



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ÇEVRESEL FAKTÖRLER VE YAŞAM BEKLENTİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAHAMAT ABAKAR HASSANE

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MUHAMMED BENLİ

BİLECİK, 2026

10774242

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ÇEVRESEL FAKTÖRLER VE YAŞAM BEKLENTİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAHAMAT ABAKAR HASSANE

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MUHAMMED BENLİ

BİLECİK, 2026

10774242

## BEYAN

‘Çevresel Faktörler ve Yaşam Beklentisi’ adlı yüksek lisans hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, [Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine](#) uygun olarak tezimi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir tez/dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

**Mahamat Abakar Hassane**

**Tarih**

.....

**İmza**

.....

## ÖN SÖZ

Akademik yolculuğumun önemli bir adımı olan bu tez çalışmasının hazırlanması süreci benim için öğretici bir deneyim olmuştur.

Öncelikle, lisans eğitimimden başlayıp yüksek lisans sürecine kadar uzanan bu yolda, bana kattığı sayısız değer, sabrı ve yapıcı eleştirileri için tez danışmanım Doç. Dr. Muhammed BENLİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi sadece iyi bir hoca değil, aynı zamanda benim için mükemmel bir yol göstericidir; üzerimdeki emeği için kendisine minnettarım.

Ayrıca, eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen diğer tüm hocalarıma da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Son olarak, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, her türlü zorluğa rağmen maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, aradaki mesafeye rağmen varlıklarıyla bana her zaman güç veren kıymetli aileme, özellikle babama ve anneme sonsuz şükranlarımı sunarım.

**Mahamat Abakar Hassane**

**2026**

## ÖZET

Bu çalışma, çevresel baskıların uzun ömürlülük üzerindeki etkilerini yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi göstergeleri üzerinden incelemektedir. Mevcut literatür, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerini çoğunlukla ortalama ilişkiler çerçevesinde ele almakta; bu yaklaşım, çevresel baskıların sağlık dağılımının farklı noktalarındaki heterojen etkilerini göz ardı etmektedir. Bu tez, söz konusu sınırlılığı aşmak amacıyla, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini dağılım temelli bir perspektifle analiz etmektedir.

Çalışmada, 2000-2022 dönemini kapsayan çok ülkeli panel veri seti kullanılarak ekolojik ayak izi, PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkileri incelenmektedir. Analizlerde Machado ve Santos Silva (2019) tarafından geliştirilen Momentler Kantil Regresyonu (MMQR) yöntemi uygulanmakta; böylece çevresel baskıların sağlık dağılımının alt, orta ve üst kantillerinde nasıl farklılaştığı ortaya konulmaktadır. Ayrıca ülkeler, gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grupları şeklinde ayrıştırılarak, çevresel baskıların sağlık üzerindeki etkilerinin kurumsal ve ekonomik bağlama göre değişip değişmediği analiz edilmektedir.

Elde edilen bulgular, ekolojik ayak izinin hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde tüm kantiller boyunca istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkilere sahip olduğunu göstermektedir. PM2.5 maruziyetinin olumsuz etkileri özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve düşük-orta kantillerde daha belirgin hâle gelmektedir. CO<sub>2</sub> emisyonları ise her iki ülke grubunda da uzun dönemli ve kalıcı sağlık kayıplarıyla ilişkilidir. Ayrıca kişi başına gelir ve sağlık harcamalarının çevresel baskıların olumsuz etkilerini kısmen telafi ettiği, ancak bu telafi mekanizmasının kantiller boyunca homojen olmadığı tespit edilmiştir.

Bu tez, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerini yalnızca yaşam süresi üzerinden değil, sağlıklı yaşam süresi perspektifinden de ele alarak literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Bulgular, çevre ve sağlık politikalarının birlikte tasarlanmasının önemine işaret etmekte; özellikle çevresel baskıların sağlık dağılımının farklı noktalarında yarattığı asimetrik etkilerin politika tasarımında dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çevresel baskılar, yaşam beklentisi, sağlıklı yaşam beklentisi, ekolojik ayak izi, MMQR.

## ABSTRACT

This study examines the effects of environmental pressures on longevity by jointly analyzing life expectancy and healthy life expectancy. The existing literature predominantly focuses on average effects of environmental degradation on health outcomes, thereby overlooking the heterogeneous and distribution-dependent nature of these impacts. To address this limitation, the present thesis adopts a distributional perspective to assess how environmental pressures affect different points of the health distribution.

Using a multi-country panel dataset covering the period 2000-2022, the study investigates the effects of ecological footprint, PM<sub>2.5</sub> exposure, and CO<sub>2</sub> emissions on life expectancy and healthy life expectancy. The empirical analysis is conducted using the Method of Moments Quantile Regression (MMQR) approach developed by Machado and Santos Silva (2019), which allows the estimation of heterogeneous effects across the conditional distribution of health outcomes. Countries are further classified into developed and developing groups to explore whether the health impacts of environmental pressures vary across different economic and institutional contexts.

The results indicate that the ecological footprint exerts a consistently negative and statistically significant effect on both life expectancy and healthy life expectancy across all quantiles. The adverse effects of PM<sub>2.5</sub> exposure are particularly pronounced in developing countries and at lower and middle quantiles of the health distribution. CO<sub>2</sub> emissions are associated with persistent and long-term reductions in both health indicators in both country groups. Moreover, income per capita and health expenditures partially mitigate the negative effects of environmental pressures, although this compensatory effect varies across quantiles.

By jointly considering life expectancy and healthy life expectancy within a distributional framework, this thesis provides a more comprehensive assessment of the health consequences of environmental degradation. The findings highlight the importance of integrated environmental and health policies and emphasize that environmental pressures generate asymmetric health effects across the distribution, which should be explicitly accounted for in policy design.

