

PAPER DETAILS

TITLE: Yüksek Hava Kirliliği Yasanan Ülkelerde Doğumda Yaşam Beklentisi ve Çevresel Bozulma Bağlantısı

AUTHORS: Güller SAHİN

PAGES: 758-783

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2507362>

YÜKSEK HAVA KİRLİLİĞİ YAŞANAN ÜLKELERDE DOĞUMDA YAŞAM BEKLENTİSİ VE ÇEVRESEL BOZULMA BAĞLANTISI

Life Expectancy at Birth and Environmental Degradation Link in Countries with High Air Pollution

Güller ŞAHİN*

Öz

Anahtar Kelimeler:

Doğumda Yaşam Beklentisi, PM2.5 Hava Kirliliği, Panel Kantil Regresyon Modeli.

JEL Kodları:

I10, Q51, C10.

Bu çalışmanın amacı, Dünya Hava Kalitesi Raporu'nda (2021) tehlikeli, çok sağlıklı ve sağlıklı hava kirliliği yaşayan ülke kategorilerinde yer alan toplam 32 ülkenin 2000-2019 yılları arasındaki PM2.5 hava kirliliği, kamu sağlık harcamaları, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin panel kantil regresyon modeli ile incelenmesidir. Amaç doğrultusunda öncelikle korelasyon analizi, çoklu doğrusal bağlantı, normallik sınamaları ve Hausman testi metodolojileri takip edilmektedir. Ardılı 10th-90th kantil aralığı için panel kantil regresyon analizi yapılmakta, bulgular heterojenlik varsayımının doğrulandığı durum için robust standart hatalarla tahmin edilerek yorumlanmaktadır. Robust standart hatalara sahip tahmin sonuçlarında, model içerisindeki tüm değişkenlerin %5 anlam seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmaktadır. Sonuçlara göre, PM2.5 hava kirliliğinde, doğurganlık ve ölüm oranlarında meydana gelen %1'lik bir artış doğumda yaşam beklentisini, sırasıyla, ~%0.02, ~%0.17 ve ~%0.09 oranlarında azaltmakta, sağlık harcamalarında meydana gelen %1'lik bir artış ise doğumda yaşam beklentisini ~%0.04 oranında artırmaktadır. Bu bağlamda doğumda yaşam beklentisini en fazla etkileyen değişkenin doğurganlık oranı, en az etkileyen değişkenin ise PM2.5 hava kirliliği olduğu görülmektedir.

Abstract

Keywords:

Life Expectancy at Birth, PM2.5 Air Pollution, Panel Quantile Regression Model.

JEL Codes:

I10, Q51, C10.

The aim of this study is to examine the effects of PM2.5 air pollution, public health expenditures, fertility and mortality rates on life expectancy at birth between 2000-2019 in a total of 32 countries, which are in the categories of countries with hazardous, very unhealthy and unhealthy air pollution in the World Air Quality Report (2021), using a panel quantile regression model. Correlation analysis, multicollinearity, normality tests and Hausman test methodologies are followed in line with the aim. Panel quantile regression analysis is performed for the consecutive 10th-90th quantile range, and the findings are interpreted by estimating with robust standard errors for the case where the heterogeneity assumption is confirmed. In the estimation results with robust standard errors, it is reached that all variables in the model are statistically significant at 1% significance level. According to the results, a 5% increase in PM2.5 air pollution, fertility and mortality rates decreases life expectancy at birth by ~0.02%, ~0.17% and ~0.09%, respectively, while a 1% increase in health expenditures increases life expectancy at birth by ~0.04%. In this context, it is seen that the variable that affects life expectancy at birth the most is the fertility rate, and the variable that affects the least is PM2.5 air pollution.

* Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı, Türkiye, guller.sahin@ksbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5987-359X

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 25.06.2022

Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 25.09.2022



1. Giriş

Hızla büyüyen dünya ekonomisinin en kritik endişeleri arasında iklim değişikliği, küresel ısınma, sera gazı emisyonları (özellikle karbon salınımları) ve hava kirliliği konuları ön planda yer almaktadır. Belirtilen endişeler arasında özellikle hava kirliliği, dünya genelinde ölümler ve çeşitli hastalıklar için büyük riskler içermektedir. Dolayısıyla hava kirliliğine maruz kalmak doğumda yaşam beklentisini kısalttığı için kirlilik seviyelerini azaltmak insanların daha uzun yaşamasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte hava kirliliğine bağlı olarak artan hastalık yükü ve sağlık harcamaları, ülke ekonomileri ve toplumsal refah için geniş kapsamlı etkileri olan hem politika yapıcılarının hem de halk sağlığı yetkililerinin karşılaştığı en büyük zorluklar arasındadır (HEI, 2022: 8). Örneğin, Tarín-Carrasco vd. (2019) çalışmalarında hava kirliliğine bağlı erken ölümlerin yılda 158 milyar Euro maliyetle Avrupa’daki en önemli çevre sorunu olduğunu belirtmekte, yalnızca iklim değişikliği nedeniyle 2022-2100 senaryosunda maliyetlerin %17 artacağını tahmin etmektedir. Yin vd. (2017) tarafından 2012 yılında Çin’de ince partiküler madde (PM_{2.5}) kirliliğinin, sağlık etkilerinin ve dış maliyetlerinin incelendiği bir diğer çalışmanın sonuçları ise PM_{2.5} konsantrasyonuna bağlı dış maliyetlerin bölgesel GSYH’nin yaklaşık %0.3 ila %0.9’una eşdeğer olduğunu ve tüm sağlık etkileri arasında erken ölümlerden kaynaklanan ekonomik kayıpların, genel dış maliyetlerin %80’inden fazlasını oluşturduğunu göstermektedir.

İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, okyanus asitlenmesi, çölleşme ve dünyadaki tatlı su kaynaklarının tükenmesi gibi hava kirliliği de dünyanın destek sistemlerini istikrarsızlaştırmakta ve insanların hayatta kalmasını tehlikeye atmaktadır. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça fazladır ve bu etkiler hastalıkların artmasına, doğumda yaşam beklentisinde azalmaya ve bulaşıcı olmayan hastalıklara (kronik hastalıklar) atfedilebilecek akut ölümlere neden olmaktadır. Çevresel bozulma, toplum sağlığını çeşitli şekillerde olumsuz etkilemektedir. Şiddetli dış hava kirliliği, kronik hastalıkların (örn. astım, kalp hastalıkları, akciğer kanseri) ve erken ölümlerin artmasından sorumludur. Bununla birlikte yapılan çalışmalar da çevresel bozulmanın ekosistemlerdeki değişkenliği ve sel, kuraklık gibi doğal afetlerin olma olasılığını artırdığı sonuçlarına varılmaktadır. Özellikle endüstriyel emisyonlar, araç egzozları ve toksik kimyasalların neden olduğu hava kirliliğinin, son 100 yılda arttığı ve en büyük artış oranlarının ise hızla gelişen düşük ve orta gelirli ülkelerde olduğu raporlanmıştır. Hava kirliliği, 2015 yılında tahmini 9 milyon insanın ölümünden ve büyük ekonomik kayıplardan sorumlu küresel bir sağlık tehdidi haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 2016 yılında dünya genelinde 4,2 milyon erken ölümün ortam hava kirliliğinden kaynaklandığını ve dünya nüfusunun her 10 kişisinden 9’unun tehlikeli hava kalitesine sahip yerlerde ikamet etmesi nedeniyle bunun daha da artacağını belirtmektedir. Sonuç olarak çevresel bozulma, gıda üretimi ve su kalitesinde olumsuz değişikliklere neden olmakta, bu da özellikle bebek ve yaşlı nüfus ile düşük sosyo-ekonomik geçmişe sahip savunmasız insanlar arasında daha yüksek ölüm oranlarına ve azalan doğumda yaşam beklentisine katkıda bulunmaktadır (Landrigan vd., 2018: 1; Tarín-Carrasco vd., 2021: 1; Rahman vd., 2022: 2).

Son zamanlarda yapılan çok sayıda çalışmada, çevresel bozulma doğumda yaşam beklentisinin en kritik belirleyicisi olarak nitelendirilmektedir. Söz konusu çalışmalar, küresel ekosistemler için ciddi bir tehdit oluşturan ve hem iklim değişikliğini hem de küresel ısınmayı artıran hava kirliliğinin dünya genelindeki zararlı etkilerini göstermektedir. Dolayısıyla hava kirliliği, halk sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Mahalik vd., 2022: 2). Bu nedenle

doğumda yaşam beklentisinin belirleyicilerini anlamak, hükümetlerin çevre kirliliğı politikaları başta olmak üzere sağık ve ekonomi politikaları için de oldukça önemli bir yere sahiptir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde doğumda yaşam beklentisinin dinamikleri üzerine yapılan mevcut çalışmalarda hem mikro hem de makro düzeyde çeşitli parametrelerin kullanıldığı görülmektedir. Bu bağlamda Cohen vd. (2017) ve Etchie vd. (2018) ve Gedikli vd. (2019) ve Hadei vd. (2020) ve Hill vd. (2019) ve Jakovljevic vd. (2016) ve Jorgenson vd. (2021) ve Kim vd. (2020) ve Linden ve Ray (2017) ve Martins ve Carrilho da Graça (2020) ve Matthew vd. (2018) ve Meng vd. (2021) ve Pautrel (2009) ve Pope III vd. (2015) ve Qi vd. (2021) ve Rodriguez-Alvarez (2021) ve Sarkodie vd. (2019) ve Wu vd. (2020) ve Xie vd. (2019) ve Yin vd. (2020) ve Yuan vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda PM2.5, PM10 ve NO_x hava kirlilikleri, PM2.5 içerisindeki toksik metaller, sera gazı emisyonları, kamu ve özel sağık harcamaları, araç emisyon standartları, doğal havalandırma kullanımı, doğurganlık ve ölüm oranları parametreleri kullanılmıştır.

PM2.5 partikülleri, kamu sağık harcamaları, doğurganlık ve ölüm oranlarının tehlikeli, çok sağıksız ve sağıksız hava kirliliğı yaşayan ülkelerde doğumda yaşam beklentisi üzerindeki bütünleşik etkilerini panel metodolojisi çerçevesinde inceleyen mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Matthew vd. (2018) tarafından 1985-2016 zaman aralığı için Nijerya özelinde yapılan çalışmada sera gazı emisyonları, kamu sağık harcamaları, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkileri ARDL Sınır Testi ile incelenmiş olsa da hava kirliliğine ilişkin parametre, örneklem evreni, metodoloji ve dönem aralığı farklılıkları söz konusudur. Literatürdeki bu boşluk, yüksek hava kirliliğine maruz kalan ülkelere doğumda yaşam beklentisi ile çevresel bozulma arasındaki bağı ilişkin literatüre ampirik bir katkı sağlamak amacıyla yönelik olarak bu çalışmanın motivasyon kaynağını oluşturmaktadır.

Kalkınma ekonomistleri, çoğunlukla sağıklı bir nüfusun artan üretkenliğe katkıda bulunduğı konusunda hemfikirdirler ve genellikle hem daha sağıklı bir yaşamı hem de uzun ömürlülüğü ölçmek için bir vekil olarak doğumda yaşam beklentisini kullanmaktadırlar. Dolayısıyla doğumda yaşam beklentisi, ülkelerin sosyoekonomik gelişmişliklerinin önemli bir özet göstergesi olarak görülmektedir (Mahalik vd., 2022: 1). Bu bağlamda çalışmanın amacı, tehlikeli, çok sağıksız ve sağıksız ülke kategorilerinde yer alan toplam 32 ülkenin 2000-2019 yılları arasındaki PM2.5 hava kirliliğı, kamu sağık harcamaları, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin panel kantil regresyon modeli ile değerlendirilmesidir.

Çalışmanın amacı kapsamında ikinci kısımda doğumda yaşam beklentisi ve PM2.5 hava kirliliğı arasındaki ilişki açıklanmakta, üçüncü kısımda doğumda yaşam beklentisini etkileyen faktörlere yönelik alan yazın incelemesine yer verilmektedir. Dördüncü kısımda çalışmanın ampirik analizi sunulmakta, beşinci kısımda sonuçlar tartışılmakta, altıncı kısımda ise politika önerileri belirtilmektedir.

