677-692.
- [3] Aghion, P., Howitt, P., & Murtin, F. (2010). The relationship between health and growth: when Lucas meets Nelson-Phelps (No. w15813). *National Bureau of Economic Research*, 2(1), 1-50.
- [4] Altınöz, B., & Aslan, A. (2019). Eğitim ve sağlık faktörleri bağlamında beşeri sermayenin ekonomik büyüme katkısı: n-11 ülkeleri için bir uygulama. In *International Economics Research And Financial Markets Congress*, Gaziantep (pp. 183-194).
- [5] Atik, H. (2006). *Beşeri sermaye, dış ticaret ve ekonomik büyüme (1. Baskı)*. Ekin Kitabevi.
- [6] Barro, R. J. (2013). Education and economic growth. *Annals of Economics and Finance*, 14(2), 301-328.
- [7] Bozkurt, C., & Akan, Y. (2014). Economic growth, CO₂ emissions and energy consumption: the Turkish case. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 484-494.
- [8] Chaabouni, S., Zghidi, N., & Mbarek, M. B. (2016). On the causal dynamics between CO₂ emissions, health expenditures and economic growth. *Sustainable cities and society*, 22, 184-191.
- [9] Clark, R. L., York, E. A., & Anker, R. (1999). Economic development and labor force participation of older persons. *Population Research and Policy Review*, 18, 411-433.
- [10] Cvetanoska, M., & Trpeski, P. (2021). The impact of health on economic growth: A panel approach of selected. Western Balkans Countries.
- [11] Cylus, J., & Al Tayara, L. (2021). Health, an ageing labour force, and the economy: does health moderate the relationship between population age-structure and economic growth?. *Social Science & Medicine*, 287, 114353.
- [12] Çetin, M., & Ecevit, E. (2010). Sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: OECD ülkeleri üzerine bir panel regresyon analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(2), 166-182.
- [13] Doğan, İ. (2016). Verimlilik, ekonomik büyüme ve sağlık ilişkisi; Türkiye için doğrusal olmayan nedensellik testi. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 21-48.
- [14] Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of economics and statistics*, 80(4), 549-560.
- [15] Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- [16] Erçelik, G. (2018). The relationship between health expenditure and economic growth in Turkey from 1980 to 2015. *Journal of Politics Economy and Management*, 1(1).
- [17] Gençoğlu, P. (2016). *Sağlık ve ekonomik gelişme: Türkiye örneği* (Yayımlanmış doktora tezi). Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [18] Gupta, I., & Mitra, A. (2004). Economic growth, health and poverty: An exploratory study for India. *Development Policy Review*, 22(2), 193-206.
- [19] Gyimah-Brempong, K., & Wilson, M. (2004). Health human capital and economic growth in Sub-Saharan African and OECD countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44(2), 296-320.
- [20] Haque A. U., Kibria G., Selim M. I., & Smrity D. Y. (2019). Labor force participation rate and Economic Growth: Observations for Bangladesh. *International journal of Economics and Financial Research*, 5(9), 209-213.
- [21] Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *The Econometric Society*, 46(6), 1251-1271.
- [22] Ibukun, C. O., & Omisore, W. M. (2022). Air pollution, health expenditure and economic growth in MINT countries: A trivariate causality test. *J. Econ. Adm. Sci.* (ahead-of-print). doi:10.1108/JEAS-03-2022-0074
- [23] Jebabli, I., Lahiani, A., & Mefteh-Wali, S. (2023). Quantiles connectedness between CO₂ emissions and economic growth in G7 countries. *Resources Policy*, 81, 103348.
- [24] Khan, A. Q., Azam, M., Abdullah, H. B., & Qureshi, M. E. (2016). The impact of CO₂ emissions on economic growth: Evidence from selected higher CO₂ emissions economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 6376-6389.
- [25] Kızıl, B. C., & Ceylan, R. (2018). Sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisi: Türkiye örneği. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 13(50), 197-209.
- [26] Korançe, F. (2021). The growing relation between environment and public health. *SciMedicine Journal*, 3(2), 100-115.
- [27] 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*, 1-20.
- [28] Madden, D. D. P., & Walker, I. (1999). Labour supply, health and caring: evidence from the UK. *UCD Centre for Economic Research Working Paper Series*.
- [29] McGuire A., Seib C., & Anderson D. (2016). Factors predicting barriers to exercise in midlife Australian women, *Maturitas An international journal of midlife health and beyond*, 87, 61-66.
- [30] Maestas, N., Mullen, K. J., & Powell, D. (2016). The effect of population aging on economic growth, the labor force and productivity (No. w22452). *National Bureau of Economic Research*.
- [31] Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the total environment*, 649, 31-49.
- [32] Mazgit, İ. (2002). Bilgi toplumu ve sağlığın artan önemi. *I. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, 405, 415.
- [33] Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- [34] Pesaran, M.H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11 (1), 105-127.
- [35] Piabou, S. M. ve Tieguhong, J. C. (2017). Health Expenditure And Economic Growth- a Review of the Literature and an Analysis Between the Economic Community For Central African States (CEMAC) and Selected African Countries. 7, 23.
- [36] Rengin, A. K. (2012). The relationship between health expenditures and economic growth: Turkish case. *International Journal of Business Management & Economic Research*, Vol 3(1), 2012, 404-409.
- [37] Sabra, M. (2022). Health expenditure, life expectancy, fertility rate, CO₂ emissions and economic growth Do public, private and external health expenditure matter. *International Journal of Economic Sciences*, 11(2), 179-191.
- [38] Sancar, C. ve Atay Polat, M. (2021). CO₂ emisyonları, ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları ilişkisi: Türkiye ve seçilmiş ülke örnekleri için ampirik bir uygulama. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 236-252. doi:10.33206/mjss.748253
- [39] Selim, S., Uysal, D., & Eryiğit, P. (2014). Türkiye'de sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ekonometrik analizi. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(3), 13-24.
- [40] Setiawan A.B. ve Yusuf M. (2022), The Nexus Between Health and Economic Growth: Empirical Evidence from Indonesia , *Journal Economy Pembagunan*, vol. 23, no.2.
- [41] Taban, S. (2006). Türkiye'de sağlık ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi. *Sosyoekonomi*, 4(4), 31-46.
- [42] Trofimov, I. D. (2020). Health care spending and Economic growth: Armev-Rahn curve in a panel of European economies, MPRA Paper 106705, University Library of Munich, Germany.
- [43] Vyas V., Mehta K., & Sharma R. (2023). The nexus between toxic-air pollution, health expenditure, and Economic Growth: An empirical study using ARDL. *International Review of Economics & Finance*, 84, 154-166.
- [44] Wang, K. M. (2011). Health care expenditure and economic growth: Quantile panel-type analysis. *Economic Modelling*, 28(4), 1536-1549.
- [45] Wang, Y., & Liu, S. (2016). Education, human capital and economic growth: Empirical research on 55 countries and regions (1960-2009). *Theoretical Economics Letters*, 6(2), 347-355.
- [46] Westerlund, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297-316.
- [47] Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik bir incelemesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 27-47.
- [48] Yumuşak, I. G., & Yıldırım, D. Ç. (2009). An econometric examination over the relation between health expenditure and economic growth. *The Journal of Knowledge Economy and Knowledge Management*, 4, 57-70.
- [49] 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.
- [50] Zeshan, M. & Ahemd, S. (2013). Energy, environment and growth nexus in South Asia," *Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development*. Springer, 15(6), 1465-1475.

