



BİLİŞİM TEKNOLOJİSİ, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, YAŞLANMA VE SAĞLIK HARCAMASININ DOĞUŞTA YAŞAM BEKLENTİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

İMREN YAVUZ ÖZDURAN^{1*} & EYYUP ECEVİT²

¹ Erciyes Üniversitesi, imrenyavuz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0903-1703>. ² Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, ecevit@erciyes.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2417-4043>.

Makalemiz "BİLİŞİM TEKNOLOJİSİ, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, YAŞLANMA VE SAĞLIK HARCAMASININ DOĞUŞTA YAŞAM BEKLENTİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ" doktora tezinden türetilmiştir.

ÖZ

Sağlık sektöründe teknolojik ürünlerin kullanımı, sağlık kurumu içerisindeki bilgi transferini hızlandırmakta ve artırmakta olup, daha doğru teşhis ve tedavinin sağlanmasında rol oynamaktadır. İklim değişikliği, toplum sağlığına yönelik en büyük tehditlerden biridir ve hali hazırda ekosistemi, gıda üretimini ve dünya üzerindeki tüm toplumların sağlığını ve refahını etkilemektedir. Yaşlanmayı kronolojik olarak yaşı ilerlemesiyle hastalıklara yakalanma ve ölümün gerçekleşme olasılığını artıran değişkenlerin bütünü olarak tanımlamak mümkündür. Tüm bu değişkenlerin literatürde sağlık çıktısının göstergesi olarak kullanılan bebek ölüm hızı ve yaşam beklentisi üzerine etkileri mevcuttur. Bu bağlamda çalışmanın amacı, panel veri analiz yöntemi kullanılarak 2000-2020 döneminde OECD (Türkiye, ABD, Kanada, Fransa, Hollanda, Belçika, Lüksemburg, Federal Almanya, İtalya, Portekiz, İngiltere, Danimarka, İrlanda, Yunanistan, İsviçre, Avusturya, İsveç, İzlanda, Norveç, İspanya) ülkelerinde bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma ve sağlık harcamalarının doğumda yaşam beklentisi üzerine etkilerini incelemektir. Öncelikle değişkenler için birim kök testleri yapıp seriler durağan hale getirilmiştir. Ardından değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını kontrol etmek amacı ile panel eşbütünleşme testleri yapılmıştır. Pedroni panel eşbütünleşme ve Kao panel eşbütünleşme testlerine göre, toplamda 11 test istatistiği sonucunda bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcamaları ve yaşam beklentisi arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yaşam beklentisinin karbondioksit (CO₂) emisyonu ile negatif yaşlanma, sağlık harcamaları ile bilgisayar iletişim ve diğer hizmetlerle pozitif yönlü ilişkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilişim Teknolojisi, İklim Değişikliği, Yaşlanma, Sağlık Çıktıları, Sağlık Harcamaları, Doğumda Yaşam Beklentisi

THE EFFECTS OF INFORMATION TECHNOLOGY, CLIMATE CHANGE, AGING AND HEALTH EXPENDITURE ON LIFE EXPECTANCY AT BIRTH: PANEL DATA ANALYSIS ON OECD COUNTRIES

***Sorumlu Yazar/ Corresponding Author:**
İmren YAVUZ ÖZDURAN,
imrenyavuz@gmail.com

JEL:

C23, H51, I18, O47, Q54

Geliş: 21 Ekim 2024

Received: October 21, 2024

Kabul: 3 Mart 2025

Accepted: March 3, 2025

Yayın: 30 Nisan 2025

Published: April 30, 2025

Atıf / Cited as (APA):

Yavuz Özdoğan, İ. & Ecevit E. (2025),
Bilişim Teknolojisi, İklim Değişikliği, Yaşlanma
ve Sağlık Harcamasının Doğuşta Yaşam
Beklentisi Üzerine Etkileri: OECD Ülkeleri
Üzerine Panel Veri Analizi, Erciyes Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 70,
167-176,
doi: 10.18070/erciyesiibd.1571419

ABSTRACT

The use of technological products in the health sector accelerates and increases the transfer of information within the health institution and plays a significant role in providing more accurate diagnosis and treatment. Climate change is one of the greatest threats to public health, the ecosystem, food production, and well-being of all societies around the world. It is possible to define aging chronologically as the set of variables that increase the likelihood of contracting diseases and death with advancing age. All these variables have effects on infant mortality rate and life expectancy, which are used as indicators of health outcomes in the literature. In this context, the aim of the study is to examine the effects of information technology, climate change, aging and health expenditures on life expectancy at birth in OECD (Turkey, USA, Canada, France, Netherlands, Belgium, Luxembourg, Federal Germany, Italy, Portugal, England, Denmark, Ireland, Greece, Switzerland, Austria, Sweden, Iceland, Norway, Spain) countries in the period 2000-2020, using the panel data analysis method. Initially, unit root tests were performed to figure out the stationarity status of the study variables. Then, panel cointegration tests were performed to check whether there was a long-term relationship between the variables. According to Pedroni panel cointegration and Kao panel cointegration tests, as a result of a total of 11 test statistics, it was concluded that there is a long-term relationship between information technology, climate change, aging, health expenditures, and life expectancy. The results reveal that life expectancy has a negative relationship with carbon dioxide emissions and a positive relationship with computer communication and other services, aging and health expenditures.

Keywords: Health Informatics, Climate Change, Aging, Health Outcomes, Health Expenditures, Life Expectancy

GİRİŞ

Sağlık; insanlık için çok önemli bir konudur. Çünkü sağlıklı bireylerin topluma katkısı daha yüksek oranda olmaktadır. İyi örgütlenmiş bir sağlık sistemi ile sağlıklı ve gelişmiş toplum olma yolunda ilerlemek daha kolaydır. Sağlık bilişim sistemleri sağlık sisteminin örgütlü bir şekilde çalışmasına olanak tanımaktadır. Çağımızda bilgisayar, cep telefonu, internet ve benzer pek çok iletişim teknolojileri yaygın olarak kullanılmakta ve hatta her geçen gün kullanımı artmaktadır. Bilgi iletişim teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması hayatın pek çok alanında kolaylıklar sağlamaktadır. Sağlık sektörü bünyesinde bulunan kurum ve kuruluşlar da bilgi teknolojileri ve sağlık bilişim sistemlerinden yararlanarak hizmet vermektedir. Sağlık bilişimi, sağlık bilimlerinin uygulama alanlarında bilgi yönetiminin gelişmiş bilgi iletişim teknolojileri kullanılarak sağlanması anlamı taşır. Sağlık bilişimi, daha güvenli, daha yüksek kaliteli ve daha etkili bakım verme fırsatı sağlar. Ayrıca hasta sonuçlarını ve deneyimlerini de geliştirir (Sood & McNeil, 2017).

İklim değişikliği son dönemlerin oldukça popüler bir konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya genelinde iklim tarih boyunca birçok kez doğal nedenler ile değişmiştir. Endüstri devrimlerinin etkisi ile fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar ve diğer sentetik sera gazlarının emisyonlarıyla artan sera etkisi ile sıcaklıklarda yükselişler yaşanmıştır. Sera gazı salınımında yaşanan artışlar ısı kapasitesinde değişime sebep olmaktadır. Bu durum, sıcaklık ve yağışlarda beklenmedik dalgalanmalara yol açmış ve nihayetinde iklim değişikliğini tetiklemiştir. İklim değişikliği, doğrudan ve dolaylı yollarla insan sağlığı üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın, bulaşıcı hastalıklar başta olmak üzere insan yaşamının çeşitli alanlarında ciddi sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir (Khasnis & Nettleman, 2005).

Dünya çapında nüfus artış hızında bir azalma gözlemlendiğini söylemek mümkündür. Bunun doğal bir sonucu olarak yaşlı nüfus oranlarında bir artış gerçekleşmektedir. Ayrıca sağlık sektöründeki ilerlemelerin etkisi ile bireylerin daha uzun yaşadığı da söylenebilir. Sanayileşen ülkelerde insanların öncekinden daha uzun yaşadığı gözlemlenmektedir. Yalnızca bu yüzyılda doğumda yaşam beklentisi 25 yıldan daha fazla arttığı belirtilmektedir. Ek olarak belirtmek gerekirse, en hızlı büyüme oranına sahip yaş grubu, 85 yaş ve üzerindeki bireylerden oluşmaktadır (Butler, 1997). Toplam nüfus içinde yaşlı nüfusun artış göstermesi ise sağlık harcamaları üzerinde baskıya neden olmaktadır. Yaşlanma, kamu harcamalarında bir artışa neden olurken, sürdürülebilir bir kamu finansmanı politikası önünde engel olarak görülmektedir. Yaşlanma ve nüfus artışı, sağlık bakım maliyetlerini önemli ölçüde artırmaktadır (Mendelson & Schwartz, 1993).

Sağlık çıktıları literatürde genellikle bebek ölüm hızı ve yaşam beklentisi ile değerlendirilmektedir. Yaşam beklentisi, bir ülkenin nüfusunun genel sağlık durumunu ölçmek için kullanılan en önemli araçlardan birisidir. Çocuk ölüm oranlarındaki azalmalar, yaşam beklentisinin artışında önemli bir rol oynamaktadır. Küresel düzeyde, insanlar artık daha uzun ömürlü bir yaşam sürmektedir. Örneğin, 1900 yılında doğan bir bebeğin ortalama yaşam süresi 32 yıl iken, bu süre 2021 yılında 71 yıla yükselmiştir (Roser vd., 2011).

Sağlık bilişimi, iklim değişikliği ve yaşlanma gibi kavramların sağlık üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkileri bulunmaktadır. Bu bağlamda sağlık bilişimi, iklim değişikliği, yaşlanma sağlık çıktıları ilişkisi çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu kavramların sağlık ile ilişkisi üzerinde biraz daha durmakta fayda vardır. Sağlık bilişim sistemleri, sağlık sisteminin örgütlü bir şekilde çalışmasına olanak tanımaktadır. Sağlık bilimlerinin uygulama alanlarında bilgi yönetiminin gelişmiş bilgi iletişim teknolojileri kullanılarak sağlanması sağlık açısından önemli bir etkiye sahip olmaktadır. İklimde meydana gelen bozulmalar günümüzde yoğun bir şekilde insan hayatını etkilemektedir. Bu durum doğrudan veya dolaylı olarak insan sağlığı üzerinde etkilere sahiptir. Gelişmiş pek çok ülkede hatta dünya genelinde doğum artış oranı hızla azalmaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak toplam nüfus içinde hızla yaşlı nüfus oranının artması sağlık sektörünü ve sağlık harcamalarını etkilemektedir. Burada bahsi geçen sağlık bilişimi, iklim değişikliği ve yaşlanmanın sağlık üzerinde ne gibi etkiler yarattığının araştırılması bilimsel açıdan önem arz etmektedir. 2020 yılında tüm dünyayı etkisi

altına alan Covid 19 salgını ile sağlık alanında dijitalleşmenin ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Virüse yakalanan insanların kontrolü cep telefonu gibi teknolojik ürünler sayesinde takip edilmiştir. Teknolojinin sağlık alanında yoğun bir şekilde kullanıldığı ve daha doğru teşhislerin konulmasına yardımcı olduğu önemli bir gerçektir. Bu bakımdan çalışma önem arz etmektedir.