2. Doğumda Yaşam Beklentisi ve PM2.5 Hava Kirliliğı Arasındaki İlişki

Yaşam beklentisi, bir bireyin yaşaması beklenen ortalama yaşam süresinin, yani doğumdan ölüme kadar geçen yılların istatistiksel bir tahminidir. Tahmin işlemlerinde yaş ve cinsiyet, bireyin sağık öyküsü, sigara içme, beslenme ve hava kirliliğı gibi risk faktörleri dâhil olmak üzere tüm faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Araştırmacılar, belirli bir faktörün yaşam

beklentisi üzerindeki etkisini tahmin etmek için farklı yaşlarda söz konusu faktörle ilgili hastalıklardan ölme olasılığını ölçmekte ve risksiz yaşam beklentisini hesaplamaktadırlar. Risk faktörü olan ve olmayan yaşam beklentisi arasındaki ortalama fark, bu faktöre atfedilebilen yaşam beklentisindeki ortalama değişikliği nicelleştirmektedir (State of Global Air, 2022a). Doğumda yaşam beklentisi ise bir takvim yılında görülen bir dizi ölüm oranı göz önüne alındığında, yeni doğanın yaşayabileceği ortalama yıl sayısı olarak tanımlanmaktadır (Rabbi, 2013: 479).

Doğumda yaşam beklentisi, toplumun sağlığının önemli bir ölçütüdür. Basitçe ifade edildiğinde, daha uzun doğumda yaşam beklentisi daha sağlıklı bir nüfusa işaret etmektedir. Birçok faktör sağlığın bozulmasına neden olmakta ve doğumda yaşam beklentisini azaltmaktadır. Bu faktörlerden birisi olan hava kirliliği, günümüzde yaklaşık 7 milyon ölümle dünya çapında tütün, beslenme, dumandan sonra önde gelen dördüncü ölüm nedenidir (State of Global Air, 2022b).

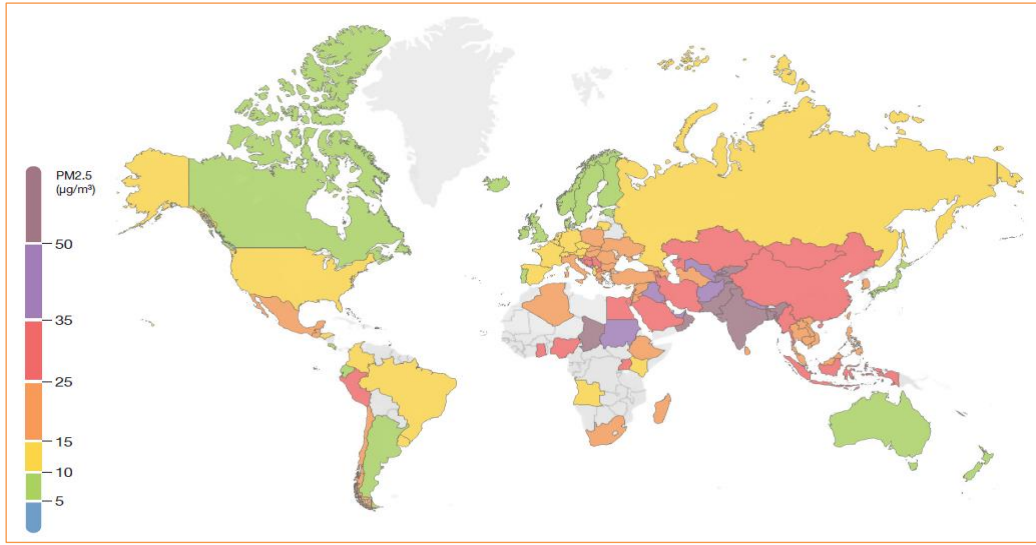
Küresel olarak, 2000 yılında 66,4 yıl olan ortalama yaşam süresi 2015 yılında 71,4 yıla yükselmiş ve ortalama yaşam süresinde dikkate değer kazanımlar elde edilmiştir. Söz konusu dönem içerisinde 9,4 yıl (50,6 yıldan 60 yıla) artışla en yüksek kazanımlar Afrika bölgesinde olmasına rağmen, bölge hala dünyanın en düşük doğumda yaşam beklentisine sahip bölgesidir (Etchie vd., 2018: 146). Ortalama doğumda yaşam beklentisi son yıllarda önemli ölçüde artarken sağlıkta eşitsizlikler artmaya devam etmekte, hatta bazı ülkelerde keskin bir şekilde genişlemektedir. Örneğin, Singh ve Siahpush (2006) çalışmalarında, ABD’deki en zengin ve en yoksul gruplar arasındaki doğumda yaşam beklentisindeki mutlak farkın 1980-2000 yılları arasında yaklaşık %60 arttığını göstermektedir.

PM2.5, aerodinamik çapı 2.5 mikron veya daha küçük olan ince aerosol parçacıklarından oluşan partiküller maddedir. Bu büyüklükteki partiküller solunum sistemi yoluyla dolaşım sistemine girerek çeşitli kardiyovasküler hastalıklara, akciğer kanserine ve erken ölümlere neden olmaktadır (Kim vd., 2020: 81). PM2.5, rutin olarak ölçülen hava kirletici kriterlerinden birisidir. Çevredeki yaygınlığına bağlı olarak geniş bir yelpazede yer alması nedeniyle insan sağlığına en zararlı partiküllerden birisi olarak kabul edilmektedir. PM2.5 birçok kaynaktan üretilmekte ve hem kimyasal bileşimlerinde hem de fiziksel özelliklerinde değişiklikler göstermektedir. PM2.5’in yaygın kimyasal bileşenleri arasında sülfatlar, nitratlar, siyah karbon ve amonyum bulunmaktadır. En yaygın antropojenik kaynakları, içten yanmalı motorlar, enerji üretimi, endüstriyel ve tarımsal süreçler, inşaat sektörü, konutlarda odun ve kömür yakılmasını içermektedir. PM2.5 için en yaygın doğal kaynaklar ise toz ve kum fırtınaları ile orman yangınlarıdır (IQAir, 2021: 5).

Hızlı sanayileşme, ekonomik gelişme ve kentleşme süreci, PM2.5 hava kirliliğini tetikleyerek özellikle yoğun nüfuslu bölgelerde ciddi sağlık tehlikelerine ve ekonomik kayıplara neden olmuştur. Söz konusu süreç, hava kirliliğini küresel olarak üstesinden gelinemez çevresel bir risk faktörü haline getirmiştir. PM2.5, insan sağlığı, ekosistemler ve sürdürülebilir ekonomik ilerleme üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Sağlıkla ilgili ekonomik kayıpları ölçen önemli sayıda çalışmada ekonomik kayıp değerlendirme yöntemleri uygulanmıştır. PM2.5 standardı ilk olarak 1997 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından önerilmiş, 2006 yılında ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından revize edilmiştir. 2010 yılına kadar, ulusal standartlarında PM2.5 hava kirliliğini içeren ve zorunlu kısıtlamalar getiren ABD ve Avrupa Birliği’ndeki bazı ülkeler dışında çoğu ülke PM2.5 izlemi yapmamış, yalnızca PM10’u izlemiştir. 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren, PM2.5 ölçümünü ilk kez standartlaştıran ülke olan Çin’de ortam

havasında PM10 ve PM2.5 ölçümü için gravimetrik yöntem yürürlüğe girmiştir. Ayrıca 2012 yılında revize edilen WHO'nun ortam hava kalitesi standartlarına, izlem göstergesi olarak PM2.5 eklenmiştir. Sonrasında ABD, Fransa, Almanya ve Hindistan da dâhil olmak üzere dünyadaki diğer ülkeler de PM2.5 hava kirliliğini azaltmak için kademeli olarak politikalar ve stratejiler geliştirmeye başlamışlardır (Wang vd., 2020: 1).

Şekil 1 içerisindeki görsel, Doğu Asya, Güneydoğu Asya ve Güney Asya bölgelerinde yer alan ülkelerin nüfus ağırlıklı en yüksek yıllık ortalama PM2.5 konsantrasyonundan zarar gördüğünü açıklamaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler için kaynakların kitlesel kullanımının ve sağlık tabanında düşük çevresel kalitenin tehlikelerini vurgulamak önemlidir. Gri renkli ülkeler, veri mevcudiyeti yokluğuna işaret etmektedir.



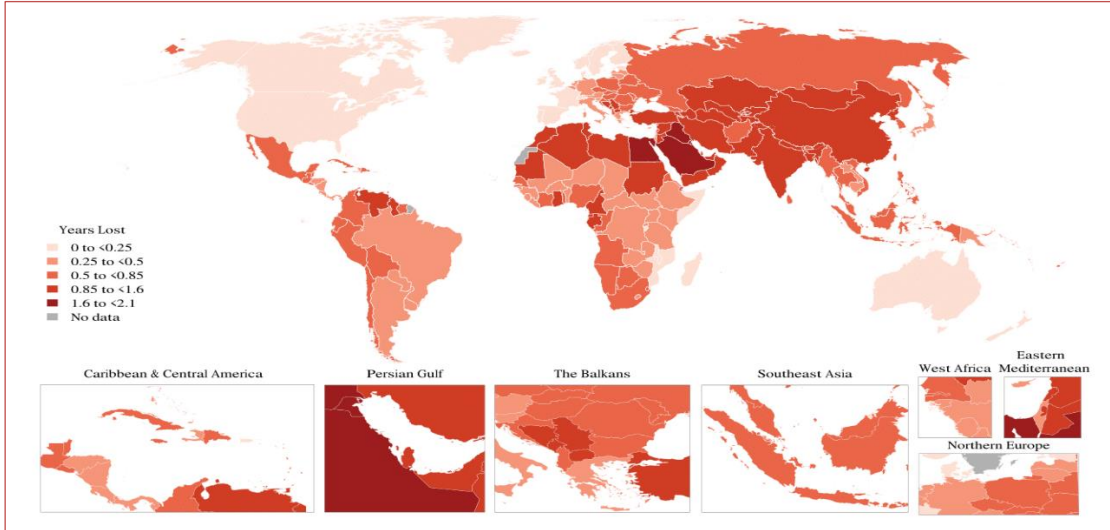
Şekil 1. Yıllık Ortalama PM2.5 Konsantrasyonu: 2021 Yılı
Kaynak: IQAir, 2021: 8.

PM2.5 konsantrasyonu, nefes alma yoluyla kanserojen etkiler de dâhil olmak üzere çeşitli ölümcül solunum ve sistemik toksik etkilere neden olabilmekte, böylece insan ömrünü kısaltabilmektedir. Son zamanlarda ince partiküler madde kirliliği, PM2.5'e atfedilebilen hastalık yükü, ölüm oranı, yeni olgu sayıları, erken ölümler, hastaneye yatışlar, kaybedilen yaşam yılları ve yeti kaybına uyarlanmış yaşam yılları metrikleri ile bağlantılı olarak küresel, bölgesel, ulusal ve şehir ölçeklerinde tahmin edilmiştir (Liu vd., 2022: 1-2). Çalışmalardan ulaşılan kanıtlar, küresel hava kalitesindeki iyileştirmelerin dünyanın birçok bölgesinde daha uzun ve daha sağlıklı yaşamlara yol açabileceğini göstermektedir (HEI, 2022: 8).

Dış mekân ve iç mekân kirlilikleri ile odun ve kömürün yanması gibi farklı sebeplerden kaynaklanan PM2.5 hava kirliliği, insan ömrünü ortalama 1 yıl 8 ay azaltmıştır. Bu kirleticilerin birleşik etkileri, özellikle dünyanın düşük gelirli ülkelerinde yüksek olup ömrü yaklaşık olarak 2 ila 3 yıl kısaltmıştır. Dış mekân PM2.5 hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkisi, özellikle hızla büyüyen orta gelirli ülkelerde (örneğin, insan ömrünün ~1,5 yıl kısaltıldığı Hindistan ve Çin gibi) oldukça yüksektir. İnsan ömrü üzerindeki bu etkiler, diğer önemli hastalıklara ve insan sağlığına yönelik tehditlere kıyasla oldukça büyüktür (HEI, 2022: 8; State of Global Air, 2022c).

Küresel Hava Durumu Raporu’nda (2020) 2019 yılında dünya çapında hava kirliliğine atfedilebilecek 6,67 milyon ölüm kaydedilmiştir. Bunlar arasında ortamdaki ince partiküler madde kirliliği özellikle dikkat çekmektedir. Ortamdaki PM2.5 hava kirliliğine kısa ve uzun süreli maruz kalma ile ölüm veya yeni olgu sayıları arasındaki bağlantının temelde kardiyovasküler hastalıklara (iskemik kalp hastalığı, felç gibi), solunum yolu hastalıklarına (astım, akut ve kronik bronşit gibi), akciğer kanseri, tip 2 diyabet ve erken doğuma neden olduğu dünya çapındaki deneysel çalışmalarda belgelendiğine dair artan sayıda kanıtlar bulunmaktadır. PM2.5 hava kirliliğine kısa süreli maruz kalmalar, günlük ölüm oranlarındaki artışlarla ilişkilendirilemeye de uzun süreli maruz kalmalar, insan sağlığı üzerinde kronik etkilere yol açmaktadır (Yin vd., 2017: 356-357; Sarkodie vd., 2019: 490; Tarín-Carrasco vd., 2021: 1-2; Sang vd., 2022: 1-2). PM2.5 hava kirliliği, 2015 yılında küresel olarak 4,2 milyon ölüme ve 103,1 milyon yeti kaybına uyarlanmış yaşam yılına sebep olan en büyük değiştirilebilir çevresel risk faktörü olmuştur (Wu vd., 2020: 1-2).