EK TABLO 1 | Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenler Arasında Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Sıfır hipotezi	Yüksek Gelirli Ülkeler			Üst-Orta Gelirli Ülkeler		
	W-stat	Zbar-stat	Prob	W-stat	Zbar-stat	Prob
LNEXP → LNGDP	3.42150 ^a	2.5800 ^a	0.0099	271.411	0.78998	0.4295
LNGDP → LNEXP	4.60022 ^a	5.4547 ^a	0.0000	3.94980 ^a	3.57527 ^a	0.0003
LNLE → LNGDP	5.53069 ^a	7.72404 ^a	0.0000	4.38718 ^a	4.56114 ^a	0.0000
LNGDP → LNLE	3.39469 ^a	2.51461 ^b	0.0119	5.57561 ^a	7.23991 ^a	0.0000
LNCO ₂ → LNGDP	274.283	0.92482	0.3551	5.34304 ^a	6.71568 ^a	0.0000
LNGDP → LNCO ₂	5.85306 ^a	8.51027 ^a	0.0000	5.76478 ^a	7.66630 ^a	0.0000
LNLF → LNGDP	4.38795 ^a	4.93705 ^a	0.0000	301.810	147.519	0.1402
LNGDP → LNLF	5.73280 ^a	8.21697 ^a	0.0000	3.96384 ^a	3.60693 ^a	0.0003

Not: ^a($p < 0.01$), ^b($p < 0.05$), ^c($p < 0.10$); (→) nedeni değildir.

EK TABLO 2 | Bağımsız Değişkenler Arasında Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Sıfır Hipotezi	Yüksek Gelirli Ülkeler			Üst-Orta Gelirli Ülkeler		
	W-stat	Zbar-stat	Prob	W-stat	Zbar-stat	Prob
LNLE → LNEXP	4.82953 ^a	6.01401 ^a	0.0000	3.93208 ^a	3.53534 ^a	0.0004
LNEXP → LNLE	4.24310 ^a	4.58377 ^a	0.0000	4.88429 ^a	5.68164 ^a	0.0000
LNCO ₂ → LNEXP	3.54342 ^a	2.87734 ^a	0.0040	3.85747 ^a	3.36716 ^a	0.0008
LNEXP → LNCO ₂	5.13752 ^a	6.76515 ^a	0.0000	5.30091 ^a	6.62073 ^a	0.0000
LNLF → LNEXP	284.370	117.082	0.2417	257.801	0.48320	0.6290
LNEXP → LNLF	4.84582 ^a	6.05373 ^a	0.0000	4.56097 ^a	4.95288 ^a	0.0000
LNCO ₂ → LNLE	3.86527 ^a	3.66229 ^a	0.0002	3.42524 ^b	2.39290 ^b	0.0167
LNLE → LNCO ₂	5.64612 ^a	8.00556 ^a	0.0000	5.30426 ^a	6.62826 ^a	0.0000
LNLF → LNLE	4.15751 ^a	4.37505 ^a	0.0000	3.45051 ^b	2.44984 ^b	0.0143
LNLE → LNLF	5.45635 ^a	7.54273 ^a	0.0000	4.76942 ^a	5.42272 ^a	0.0000
LNLF → LNCO ₂	4.45877 ^a	5.10977 ^a	0.0000	3.97171 ^a	3.62465 ^a	0.0003
LNCO ₂ → LNLF	4.33792 ^a	4.81503 ^a	0.0000	5.06285 ^a	6.08413 ^a	0.0000

Not: ^a($p < 0.01$), ^b($p < 0.05$), ^c($p < 0.10$); (→) değildir.