Çalışmanın amacı, sağlık bilişimi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcamaları ve sağlık çıktıları arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını test etmektir. Bu değişkenlerin sağlık üzerine ne gibi ve hangi yönde etkilere sahip olduğu merak konusudur. Çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki ilişki incelenerek bu etkinin yönü test edilmektedir. Sağlık üzerine etkisi olan pek çok faktör ile ilgili bilimsel çalışmalar ve araştırmalar mevcuttur. Bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma ve sağlık harcamasının doğuştan yaşam beklentisi üzerine etkisi, 2000-2020 yılları verileri kullanılarak, OECD ülkelerinde panel veri analizi ve güncel veriler ile incelenmesi bilime bir katkı sağlamaktadır.

20 OECD ülkesinin dünya bankasında yer alan kayıtlı verileri 2000-2020 yılları arasında tam ve düzenli olması nedeni ile bu tarih aralığı ile çalışma kısıtlanmıştır. Türkiye, OECD ülkeleri arasında yer aldığı için bu ülke grubu ile çalışma yapılmıştır. Literatürde panel veri analizi yöntemi kullanılarak bu konular üzerine pek çok araştırma yapılmış olması ve bu yöntemi uygulamanın çalışma grubu için uygun olması nedeni ile bu yöntem tercih edilmiştir. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında yer alan sağlıklı bireyler ve iklim değişikliği gibi iki önemli konuyu içinde barındırması çalışmanın güncelliğini göstermektedir. “Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam” hedefi ile dijital sağlık hizmetlerini ilişkilendiren çalışmalar literatürde her geçen gün artmaktadır. Bu çalışma da güncelliği olan bu konuya katma değer sağlayacaktır. Bu makalenin çerçevesinin oluşturulmasında Ecevit ve Çetin (2016)’nın yapmış oldukları çalışma örnek alınmıştır.

Çalışma temelde dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde teorik çerçeveye yer verilmiştir. İkinci bölümde bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcaması ve doğuştan yaşam beklentisi ilişkisi üzerine literatür değerlendirmesi yapılmıştır. Üçüncü bölümde, çalışmanın veri seti ve yöntemi üzerinde durulmaktadır. İlk aşamada veri seti oluşturulup seçilen değişkenlerin ilişkisine yönelik panel veri analiz yönteminin teorik çerçevesi oluşturulmuştur. Son olarak dördüncü bölümde panel veri analiz yöntemi uygulanmış, analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilmiştir. Sonuç kısmında değerlendirmeler yapılmıştır.

I. TEORİK ÇERÇEVE

Bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma ve sağlık harcamasının doğuştan yaşam beklentisi üzerine etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle her bir değişkenin sağlık ile ilişkisi üzerine yapılan çalışmalara değinilmektedir. Literatürde bu değişkenler ile sağlık arasında ilişki olduğu üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır.

Çevre kalitesinde meydana gelen bozulmaların, sağlık üzerinde negatif etkisi bulunmaktadır. Bunlar yaşam kalitesinde bozulmaların meydana gelmesi ve sağlık için yapılan harcamaların artması gibi etkilere (Assadzadeh vd., 2014). Ekonomik büyüme ve çevre arasındaki ilişkinin incelendiği pek çok çalışma literatürde yer almaktadır. Bu ilişki genellikle ampirik çalışmalar ile irdelenmektedir (Yazdı vd., 2014; Assadzadeh vd., 2014; Drabo, 2010; Bloom vd., 2001;). Ecevit ve Çetin, 2016 çalışmalarında ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini incelemişlerdir. Chen vd. (2020) yaptıkları çalışma sonucunda gelişmiş ülkelerde, kişi başına GSYİH ve orman alanlarının arazi alanlarına oranı yaşam beklentisi üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada karbon emisyonlarının yaşam beklentisi üzerinde negatif bir etki olduğu üzerinde durulmuştur. İdrovo (2011), ekonomik gelişme ve çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerine etkileri olduğunu belirtmiştir.

Sağlık hizmetlerinde ve/veya sağlık sektöründe teknolojinin ve bilişimin kullanımının olumlu etkileri üzerine çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmaların önemli bir bölümü kavramsal değerlendirmeler ile gerçekleştirilmiştir. Ancak ampirik çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu ilişkiyi inceleyen çalışmalardan bazıları Merih vd., 2021; Yiğit ve Erdem, 2016; Demirhan ve Güler 2011, Yücel

vd.,2018)'dir.

Yaşlanma ile sağlık kavramı ilişkisinin incelendiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Beard vd. (2016) yaptıkları çalışmada yaşlı nüfusun dünya genelinde arttığını fakat yaşam süresinin artmasıyla iyi sağlığa sahip olmanın aynı anda gerçekleştiğine dair kanıtların az olduğundan bahsedilmektedir. Lloyd-Sherlock vd. (2012) yaşlanmanın olumsuz terimler ile eşleştirilmesinden duydukları rahatsızlığı dile getirmektedir. İnsan ömrünün artmasının bir sorun olarak görülmesinden ziyade kutlanılması gereken bir durum olduğu üzerinde durulmuştur. Ayrıca çalışmada yaşlanma ve sağlık arasında ilişki üzerinde durulmaktadır.

Sağlık ile ilgili göstergeler ve bazı ekonomik göstergeler arasında bir ilişkinin olduğu üzerine literatürde çalışmalar yer almaktadır. Bu durum çalışmanın ekonomik temellerinin olduğunu göstermektedir. Bloom vd., 2001; Taban, 2006; Dağdemir 2009; Yardımcıoğlu, 2012); Weill (2006); Taban (2005) sağlık ve ekonomi arasındaki ilişkiye konu olan çalışmalardan bazılarıdır. Örneğin sağlık harcamaları ile ekonominin önemli bir konusu olan büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek üzere çalışmalar yapılmıştır. Çetin ve Ecevit, 2010; Sachs (2001), Atun ve Fitzpatrick, 2005; Sorkin, 1977; Bhargava vd., (2000); Bloom vd., (2001); Erdil ve Yetkiner (2004) bu çalışmalara örnektir. Çalışmanın bağımlı değişkeni olarak kullanılan yaşam beklentisi ile ekonomik kalkınma konusunu birlikte inceleyen bir diğer çalışma ise Huang vd. tarafından gerçekleştirilmiştir. Huang vd. (2020), yaptıkları çalışmada ekonomik kalkınma düzeyinin yaşam beklentisi üzerinde etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

II. LİTERATÜR DEĞERLENDİRMESİ

Çalışmanın bu kısmında, özellikle makalenin uygulama kısmında kullanılan değişkenler göz önünde bulundurularak literatür taraması yapılmış ve geçmişten günümüze kaynakların pek çoğuna yer verilmiştir. Jerrett vd. (2003), Kanada'nın Ontario eyaletinin kırk dokuz (49) şehri üzerine yatay kesit verileri kullanılarak sağlık harcamaları ile çevre kalitesi ilişkisini incelemişlerdir. Çevre kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde daha çok, çevrenin korunması için yüksek harcama yapan yerlerde ise daha az sağlık harcamaları yapıldığını tespit etmişlerdir. Dreger ve Reimers (2005), sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemek amacı ile 21 OECD ülkesinde 1975-2001 dönemi verileri ile panel eşbütünlük testleri yapmışlardır. Sağlık harcamalarının sadece gelirle belirlenmediği, yaşam beklentisi, bebek ölüm oranları ve yaşlı nüfusun payı (genel nüfus içinde yüzde cinsinden) gibi değişkenlerinde belirleyici olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kıymaz vd. (2006) yılında Türkiye için yaptıkları çalışmada nedensellik testi kullanarak kişi başına özel, kamu ve toplam sağlık harcamaları ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ve nüfus artış hızı arasındaki uzun dönemli ilişki araştırılmıştır. Sağlık harcamaları ile gayri safi yurtiçi hasıla ve nüfus artışı arasında çok değişkenli eşbütünlük ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer bir sonuç özel sağlık harcamaları ile kişi başına GSYİH arasında iki değişkenli bir eşbütünlük ilişkisi olduğudur. Narayan and Narayan (2008), 1980-1999 dönemi verileri kullanılarak sekiz OECD ülkesi (Avusturya, Danimarka, İzlanda, İrlanda, Norveç, İspanya, İsviçre ve Birleşik Krallık) üzerine panel eşbütünlük yaklaşımını kullanarak yaptıkları çalışmada, çevresel kalitenin sağlık harcamaları üzerine hem kısa dönem hem uzun dönem etkilerini araştırmışlardır. Kısa dönemde, karbon emisyonları sağlık harcamaları üzerinde istatistiksel olarak olumlu ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Uzun dönemde hem karbon hem de sülfür oksit emisyonları sağlık harcamaları üzerine esnek olmayan ve pozitif bir etkiye sahiptir.

Demirhan ve Güler (2011), bilişim ve sağlık üzerine yaptıkları çalışmada teknolojinin hızlı ilerleyişi ile tıp bilişimi uygulamalarının gelecekte sağlık hizmetlerinin kalitesini hızla artıracığı ve sağlık hizmetlerine ulaşmanın bir sorun olmaktan çıkacağı sonucunu elde etmişlerdir. Erol (2011), AB'de nüfusun yaşlanması ve sağlık harcamalarına etkisini incelemiştir. AB nüfusunun geçmişten bu yana izlediği seyir incelenerek 2010-2060 aralığı için tahmin yapılmaktadır. AB-27 ülkelerinde toplam nüfusun içindeki yaşlı oranı arttıkça, sağlık harcamalarının GSYİH'ye oranının da benzer şekilde artacağı tahmin edilmiştir.

İdrovo (2011), Meksika'da fiziki çevre ve doğumda yaşam

beklentisi üzerine bir çalışma yapmıştır. 32 Meksikan devleti için, demografi, barınma, yoksulluk, su gibi konularda bilgi içeren 50 çevresel gösterge ile OLS regresyon yönteminden yararlanarak bir çalışma yapmıştır. Nüfus hassasiyeti-duyarlılığı ve biyolojik çeşitliliğin doğumda beklenen yaşam süresi üzerinde olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir. Kentleşme, sanayileşme ve çevresel sürdürülebilirlik, ekolojik dayanıklılık, vebasız ortamların doğumda yaşam beklentisi arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir.