Şekil 2 içerisinde PM2.5 seviyelerine atfedilebilen doğumda yaşam beklentisi kayıpları görselleştirilmektedir. Bu kapsamda bölgeler arasındaki farklılıklara yönelik değerlendirme; hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkisinin, birçok insanın dış mekân ve iç mekân PM2.5 hava kirliliğine maruz kalması nedeniyle çifte yüke maruz kaldığı az gelişmiş bölgelerde en fazla olduğu görülmektedir. Hava kirliliğine atfedilebilir doğumda yaşam beklentisi kayıpları, 2 ila 2,8 yıl kadar yüksek olan Okyanusya, Güney Asya ve Sahra altı Afrika bölgelerinde yer alan bazı ülkelerde en yüksek orana sahiptir. Hava kirliliğine bağlı doğumda yaşam beklentisi kayıplarının en yüksek olduğu ülkeler, Papua Yeni Gine (3,2 yıl), Nijer (3,1 yıl) ve Somali (3,04 yıl)’dir. Hâlihazırda en yüksek PM2.5 hava kirliliğine maruz kalan ülkeler, hava kirliliğini azaltmaktan en fazla kazanç elde edecek ülkeler olacaklardır (State of Global Air, 2022a).



Şekil 2. PM2.5 Seviyelerine Atfedilebilen Yaşam Beklentisi Kayıpları: 2019 Yılı
Kaynak: State of Global Air (2022a).

3. Alan Yazın İncelemesi

Mushkin (1962) tarafından yapılan çalışma, sağlığı bir yatırım olarak gören temel çalışmalar arasında yer almaktadır. Çalışmanın bulgularında doğumda yaşam beklentisini

desteklemenin sağlık hizmetlerinden daha fazlasını içerdiği savunulmakta, evre sağlığı programlarının bir parçası olarak güvenilir su kaynakları ve halk sağlığı hijyen koşullarının 1900-1917 döneminde ABD’deki ölüm oranlarının azalmasına büyük ölçüde katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Mushkin’in nc çalışmasından sonra doğumda yaşam beklentisi, hava kirliliği ve sağlık parametreleri arasındaki ilişkinin araştırılmasında, alan yazında çeşitli değişkenlerin farklı örneklem evrenleri kullanılarak gerçekleştirildiği görülmektedir.

Pautrel (2009) evre politikasının büyüme üzerindeki etkisini, AK-tipi bir büyüme modeli çerçevesinde kirlilik ve doğumda yaşam beklentisi arasındaki bağlantıyı dikkate alarak araştırmaktadır. Bulgular, kirliliğin sağlık yoluyla doğumda yaşam beklentisini olumsuz etkilediği durumda kuşak devir etkisinin arttığını, evre politikası ile büyümenin sabit durumda ters-U şeklinde bir ilişkiye sahip olduğunu, kirliliğin sağlık üzerindeki etkisinin önemli olduğunu ve kamu sağlık harcamalarının düşük olduğu durumlarda evre politikasının büyümeyi teşvik etme olasılığının daha yüksek olduğunu açıklamaktadır. Bilgel ve Tran (2011) 1975-2002 döneminde Kanada’da sağlık harcamalarının gelir esnekliği büyüklüğünü ve gelir dışı belirleyicilerinin etkisini GSYH, sağlık hizmetlerinin fiyatı, kamu sağlık harcamaları, yaşlı nüfus ve doğumda yaşam beklentisine ilişkin panel verileri kullanarak ortaya koymaktadır. Bulgular, doğumda yaşam beklentisindeki bir yıllık artışın sağlık harcamalarında %19’luk bir azalmayı belirlediğini göstermektedir.

Pope III vd. (2015) 1980-2000 yılları arasında ABD’de gelir, hava kirliliği ile doğumda yaşam beklentisi arasındaki değişimlere ilişkin katkı sunmaktadır. Bulgularda PM2.5 konsantrasyonundaki azalmalar sayesinde hava kalitesinde önemli iyileşmeler olduğunu ve hava kirliliğinde daha fazla azalma olan alanlarda doğumda yaşam beklentisinde daha büyük kazanımlar yaşandığına dair kanıtlar bulunmaktadır. Yuan vd. (2015) alışmalarında, Kuzey Çin’de PM2.5 hava kirliliği nedeniyle Huaihe Nehri’nin kuzeyindeki bölgelerde yaşayan beş yüz milyon Çinlinin, toplamda 2,5 milyar yıl beklenen yaşam süresi kaybına uğrayacağını belirtmektedir. Ayrıca Kuzey Çinlilerin doğumda yaşam beklentisinin, Güney inlilerinkinden 5,5 yıl daha kısa olacağını ifade etmektedir. Jakovljevic vd. (2016) 1989-2012 döneminde Doğu Avrupa’nın üç ana alt bölgesinde doğumda yaşam beklentisi ve sağlık harcamaları arasındaki eğilimleri, veri zarflama analizini kullanarak değerlendirmektedir. Bulgular, dengeli doğumda yaşam beklentisi ve sağlık harcamalarındaki artış açısından en iyi performansı gösteren ülkelerin Avrupa Birliği 2004 yeleri olduğunu; örneklem kümesindeki tüm ülkelerde, doğumda yaşam beklentisi ile sağlık harcamaları arasında önemli bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır.

Cohen vd. (2017) 1990-2015 dönem aralığında küresel, bölgesel ve ülke düzeylerinde hava kirliliğine atfedilebilen ölüm ve hastalık yükündeki mekânsal ve zamansal eğilimleri araştırmaktadır. Bulgular, 2015 yılında PM2.5 hava kirliliğinin beşinci sıradaki ölüm risk faktörü olduğunu; PM2.5 hava kirliliğine maruz kalmanın 103,1 milyon yeti kaybına uyarlanmış yaşam yılına neden olduğunu; PM2.5 hava kirliliğine atfedilebilir ölümlerin 1990 yılında 3,5 milyondan 2015 yılında 4,2 milyona yükseldiğini, bunun ise küresel ölümlerin %7.6’sını oluşturduğunu ve bu ölümlerin bölgesel düzeyde %59’unun Doğu ve Güney Asya’da görüldüğünü açıklamaktadır. Linden ve Ray (2017) 1970-2012 yılları arasında kamu sağlık harcamalarının GSYH içindeki payına göre üç kümede gruplandırılmış 34 OECD lkesi için doğumda yaşam beklentisi ile sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Panel VAR modelleri ve etki-tepki analizi bulguları, GSYH içinde kamu sağlık harcamalarının payı düşük olan ülkeler grubunda doğumda

yaşam beklentisi ile sağlık harcamaları arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu, ancak özel sağlık harcamaları için bu ilişkinin doğrulanamadığını vurgulamaktadır.

Etchie vd. (2018) Nijerya’da yerel alt-ulusal düzeyde ortam PM2.5 hava kirliliğindeki azalmalardan kaynaklanan kayıpları ve uzun ömürdeki kazanımları 2015 yılı için yaşam tablosu yaklaşımını kullanarak tahmin etmektedir. Yüksek derecede kirli, kirli ve orta derecede kirli yerlerde yaşayan insanların, sırasıyla, yaklaşık 3,8-4,0; 3,0-3,6 ve 2,7 yıl doğumda yaşam beklentisi kaybettikleri; ancak 10 mg/m³’lük küresel hava kalitesi kılavuzuna ulaşıldığı varsayıldığında doğumda yaşam beklentisinin sırasıyla 2,6-2,9; 1,9-2,5 ve 1,6 yıl artacağı bulguları elde edilmektedir. Matthew vd. (2018) 1985-2016 döneminde sera gazı emisyonlarının Nijerya’daki sağlık sonuçları üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini incelemektedir. ARDL Sınır Testi bulguları, emisyonlardaki %1’lik artışın doğumda yaşam beklentisini %0.04 oranında azalttığını, bu durumun sağlık sonucunun bir göstergesi olarak kullanılması halinde ölüm oranının %146.6 olacağını göstermektedir. Ayrıca kamu sağlık harcamalarındaki %1’lik artışın doğumda yaşam beklentisini %18.10 oranında artırdığını belirtmektedir.

Gedikli vd. (2019) 2000-2015 zaman aralığında Türkiye, Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan’da doğumda yaşam beklentisi ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Panel eşbütünleşme analizi bulguları, değişkenler arasında çift yönlü uzun dönemli ilişkinin varlığına ve sağlık harcamalarındaki %1’lik bir artışın doğumda yaşam beklentisini %0.05 artırdığına işaret etmektedir. Hill vd. (2019) kirlilik seviyeleri ve doğumda yaşam beklentisi arasındaki bağlantıda gelir eşitsizliğinin rolünü vurgulamakta, hava kirliliğinin, daha adaletsiz gelir dağılımı ile karakterize edilen ABD eyalet nüfusunun sağlığına zararlı olup olmadığını araştırmaktadır. 2000-2010 döneminde PM2.5 hava kirliliği, gelir eşitsizliği ve doğumda yaşam beklentisini eyalet düzeyinde modellemek için 49 ABD eyaleti ve Columbia Bölgesinin boylamsal verilerini panel regresyon teknikleri ile analiz etmektedir. Bulgular, daha yüksek PM2.5 konsantrasyonuna sahip eyaletlerin daha düşük ortalama doğumda yaşam beklentisi sergileme eğiliminde olduklarını ve bu ilişkinin daha yüksek gelir eşitsizliği seviyelerine sahip eyaletlerde yoğunlaştığını doğrulamaktadır.

Sarkodie vd. (2019) 2000-2016 yılları arasında Kuzey Amerika, Avrupa, Orta Asya, Doğu Asya ve Pasifik bölgelerinde yer alan 54 ülkede hava kirliliği, ölüm oranı ve doğumda yaşam beklentisinin belirleyicilerini incelemektedir. Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (EKK) yönteminden ulaşılan bulgular, PM2.5 seviyelerindeki %1’lik bir artışın, doğumda yaşam beklentisini %0.004 ve ölüm oranını %0.02 oranlarında azalttığını; ortam hava kirliliğinin, azalan doğumda yaşam beklentisine ve artan ölüm oranlarına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ifade etmektedir. Xie vd. (2019) PM2.5 ve ozon kirlilikleri ile ilgili sağlık etkilerini entegre bir yaklaşıma dayanarak karşılaştırmaktadır. Bulgular, Çin’deki doğu illerinin PM2.5 hava kirliliğinden daha ciddi kayıplar yaşadıklarını ve kirlilik azaltma politikalarından daha fazla yararlandıklarını, buna karşın daha düşük gelirli batı illerinin ozon kirliliği nedeniyle daha ciddi sağlık etkileri ve ekonomik yüklerle karşılaştıklarını, güney ve orta illerdeki etkilerin ise nispeten daha düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca kontrol politikaları ile 2030 yılında ortam hava kirliliğine atfedilebilecek doğumda yaşam beklentisi kayıplarının önemli ölçüde azaltılabileceği ifade edilmektedir.

Hadei vd. (2020) İran’ın 25 şehrinde nüfusun PM2.5 hava kirliliğine maruz kalmasını ve kısa vadeli kirlilik zirvelerini ortadan kaldırmanın ölüm sayısı, kaybedilen yaşam yılı süresi ve ekonomi üzerindeki etkilerini yaşam tablosu yaklaşımı ile ölçmektedir. Bu doğrultuda PM2.5

hava kirliliğinin gerçek sağık etkilerini tahmin etmek için gözlemlenen konsantrasyonları dikkate alan Senaryo A ve hava kirliliğı olaylarının etkisini kontrol eden Senaryo B tanımlanmaktadır. Bulgular, şehirlerdeki yıllık ortalama PM2.5 konsantrasyonunun WHO'nun kılavuz değeriinden 1.5-6.1 kat daha yüksek olduğunu; 10 yıllık dönemde toplam kaybedilen yaşam yılı süresinin 486,289 yıl olduğunu ve doğumda yaşam beklentisi kaybının ise 0,43-1,87 yıl arasında değıştiğini göstermektedir. Ayrıca senaryo B dikkate alındığında, çok kirli günlerden kaçınmanın genel sağık veya ekononmik etkilerde %5'lik bir azalma ile sonuçlandığını belirtmektedir. Kim vd. (2020) Fransa ve İtalya'da PM2.5 hava kirliliğı için daha katı araç emisyon standartları uygulamasının sağık yararlarını ve maliyet etkinliğini, duyarlılık analizi ve olasılıksal Monte Carlo simülasyon modeline göre incelemektedir. Bulgular, ABD araç emisyon standartlarını benimsemenin Fransa'da ve İtalya'da tasarruf sağılayacağına ve kalite ayarlı doğumda yaşam beklentisini, sırasıyla, 0,04 ve 0,31 artıracağına işaret etmektedir.

Martins ve Carrilho da Graça (2020) dünya çapında farklı kentsel konumlardaki doğal havalandırma çalışma alanlarındaki dış mekân PM2.5 hava kirliliğine maruz kalma nedeniyle doğumda yaşam beklentisinin azalmasının bina termal ve hava akışı simülasyon çalışmasını sunmaktadır. Bulgulara göre bir çalışanın tipik bir yaşam süresi için, günün ılıman sıcak saatlerinde doğal havalandırma kullanmak 1,2-7,3 aylık bir doğumda yaşam beklentisi azalması ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte doğal havalandırma kullanımının her saati, Kaliforniya ve Avrupa şehirlerinde doğumda yaşam beklentisi 2 dakikaya kadar, Şanghay ve Pekin'de ise 3 ila 6 dakika azalmaktadır. Yeni Delhi'de doğal havalandırma kullanmak, saatte bir sigara içmekle karşılaştırılabilir azalan doğumda yaşam beklentisi etkisine yol açmaktadır. Wu vd. (2020) 2013-2017 döneminde Çin'in kentsel nüfusunda PM2.5 seviyelerindeki varyasyonların ve doğumda yaşam beklentisindeki değışikliklerin ilişkilerini değerlendirmektedir. Bulgular, ülke çapında yıllık ortalama PM2.5 konsantrasyonunun 2013 yılında 67.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten, 2017 yılında 45.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düştüğünü; kentsel nüfusun ortalama doğumda yaşam beklentisinin 78,53'ten 79,86 yıla yükseldiğini; PM2.5 hava kirliliğinde 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük bir azalmanın, doğumda yaşam beklentisinde 0,18 yıllık bir artışla ilişkilendirildiğini; düşük PM2.5 hava kirliliğinin, Çin'in doğusunda daha uzun doğumda yaşam beklentisine neden olduğunu açıklamaktadır.

Yang vd. (2020) 2013-2016 yılları arasında Çin'in 96 şehrinde PM2.5 konsantrasyonu ile kaybedilen yaşam yılı arasındaki ilişkileri ortaya koymak için genelleştirilmiş bir katkı modeli uygulamaktadır. Bulgularda, 3 günlük hareketli ortalama PM2.5 hava kirliliğinin her 10 mg/m^3 artışı, toplam solunum yolu hastalıklarından beklenen yaşam süresinde 0,16 yıllık artışla ilişkilendirilmektedir. En yüksek etki, doğumda yaşam beklentisinde 0,42 yıllık artışla Çin'in güneybatı bölgesinde gözlemlenmektedir. WHO'nun hava kalitesi standartlarına ulaşarak, her şehirde toplam solunum yolu kaynaklı ölümlerin neden olduğu ortalama 782,09 kaybedilen yaşam yılının önlenilebileceğı tahmin edilmekte, bunun ise toplam kaybedilen yaşam yılının %1.15'ine ve doğumda yaşam beklentisinde 0,12 yıllık artışa karşılık geldiğı belirtilmektedir. Ayrıca günlük PM2.5 seviyelerindeki azalmanın solunum yolu kaynaklı ölümlerden daha uzun doğumda yaşam beklentisine yol açabileceğı gösterilmektedir. Yin vd. (2020) 1990-2017 döneminde Çin'in 33 şehrinde hava kirliliğine maruz kalmanın ölüm, hastalık yükü ve doğumda yaşam beklentisi kaybı üzerindeki etkisini tahmin etmektedir. Bulgularda, PM2.5 hava kirliliğine maruz kalmanın 2017 yılında 52.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olup, bu oranın 1990 yılına göre %9 daha düşük olduğuna; 2017 yılında 1,24 milyon ölümün hava kirliliğı ile ilişkilendirildiğine; hava kirliliğine atfedilebilen yaşa göre standartlaştırılmış yeti kaybına uyarlanmış yaşam yılları oranının ise 100,000'de 1,513 ve erkeklerde kadınlardan daha yüksek olduğuna ulaşılmaktadır. Aynı zamanda hava kirliliğine

atfedilebilen yaşa göre standartlaştırılmış ölüm oranının, 1990-2017 yılları arasında ülke genelinde %60.6 oranında azaldığı, buna rağmen 12 ilde artış eğilimi gösterdiği ifade edilmektedir.

Chen ve Chen (2021) 2015 yılında Çin özelinde hava kirliliğinin sağlık harcamaları üzerindeki nedensellik etkisini incelemektedir. Kanıtlar, hava kirliliğinin sağlık harcamalarının doğrusal olmayan bir şekilde etkilediğini; PM2.5 hava kirliliğinin sağlık harcamalarının ana nedeni olduğunu; erkeklerin, yüksek gelirli, yüksek eğitilmiş, sağlık sigortası olan bireylerin ve yaşlıların hava kirliliğine daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Jorgenson vd. (2021) doğumda yaşam beklentisi ile PM2.5 hava kirliliği arasındaki ilişkiyi 1990-2017 döneminde 136 ülke için kesitsel regresyon modellerini kullanarak ölçmektedir. Bulgular, değişkenler arasında negatif bir ilişki olduğu görülmekte ve gelir eşitsizliği düzeyi ne kadar yüksekse bu ilişkinin derecesinin o kadar güçlü olduğuna ulaşılmaktadır.

Meng vd. (2021) karayolu trafik emisyonlarından kaynaklanan PM2.5 hava kirliliğinin mekânsal dağılımlarını araştırmakta ve makine öğrenimine dayalı PM2.5 konsantrasyonunun tahmini için bir mekânsal dağılım modeli ortaya koymaktadır. Bulgular, PM2.5 konsantrasyonunun yoldan 0-120 m mesafede $74\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten, $43\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ve 0-60 m yükseklikte $73\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ten, $42\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düştüğünü; belirtilen konumlarda maksimum doğumda yaşam beklentisindeki azalmanın 5,11 yıl olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca yükseklik 60 metrenin üzerinde ve mesafe yoldan 120 metre uzaklıkta iken PM2.5 konsantrasyonunun $40-45\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında dengelendiğini; bu lokasyonlardaki doğumda yaşam beklentisindeki azalmanın, 0,62 yıldan 0,91 yıla kadar stabilize edildiğini belirtmektedir. Qi vd. (2021) 2013-2016 zaman aralığında Çin'in 96 şehrinde ortam PM2.5 hava kalitesi standartlarına ulaşarak iskemik kalp hastalıkları ile ilgili doğumda yaşam beklentisindeki iyileşmeyi tahmin etmektedir. Bulgular, uygun PM2.5 standartlarında insanların daha yüksek hava kalitesine sahip bir ortamda daha uzun yaşayabileceğini göstermekte ve doğumda yaşam beklentisindeki iyileştirmelerin ülke çapında bir resmini sunmaktadır. Ayrıca ortalama olarak, doğumda yaşam beklentisinin her ölüm için 0,15 yıl iyileştirilebileceğine ulaşılmaktadır.

Rodriguez-Alvarez (2021) 2005-2018 döneminde 29 Avrupa ülkesinde sağlık ve hava kirliliği arasındaki ilişkiyi, potansiyel ve gözlemlenen sağlık arasında farklılaşmaya izin veren yeni bir yaklaşım kullanarak incelemektedir. Bulgular, Avrupa ülkelerini etkileyen ana kirlleticiler olan NOx, PM10 ve PM2.5 hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisi üzerinde olumsuz etkilerini, partiküler maddelerle ilgili olarak çapı $2.5\mu\text{m}$ 'den küçük olanların Avrupa vatandaşlarının sağlığı üzerinde daha büyük partiküllerden daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Wang vd. (2021) Çin'de 2010-2050 aralığında PM2.5 ve ozon konsantrasyonlarını hesaplamak için dört temsili konsantrasyon yolu senaryosu altında Goddard Dünya Gözlem Sistemi kimyasal taşıma modelini kullanmaktadır. Bulgular, farklı temsili konsantrasyon yolu senaryolarında PM2.5 konsantrasyonunun 2010 yılına kıyasla 2050 yılına kadar -%31.5 ila %14.5 oranında değişeceğini, PM2.5 hava kirliliği ile ilişkili ölüm oranında -%13.5 ila -%9.4; kaybedilen yaşam yılında ise -%25.7 ila -%0.6 değişikliklerle sonuçlanacağını açıklamaktadır.

Alharthi vd. (2022) 2000-2019 yılları arasında Orta Doğu ve Kuzey Afrika ekonomilerinde yenilenebilir enerji ve çevre kirliliğinin sağlık ve hane halkının gelir durumu üzerindeki rolünü panel veri analizi ile incelemektedir. Havuzlanmış Ortalama Grup regresyon bulgularında, atmosferdeki yüksek PM2.5 konsantrasyonunun sağlık sorunlarını artırdığı ve söz konusu

ekonomilerde hane halkının gelirlerini olumsuz etkilediği görülmektedir. Hou vd. (2022) Çin’de 338 il düzeyindeki PM2.5’e maruz kalma ile ilgili sağlık etkilerini ulusal düzeyde değerlendirmektedir. Bulgular, izlem verileri ile HindcastDatabase verileri arasında önemli bir fark olmadığını, senaryo simülasyonlarına göre önemli sağlık faydaları elde etmek için Pekin, Chongqing, Tianjin ve diğer şehirlerin PM2.5 hava kirliliği kontrolünde öncelikli alanlar olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Liu vd. (2022) Çin genelinde PM2.5 içindeki toksik metallerin (As, Cd, Cr (VI), Mn ve Ni) neden olduğu hastalık yükünün mekânsal modellerini netleştirmektedir. Bulgularda, $19,8 \pm 4,5$ yıllık her ölüm için potansiyel yaşam kaybı yıllarının, öncelikle akciğer kanseri için gözlemlendiğini, ardılı kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve zatürrenin geldiği belirtilmektedir. Ayrıca belirtilen toksik metallerle maruz kalmaya atfedilebilecek potansiyel yaşam kaybı yılları oranının, farklı illerde 457 yıl olduğu; söz konusu illerde Cr(VI) toksik metalinin söz konusu toksik metaller arasında en yüksek potansiyel yaşam kaybı yıllarına %72.7 ile katkıda bulunduğu görülmektedir.

Alan yazın incelemesi, PM2.5 hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisi üzerindeki olumsuz etkilerinin pek çok çalışmada belgelendiğinin kanıtlarını sunmaktadır. Bununla birlikte çevresel bozulmanın doğumda yaşam beklentisi üzerindeki olumlu etkileri de alan yazın çalışmalarında yer almaktadır. Bu çalışmalar, çevresel bozulma düzeyi daha yüksek olan gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanların aynı zamanda daha sağlıklı olduklarını göstermektedir. Örneğin, en kirli ülkelerde insanlar sağlıklı kalabilmek için sağlık harcamalarını artırma eğilimindedir. Daha fazla sağlık harcaması, daha iyi sağlık hizmet sunumu ile ilişkilidir ve bu da doğumda yaşam beklentisinin uzamasına yol açmaktadır (Mahalik vd., 2022; Rahman vd., 2022).

4. Ampirik Analiz

Bu çalışmanın amacı, Dünya Hava Kalitesi Raporu’nda (2021) tehlikeli, çok sağlıksız ve sağlıksız hava kirliliği yaşayan ülke kategorilerinde yer alan toplam 32 ülkenin 2000-2019 yılları arasındaki PM2.5 hava kirliliği, kamu sağlık harcamaları, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin panel kantil regresyon modeli ile incelenmesidir.