Wu & Raghubathi (2012), yaptıkları çalışmada Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT'ler) ile ülke düzeyinde halk sağlığı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Beş farklı gelir grubundan ülkeler üzerine 2000-2008 dönem aralığı verileri ile panel veri analiz yöntemi kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Beş BİT faktörü ile 5 halk sağlık göstergesi (ergen doğurganlık hızı, çocuk aşılamaya kapsamı, tespit edilen tüberküloz vakası, yaşam beklentisi ve yetişkin ölüm oranı) değişken olarak alınmıştır. Çalışmada BİT'lerin halk sağlığı hizmet sunumunu önemli ölçüde iyileştirdiği sonucu elde edilmiştir. De Meijer (2013), batı ülkelerindeki nüfusun yaşlanmasının sağlık harcamalarındaki artışa etki ettiği ile ilgili çalışma yapmışlardır. Yaşlanmanın, sağlık harcamalarındaki büyümeyi dolaylı olarak etkilediği sonucuna varılmıştır.

Misra vd (2013), yaptıkları çalışmada sağlık sektöründeki BİT'lerin etkilerini incelemişlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde BİT'lerin sağlık hizmet uygulamalarını iyileştirebildiğini ve ihtiyaç duyulması halinde anında uzmanlık tavsiyesi sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu teknolojinin uygulanmaya başlama aşamasına kadar biraz maliyeti olmakta, ancak uygulamaya başlandıktan sonra sağlık harcamalarını azalttığı gözlemlenmektedir. Erden ve Koyuncu (2014), yaptıkları çalışmada Türkiye için kalkınma, çevre kirliliği ve insan sağlığı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1980-2012 dönemi yıllık verileri ile Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ekonomik kalkınmanın CO₂ emisyonunu artırdığı, CO₂ emisyonundaki artışın sağlık harcamalarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ilave olarak kişi başına GSYH ile sağlık harcamaları arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Lorcu ve Erduran (2015), bilgi ve haberleşme teknolojilerinin sağlık göstergelerine etkisini incelediği çalışmada, Kanonik Korelasyon Analizi (CCA) yöntemini kullanılarak kamu sağlık göstergeleri ile ICT arasında önemli ilişkiler ortaya koyularak açıklanmıştır. Qureshi vd (2015), 2000-2013 yılları verileriyle seçtikleri beş Asya ülkesi üzerine panel veri analiz yöntemi kullanarak çevresel sorunların sağlık harcamalarını artırdığı yönünde sonuçlar elde etmişlerdir. Balan (2016), yaptığı çalışmada tüketim kaynağı açısından (kömür, petrol, doğalgaz) CO₂ emisyonu, sağlık harcamaları, eğitim ve doğumda yaşam beklentisi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. 1995-2013 verileriyle 25 AB üyesi ülke üzerine analiz gerçekleştirmiştir. Yaşam beklentisi ile diğer değişkenler (kömür tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonu hariç) arasında karşılıklı nedensel ilişki olduğu sonucunu elde etmiştir. Sağlık harcamaları ile diğer değişkenler (kömür tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonu hariç) arasında da karşılıklı nedensel ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Ecevit ve Çetin (2016), ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin sağlık üzerindeki etkisi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Türkiye için 1960-2011 döneminin verileri ile Johansen-Juselius ve Phillips-Ouliaris eşbütünlük yöntemleri ile Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Bebek ölüm oranı, kişi başına reel gelir, karbon salınımı değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin olduğunu, kişi başına reel gelirin bebek ölüm oranını negatif etkilediğini, karbon salınımının bebek ölüm oranını pozitif etkilediğini ve karbon salınımı ile bebek ölüm oranı arasında çift yönlü bir Granger nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Chaabouni vd. (2016), 1995-2013 yılları arası dönem ile sınırlandırıldığı, 51 seçilmiş ülke üzerine yapılan çalışmada sağlık harcaması, GSYİH ve karbondioksit emisyonu değişkenleri kullanılmıştır. Uygulama için seçilen analiz yöntemi Panel GMM (Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi)'dir. Yapılan uygulama sonucunda sağlık harcamaları ile GSYİH arasında ve karbondioksit emisyonu ile gelir arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu belirtilmiştir. Ghorashi ve Rad (2017), yaptıkları çalışmada CO₂ salınımı, sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 1972-2012 dönemi verileri ile dinamik eşanlı denklem

modelleri kullanılarak CO_2 salınımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif çift yönlü, sağlık harcamalarından ekonomik büyümeye doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Apergis vd. (2018), ABD eyaletlerinde karbon dioksit (CO_2) emisyonlarının sağlık harcamaları üzerindeki kısa vadeli ve uzun vadeli etkilerinin ampirik bir analiz ile incelemişlerdir. Yapılan çalışmada, CO_2 emisyonlarının sağlık hizmetleri üzerindeki etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada 1966 ve 2009 yılları arasında ABD eyaletlerinde CO_2 emisyonları, sağlık harcamalarında artışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Peker vd (2018), sağlık bilgi sisteminin kullanımının sağlık profesyonellerine, yöneticilere ve sağlık hizmeti alan kişilere faydası olduğunu tespit etmişlerdir. Bu faydalardan bazıları tanı ve tedavi süreçlerine ilişkin doğru karar verme, hasta takiplerinin kesintisiz sürdürülmesi, hastane ihtiyaçlarının zamanında temini ve etkin kullanımı, sağlık hizmeti taleplerinin daha hızlı ve kolay karşılanabilmesi, kısa sürede daha az maliyetle sağlık hizmeti sunulabilmesi şeklindedir. Şengül (2019), sağlık bilişimi üzerine yaptığı çalışmada bilişimin sağlık alanına girmesi sonucunda yaşanan olumlu etkilere yer vermiştir. Bu olumlu etkilerden bazıları; sağlık hizmetlerinin kalite standartları artırıldığı, gereksiz ilaç kullanımının engellendiği, fazla tetkik ve tahlil ve görüntüleme işlemlerinin önüne geçildiği, tıbbi cihazların daha verimli kullanıldığı, sağlık hizmeti talep edenlerin hızlıca taleplerinin karşılanması şeklindedir.

Sever & İğdeli (2019), 1980-2017 yılları arası verilerini kullanarak Türkiye’de kamu ve özel sektör harcamaları ile sağlık sektörü çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yöntem olarak Johansen eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler ise sağlık çıktıları, kişisel gelir, kamu sağlık harcamaları ve özel sektör sağlık harcamalarıdır. Sağlık sektörü çıktıları için bebek ölüm hızı ve ortalama yaşam beklentisi serileri alınmıştır. Kişisel gelir, kamu sağlık harcamaları ve özel sektör sağlık harcamaları ortalama yaşam beklentisini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Shahzad vd. (2020), Pakistan için yaptıkları çalışmada sağlık harcamaları, ekonomik büyüme, CO_2 emisyonu, bilgi ve iletişim teknolojisi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki dinamik bağlantıları araştırmıştır. 1995-2017 dönemi çeşitli ekonometrik yöntemler kullanarak incelenmiştir. Ekonomik büyüme ve CO_2 emisyonunun sağlık harcamaları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, bilgi ve iletişim teknolojisi ve yenilenebilir enerji tüketiminin ise sağlık harcamaları üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, sağlık harcamaları, ekonomik büyüme, karbondioksit emisyonu ve bilgi ve iletişim teknolojisi arasında çift yönlü Granger nedenselliği çalışmada doğrulanmıştır.

Zha vd. (2019), Çin’in Tibet kenti için yaptıkları çalışmada çevresel faktörler ve yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Yaşam beklentisi üzerinde en önemli etkinin sosyoekonomi, daha sonra ise jeolojik çevre olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tibet’lilerin yaşam beklentisine ekolojik çevre faktörlerinin önemli etkisi olduğu belirtilmiştir. Düşük seviyedeki radyasyon, orta dereceli sıcaklık ve yağış yaşam beklentisinin artmasına pozitif katkı sağlamaktadır.

Aydın (2020), ekonomi göstergeleri ve beklenen yaşam süresi ilişkisini incelediği çalışmada OECD ülkeleri üzerine 2000-2016 dönemi verilerini kullanarak panel veri regresyon analizi yapmıştır. Bu analizin sonucunda beklenen yaşam süresi ile ekonomi göstergelerinden GSYİH, işsizlik ve sağlık harcamaları arasında nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir. Elde edilen bir diğer sonuç ise OECD ülkelerinde sağlık harcamaları ve beklenen yaşam süresi arasında önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Şahin & Yalçınkaya (2020), ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada 2000-2016 yılları arası verileri kullanılarak, Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye ülkeleri üzerine çalışılmıştır. Panel veri analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada sağlık harcamaları, GSYİH, kamu sağlık harcamaları, yaşam beklentisi, nüfus, yaşlı ve genç bağımlılık oranı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gayri safi yurtiçi hâsıla ve kamu harcamaları %1 arttığında, sağlık harcamaları sırasıyla yaklaşık olarak %1.15 ve %0.57 arttığı belirtilmiştir. Sancar & Atay Polat (2021), yaptıkları çalışmada CO_2 emisyonları, ekonomik büyüme ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu amaç için Türkiye, Brezilya, Meksika, Çin, Hindistan ve Güney Afrika için 2000-2016 arası dönemi verileri

kullanılarak panel veri analiz yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü, sağlık harcamaları ile CO_2 emisyonları arasında çift yönlü ve ekonomik büyüme ile CO_2 emisyonları arasında çift yönlü nedensellik ilişkiler tespit edilmiştir.

Bostan 2000-2018 dönemi verilerini kullanarak G-20 ülkeleri üzerine bir uygulamalı çalışma yapmıştır. Değişken olarak kişi başına gelir büyümesi, kişi başına sağlık harcamaları ve üç farklı sağlık çıktı göstergeleri açısından birbirine benzerlik gösterip göstermedikleri koşulsuz (mutlak) ve koşullu β -yakınsaması ile analiz çalışması yapılmıştır. Yöntem olarak Havuzlanmış En Küçük Kareler (HEKK) kullanılmıştır. Çalışmada neticesinde edinilen sonuçların koşulsuz yakınsamayı desteklediği belirtilmiştir. Taş, Atılgan ve İspir (2023), OECD ülkelerinde sera gazı salınımı ve sağlık harcamaları ilişkisini incelemişlerdir. 1995-2018 dönem aralığı verileri kullanılarak seçilmiş 10 OECD ülkesi üzerine yapılan çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan “Westerlund (2007) ECM panel eşbütünleşme” testi uygulanmıştır. Yapılan analizde kişi başı sağlık harcamaları, kişi başı gelir ve kişi başı karbondioksit emisyonu arasında uzun dönemli ilişki olduğu belirtilmiştir.