4.1. Model, Değişken Tanımlamaları ve Tanımlayıcı İstatistikler

Amaç doğrultusunda Matthew vd. (2018) tarafından yapılan çalışma dikkate alınarak çalışmanın modeli aşağıdaki şekilde kurulmuştur:

$$\ln LE_{i,t} = \partial_0 + \beta_1 \ln PM_{i,t} + \beta_2 \ln HE_{i,t} + \beta_3 \ln FR_{i,t} + \beta_4 \ln DR_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

Model içerisinde yer alan ∂_0 , sabit parametreyi; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ve β_4 parametre katsayılarını; i , ülke etkisini, t , zaman etkisini; ϵ , hata terimini; $\ln$ ise değişkenlerin logaritmik form yapısını ifade etmektedir. Alt notasyon t , 2000-2019 dönemini; i , örneklem evrenindeki tehlikeli hava kalitesine sahip olan Bangladeş, Çad, Pakistan, Tacikistan, Hindistan, Umman ve Kırgızistan; çok sağlıksız hava kalitesine sahip olan Bahreyn, Nepal, Sudan, Özbekistan, Katar ve Birleşik Arap Emirlikleri; sağlıksız hava kalitesine sahip olan Endonezya, Nijerya, Ermenistan, Moğolistan, Suudi

Arabistan, Çin, Kazakistan, İran, Kuveyt, Peru, Mısır, Bosna Hersek, Uganda, Gana, Myanmar, Lübnan, Sırbistan, Makedonya ve Hırvatistan ülkelerini belirtmektedir.

Denklem 1 içerisinde gösterilen model değişkenlerinin parametre katsayılarının β_1, β_3 ve $\beta_4 < 0$, $\beta_2 > 0$ olması beklenmektedir. Bu doğrultuda bağımsız değişkenler için önsel beklenti, PM2.5 hava kirliliği seviyelerindeki, doğurganlık ve ölüm oranlarındaki azalışların; sağlık harcamalarındaki artışların ise toplum sağlığını olumlu yönde etkileyerek doğumda yaşam beklentisini artıracığı varsayılmaktadır. Tablo 1, Model 1’de kullanılan değişkenlerin açıklamalarını, tanımlamalarını ve veri kaynaklarını sağlamaktadır.

Tablo 1. Değişken Tanımlamaları

Değişken	Notasyon	Açıklama	Veri Kaynağı
Doğumda yaşam beklentisi	LE	Doğumda beklenen yaşam süresi, toplam (yıl)	Dünya Bankası
İnce partiküler madde	PM	Nüfus Ağırlıklı PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Washington Üniversitesi
Sağlık harcamaları	HE	Kamu sağlık harcamaları (kamu harcamalarının %’si)	Dünya Bankası
Doğurganlık oranı	FR	Doğurganlık oranı, toplam (kadın başına doğum)	Dünya Bankası
Ölüm oranı	DR	Ölüm oranı, brüt (1.000 kişi başına)	Dünya Bankası

Tablo 2, doğal logaritmaları alınarak analize dâhil edilmiş tüm değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama, standart hata ve toplam değerleri ile gözlem sayılarının bilgisini vermektedir. Bu kapsamda modelin 640 gözlem sayısından oluşan dengeli bir panel yapısına sahip olduğu görülmektedir. Ampirik analiz işlemleri Eviews ve Stata ekonometri paket programları aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

İstatistikler	lnLE	lnPM	lnHE	lnFR	lnDR
Minimum	1.664914	1.201397	0.109278	0.098298	0.051924
Maksimum	1.904321	1.954243	1.366186	0.866524	1.252732
Ortalama	1.852773	1.575188	0.869158	0.397331	0.843668
Standart Hata	0.050604	0.164597	0.215405	0.184186	0.259679
Toplam	1176.775	1012.132	541.1800	267.5526	506.7584
Gözlem	640	640	640	640	640

4.2. Ekonometrik Yöntem

Analiz işlemlerinde geleneksel regresyon metodolojisinin kullanılması, ilgili katsayıların fazla veya eksik tahmin edilmesine yol açabilmektedir. Söz konusu bu yöntemler, ortalama etkilere odaklandığından önemli bir ilişkiyi tespit etmede yetersiz kalabilmektedir (Khan vd., 2020: 861). Koşullu Kantil Regresyon (Conditional Quantile Regression: CQR), bağımlı değişken ortalamasının bağımsız değişken/lerin sabit değerlerine şartlı olarak modellenmesi yerine bağımlı değişkenin şartlı dağılımının bütününün analizine imkân tanıyan kantil regresyon tahmincisinin panel veri yapısına uyarlanmış halidir ve bu şekilde robust tahminlere ulaşılmaktadır. Belirtilen modeller, şartlı kantillerin aralığını belirlemeye izin vererek şartlı değişkenliği açığa çıkarmakta ve gözlemlenemeyen bireysel etkiyi kontrol etmektedir. Bağımlı değişkenin dağılımının kantilleri ile bağımsız değişkenler arasındaki bağlantıyı ayrıntılı şekilde açıklamak için yapılan kantil

regresyon, asimetrik ağırlıklandırılmış mutlak artık karelerinin minimizasyonuna dayanmaktadır. Kantiller, bağımlı değişkenin dağılımı hakkında tam bilgiye ulaşılmasını sağladığından kantil regresyon şartlı ortalamaya dayanan EKK regresyonuna önemli bir alternatif olmaktadır (Saçaklı Saçıldı ve Koşan, 2015: 163, 167).

Koenker ve Bassett (1978) tarafından yapılan “Kantil Regresyon” başlıklı çalışmada literatüre kazandırılan havuzlanmış kantil regresyon modeli, panel serilerinde yatay kesit veri modelleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Modelin matematiksel formu aşağıdaki gibidir (Kaya, 2021: 46):

$$Q_{y_{it}}(\tau|x_{it}) = x'_{it}\beta_0(\tau) + u_{it} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T_N$$

Denklem (2) içerisindeki $Q_{y_{it}}$ 'nin koşullu kantilini; y_{it} , bağımlı değişken vektörünü; x'_{it} , sabit parametrelerinde dâhil edildiği bağımsız değişken metriğini; u_{it} , hata terimini; $\beta_0(\tau) = \beta$ ise ortak eğim parametresini açıklamaktadır. Bağımlı değişkenin koşullu dağılımının τ . kantil değerindeki ($0 < \tau < 1$) bağımsız değişkenin marjinal etkisine işaret etmektedir. Alt notasyon i , birim sayısını; t ise zaman aralıklarını belirtmektedir ve N, T_N 'nin alt indisine karşılık geldiği için ihmal edilmektedir.

Havuzlanmış kantil regresyon modeli, gözlemlenemeyen heterojenliği doğrudan belirlemede yetersiz kaldığı için ardılı Koenker (2004), Lamarche (2010) ve Galvao (2011) tarafından sabit ve rassal etkili panel kantil modelleri önerilmiştir. Bu çalışmada Hausman testi bulgularına göre sabit etkili panel kantil regresyon modeli tercih edilmiştir. Koenker (2004), gözlemlenemeyen sabit etkilerin varlığı durumunda farklı nicelikler için ortak değişken etkileri ile birlikte tahmin edilecek bir parametre olarak sabit etkileri göz önüne alarak uygun bir metodoloji geliştirmiştir. Koenker, rassal etkiler tahmincisi sabit etkiler için cezalandırılmış EKK tahmincisi olarak yorumlamıştır. Literatürde cezalı kantil regresyon olarak tanımlanan söz konusu yöntem, sabit etkiler varlığında aşağıdaki model içerisinde gösterilmektedir (Khan vd., 2020: 861; Uygur ve Han, 2021: 20; Acar ve Topdağ, 2022: 276):

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_j P_{tj}(y_{it} - x_{it}\beta - \alpha_i) + \lambda \sum_{i=1}^N |\alpha_i| \quad (3)$$

Denklem (3) içerisinde yer alan i , temsil edilen ülkeler (N) indeksini; T , ülkeler için gözlem sayısını; j , nicelik indeksini; α_i , sabit etkileri; β , ortak eğim parametresini; Σ , toplamsal etkileri; y_{it} , bağımlı değişkeni; x_{it} ise bağımsız değişkenler matrisini göstermektedir. Notasyon P_{tj} , $P_{tj}(u) = u(T_j - i(u \leq 0))$ eşitliğini sağlamak ve parçalı lineer kantil kayıp fonksiyonu ifade etmektedir. Birim etkinin ve cezanın tahmini üzerindeki niceliklerin etkisini kontrol eden göreceli ağırlıklar ise w_j notasyonunu açıklamaktadır. Denklemdeki λ, β' 'nin tahminini iyileştirmek ve birim etkileri sıfıra indirmek için kullanılan ayarlama parametresini temsil etmekte; $\lambda|\alpha_i|$ ise birim etki tahminlerini sıfıra doğru yakınlaştırmak için kullanılmaktadır.

4.3. Bulgular

Parametreler arasındaki olası ilişkilerin yönü ve derecesi hakkında öngörü sahibi olabilmek için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Tablo 3 içerisinde yer alan bulgular incelendiğinde, doğumda yaşam beklentisinin sağlık harcamaları, doğurganlık oranı ve ölüm oranı ile %5

anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı; PM2.5 hava kirliliği ile istatistiksel olarak anlamsız korelasyon içerisinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte doğumda yaşam beklentisi, sağlık harcamaları ile pozitif; doğurganlık oranı ve ölüm oranı ile negatif korelasyon düzeyine sahiptir. Ayrıca doğurganlık oranı doğumda yaşam beklentisi ile en yüksek, sağlık harcamaları ise en düşük korelasyon düzeyine sahip olan parametrelerdir.

Tablo 3. Spearman Korelasyon Sınama Bulguları

Matris	lnLE	lnPM	lnHE	lnFR	lnDR
lnLE	1.0000				
	–				
lnPM	0.0607	1.0000			
	0.1246	–			
lnHE	0.4517	-0.395183	1.0000		
	0.0000 ^a	0.0000 ^a	–		
lnFR	-0.7250	0.163808	-0.4326	1.0000	
	0.0000 ^a	0.0000 ^a	0.0000 ^a	–	
lnDR	-0.5198	-0.439513	0.0470	0.0892	1.0000
	0.0000 ^a	0.0000 ^a	0.2342	0.0240 ^a	–

Not: ^a notasyonu, 0.05 hata payı ile anlamlılığı belirtmektedir.

Doğrusal regresyon modellerinin önemli varsayımlarından biri olan çoklu doğrusal bağlantı sorunu, bağımsız değişkenlerin kendi aralarında ilişki olmaması varsayımından sapmayı açıklamaktadır. Söz konusu varsayımın sınanması için bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı sorununun olup olmadığı VIF (Variance Inflation Factor) ölçütü kullanılarak test edilmiş, bulgular Tablo 4 içerisine aktarılmıştır. Tablo incelendiğinde, ortalama VIF ölçütü değerinin 1.44 olduğu görülmektedir. Bu kapsamda VIF ölçütü değerinin 5’ten küçük olması nedeniyle, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığı ifade edilmektedir.

Tablo 4. Çoklu Doğrusal Bağlantı Sınama Bulguları

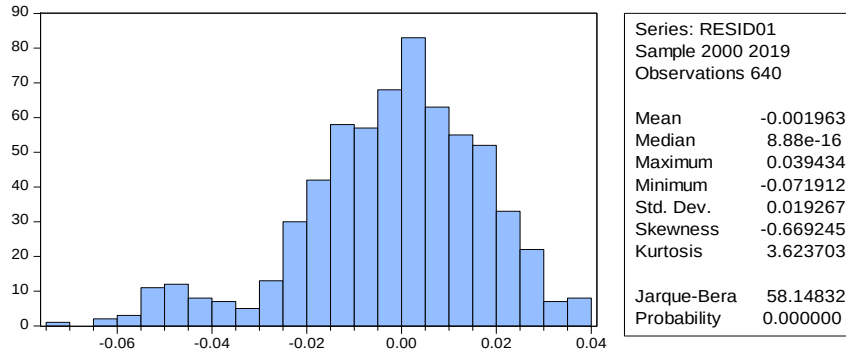
Matris	VIF	1/VIF
lnPM	1.68	0.596461
lnHE	1.29	0.774484
lnFR	1.25	0.798402
lnDR	1.56	0.643024
Ort. VIF	1.44	

Analizin bir sonraki aşamasında, kurulan modelde normal dağılım varsayımının sağlanıp sağlanmadığına yönelik Shapiro-Wilk W ve Skewness/Kurtosis normallik sınamaları yapılmıştır. Hata terimleri üzerine yapılan normal dağılım sınama bulguları Tablo 5 içerisinde özetlenmektedir. Bulgular, %5 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezinin reddedildiğini ve kurulan modelde normal dağılım varsayımının sağlanmadığını açıklamaktadır.

Tablo 5. Normallik Sınama Bulguları

Test	N	W	V	z	Prob>z	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	chi2(2)	Prob>chi2
Shapiro-Wilk W	640	0.9695	12.801	6.196	0.0000	–	–	–	–
Skewness/Kurtosis	640	–	–	–	–	0.0000	0.0074	39.01	0.0000

Tablo 5 içerisindeki bulgular, Grafik 1’de yer alan Jargue-Bera normallik sına ma bulgusu tarafından da desteklenmektedir. Grafik 1’deki istatistiklerin değerlendirilmesi, arpıklık (skewness) değerinin (-0.6692) negatif olması, dağılımın sola doğru çarpık olmasına; basıklık (kurtosis) değerinin 3’ten (3.6237) büyük olması ise dağılımın normal dağılımdan daha sivri bir yapıya olduğuna işaret etmektedir.



Grafik 1. Jarque-Bera Normal Dağılım Grafiği

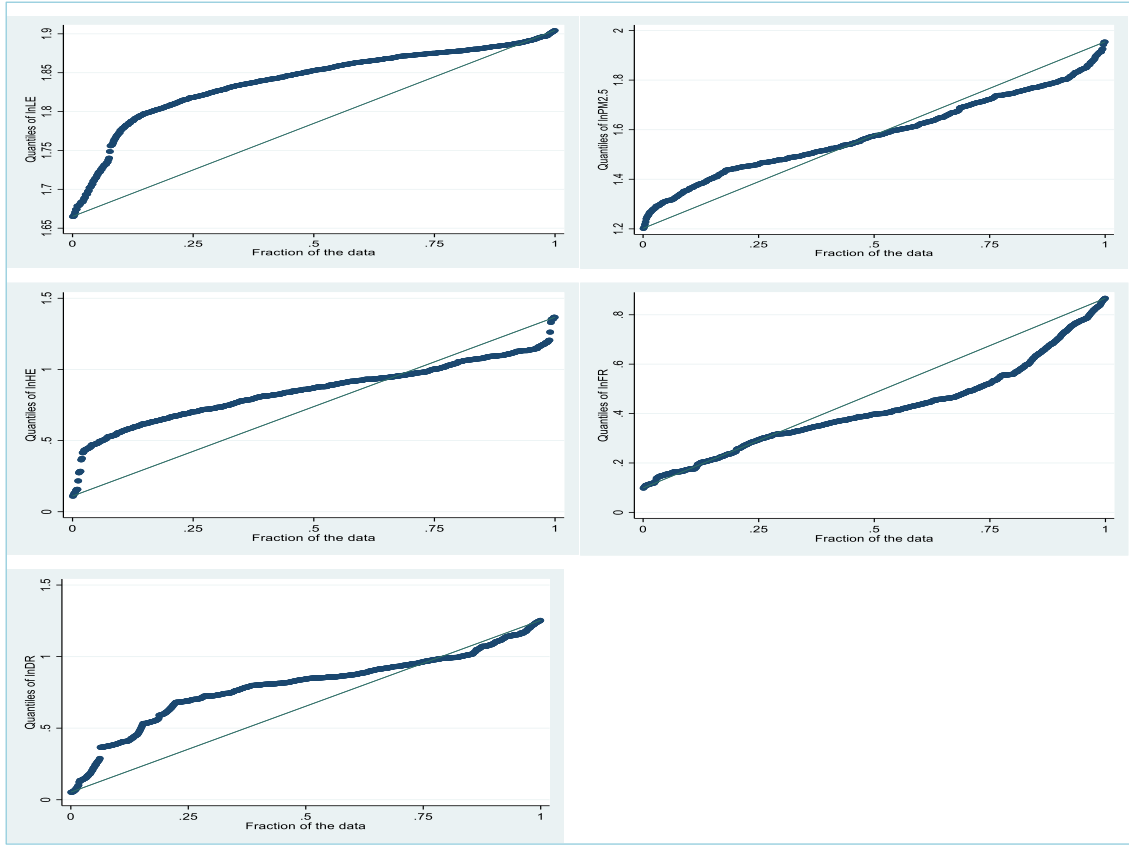
Tablo 5 ve Grafik 1 birlikte ele alındığında, Shapiro-Wilk W, Skewness/Kurtosis ve Jarque-Bera normallik sına malarına ait olasılık değerinin %5 anlamlılık seviyesinden küçük olması nedeniyle, hataların normal dağıldığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir. Bu sonuç analiz için panel kantil regresyon modelinin uygun olduğunu göstermektedir.

Gözlemlenemeyen etki ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin sabit etkili model ya da rassal etkili modelin tercih işlemleri için Hausman testi yapılmış, bulgular Tablo 6 içerisinde gösterilmiştir. Ulaşılan bulgular, %5 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezinin reddedilerek rassal etkiler tahmincisinin tutarsız sabit etkiler tahmincisinin ise tutarlı olduğunun bilgisini vermektedir.

Tablo 6. Hausman Sına ma Bulguları

Test İstatistiği	Değer
chi2(4)	108.95
Prob>chi2	0.0000

Grafik 2 içerisinde çalışmada kullanılan panel kantil regresyon modelinin dağılım grafikleri yer almaktadır. Değişkenlere ait grafiklerin incelemesinde, doğumda yaşam beklentisinin 1.65-1.90; PM2.5 hava kirliliğinin 1.2-2; sağlık harcamalarının 0-1.5; doğurganlık oranının 0-0.80; ölüm oranının ise 0-1.5 kantil aralıklarında ve tüm değişkenlerin 0-1 aralık veri kesirlerinde uygunluğunun desteklendiği görülmektedir.



Grafik 2. Değişkenlerin Kantil Dağılım Grafikleri

Tablo 7, 10th-90th aralığı için hesaplanan panel kantil modellere ait bulguları göstermektedir. Modeller dikkate alındığında, tüm değişkenlerin 10th, 20th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 80th ve 90 th (sağlık harcamaları hariç) kantil değerlerinde %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, PM2.5 hava kirliliği, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisini tüm kantil değerlerinde azalttığı; sağlık harcamalarının (90th kantil hariç) ise doğumda yaşam beklentisini artırdığı bulgularına ulaşılmaktadır. Aynı zamanda, kurulan modellerin açıklama gücünü gösteren R^2 değerinin kantil değerleri arttıkça azaldığı dikkati çekmektedir.

Tablo 7. Panel Kantil Model Tahmini 10th-90th

Kantil	Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistik	p-değeri	R ²
0.10	lnPM	-0.035342	0.013857	-2.550513	0.0110	0.702119
	lnHE	0.016490	0.003256	5.064911	0.0000	
	lnFR	-0.219830	0.009265	-23.72800	0.0000	
	lnDR	-0.086202	0.008611	-10.01089	0.0000	
	C	2.016379	0.022823	88.35020	0.0000	
0.20	lnPM	-0.032160	0.009225	-3.486060	0.0005	0.667982
	lnHE	0.028301	0.003069	9.222504	0.0000	
	lnFR	-0.198036	0.005296	-37.39053	0.0000	
	lnDR	-0.088154	0.004722	-18.67035	0.0000	
	C	2.004162	0.017059	117.4858	0.0000	
0.30	lnPM	-0.030924	0.008356	-3.700605	0.0002	0.644878
	lnHE	0.031954	0.003175	10.06550	0.0000	
	lnFR	-0.194980	0.004938	-39.48816	0.0000	
	lnDR	-0.090297	0.004306	-20.97043	0.0000	
	C	2.004113	0.015722	127.4742	0.0000	
0.40	lnPM	-0.027768	0.008740	-3.177272	0.0016	0.615633
	lnHE	0.036113	0.003698	9.766638	0.0000	
	lnFR	-0.184178	0.006768	-27.21169	0.0000	
	lnDR	-0.092354	0.005367	-17.20729	0.0000	
	C	1.998126	0.017832	112.0509	0.0000	
0.50	lnPM	-0.024134	0.007284	-3.313385	0.0010	0.595999
	lnHE	0.036087	0.004246	8.499185	0.0000	
	lnFR	-0.168625	0.007292	-23.12627	0.0000	
	lnDR	-0.091512	0.006901	-13.26005	0.0000	
	C	1.991281	0.017671	112.6893	0.0000	
0.60	lnPM	-0.027478	0.007107	-3.866300	0.0001	0.572667
	lnHE	0.029759	0.005158	5.769616	0.0000	
	lnFR	-0.165787	0.008001	-20.72139	0.0000	
	lnDR	-0.096291	0.008451	-11.39461	0.0000	
	C	2.008850	0.020506	97.96218	0.0000	
0.70	lnPM	-0.034703	0.008428	-4.117739	0.0000	0.543673
	lnHE	0.026121	0.006354	4.110956	0.0000	
	lnFR	-0.160352	0.010079	-15.91008	0.0000	
	lnDR	-0.105317	0.009112	-11.55786	0.0000	
	C	2.033499	0.025312	80.33847	0.0000	
0.80	lnPM	-0.025174	0.008466	-2.973422	0.0031	0.519207
	lnHE	0.023646	0.009309	2.540276	0.0113	
	lnFR	-0.147542	0.013069	-11.28954	0.0000	
	lnDR	-0.092899	0.008761	-10.60407	0.0000	
	C	2.010629	0.028156	71.41092	0.0000	
0.90	lnPM	-0.026225	0.008092	-3.241035	0.0013	0.504281
	lnHE	0.015105	0.010822	1.395784	0.1633	
	lnFR	-0.153561	0.015628	-9.825994	0.0000	
	lnDR	-0.090738	0.007497	-12.10370	0.0000	
	C	2.025590	0.027257	74.31566	0.0000	

10th-90th kantil aralığı için analiz edilen farklı panel kantil regresyonlar arasındaki heterojenliğin olup olmadığı varsayımı, Breusch-Pagan Cook-Weisberg heterojenlik testi ile sınanmıştır. Tablo 8, %5 anlamlılık seviyesinde H_0 hipotezinin reddedildiğini ve farklı kantiller arasında heterojenlik varsayımının karşılanmadığının bilgisini sunmaktadır.

Tablo 8. Heterojenlik Sınama Bulguları

	chi2(1)	Prob > chi2
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg	90.32	0.0000

Kurulan panel kantil regresyon modelinin heterojen olduğu dikkate alındığında, modelin robust (dirençli) standart hatalarla tahmin edilip yorumlanması gerekmektedir. Tablo 9 içerisinde yer alan robust standart hatalara sahip tahmin bulgularında, tüm değişkenlerin %5 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğuna ulaşılmaktadır. Bulgulara göre, PM2.5 hava kirliliği, doğurganlık ve ölüm oranlarında meydana gelen %1’lik bir artış doğumda yaşam beklentisini, sırasıyla, ~%0.02, ~%0.17 ve ~%0.09 oranlarında azaltmakta, sağlık harcamalarında meydana gelen %1’lik bir artış ise doğumda yaşam beklentisini ~%0.04 oranında artırmaktadır. Bu bağlamda doğumda yaşam beklentisini en fazla etkileyen değişkenin doğurganlık oranı, en az etkileyen değişkenin ise PM2.5 seviyeleri olduğu görülmektedir. Modelin açıklama gücünü gösteren R^2 değerinin ise yaklaşık 0.60 olduğu elde edilmektedir.

Tablo 9. Robust Sınama Bulguları

Değişken	Katsayı	Robust Standart Hata	t-istatistik	P> t	[%95 Güven Aralığı]	
lnPM	-0.0241344	0.0072575	-3.33	0.001	-0.0383861	-0.0098827
lnHE	0.0360872	0.0053297	6.77	0.000	0.0256213	0.0465531
lnFR	-0.1686254	0.0062686	-26.90	0.000	-0.1809352	-0.1563156
lnDR	-0.0915119	0.0046767	-19.57	0.000	-0.1006957	-0.0823282
C	1.991281	0.016311	122.08	0.000	1.959251	2.023311
R^2	0.5960					

PM2.5 hava kirliliğinin doğumda yaşam beklentisini azaltmasına yönelik ulaşılan bulgu, alan yazında yer alan Etchie vd. (2018) ve Hadei vd. (2020) ve Hill vd. (2019) ve Jorgenson vd. (2021) ve Kim vd. (2020) ve Meng vd. (2021) ve Pautrel (2009) ve Pope III vd. (2015) ve Qi vd. (2021) ve Rodriguez-Alvarez (2021) ve Sarkodie vd. (2019) ve Wang vd. (2021) ve Wu vd. (2020) ve Xie vd. (2019) ve Yang vd. (2020) ve Yin vd. (2020) ve Yuan vd. (2015) tarafından yapılan çalışmaların bulguları ile örtüşmektedir. Sağlık harcamalarının doğumda yaşam beklentisini artırması bulgusu, Etchie vd. (2018) ve Gedikli vd. (2019) ve Jakovljevic vd. (2016) ve Linden ve Ray (2017) ve Matthew vd. (2018) ve Pautrel (2009); ölüm oranının doğumda yaşam beklentisini azaltması bulgusu ise Matthew vd. (2018) tarafından yapılan çalışmaların ampirik bulguları ile benzer nitelikler sergilemektedir. Doğurganlık oranının doğumda yaşam beklentisini azaltması bulgusu, Matthew vd. (2018) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen bulgu ile örtüşmemektedir. Ancak artan doğurganlık oranının yaşam kalitesini kötüleştirilmesi nedeniyle daha düşük doğumda yaşam beklentisine yol açabileceği şeklinde yorumlanan söz konusu bulgu, iktisadi temelli kuramsal beklentilerle uyumludur.