Huang vd. (2020), Çin şehirlerinde yaşam beklentisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma için regresyon analizleri kullanılmıştır. Yaşam beklentisinde mekânsal açıdan büyük farklılıklar bulunduğu üzerinde durulmuştur. Doğu Çin’de daha yüksek bir yaşam beklentisi varken batı Çin’de ise daha düşük bir yaşam beklentisi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ekonomik kalkınma düzeyinin, tıbbi alandaki değişimlerin, nüfus yapısının, doğal çevrenin ve şehir yapısının yaşam beklentisini etkilediği ama bu etkinin mekânsal bir heterojenliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Daha Batı Çin’de az gelişen bölgelerde ekonomik kalkınma seviyesi yaşam beklentisini daha fazla etkilerken, Kuzey ve Güney Çin’de tıbbi hizmetler ve eğitim yaşam beklentisini etkilemektedir.

Chen vd. (2021), ekonomik kalkınma ve çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerine etkilerini incelendiği çalışmada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. 2004-2016 arası veriler ile 20 ülke üzerinde gerçekleştirilen çalışmada çoklu regresyon modellerinden faydalanılmıştır. Kişi başına GSYİH ve orman alanlarının arazi alanına oranının yaşam beklentisi üzerine etkisi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde farklılık göstermektedir. Etki gelişmiş ülkelerde pozitif yönlü iken gelişmekte olan ülkelerde negatif yönlüdür. Kişi başına cari sağlık harcamalarının yaşam beklentisi üzerine etkisi gelişmiş ülkelerde olumsuz iken, gelişmekte olan ülkelerde olumludur.

Rahman vd. (2022), yaşam beklentisinin belirleyicileri üzerine yaptıkları çalışma panel düzeltilmiş hatalar ve Preston Eğrisi modeline dayanmaktadır. 2000-2017 yılı verilerini kullanarak 31 ülke için yapılan çalışmada, ekonomik büyümenin yaşam beklentisi üzerine olumlu bir etkisinin olduğunu gösteren Preston Eğrisi’nin varlığı doğrulanmıştır. Çevresel bozulma yaşam beklentisi üzerinde olumsuz etkiye sahipken, sağlık harcamaları ve temiz su yaşam beklentisi üzerinde olumlu etkilere sahip olmaktadır.

Roffia vd. (2022), doğumda yaşam beklentisinin belirleyicileri üzerine yaptıkları çalışmada 1999-2018 dönemi verilerini ve 36 OECD ülkesini kullanmışlardır. Çalışmada çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Doğumda yaşam beklentisine kişi başına sağlık harcamaları, cepten harcama sıklığı, hekim yoğunluğu, hastane yatağı yoğunluğu, sosyal harcamalar, GSYİH düzeyi, işgücüne katılım oranı, kronik solunum yolu hastalıklarının yaygınlığı, sıcaklık ve nüfusun toplam büyüklüğünün etki ettiği görülmüştür.

Literatürde sağlık çıktısı olan bebek ölüm oranı veya doğumda yaşam beklentisi ile karbondioksit emisyonu, nüfus, sağlık harcamaları ve birçok ekonomik gösterge (GSYİH, büyüme, işgücü, işsizlik vb.) arasındaki ilişkiye değinilmiştir. Bu makalede literatürden farklı olarak güncel veri setleri ve OECD ülkeleri kullanılarak, doğumda yaşam beklentisi, bilgisayar iletişim teknolojileri, karbondioksit emisyonu, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık harcamaları verilerini birlikte kullanarak bu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki incelenmektedir.

III. EKONOMETRİK METODOLOJİ

Literatürde daha çok sağlık harcamaları, karbon emisyonu ve büyüme değişkenleri ile sağlık ilişkilendirilirken bu çalışmada farklı olarak bilişim teknolojisi, karbondioksit, yaşlanma, sağlık harcamaları ve doğumda yaşam beklentisi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada 20 kurucu OECD ülkesinin 2000-2020 dönemini içeren verileri ile sağlık bilişimi, iklim değişikliği ve yaşlanmanın sağlık çıktıları üzerine ilişkisi panel veri analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Ekonometrik analizlerin gerçekleştirilmesinde, doğumda yaşam beklentisi (toplam), kişi başına karbondioksit emisyonu (metrik ton), 65 yaş ve üzeri toplam (toplam nüfusun yüzdesi), bilgisayar iletişim ve diğer hizmetler (ticari hizmet ihracatının yüzdesi), kişi başına cari sağlık harcaması değişkenleri kullanılmıştır. Öncelikle dünya bankası veri tabanından veri setleri elde edilmiş ve literatüre uygun şekilde ekonometrik model oluşturulmuştur:

$$\log DYBit = \alpha_{it} + \beta_1 \log SBit + \beta_2 \log CO_{2it} + \beta_3 \log YASit + \beta_4 \log SH_{it} + \varepsilon_{it}$$

TABLO 1 | Modelde Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Temsil Eden Değişken	Veri Kaynakları
Tıbbi İlerleme	Doğumda Yaşam Beklentisi (DYB)	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri
Sağlık Bilişimi	Bilgisayar İletişim Teknolojileri (SB)	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri
Çevre Kalitesi	Karbondioksit Emisyonu (CO ₂)	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri
Yaşlanma	65 Yaş ve Üzeri Toplam Nüfus (YAS)	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri
Sağlık	Sağlık Harcamaları (SH)	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri

Ekonometrik uygulamada kullanılan OECD ülkeleri Türkiye, ABD, Kanada, Fransa, Hollanda, Belçika, Lüksemburg, Federal Almanya, İtalya, Portekiz, İngiltere, Danimarka, İrlanda, Yunanistan, İsviçre, Avusturya, İsveç, İzlanda, Norveç, İspanya'dır. Çalışmada sağlık çıktısını temsilen doğumda yaşam beklentisi, sağlık bilişimini temsilen bilgisayar iletişim ve diğer hizmetler, iklim değişikliğini temsilen kişi başına karbondioksit emisyonu, yaşlanmayı temsilen 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık harcamalarını temsilen kişi başına cari sağlık harcamaları alınmıştır.

A. PANEL VERİ ANALİZİ

Panel veri, birkaç zaman periyodu üzerinde hane halkları, firmalar, ülkeler ve benzerlerinin bir yatay kesitteki gözlemlerinin bir araya getirilmesini ifade eder. N sayıdaki birim ve bu birimlere karşılık gelen T sayıda gözlemden oluşmaktadır. Analiz bu sayede araştırmacılara daha çok veri ile çalışma imkânı sunmaktadır. Ayrıca gözlem sayısının ve serbestlik derecesinin artması değişkenler arasındaki çoklu bağlantı derecesinin de azalmasını sağlamaktadır. Bu da ekonometrik tahminlerin etkinliğine ve güvenilirliğine katkı sağlamaktadır (Baltagi, 2005). Panel veri analizinde zaman boyutuna ait yatay kesit verileri kullanılmaktadır. Bu yöntemle ekonomik ilişkiler de tahmin edilebilmektedir (Greene, 1993).

T sayıda dönem ve N sayıda yatay kesitin birlikte incelenmesine olanak sağlayan panel veri analiz yönteminin denklemi aşağıdaki gibidir;

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}$$

Yukarıdaki denklemde; Y_{it} : Bağımlı değişkenin t zamanında i' nci yatay kesit biriminin değeri, X_{it} : Bağımsız değişkenin t zamanında i' inci biriminin değeri, β_1 : Bağımsız değişkenin katsayısı, $t=1,2,\dots$ zaman dönemi, $i=1,2,\dots$ n sayıda yatay kesit birimi, ε_{it} hata terimidir.

Panel veri analiz yöntemi kullanılan çalışmalarda öncelikle bazı testlerden faydalanılmaktadır. Serilerin durağanlığının belirlenmesinde

birim kök testleri kullanılmaktadır. Serilerin durağan hale getirilmesinin ardından uzun dönemli ilişkinin varlığının test edilmesi için panel eş bütünleşme testleri yapılmaktadır.

B. PANEL BİRİM KÖK TESTLERİ

Çalışmalarda kullanılan serilerin durağanlıklarının test edilmesi amacıyla kullanılan birim kök testlerinde, serinin birim kök içermesi durağan olmadığı anlamı taşımaktadır. Kullanılan serilerin durağan olmaması yani birim kök içermesi, yapılan uygulamada kullanılan testlerin güvenilirliği açısından sorun olarak görülmektedir. Durağan serilere gelen etkiler zamanla kaybolmaktadır. Serileri durağan hale getirmek için serilerin farklarının, logaritmalarının alınması gibi işlemler yapılmaktadır. Bir zaman serisini durağan hale getirene kadar 'd' defa fark alınmışsa o seri d dereceden durağan demektir ve I(d) olarak gösterilmektedir. Temel birim kök testi aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Yıldır, 2008):

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \rho y_{t-1} + v_t$$

Bu regresyon modelinde $p=0$ olup olmadığı test edilmektedir. Bu modelde t zaman yahut genel eğilim değişkenini temsil etmektedir. Eğer $p=0$ ise y_t değişkeni birim kök içerdiği yani durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin incelemek için zaman serisi ve yatay kesit bağımlılığı verilerinin birlikte kullanıldığında uygulanan veri regresyon modeli aşağıdaki formülde gösterilmektedir (Greene, 2003 s.285):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad \text{ve} \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Formülde i, ülkelerin yatay kesit boyutunu temsil ederken, t, zamanı, Y_{it} bağımlı değişkenleri, X_{it} bağımsız değişkenleri, α_i hata terimini ve sabit katsayıyı temsil etmektedir (Baltagi, 2005:11).

Bu çalışmada panel birim kök testleri için Levin-Lin-Chu (2002), Im, Pesaran, ve Shin (IPS) testlerinden yararlanılmıştır. Bu testlerin uygulanmasının sonucunda olasılık değerinin, Sıfır olması serilerin durağan olması, 1'e yakın çıkması birim kök içermesi anlamı taşımaktadır. Bu üç birim kök testi için kullanılan modellere aşağıda değinilmektedir;

Levin, Lin, Chu aşağıda gösterilen modeli dikkate almaktadır (Baltagi, 2005 s.240).

$$\Delta y_{it} = \rho y_{i,t-1} + \sum_{l=1}^{p_i} \theta_{il} \Delta y_{i,t-l} + \alpha_{mi} d_{mi} + \varepsilon_{it} \quad m = 1, 2, 3$$

Modelde; d_{mi} deterministik değişkenler vektörü, α_{mi} $m=1, 2, 3$ model için için katsayılar vektörünü ifade etmektedir.