5. Sonuç ve Tartışma

Hava kirliliği, ölüm ve hastalık üzerindeki etkisi nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunudur ve küresel hastalık yüküne ciddi ekonomik maliyetler yüklemektedir. Hava kirliliğini ele alan politikalar, toplumun sağlık sonuçlarını iyileştirdiği ve partiküler maddenin azalmasına yol açtığı için sürdürülebilir kalkınmanın da önemli bir göstergesidir (Cohen vd., 2017: 1907;

Sarkodie vd., 2019: 490). Hava kirliliğine, özellikle de ince partiküler madde hava kirliliğine maruz kalmanın kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıkları üzerinde olumsuz etkileri olduğuna, bu olumsuz sağlık etkilerinin artan ölüm risklerinde gözlemlendiğine ve azalan doğumda yaşam beklentisindeki değişikliklere yansıdığına dair alan yazında çok sayıda kanıt vardır. Hava kirliliğinin azaltılması ile ilişkili ekonomik maliyetler olduğundan, hava kirliliğini azaltma çabaları ile gelire yansıyan ekonomik refahı artırma çabaları arasında önemli dengeler bulunmaktadır (Pope III vd., 2015: 591). Son yıllarda, sağlık hizmetlerindeki gelişmeler, ileri teknoloji kullanımları, yaşam standartlarının iyileşmesi gibi faktörler nedeniyle gelişmişlik düzeyi farklı ülkelerde doğumda yaşam beklentisi süresinin arttığı görülmektedir. Bu nedenle, günümüzde nüfusun artan sağlık ihtiyaçları nedeniyle bazı ülkelerde sağlık harcamalarının gelir artışına kıyasla daha hızlı büyüdüğüne tanıklık edilmektedir (Bayar vd., 2021: 2).

Bu çalışmada, Dünya Hava Kalitesi Raporu'nda (2021) tehlikeli, çok sağlıksız ve sağlıksız hava kirliliğine maruz kalan ülke kategorilerinde yer alan toplam 32 ülkenin 2000-2019 yılları arasındaki PM2.5 hava kirliliğı, kamu sağlık harcamaları, doğurganlık oranı ve ölüm oranının doğumda yaşam beklentisi üzerindeki etkileri panel kantil regresyon yaklaşımı ile incelenmiştir. Bu doğrultuda korelasyon analizi, çoklu doğrusal bağlantı, normallik sınamaları ve Hausman testi metodolojileri takip edilmiştir. Ardılı 10th-90th kantil aralığı için panel kantil regresyon analizi yapılmış, bulgular heterojenlik varsayımının doğrulandığı durum için robust standart hatalarla tahmin edilerek yorumlanmıştır.

Ampirik sonuçlar, PM2.5 hava kirliliğinin, doğurganlık ve ölüm oranlarının doğumda yaşam beklentisini negatif; sağlık harcamalarının ise doğumda yaşam beklentisini pozitif etkilediğini göstermiştir. Ulaşılan sonuçlar, yüksek düzeyde çevresel bozulmaya, doğurganlık ve ölüm oranlarına, düşük düzeyde sağlık harcamalarına sahip ülkelerin azalan doğumda yaşam beklentisi yaşadığını açıklamıştır. Bu çalışmanın örneklem evrenini oluşturan Bangladeş, Çad, Pakistan, Tacikistan, Hindistan, Umman, Kırgızistan, Bahreyn, Nepal, Sudan, Özbekistan, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Endonezya, Nijerya, Ermenistan, Moğolistan, Suudi Arabistan, Çin, Kazakistan, İran, Kuveyt, Peru, Mısır, Bosna Hersek, Uganda, Gana, Myanmar, Lübnan, Sırbistan, Makedonya ve Hırvatistan ülkelerinin gelişmişlik ve gelir düzeylerinin heterojen olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda doğurganlık oranının doğumda yaşam beklentisini azaltması sonucu, ülkelerin yaşam standartlarındaki farklılıklar dikkate alınarak artan doğurganlık oranının, yaşam kalitesini kötüleştirilmesi nedeniyle daha düşük doğumda yaşam beklentisine yol açabildiğı şeklinde değerlendirilmiştir. Aynı zamanda örneklem kümesindeki ülkelerin doğumda yaşam beklentisini en fazla etkileyen değişkenin doğurganlık oranı, en az etkileyen değişkenin ise PM2.5 konsantrasyonu olduğu görülmüştür. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar, alan yazın incelemesindeki Alharthi vd. (2022) ve Cohen vd. (2017) ve Etchie vd. (2018) ve Gedikli vd. (2019) ve Hadei vd. (2020) ve Hill vd. (2019) ve Hou vd. (2022) ve Jakovljevic vd. (2016) ve Jorgenson vd. (2021) ve Kim vd. (2020) ve Linden ve Ray (2017) ve Liu vd. (2022) ve Matthew vd. (2018) ve Meng vd. (2021) ve Pautrel (2009) ve Pope III vd. (2015) ve Qi vd. (2021) ve Rodriguez-Alvarez (2021) ve Sarkodie vd. (2019) ve Wang vd. (2021) ve Wu vd. (2020) ve Xie vd. (2019) ve Yang vd. (2020) ve Yin vd. (2020) ve Yuan vd. (2015) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlikler içermektedir.

6. Politika Önerileri

Çalışmanın sonuçları, PM2.5 hava kirliliğinin ülkelerin ekonomik kalkınma, sağlık gündemleri ve planlama stratejilerine dâhil edilmesini, ayrıca çevresel kirlilik ile ilgili reformların daha yüksek sağlık durumlarına yönelik politikalarla uyumlu hale getirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte örneklem evrenindeki ülkelerde, kirliliğin hükümetlerin öncülüğünde sivil toplum kuruluşları ile birlikte kontrol edilmesi, kirliliğin büyüklüğü konusunda toplumsal farkındalığın artırılması ve sivil iradenin harekete geçirilmesi önerilmektedir. Başarılı kirlilik araştırmaları için çevre, sağlık ve ekonomi politikalarının bütüncül bir yaklaşımla ele alınması ve disiplinler arası işbirliklerinin gerekliliği bir diğer öneri olarak görülmektedir. Aynı zamanda hava kirliliğinin uzun vadeli ekonomik kalkınma ve sağlık üzerindeki etkilerini azaltmak için sürdürülebilir kalkınma politikaları uygulanmalıdır. Ayrıca gelişmişlik düzeyi düşük olan ülkeler, sadece tıbbi tedavilerini karşılayabilecek finansal araçlardan yoksun oldukları için değil aynı zamanda yüksek oranlarda kirlilik seviyelerine maruz kaldıkları için de sağlıkla ilgili riskleri yüksektir. Bu nedenle doğumda yaşam beklentisini artırmak için kirlilik ile ilgili çevre düzenlemelerini geliştirmek, doğum ve ölüm oranlarını azaltmak, sağlık harcamalarını artırmak önemlidir.

Jerrett vd. (2003) tarafından ifade edildiği gibi halk sağlığı ve çevre korumasına yapılan büyük miktardaki yatırımların, azaltılmış sağlık harcamaları şeklinde dış faydaları vardır. Yenilenme değerleri gibi diğer faydalarla birleştiğinde çevreyi korumaya yapılan yatırımların net sosyal faydalar sağlaması olasıdır. Ülkelerin çevresel kalitenin dikkate alınmadığı sağlık politikaları, artan sağlık harcamaları ile sonuçlanabilir. Bu sonuçlar, sağlığın çevresel belirleyicilerinin geleneksel maliyet kontrol politikalarının potansiyel tamamlayıcıları olarak dikkat çekmesini sağlamak için maliyet sınırlama tartışmasını genişletme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazar, makalenin tamamına yalnız kendisinin katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Acar, T. ve Topdağ, D. (2022). OECD ülkelerinde sefalet endeksi ve ekonomik kalkınma ekseninde sağık harcamalarının belirleyicileri: Toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil regresyon yaklaşımı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 82, 267-286. <https://doi.org/10.26650/jspc.2022.82.946640>
- Alharthi, M., Hanif, I. and Alamoudi, H. (2022). Impact of environmental pollution on human health and financial status of households in MENA countries: Future of using renewable energy to eliminate the environmental pollution. *Renewable Energy*, 190, 338-346. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.03.118>
- Bayar, Y., Gavriltea, M.D., Pinte, M.O. and Sechel, I.C. (2021). Impact of environment, life expectancy and real GDP per capita on health expenditures: Evidence from the EU member states. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 13176. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413176>
- Bilgel, F. and Tran, K.C. (2011). The determinants of Canadian provincial health expenditures: Evidence from a dynamic panel. *Applied Economics*, 45, 201-212. doi:10.1080/00036846.2011.597726
- Chen, F. and Chen, Z. (2021). Cost of economic growth: Air pollution and health expenditure. *Science of the Total Environment*, 755, 142543. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142543>
- Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K., ... Forouzanfar, M.H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the global burden of diseases study 2015. *Lancet*, 389, 1907-1918. doi:10.1016/S0140-6736(17)30505-6
- Etchie, T.O., Etchie, A.T., Adewuyi, G.O., Pillarisetti, A., Sivanesan, S., Krishnamurthi, K. and Arora, N.K. (2018). The gains in life expectancy by ambient PM2.5 pollution reductions in localities in Nigeria. *Environmental Pollution*, 236, 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.034>
- Galvao, A.F. (2011). Quantile regression for dynamic panel data with fixed effects. *Journal of Econometrics*, 164(1), 142-157. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2011.02.016>
- Gedikli, A., Erdoğan, S., Kırca, M. and Demir, İ. (2019). An analysis of relationship between health expenditures and life expectancy: The case of Turkey and Turkic Republics. *Bilig*, 91, 27-52. <https://doi.org/10.12995/bilig.9102>
- Hadei, M., Shahsavani, A., Krzyzanowski, M., Querol, X., Stafoggia, M., Nazari, ... Khosravi, A. (2020). Burden of mortality attributed to PM2.5 exposure in cities of Iran; Contribution of short-term pollution peaks. *Atmospheric Environment*, 224, 117365. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117365>
- HEI. (2022). *How does air pollution affect life expectancy around the world?* (A State of Global Air Special Report). Retrieved from <https://www.healtheffects.org/publications>
- Hill, T.D., Jorgenson, A.K., Ore, P., Balistreri, K.S. and Clark, B. (2019). Air quality and life expectancy in the United States: An analysis of the moderating effect of income inequality. *SSM - Population Health*, 7, 100346. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2018.100346>
- Hou, X., Guo, Q., Hong, Y., Yang, Q., Wang, X., Zhou, S. and Liu, H. (2022). Assessment of PM2.5-related health effects: A comparative study using multiple methods and multi-source data in China. *Environmental Pollution*, 306, 119381. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119381>
- IQAir. (2021). *2021 World air quality report region & city PM2.5 ranking*. Retrieved from <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>
- Jakovljevic, M.B., Vukovic, M. and Fontanesi, J. (2016). Life expectancy and health expenditure evolution in Eastern Europe-DiD and DEA analysis. *Expert Review Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 16, 537-546. doi:10.1586/14737167.2016.1125293
- Jerrett, M., Eyles, J., Dufournaud, C. and Birch, S. (2003). Environmental influences on healthcare expenditures: An exploratory analysis from Ontario, Canada. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57, 334-338. doi:10.1136/jech.57.5.334

- Jorgenson, A.K., Thombs, R.P., Clark, B., Givens, J.E., Hill, T.D., Huang, X., ... Fitzgerald, J.B. (2021). Inequality amplifies the negative association between life expectancy and air pollution: A cross-national longitudinal study. *Science of Total Environment*, 758, 143705. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143705>
- Kaya, G. (2021). *İnternet kullanımına etki eden faktörlerin analizi: Panel kantil regresyon modeli* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Khan, H., Khan, I. and Binh, T.T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach. *Energy Reports*, 6, 859-867. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.04.002>
- Kim, S., Xiao, C., Platt, I., Zafari, Z., Bellanger, M. and Muennig, P. (2020). Health and economic consequences of applying the United States' PM2.5 automobile emission standards to other nations: A case study of France and Italy. *Public Health*, 183, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.04.024>
- Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1), 74-89. <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2004.05.006>
- Koenker, R. and Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50. <http://dx.doi.org/10.2307/1913643>
- Lamarche, C. (2010). Robust penalized quantile regression estimation for panel data. *Journal of Econometrics*, 157(2), 396-408. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2010.03.042>
- Landrigan, P.J., Fuller, R., Hu, H., Caravanos, J., Cropper, M.L., Hanrahan, D. and Suk, W.A. (2018). Pollution and global health-an agenda for prevention. *Environmental Health Perspectives*, 126(8), 084501. <https://doi.org/10.1289/EHP3141>
- Linden, M. and Ray, D. (2017). Life expectancy effects of public and private health expenditures in OECD countries 1970-2012: Panel time series approach. *Economic Analysis and Policy*, 56, 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.06.005>
- Liu, J., Cao, H., Zhang, Y. and Chen, H. (2022). Potential years of life lost due to PM2.5-bound toxic metal exposure: Spatial patterns across 60 cities in China. *Science of the Total Environment*, 812, 152593. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152593>
- Mahalik, M.K., Le, T.-H., Le, H.-C. and Mallick, H. (2022). How do sources of carbon dioxide emissions affect life expectancy? Insights from 68 developing and emerging economies. *World Development Sustainability*, 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100003>
- Martins, N.R. and Carrilho da Graça, G. (2020). A simulation study of decreased life expectancy from exposure to ambient particulate air pollution (PM2.5) in naturally ventilated workspaces. *Journal of Building Engineering*, 30, 101268. <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101268>
- Matthew, O., Osabohien, R., Fasina, F. and Fasina, A. (2018). Greenhouse gas emissions and health outcomes in Nigeria: Empirical insight from auto-regressive distribution lag technique. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(3), 43-50. Retrieved from <http://www.econjournals.com>
- Meng, M.-R., Cao, S.-J., Kumar, P., Tang, X. and Feng, Z. (2021). Spatial distribution characteristics of PM2.5 concentration around residential buildings in urban traffic-intensive areas: From the perspectives of health and safety. *Safety Science*, 141, 105318. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105318>
- Mushkin, S.J. (1962). Investment in Human Beings. *Journal of Political Economy*, 70(5), 129-157. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1829109>
- Pautrel, X. (2009). Pollution and life expectancy: How environmental policy can promote growth. *Ecological Economics*, 68, 1040-1051. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.07.011
- Pope III, C.A., Ezzati, M. and Dockery, D.W. (2015). Tradeoffs between income, air pollution and life expectancy: Brief report on the US experience, 1980-2000. *Environmental Research*, 142, 591-593. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2015.08.014>

- Qi, J., Chen, Q., Ruan, Z., Qian, Z.(M.), Yin, P., Liu, ... Lin, H. (2021). Improvement in life expectancy for ischemic heart diseases by achieving daily ambient PM2.5 standards in China. *Environmental Research*, 193, 110512. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110512>
- Rabbi, A.M.F. (2013). Imbalance in life table: Effect of infant mortality on lower life expectancy at birth. *Journal of Scientific Research*, 5(3), 479-488. <http://dx.doi.org/10.3329/jsr.v5i3.14105>
- Rahman, M.M., Rana, R. and Khanam, R. (2022). Determinants of life expectancy in most polluted countries: Exploring the effect of environmental degradation. *PLOS ONE*, 17(1), e0262802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262802>
- Rodriguez-Alvarez, A. (2021). Air pollution and life expectancy in Europe: Does investment in renewable energy matter? *Science of the Total Environment*, 792, 148480. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148480>
- Saçaklı Saçıldı, İ. ve Koşan, N.İ. (2015). Panel kantil modeller. S. Gürış (Ed.), *Stata ile panel veri modelleri* içinde (s. 163-173). İstanbul: Der Yayınları.
- Sang, S., Chu, C., Zhang, T., Chen, H. and Yang, X. (2022). The global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter in 204 countries and territories, 1990-2019: A systematic analysis of the global burden of disease study 2019. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 238, 113588. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113588>
- Sarkodie, S.A., Strezov, V., Jiang, Y. and Evans, T. (2019). Proximate determinants of particulate matter (PM2.5) emission, mortality and life expectancy in Europe, Central Asia, Australia, Canada and the US. *Science of the Total Environment*, 683, 489-497. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.278>
- Singh, G.K. and Siahpush, M. (2006). Widening socioeconomic inequalities in US life expectancy, 1980-2000. *International Journal of Epidemiology*, 35(4), 969-979. <https://doi.org/10.1093/ije/dyl083>
- State of Global Air. (2022a). *Disparities across regions*. Retrieved from <https://www.stateofglobalair.org/health/life-expectancy#disparities-regions>
- State of Global Air. (2022b). *Impact of air pollution on life expectancy*. Retrieved from <https://www.stateofglobalair.org/health/life-expectancy>
- State of Global Air. (2022c). *Significant impact of air pollution*. Retrieved from <https://www.stateofglobalair.org/health/life-expectancy#sig-impacts>
- Tarín-Carrasco, P., Im, U., Geels, C., Palacios-Peña, L. and Jiménez-Guerrero, P. (2021). Contribution of fine particulate matter to present and future premature mortality over Europe: A non-linear response. *Environment International*, 153, 106517. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106517>
- Tarín-Carrasco, P., Morales-Suárez-Varela, M., Im, U., Brandt, J., Palacios-Peña, L. and Jiménez-Guerrero, P. (2019). Isolating the climate change impacts on air-pollution-related-pathologies over central and southern Europe - A modelling approach on cases and costs. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 9385-9398. <https://doi.org/10.5194/acp-19-9385-2019>
- The World Bank. (2022). *World development indicators* [Dataset]. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Uygur, K. ve Han, V. (2021). Finansal liberalizasyon ve gelir dağılımı ilişkisi: G10 ülkeleri için panel kantil regresyon analizi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5, 11-30. doi:10.33399/biibfad.1029345
- Wang, J., Zhang, L., Niu, X. and Liu, Z. (2020). Effects of PM2.5 on health and economic loss: Evidence from Beijing-Tianjin-Hebei region of China. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120605. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120605>
- Wang, Y., Hu, J., Zhu, J., Li, J., Qin, M., Liao, H., Chen, K. and Wang, M. (2021). Health burden and economic impacts attributed to PM2.5 and O3 in China from 2010 to 2050 under different representative concentration pathway scenarios. *Resources, Conservation & Recycling*, 173, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105731>

- Washington University in St. Louis. (2022). *Nüfus ağırlıklı PM2.5* [Dataset]. Retrieved from <https://wustl.app.box.com/s/i3tle6m8qg00z9uev2omb0345hh0h2yc>
- Wu, Y., Wang, W., Liu, C., Chen, R. and Kan, H. (2020). The association between long-term fine particulate air pollution and life expectancy in China, 2013 to 2017. *Science of the Total Environment*, 712, 136507. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136507>
- Xie, Y., Dai, H., Zhang, Y., Wu, Y., Hanaoka, T. and Masui, T. (2019). Comparison of health and economic impacts of PM2.5 and ozone pollution in China. *Environment International*, 130, 104881. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.075>
- Yang, Y., Qi, J., Ruan, Z., Yin, P., Zhang, S., Liu, J., ... Lin, H. (2020). Changes in life expectancy of respiratory diseases from attaining daily PM2.5 standard in China: A nationwide observational study. *The Innovation*, 1(3), 100064. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100064>
- Yin, H., Pizzol, M. and Xu, L. (2017). External costs of PM2.5 pollution in Beijing, China: Uncertainty analysis of multiple health impacts and costs. *Environmental Pollution*, 226, 356-369. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.029>
- Yin, P., Brauer, M., Cohen, A.J., Wang, H., Li, J., Burnett, R.T., ... Murray, C.J.L. (2020). The effect of air pollution on deaths, disease burden, and life expectancy across China and its provinces, 1990-2017: An analysis for the global burden of disease study 2017. *Lancet Planet Health*, 4, 386-398. [doi:10.1016/S2542-5196\(20\)30161-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30161-3)
- Yuan, S., Xu, W. and Liu, Z. (2015). A study on the model for heating influence on PM2.5 emission in Beijing China. *Procedia Engineering*, 121, 612-620. [doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.1048](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.1048)

LIFE EXPECTANCY AT BIRTH AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION LINK IN COUNTRIES WITH HIGH AIR POLLUTION

EXTENDED SUMMARY

The Aim of Study

The aim of this study is to examine the effects of PM_{2.5} air pollution, public health expenditures, fertility and mortality rates on life expectancy at birth between 2000-2019 in a total of 32 countries, which are in the categories of countries with hazardous, very unhealthy and unhealthy air pollution in the World Air Quality Report (2021), using a panel quantile regression model. It is seen that there is no current study in the literature examining the integrated effects of PM_{2.5} particles, public health expenditures, fertility and mortality rates on life expectancy at birth in countries with hazardous, very unhealthy and unhealthy air pollution, within the framework of panel methodology. In line with the gap in the literature, this study provides an empirical contribution to the literature on the link between life expectancy at birth and environmental degradation in countries with high air pollution exposure.

Literature

The literature review provides evidence that the negative effects of PM_{2.5} air pollution on life expectancy at birth have been documented in many studies. In addition, the positive effects of environmental degradation on life expectancy at birth are also included in the literature studies. These studies show that people living in developing countries with higher levels of environmental degradation are also healthier. For example, in the most polluted countries, people tend to increase their health expenditures to stay healthy. More healthcare spending is associated with better healthcare delivery, leading to longer life expectancy at birth.

Methodology

Correlation analysis, multicollinearity, normality tests and Hausman test methodologies were followed for the purpose; subsequent panel quantile regression analysis was performed. Panel quantile regression models are adapted to the panel data structure of the quantile regression estimator, which allows the analysis of the entire conditional distribution of the dependent variable, instead of conditionally modeling the mean of the dependent variable to the constant values of the independent variable/s, and thus robust estimations are reached. The indicated models allow to specify the range of conditional quantiles, revealing conditional variability and controlling for unobservable individual effect. The quantile regression to explain in detail the link between the quantiles of the distribution of the dependent variable and the independent variables is based on the minimization of asymmetrically weighted absolute residual squares. Since quantiles provide complete information about the distribution of the dependent variable, quantile regression is an important alternative to the conditional mean-based Least Squares regression.

Findings

In the correlation analysis findings, life expectancy at birth was statistically significant with health expenditures, fertility rate and death rate; it is seen that there is a statistically insignificant correlation with PM2.5 concentrations. Multicollinearity findings indicate that there is no multicollinearity problem in the model; normality test results show that the normality assumption is not met. In the Hausman test, it is found that the random effects estimator is inconsistent and the fixed effects estimator is consistent. The panel quantile regression analysis findings indicate that model fit is supported in the 10th-90th quantile ranges of the adjustment parameters.

For the purpose, first of all, the model was estimated with robust standard errors in line with the findings of the Breusch-Pagan Cook-Weisberg heterogeneity test, which provides the information that the heterogeneity assumption between different quantiles is not met. In the findings, it is reached that all variables are statistically significant at the 5% confidence level. According to the findings, a 1% increase in PM2.5 concentrations, fertility and mortality rates decreases life expectancy at birth by ~0.02%, ~0.17% and ~0.09%, respectively, while a 1% increase in health expenditures increases life expectancy at birth by ~0.04%. In this context, it is seen that the variable that affects life expectancy at birth the most is the fertility rate, and the variable that affects the least is PM2.5 levels. It is obtained that the R^2 value, which shows the explanatory power of the model, is approximately 0.60.

Conclusions

The results of the study show that PM2.5 air pollution should be included in countries' economic development, health agendas and planning strategies, and that environmental pollution-related reforms should be aligned with policies for higher health status. In addition, in the countries in the sample universe, it is recommended to control pollution together with non-governmental organizations under the leadership of governments, to increase social awareness about the magnitude of pollution and to mobilize civil will. Another suggestion is that environmental, health and economic policies should be handled with a holistic approach and interdisciplinary collaborations are necessary for successful pollution research. At the same time, sustainable development policies should be implemented to reduce the effects of air pollution on long-term economic development and health. In addition, low-development countries have high health risks not only because they lack the financial means to afford their medical treatment, but also because they are exposed to high levels of pollution. Therefore, it is important to improve environmental regulations regarding pollution, reduce birth and death rates and increase health expenditures in order to increase life expectancy at birth.