Im, Pesaran, Shin (2003) testi, trendli ve sabitli geniş bir regresyon denklemine sahiptir. Bu denklem aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \beta_i y_{i,t-1} + \sum_{k=1}^{p_i} \theta_{ik} \Delta y_{i,t-k} + \gamma_i t + \varepsilon_{it}$$

Yukarıdaki denklemde sabitli model elde etmek için trend çıkarılmaktadır. Denklemde $i=1, 2, 3, \dots, N$ ve $t=1, 2, 3, \dots, T$ olmaktadır.

C. PANEL EŞBÜTÜNLEŞME TESTLERİ

Eş bütünleşme testleri ile seriler arasında uzun dönemde bir ilişkinin olup olmadığı sınanmaktadır. Belirli bir dönem aralığı için yapılan testlerde seriler birlikte hareket ediyorsa bu serilerin eşbütünleşik olduğu ifade edilir. Eğer seçilen bir seri birim kök içeriyorsa ve yine birim kök içeren başka bir seri ile regresyon uygulaması yapılırsa bu durumda sahte regresyon ile karşılaşmak mümkün olmaktadır. Burada serilerin birim kök içermesi halinde farkları alınarak durağan hale getirilmesi önerilmektedir. Birim kök testleri ile durağan hale gelen iki seri arasında uzun dönemde ilişki varsa bu iki serinin eşbütünleşik olduğu ifade edilir. Regresyon kalıntılarının birim kök içeriyor veya içermiyor olduğu birim kök veya eş bütünleşme testleri ile tespit edilir. Eş bütünleşme testleri ile sınanmakta olan bir diğer konu ise sahte regresyondur (Gujarati ve Porter, 2012).

H_0 : Değişkenler arasında eş bütünleşme yoktur.

H_1 : Değişkenler arasında eş bütünleşme vardır.

Çalışmada Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi ve Kao Panel Eşbütünleşme Testi kullanılmıştır.

D. PANEL EŞBÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ KATSAYI TAHMİN YÖNTEMLERİ

Panel birim kök testlerinin ardından yapılan eşbütünleşme testleri ile seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiş ise bu uzun dönemli ilişkinin nihai sapmasız katsayılarını tahmin etmek için tahmin edicilerinin beklenen sonuçlarla tutarlılığını test etmek amacı ile Pedroni tam düzeltilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik en küçük kareler (DOLS) yöntemlerini geliştirmiştir. Bu katsayı tahmin yöntemleri, değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu panel veri analizlerinde kullanıldığında en küçük kareler (OLS) yöntemine göre daha iyi sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu tarz panel analizlerde tam düzeltilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılarak edinilen tahminler asimptotik olarak sapmasızdır (Harb, 2004).

FMOLS için model aşağıdaki gibidir:

$$\beta_{FM} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)(X_{it} - \bar{X}_i)^T \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)(y_{it}^* + T\Delta_{EM}^*) \right]$$

y_{it}^* : içsellik düzeltilmesine ulaşmak için y_{it} 'nin dönüştürülmüş formunu ifade etmektedir, Δ_{EM}^* : seri korelasyon düzeltme terimini ifade etmektedir.

Tahmin edilen DOLS katsayısı denklemi aşağıdaki gibidir.

$$\beta_{DOLS} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T q_{it}q_{it}^T \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T q_{it}\hat{y}_{it}^* \right]$$

Bu modelin hata terimlerinin durağan bir süreç içermesi nedeniyle, y_{it} birinci dereceden bütünlük olup y_{it} ile X_{it} arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla, β tahmin edilmesi önem arz eden uzun vadeli eşbütünleşme vektörünü temsil etmektedir.

E. VERİ SETİ VE MODEL

Seriler arasındaki ilişkiyi doğrusal olarak incelenmek için modele dahil edilen değişkenlerin logaritması alınmıştır. Bu nedenle değişkenler logaritmaları ile ifade edilmiştir. Sağlık çıktısını temsilen alınan doğumda yaşam beklentisi bağımlı değişken olarak alınırken, sağlık bilişimi, iklim değişikliği ve yaşlanma bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır.

$$\log DYBit = \alpha + \beta_1 \log SBIt + \beta_2 \log CO_2it + \beta_3 \log YASit + \beta_4 \log SH_{it} + \varepsilon_{it}$$

DYB_{it} : t yılında i ülkesindeki doğumda yaşam beklentisi (toplam)
 SB_{it} : t yılında i ülkesindeki bilgisayar iletişim ve diğer hizmetler (ticari hizmet ihracatının yüzdesi)
 CO_{2it} : t yılında i ülkesindeki kişi başına CO_2 emisyonu (metrik ton)
 YAS_{it} : t yılında i ülkesindeki 65 yaş ve üzeri toplam nüfus (toplam nüfusun yüzdesi)
 SH_{it} : t yılında i ülkesindeki kişi başına cari sağlık harcamaları
 α : sabit katsayısı, β : bağımsız değişken katsayısını, i : analizde yer alan ülkeleri, t : zamanı ifade etmek için kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler tablo 2' de yer almaktadır.

TABLO 2 | Tanımlayıcı istatistikler

	Doğumda Yaşam Beklentisi	CO2	Sağlık Harcamaları	65+ üzeri nüfus	Sağlık Bilişimi
Ortalama	80,24857433	8,690158363	4268,211081	16,17765277	38,58927914
Standart Hata	0,10059857	0,213742448	105,9942696	0,170207019	0,901270441
Ortanca	80,69059857	7,71757252	4339,923096	16,73741589	40,97172085
Standart Sapma	2,061657181	4,380416693	2172,236124	3,488205892	18,47054768
Örnek Varyans	4,250430333	19,1880504	4718609,78	12,16758034	341,1611315
Basıklık	1,702917703	2,15082107	0,157320329	1,077619631	-0,423816037
Çarpıklık	-1,06731927	1,551617315	0,463726534	-0,869577469	-0,311310241
Aralık	12,04387805	22,57117285	11606,4248	18,00534648	86,37214446
En Büyük	71,861	3,039264896	152	5,366724602	0
En Küçük	83,90487805	25,61043774	11758,4248	23,37207108	86,37214446
Toplam	33704,40122	3649,866513	1792648,654	6794,614163	16207,49724
Say	420	420	420	420	420

IV. AMPRİK BULGULAR

A. PANEL BİRİM KÖK TESTİ SONUÇLARI

Serilerin durağanlığını test etmek amacı ile Levin, Lin ve Chu-LLC, Im, Peseran ve Shin-IPS birim kök testleri uygulanmıştır. Değişkenlere yönelik olarak farkta sabitli değerde uygulanan panel birim kök test sonuçları tablo 3'te gösterilmiştir.

TABLO 3 | Farkta Sabitli Değerde Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Düzye		Değişkenler				
Test		DYB	SB	YAS	CO ₂	SH
		S	S	S	S	S
Levin Lin Chu (LLC)	t-istatistiği	-8.54474	-6.26084	-3.54080	-9.83073	-7.82424
	Prob değeri	0.0000*	0.0000*	0.0002	0.0000*	0.0000*
Im Pesaran Shin	t-istatistiği	-8.74515	-8.25063	-1.73173	-11.0074	-5.76623
(IPS)	Prob değeri	0.0000*	0.0000*	0.0417**	0.0000*	0.0000*

*, %1 ve **, %5 istatistiksel anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Testte Newey-West band genişliği seçimi Bartlett Kernel seçeneği ile kullanılmıştır.

Tablo 3'te birinci farkları alınarak elde edilen birim kök test sonuçları yer almaktadır. Tablo 3'te Levin, Lin ve Chu-LLC ve Im, Peseran-IPS birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin birinci farklarında durağan hale geldikleri görülmektedir. Durağan hale geldiği görülen değişkenler arasında uzun dönemde ilişkinin olabileceği tahmin edilir.

B. PANEL EŞBÜTÜNLEŞME TEST SONUÇLARI

Değişkenler birinci dereceden durağan duruma getirildikten sonra değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi araştırmak için modele uygun olan Westerlund 2007 ECM panel eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Westerlund test sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5 aracılığıyla gösterilmektedir.

TABLO 4 | Westerlund 2007 ECM Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları-I

Testler	Value	Z-value	P-value	Robust P-value
G_t	-2.509	-0.344	0.365	0.096*
G_a	-7.588	2.641	1.000	0.006***
P_t	-12.054	-0.822	0.206	0.086*
P_a	-7.236	1.076	0.859	0.028**

***, **, * sırası ile değişkenlerin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Bootstrap olasılık değeri 500 tekrarlı dağılımdan elde edilmiştir. Sabitli model kullanılmıştır.

Eşbütünleşme testine ait hipotezler şu şekildedir: H_0 (Null Hipotezi): Eşbütünleşme yoktur. H_1 (Alternatif Hipotez): Eşbütünleşme vardır.

TABLO 5 | Westerlund 2007 ECM Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları-II

Testler	Statistic	P-value
Variance Ratio	-1.7453	0.0450*

*, %5 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Eşbütünleşme testine ait hipotezler şu şekildedir: H_0 (Null Hipotezi): Eşbütünleşme yoktur. H_1 (Alternatif Hipotez): Eşbütünleşme vardır.

Tablo 4 ve Tablo 5'te Westerlund bootstrap eşbütünleşme sonuçları ve genel Westerlund variance ratio panel eşbütünleşme test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4'te yer alan Westerlund panel eşbütünleşme test sonuçları modelde yatay kesit bağımlılığı olduğu için Bootstrap olasılık değeri ile test edilmiştir. Tablo 4 Westerlund panel eşbütünleşme testinin içerisinde yer alan dört test istatistiğini kapsayan G_t , G_a , P_t ve P_a sonuçlarını göstermektedir. Tabloya göre; G_t , G_a , P_t ve P_a testlerinin robust p-value değerleri %1 ve %10 seviyesinde anlamlı oldukları görülmektedir. Bu durum H_0 hipotezinin reddedilmesine ve H_1 (Eşbütünleşme vardır) alternatif hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 5'te ise Westerlund panel eşbütünleşme testinin varyans oranıyla test eden genel bir Westerlund panel eşbütünleşme testidir. Tabloya göre; p-value değeri %5 seviyesinde anlamlıdır. Bu durum H_0 hipotezinin reddedilmesine ve H_1 (Eşbütünleşme vardır) alternatif hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Westerlund panel eşbütünleşme test sonuçlarından elde edilen tüm bulgular seriler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucunu göstermektedir.

Ayrıca Pedroni panel eşbütünleşme ve Kao panel eşbütünleşme testleri de uygulanmıştır. Uygulanan testlere ait sonuçlar Tablo 6 ve Tablo 7'de gösterilmiştir.

TABLO 6 | Pedroni Sabitli Değerde Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi		
	S	S+T
Panel v-istatistiği	1.5916 (0.0557)***	2.3213(0.0101)**
Panel rho-istatistiği	0.8565(0.8042)	1.0089(0.8435)
Panel PP istatistiği	-1.5302(0.0630)***	-5.1504(0.0000)*
Panel ADF-istatistiği	-1.9382(0.0263)**	-5.3582(0.0000)*
Grup rho -istatistiği	2.2347(0.9873)	2.3461(0.9905)
Grup PP-istatistiği	-3.6938(0.0001)*	-6.8475(0.0000)*
Grup ADF- istatistiği	-3.2852(0.0005)*	-6.3535(0.0000)*

S: Sabitli; S+T: Sabit ve Trendli. Tabloda yer alan sonuçlar t-istatistiği; parantez içi ise prob değerini ifade etmektedir. *, **, ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiksel anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Testte Newey–West bant genişliği seçimi Bartlett Kernel seçeneği ile kullanılmıştır.

Tablo 6'da Pedroni eşbütünleşme testi sabitli ve sabit ve trendli olarak uygulanmıştır. Sabitli ve sabitli ve trendli değer sonuçlarında; panel v-istatistik, panel PP-istatistik, panel ADF istatistik, Grup PP istatistik ve grup ADF-istatistik %1, %5 ve %10 seviyelerinde anlamlı olması sebebi ile H_0 hipotezi reddedilirken, H_1 alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece, bu on test sonucuna göre doğumda yaşam beklentisi, kişi başına karbondioksit emisyonu oranı, kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişimi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır.

TABLO 7 | Kao Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Kao Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları		
	t-istatistiği	Prob değeri
ADF- t istatistik	-2.4607	0.0069*

*, %1 istatistiksel anlamlılık düzeyini belirtmektedir. Testte gecikme uzunluğu '5' olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda, Newey–West bant genişliği seçimi Bartlett Kernel seçeneği ile kullanılmıştır.

Kao panel eşbütünleşme testinden elde edilen sonuçlara tablo 7'de yer verilmektedir. Kao eşbütünleşme test sonucuna göre, olasılık değerinin 0.5' den küçük olması, %5 seviyesinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilirken, H_1 alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece, Kao eşbütünleşme testi sonucunda doğumda yaşam beklentisi, kişi başına karbon oranı, GSYH, kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişimi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır. Pedroni panel eşbütünleşme testleri ve Kao panel eşbütünleşme testlerinden elde edilen sonuca göre, toplamda 11 test istatistiği sonucunda bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcaması ve doğuşta yaşam beklentisi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır.

C. PANEL EŞBÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ KATSAYI TAHMİN YÖNTEMLERİ SONUÇLARI

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra FMOLS ve DOLS katsayı tahmin yöntemlerinden yararlanılarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin derecesi ve yönü incelenmiştir. Elde edilen katsayı tahmin sonuçları Tablo 8'de gösterilmektedir.

TABLO 8 | Panel FMOLS ve DOLS Katsayı Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Ln (DYB)	FMOLS		DOLS	
	Katsayı	Prob değeri	Katsayı	Prob değeri
Ln(SB)	0.006042***	0.1197	0.008176	0.1254***
Ln(CO2)	-0.01438**	0.0611	-0.033523	0.0000*
Ln(SH)	0.021129**	0.0000*	0.019389	0.0000*
Ln(YAS)	0.004784*	0.0000	0.081499	0.0000*

*, **, ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiksel anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 8'de FMOLS ve DOLS katsayı tahmin sonuçları yer almaktadır. FMOLS katsayı tahmin sonuçları ile ulaşılan bulgular, bağımsız değişken olan kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişiminin bağımlı değişken olan doğumda yaşam beklentisini pozitif yönde etkilediğini, kişi başına karbon oranının ise negatif yönde etkilediğini göstermektedir. Tahmin sonuçlarına göre, sağlık bilişimindeki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,006'lık artışa, karbon emisyonundaki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,014 azalmasına neden olmaktadır. Sağlık harcamalarındaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,021 artmasına ve son olarak 65 yaş ve üzeri nüfustaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,048 arttırmasını sağlamaktadır.

DOLS katsayı tahmin sonuçları ile ulaşılan bulgular, bağımsız değişken olan kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişiminin bağımlı değişken olan doğumda yaşam beklentisini pozitif yönde etkilediğini, kişi başına karbon oranının ise negatif yönde etkilediğini göstermektedir. Tahmin sonuçlarına göre, sağlık bilişimindeki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,08'lik artışa, karbon emisyonundaki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,033 azalmasına neden olmaktadır. Sağlık harcamalarındaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,019 artmasına ve son olarak 65 yaş ve üzeri nüfustaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık % 0,081 arttırmasını sağlamaktadır.

Ek:

Ayrıca çalışma için yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran birim kök testleri yapılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı için hipotezler aşağıdaki gibidir:

H_0 : Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır.

H_1 : Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur.

Peseran CD testi ve Friedman CD testinde sabit ve rassal etkilerde yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. Elde edilen tüm test sonuçlarına göre % 5 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığının varlığını ifade edene H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Bu durum değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığını ifade etmektedir. Serilerin durağanlığını test edebilmek için panel Levin-Lin Chu ve Peseran birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testlerine ait birim kök sonuçları tablo 7'de yer almaktadır.

TABLO 9 | Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

Test	Peseran CD test		Friedman CD test	
	Statistic	P-value	Statistic	P-value
Fixed Effect	20.066	0.0000*	105.008	0.0000*
Random Effect	19.528	0.0000*	103.779	0.0000*

Yatay kesit bağımlılık testlerinin ardından uygulanan Levin-Lin Chu ve Peseran ikincil birim kök testleri sonuçları aşağıdaki gibidir:

TABLO 10 | Levin-Lin Chu Birim Kök Testi Sonuçları

Levin-Lin Chu	Düzye		1.Fark	
	Statistic	P-value	Statistic	P-value
DYB	-6.5166	0.0000*	2.7049	0.0000*
CO2	4.3194	1.0000	-4.7873	0.0000*
SH	-4.0797	0.0000	-4.6953	0.0000*
65+Nüfus	-0.9988	0.1589	-4.9737	0.0000*
SB	1.3954	0.9185	-13.9560	0.0000*

TABLO 11 | Pesaran Birim Kök Testi Sonuçları

Pesaran	Düzye		1.Fark	
	Statistic	P-value	Statistic	P-value
DYB	-1.72820	0.0420**	-9.0934	0.0000*
CO2	9.7443	1.0000	-9.5108	0.0000*
SH	-1.3718	0.0851***	-6.5689	0.0000*
65+Nüfus	19.5144	1.0000	-2.6439	0.0041*
SB	2.5065	1.0000	-6.7541	0.0000*

Uygulanan birim kök testleri sonucunda serilerin duran hale geldiği gözlemlenmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Beşeri sermaye üzerinde en büyük etkiye eğitimin sahip olduğu bilinmektedir. Ancak son dönemlerde yapılan çalışmalarda sağlığın da beşeri sermaye düzeyine etki ettiği belirtilmektedir. Sağlıklı bireylerin beşeri sermaye üzerine olumlu etkisi düşünüldüğünde sağlığın ekonomi açısından da önem arz ettiği ifade edilebilir. Sağlık üzerinde etkisi olan birçok değişken (GSYİH, BİT'ler, sağlık harcamaları vb.) olduğu bilinmektedir. Bu noktadan hareketle, çalışmanın amacı doğrultusunda bilimsel teknoloji, iklim değişikliği, yaşlanma ve sağlık harcamasının doğrudan yaşam beklentisi ilişkisi panel veri analiz yöntemi ile incelenmeye çalışılmıştır. Son dönemlerde özellikle sağlık ve ekonomi ilişkisi üzerine literatürde yer alan çalışmaların sayısı artmıştır. Yapılan bu çalışmanın, bahsedilen konuyla benzerlik göstermesi makalenin konusunun güncelliğini göstermektedir. Yukarıda belirtilen değişkenler ile OECD ülkeleri üzerine güncel veri setleri kullanılarak yapılan panel veri analizi ile çalışma özgün bir değere sahiptir.

Ülke grubu, yıl aralığı ve değişkenler için uygun bir yöntem olması nedeni ile panel veri analiz yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında yapılan panel birim kök testleri sonucunda değişkenlerin birinci farklarında durağan oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç, değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle panel eşbütünleşme testleri yapılmıştır. Westerlund panel eşbütünleşme test sonuçları modelde yatay kesit bağımlılığı olduğu için Bootstrap olasılık değeri ile test edilmiştir. Westerlund panel eşbütünleşme testinin içerisinde yer alan dört test istatistiğini kapsayan G_t , G_a , P_t ve P_a testlerinin robust p-value değerleri %1 ve %10 seviyesinde anlamlı oldukları görülmektedir. Bu durum H_0 hipotezinin reddedilmesine ve H_1 (Eşbütünleşme vardır) alternatif hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir. Westerlund panel eşbütünleşme testini varyans oranıyla test eden genel bir Westerlund panel eşbütünleşme testinde p-value değeri %5 seviyesinde anlamlıdır. Bu durum H_0 hipotezinin reddedilmesine ve H_1 (Eşbütünleşme vardır) alternatif hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini göstermektedir. Westerlund panel eşbütünleşme test sonuçlarından elde edilen tüm bulgular seriler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucunu göstermektedir.

Ayrıca Pedroni eşbütünleşme testi sabitli ve sabit ve trendli olarak uygulanmıştır. Sabitli ve sabitli ve trendli değer sonuçlarında; panel v-istatistik, panel PP-istatistik, panel ADF istatistik, Grup PP istatistik ve grup ADF-istatistik %1, %5 ve %10 seviyelerinde anlamlı olduğu için H_0 hipotezi reddedilmekte, H_1 alternatif hipotezi ise kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak, bu on test sonucuna göre doğumda yaşam beklentisi, kişi başına karbondioksit emisyonu oranı, kişi başına

cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur.

Kao eşbütünleşme test sonucunda, olasılık değeri 0.05' den küçüktür, yani diğer bir ifade ile %5 seviyesinde anlamlı olduğu için, H_0 hipotezi reddedilirken, H_1 alternatif hipotez kabul edilmiştir. Böylece Kao eşbütünleşme testi sonucunda doğumda yaşam beklentisi, kişi başına karbon oranı, kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı ortaya konulmaktadır. Özet olarak söylemek gerekirse, Pedroni panel eşbütünleşme testleri ve Kao panel eşbütünleşme testleri ile elde edilen sonuçlarda 11 test istatistiği, bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcaması ve doğrudan yaşam beklentisi arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğunu göstermektedir.

FMOLS katsayı tahmin sonuçları ile ulaşılan bulgular, bağımsız değişken olan kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişiminin bağımlı değişken olan doğumda yaşam beklentisini pozitif yönde etkilediğini, kişi başına karbon oranının ise negatif yönde etkilediğini göstermektedir. Tahmin sonuçlarına göre, sağlık bilişimindeki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,006'lık artışa, karbon emisyonundaki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,014 azalmasına neden olmaktadır. Sağlık harcamalarındaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,021 artmasına ve son olarak 65 yaş ve üzeri nüfustaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,048 artırmasını sağlamaktadır.

DOLS katsayı tahmin sonuçları ile ulaşılan bulgular, bağımsız değişken olan kişi başına cari sağlık harcamaları, 65 yaş ve üzeri nüfus ve sağlık bilişiminin bağımlı değişken olan doğumda yaşam beklentisini pozitif yönde etkilediğini, kişi başına karbon oranının ise negatif yönde etkilediğini göstermektedir. Tahmin sonuçlarına göre, sağlık bilişimindeki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,08'lik artışa, karbon emisyonundaki %1' lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,033 azalmasına neden olmaktadır. Sağlık harcamalarındaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,019 artmasına ve son olarak 65 yaş ve üzeri nüfustaki %1'lik artış doğumda yaşam beklentisini yaklaşık %0,081 artırmasını sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler arasında ilişki ve/veya ilişkinin yönü ile ilgili elde edilen sonuçlar Ecevit ve Çetin (2016), Dreger ve Reimers (2005), Wu ve Raghubathi (2012), Misra vd (2013), Sever ve İğdeli (2019) gibi çalışmaların sonuçları ile uyumludur.

Bilişim teknolojisi, iklim değişikliği, yaşlanma, sağlık harcamalarının yaşam beklentisi ilişkisinin incelendiği bu çalışmada literatür ile uyumlu bir şekilde karbon emisyonu ile sağlık çıktısı olarak kullanılan yaşam beklentisi arasında negatif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile karbon emisyonu atıkça doğumda yaşam beklentisi belli oranda azalmaktadır. Karbon emisyonunun artması çevresel bir bozulma olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle doğumda yaşam beklentisini olumsuz yönde etkilemesi beklenen bir sonuçtur. Ecevit ve Çetin (2016) yaptıkları çalışmada kullandıkları sağlık çıktısı ile karbon emisyonu arasındaki benzer yönlü ilişki tespit etmişlerdir. Bahsedilen çalışmada karbon emisyonu arttıkça bebek ölüm oranının da arttığı belirtilmektedir. Çevresel bir bozulma olan karbon emisyonunun artması doğumda yaşam beklentisinin azalmasına neden olacağı yorumu ile Ecevit ve Çetin (2016)'nin sonucu uyusmaktadır. Chen vd. (2021), çalışmalarında karbon emisyonlarının hem gelişmiş hem gelişmekte olan ülkelerde yaşam beklentisine negatif etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Rahman vd. (2022), çevresel bozulmanın yaşam beklentisi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlar bizim çalışmamız ile aynı sonucu ifade etmektedir.

Sağlık bilişimini temsilen alınan bilgisayar iletişimi ve diğer hizmetler değişkeni (ticari hizmet ihracatının yüzdesi) ve doğumda yaşam beklentisi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilgisayar, iletişim ve diğer hizmetlerin ihracatının artması ile bu malların sağlık sektöründe kullanımının artması beklenmektedir. Sonuç olarak sağlık alanında bilgisayar iletişimi ve diğer hizmetlerin kullanımının artması ile sağlık sektöründe daha hızlı ve daha doğru bilgi aktarımı gerçekleşmekte, daha doğru teşhis ve tedavi imkânı doğmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde pozitif bir ilişkinin varlığı, beklenen bir sonuçtur. Wu ve Raghubathi (2012), yaptıkları çalışmada bilgi iletişimi teknolojilerinin halk sağlığı hizmet sunumunu

önemli ölçüde iyileştirdiği sonucu elde edilmiştir. Makalemizde elde ettiğimiz sonuç ile Wu ve Raghubathi (2012)'nin sağlık üzerine teknolojinin olumlu etki sağlayacağı söylemi uyumlu olmaktadır. Yani kısacası teknolojik ürünlerin kullanımı sağlık hizmetlerine pozitif etki yaratmaktadır. Ayrıca Demirhan ve Güler (2011) çalışmalarında tıp bilişimi ile hastalara daha iyi sağlık bakımı verebilmek amacı ile gelişmiş teknolojinin bir araya getirildiği belirtilmektedir. Elde edilen bu sonuç ile sağlık bilişimi ve sağlık arasında pozitif yönlü bir ilişkinin kurulabileceği çıkarımı yapılmaktadır.

Yaşlı nüfus ile doğumda yaşam beklentisi arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Sağlık alanında çok ciddi ilerlemelerin kaydedilmesi ile insanlar daha uzun yaşamaktadır. Bir başka ifade ile sağlık alanında iyileşmeler insanların daha uzun yaşamasına olanak tanımakta ve doğumda yaşam beklentisini de artırmaktadır. Kişi başına cari sağlık harcamaları ile doğumda yaşam beklentisi arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Kişi başına sağlık harcamalarının artması ile daha sağlıklı ve kaliteli bir yaşam beklenmektedir. Doğal olarak kişi başına sağlık harcamalarının artması daha kaliteli sağlık hizmeti alınmakta ve bu durumun bir sonucu olarak doğumda yaşam beklentisi olumlu yönde etkilanmaktadır.

Son olarak politika yapıcılara bazı öneriler sunulmaktadır. Karbondioksit emisyonunun azaltılması için önlemlerin artırılması tavsiye edilir. İklim değişikliği hakkında insanların bilinçlendirilmesi için sosyal sorumluluk projelerinin artırılması ve devlet tarafından teşvik edilmesi önerilir. Yaşlı nüfusun artmasının nedenlerinden birisi doğum oranlarının azalmasıdır. Bu nedenle doğum oranlarını artıracak destekler ile doğum oranlarının artırılması teşvik edilebilir. Örneğin gelişmiş ülkelerde çocuk yardımı altında düzenli olarak ailelere destekler verilmektedir. Bu durum diğer ülkelerde de uygulanabilir. Yaşlı nüfus oranı hızla artmaktadır. Bu nedenle yaşlı nüfus grubunun aktif hayatta roller üstlenmesi teşvik edilmesi önerilir. Örneğin yeni iş hayatına katılan genç ve tecrübesiz bireyler ile aynı alanda çalışıp emekli olan bireylerin etkileşim halinde olabileceği bir uygulama geliştirilebilir. Bu sayede yaşlanıp kendini işe yaramaz hissedip depresyona girmek yerine, yeni iş hayatına katılan bireylere yol gösteren birer kılavuz olmak, bu yaşlı bireylerin ruh sağlığı için çok daha iyi olabilir. Bu durum daha sağlıklı bir yaşlanmaya da katkı sağlayabilir. Ülke grubu olarak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı OECD ülkeleri kullanılmıştır, geri kalmış ülkeler için çalışma yapıp etkilerin benzer yönlü olup olmadığının araştırılması tavsiye edilir.

KAYNAKÇA

- 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., Bhattacharya, M., & Hadhri, W. (2020). Health care expenditure and environmental pollution: A cross-country comparison across different income groups. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), 8142–8156.
- Assadzadeh, A., Bastan, F., & Shahverdi, A. (2014). The impact of environmental quality and pollution on health expenditures: A case study of petroleum exporting countries. *Proceedings of 29th International Business Research Conference*. Sydney: Novotel Hotel Sydney Central. Retrieved from <https://studylib.net/doc/13316172/proceedings-of-29th-international-business-research-conference>
- Atun, R., & Fitzpatrick, S. (2005). Advancing economic growth: Investing in health. A summary of the issues discussed at a Chatham House conference held on 22–23 June 2005.
- Aydın, B. (2020). İktisadi göstergelerin beklenen yaşam süresi üzerindeki etkileri: Panel veri analizi. *İstanbul İktisat Dergisi*, 70(1), 163–181.
- Balan, F. (2016). Environmental quality and its human health effects: A causal analysis for the EU-25. *International Journal of Applied Economics*, 13(1), 57–71.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data* (3rd ed.). United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Beard, J. R., Officer, A., De Carvalho, I. A., Sadana, R., Pot, A. M., Michel, J. P., ... & Chatterji, S. (2016). The World Report on Ageing and Health: A policy framework for healthy ageing. *The Lancet*, 387(10033), 2145–2154.
- Bhargava, A., Jamison, D. T., & Lau, L. (2000). Modeling the effects of health on economic growth. *GPE Discussion Paper Series*, 33, 1–33.
- Bloom, D. E., Canning, D., & Sevilla, J. (2001). The effect of health on economic growth: Theory and evidence. *National Bureau of Economic Research Working Paper*, No. 8587, 1–26. Retrieved from https://www.nber.org/system/files/working_papers/w8587/w8587.pdf
- Butler, R. N. (1997). Population aging and health. *BMJ*, 315(7115), 1082–1084.

- Chaabouni, S., Zghidi, N., & Ben Mbarek, M. (2016). On the causal dynamics between CO2 emissions, health expenditures, and economic growth. *Sustainable Cities and Society*, 22, 184–191.
- Chen, Z., Ma, Y., Hua, J., Wang, Y., & Guo, H. (2021). Impacts from economic development and environmental factors on life expectancy: A comparative study based on data from both developed and developing countries from 2004 to 2016. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8559.
- 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.
- Dağdemir, Ö. (2009). Sağlık ve ekonomik büyüme: 1960–2005 döneminde gelişmekte olan ülkelerde sağlık ve ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişkinin analizi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 64(2), 75–96.
- De Meijer, C., Wouterse, B., Polder, J., & Koopmanschap, M. (2013). The effect of population aging on health expenditure growth: A critical review. *European Journal of Ageing*, 10(4), 353–361.
- Demirhan, A., & Güler, İ. (2011). Bilişim ve sağlık. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 4(3), 13–20.
- Drabo, A. (2010). Interrelationships between health, environment quality, and economic activity: What consequences for economic convergence? *HAL Archives*. Retrieved from <https://shs.hal.science/halshs-00552995/>
- Dreger, C., & Reimers, H. E. (2005). Health care expenditures in OECD countries: A panel unit root and cointegration analysis. Retrieved from SSRN https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=651985
- Ecevit, E., & Çetin, M. (2016). Ekonomik büyüme ve çevre kirliliğinin sağlık üzerindeki etkisi: Türkiye ile ilgili ampirik kanıt. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 48(1), 83–98.
- Erden, C., & Koyuncu, F. T. (2014). Kalkınma ve çevresel sağlık riskleri: Türkiye için ekonometrik bir analiz. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 9–23.
- Erdil, E., & Yetkiner, I. H. (2004). A panel data approach for income-health causality.
- Erol, M. (2012). Avrupa Birliği'nde nüfusun yaşlanması ve sağlık harcamalarına etkisi. *Sosyal Güvençe*, (1), 54–81.
- Ghorashi, N., & Rad, A. A. (2017). CO2 emissions, health expenditures and economic growth in Iran: Application of dynamic simultaneous equation models. *Journal of Community Health Research*, 6(2), 109–116.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis* (5th ed.).
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2012). *Temel ekonometri* (5. basımdan çeviri, Ü. Şenese ve G. G. Şenese, çev.). Literatür Yayınevi.
- Harb, N. (2003). Money demand function: A heterogeneous panel application. *United Arab Emirates University Working Paper*, 1–32.
- Huang, D., Yang, S., & Liu, T. (2020). Life expectancy in Chinese cities: Spatially varied role of socioeconomic development, population structure, and natural conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6597.
- Hurlin, C., & Mignon, V. (2006). Second generation panel unit root tests. *HAL*, 1–24.
- Idrovo, A. J. (2011). Physical environment and life expectancy at birth in Mexico: An epidemiological study. *Cadernos de Saúde Pública*, 27, 1175–1184.
- Jerrett, M., Eyles, J., Dufournaud, C., & Birch, S. (2003). Environmental influences on health care expenditures: An exploratory analysis from Ontario, Canada. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 57(5), 334–338.
- Khasnis, A. A., & Nettleman, M. D. (2005). Global warming and infectious disease. *Archives of Medical Research*, 36(6), 689–696. doi:10.1016/j.arcmed.2005.03.041
- Kıymaz, H., Akbulut, Y., & Demir, A. (2006). Tests of stationarity and cointegration of health care expenditure and gross domestic product: An application to Turkey. *The European Journal of Health Economics*, 7(4), 285–289.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24.
- Lloyd-Sherlock, P., McKee, M., Ebrahim, S., Gorman, M., Greengross, S., Prince, M., ... & Vellas, B. (2012). Population ageing and health. *The Lancet*, 379(9823), 1295–1296.
- Lorcu, F., & Erduran, G. (2015). Bilgi iletişim teknolojilerinin (BİT) sağlık göstergeleri üzerindeki etkisi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 1–10.
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631–652.
- Mendelson, D. N., & Schwartz, W. B. (1993). The effects of aging and population growth on health care costs. *Health Affairs*, 12(1), 119–125.
- Merih, Y. D., Ertürk, N., Yemenici, M., & Satman, İ. (2021). Evde sağlık hizmetlerinde teknoloji kullanımı. *Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Dergisi*, 4(3), 76–89.
- Mishra, S., Kalra, A., & Choudhary, K. (2013). Influence of information and communication technology in health sectors. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 3(5), 66–68.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2008). Does environmental quality influence health expenditures? Empirical evidence from a panel of selected OECD countries. *Ecological Economics*, 65(2), 367–374.
- Peker, S. V., Van Giersbergen, M. Y., & Biçersoy, G. (2018). Sağlık bilişimi ve Türkiye'de hastanelerin dijitalleşmesi. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 3(3), 228–267.
- Qureshi, M. I., Khan, N. U., Rasli, A. M., & Zaman, K. (2015). The battle of health with environmental evils of Asian countries: Promises to keep. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(15), 11708–11715.

- Rahman, M. M., Rana, R., & Khanam, R. (2022). Determinants of life expectancy in most polluted countries: Exploring the effect of environmental degradation. *PLOS One*, 17(1), e0262802.
- Roffia, P., Buccioli, A., & Hashlamoun, S. (2023). Determinants of life expectancy at birth: A longitudinal study on OECD countries. *International Journal of Health Economics and Management*, 23(2), 189–212.
- Roser, M., Ortiz-Ospina, E., & Ritchie, H. (2013). Life expectancy. *Our World in Data*.
- Sachs, J. D. (2001). Macroeconomics and health: Investing in health for economic development. Report of the Commission on Macroeconomics and Health, *World Health Organization*.
- Sancar, C., & Polat, M. A. (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.
- Sever, E., & İğdeli, A. (2019). Sağlık harcamaları, sağlık çıktıları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 11(20), 246–259.
- 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.
- Sood, H. S., & McNeil, K. (2017). How is health information technology changing the way we deliver NHS hospital care? *Future Hospital Journal*, 4(2), 117–120. doi:10.7861/futurehosp.4-2-117
- Sorkin, A. L. (1977). *Health economics in developing countries*. Lexington, MA: Lexington Books.
- Şahin, G., & Yalçinkaya, E. (2020). Ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları arasındaki ilişki: MINT ülkelerinden ampirik kanıtlar. *Current Research in Social Sciences*, 6(1), 52–69.
- Şengül, Y. (2019). Türkiye’de sağlık bilişimi altyapısının kamusal alandaki gelişimi ve e-sağlık hizmetleri. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 14–20.
- Taban, S. (2005). Türkiye’de sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisi: Nedensellik testi.
- Taban, S. (2006). Türkiye’de sağlık ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi. *Sosyoekonomi*, 4(4).
- Taş, S., & Atılgan, D. (2023). Sağlık harcamalarının belirlenmesinde sosyo-ekonomik unsurların etkileri: Türkiye ve seçilmiş AB ülkeleri üzerine panel veri analizi. *Journal of Economics and Research*, 4(2), 47–73.
- Taş, S., Atılgan, D., & İspir, T. (2023). OECD ülkelerinde sera gazı salınımı ve sağlık harcamaları ilişkisi: Yatay kesit bağımlılığı altında panel veri analizi. *Journal of Economics and Research*, 4(1), 48–60.
- Weill, D. N. (2006). Accounting for the effect of health on economic growth. *NBER Working Paper*, 11455, 1–58.
- Wu, S. J., & Raghupathi, W. (2012). A panel analysis of the strategic association between information and communication technology and public health delivery. *Journal of Medical Internet Research*, 14(5), e2242.
- Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik bir incelemesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 27–47.
- Yazdı, S., Tahmasebi, Z., & Mastorakis, N. (2014). Public healthcare expenditure and environmental quality in Iran. In *Recent Advances in Applied Economics* (pp. 126–134). Lisbon-Portugal: Proceedings of the 6th International Conference on Applied Economics.
- Yiğit, A., & Erdem, R. (2016). Sağlık teknolojisi değerlendirme: Kavramsal bir çerçeve. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 215–249.
- Yücel, Y. B., Aytekin, A., Ayaz, A., & Tüminçin, F. (2018). Bilişim sistemlerinin sağlık sektörü açısından önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(8), 147–155.
- Zha, X., Tian, Y., Gao, X., Wang, W., & Yu, C. (2019). Çin’in Tibet kentindeki yaşam beklentisinin çevresel etki faktörlerini nicel olarak değerlendirin. *Çevresel Jeokimya ve Sağlık*, 41, 1507–1520.

EXTENDED ABSTRACT

Recent literature has extensively analyzed concepts such as health informatics, climate change and aging, stressing that there is a strong direct and indirect effect on health. In this context, the main subject of this study lies in investigating the nexus between information technologies, climate change, aging, health expenditures and life expectancy at birth constitutes the subject of this study. It is widely perceived that information technologies increase the efficiency of the health system. Ensuring information management in the application areas of health sciences by using advanced information communication technologies has a significant impact on health outcomes. In addition, extreme climate change is another factor that adversely impact affect human life intensely nowadays which directly or indirectly affect human health. Consequently, the birth rate is decreasing rapidly in many developed countries and even around the world. As a result of this situation, the rapidly increasing proportion of the elderly population in the total population affects the health sector and health expenditures.

Therefore, it is of great interest to examine the threats that health informatics, climate change and aging poses on health outcomes.

The primary objective of this study is to explore the possible existence of a long-term relationship between health informatics, climate change, aging, health expenditures and health outcomes. It is a matter of curiosity what kind of effects these variables hold on health and in what direction. The effects of information technology, climate change, aging and health expenditure on life expectancy at birth are examined using a panel data approach for the OECD countries during the period extending 2000–2020.

The variables used in this study are life expectancy at birth (total), carbon dioxide emissions per capita (metric tons), total age 65 and over (percentage of total population), computer communications and other services (percentage of commercial service exports), current health expenditure per capita. The data of this study were obtained from the World Bank database and an econometric model was created in accordance with the literature. Panel data refers to the bringing together of a cross-section of observations of households, firms, countries, and so on over several time periods. It consists of N units and T number of observations corresponding to these units. In this way, analysis offers researchers the opportunity to work with more data. In addition, increasing the number of observations and degrees of freedom reduces the degree of multicollinearity between variables. This approach is expected to increase the effectiveness and reliability of econometric forecasts.

After examining the panel data analysis method from a theoretical perspective, a model was established with the variables used in this study. The variables were examined taking their logarithms. While life expectancy at birth, which represents health outcome, is taken as the dependent variable, health informatics, climate change and aging are used as independent variables.

Empirically, the study is set off by testing the stationarity of the variable using unit root tests. The unit root test results obtained with first differences appear to be stationary at first differences in the Levin, Lin and Chu-LLC and Im, Peseran and Shin-IPS unit root tests. This shows that there may be a long-term relationship between variables.

After the variables were made first-order stationary, Pedroni panel cointegration and Kao panel cointegration tests were applied to investigate the long-term relationship between the variables. According to a total of 11 test results, a long-term relationship was found between life expectancy at birth, carbon dioxide emission rate per capita, current health expenditures per capita, population aged 65 and over, and health informatics. After determining the long-term relationship, in the third and final stage, the FMOLS and DOLS are used to explore the degree and the direction of the long-term relationship between the variables based on the coefficients of estimations.

The findings obtained from the FMOLS approach show that current health expenditures per capita, the population aged 65 and over, and health informatics, positively affect life expectancy at birth, while the per capita carbon ratio negatively affects it. According to the estimation results, a 1% increase in health informatics causes an increase in life expectancy at birth by approximately 0.006%, and a 1% increase in carbon emissions causes a decrease in life expectancy at birth by approximately 0.014%. Furthermore, a 1% increase in health expenditures increases life expectancy at birth by approximately 0.021%, and finally, a 1% increase in the population aged 65 and over increases life expectancy at birth by approximately 0.048%.

The results of DOLS analysis reveal that the current health expenditures per capita, the population aged 65 and over, and health informatics positively affect life expectancy at birth, while the per capita carbon ratio negatively affects it. For every 1% increase in health informatics, it causes an increase in life expectancy at birth by approximately 0.08%, and a 1% increase in carbon emissions causes a decrease in life expectancy at birth by approximately 0.033%. Lastly, the results disclose that a 1% increase in health expenditure increases life expectancy at birth by approximately 0.019%, and finally, a 1% increase in the population aged 65 and over increases life expectancy at birth by approximately 0.081%.