**Keywords:** Environmental pressures, life expectancy, healthy life expectancy, ecological footprint, MMQR.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
2.1. Yaşam Beklentisi Kavramı ve Çevresel Faktörlerle İlişkisi.....	4
2.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi Kavramı ve Çevresel Faktörler.....	8
2.3. Çevresel Faktörler, Mortalitenin Yapısı ve Hastalık Yükü.....	10
2.4. Mekânsal Heterojenlik, Bölgesel Eşitsizlikler ve Çevresel Riskler.....	13
2.5. Kurumsal Yapı, Politika Çerçevesi ve Çevre-Sağlık Etkileşimi.....	14
2.6. Çevresel Faktörler, Sosyoekonomik Yapı ve Sağlık Eşitsizlikleri.....	16
2.7. Literatürün Genel Değerlendirmesi ve Bu Tezin Konumlanması.....	18
3. ARAŞTIRMA SORULARI VE HİPOTEZLER.....	21
3.1. Temel Hipotezler.....	22
3.2. Özgül Kirlilik Kanallarına İlişkin Hipotezler.....	22
3.3. Telafi Mekanizmalarına İlişkin Hipotezler.....	23
3.4. Genel Değerlendirme.....	23
4. METODOLOJİ.....	25
4.1. Temel Model: Koşullu Location-Scale Yapısı.....	25
4.2. Koşullu Kantillerin Türetilmesi.....	25
4.3. Moment Koşulları ve Tahmin Mantığı.....	26

4.4. Uygulamada MMQR Tahmini .....	26
4.5. Yöntemin Avantajları ve Bu Çalışmaya Katkısı .....	27
5. VERİLER.....	29
6. AMPİRİK BULGULAR.....	36
6.1. Gelişmekte Olan Ülkelerde Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Model).....	36
6.1.1. Yaşam Beklentisi.....	37
6.1.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi .....	38
6.1.3. Genel Değerlendirme .....	38
6.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller) .....	39
6.2.1. PM2.5 Maruziyeti .....	40
6.2.2. CO <sub>2</sub> Emisyonları .....	41
6.2.3. Birleşik PM2.5 ve CO <sub>2</sub> Modelleri .....	41
6.2.4. Genel Değerlendirme .....	41
6.3. Ana Bulgular: Gelişmiş Ülkelerde Ekolojik Ayak İzi ve Uzun Yaşam .....	42
6.3.1. Yaşam Beklentisi.....	43
6.3.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi .....	43
6.3.3. Genel Değerlendirme .....	44
6.4. Gelişmiş Ülkelerde Özgül Kirlilik Kanalları: İkinci MMQR Bulguları .....	44
6.4.1. PM2.5 Maruziyeti .....	45
6.4.2. CO <sub>2</sub> Emisyonları .....	46
6.4.3. Birleşik Modeller: PM2.5 ve CO <sub>2</sub> .....	46
6.4.4. Genel Değerlendirme .....	47
7. GELİŞMEKTE OLAN VE GELİŞMİŞ ÜLKELER: KARŞILAŞTIRMA.....	48
7.1. Ekolojik Ayak İzi: Kümülatif Baskının Evrensel Rolü.....	48
7.2. Özgül Kirlilik Kanalları: Ayrışan Mekanizmalar .....	48
7.3. Gelir ve Sağlık Harcamaları: Doygunluk ve Telafi Etkisi.....	49

<b>7.4. Genel Çıkarımlar .....</b>	<b>49</b>
<b>8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>52</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>56</b>

## TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
<b>Tablo 5.1.</b> Seçili Ülkeler.....	29
<b>Tablo 5.2.</b> Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler.....	32
<b>Tablo 5.3.</b> Tanımlayıcı İstatistikler.....	33
<b>Tablo 5.4.</b> Korelasyon Matrisi.....	35
<b>Tablo 6.1.</b> MMQR Sonuçları: Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Modeller -Gelişmekte Olan Ülkeler).....	37
<b>Tablo 6.2.</b> MMQR Sonuçları: Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller) (Gelişmekte Olan Ülkeler).....	39
<b>Tablo 6.3.</b> MMQR Sonuçları: Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Modeller - Gelişmiş Ülkeler).....	42
<b>Tablo 6.4.</b> MMQR Sonuçları: Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller - Gelişmiş Ülkeler).....	44
<b>Ek Tablo E1.</b> Tüm Çevresel Göstergeleri İçeren MMQR Modeli (Gelişmekte Olan Ülkeler).....	56
<b>EK Tablo E2.</b> TÜM ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ İÇEREN MMQR MODELİ (GELİŞMİŞ ÜLKELER).....	57

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

**$\alpha$ :** Alfa

**$\beta$ :** Beta

**$\gamma$ :** Gama

**$\sigma$ :** Sigma

**$\tau$ :** Tau

**ABD:** Amerika Birleşik Devletleri

**CO<sub>2</sub>:** Karbondioksit

**GSYİH:** Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

**GWR :** Coğrafi Ağırlıklı Regresyon (Geographically Weighted Regression)

**MMQR:** Momentler Kantil Regresyon Yöntemi (Method of Moments Quantile Regression)

**OLS:** En Küçük Kareler Yöntemi (Ordinary Least Squares)

**PM2.5 :** 2.5 Mikrondan Küçük Partikül Madde

**WB:** World Bank (Dünya Bankası)

**WDI:** World Development Indicators (Dünya Kalkınma Göstergeleri)

**WHO:** World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

## 1. GİRİŞ

Son yirmi yılda küresel ölçekte yaşanan çevresel bozulma, yalnızca ekosistemler ve doğal kaynaklar üzerinde değil, aynı zamanda toplumların sağlık düzeyi ve refahı üzerinde de derin ve kalıcı etkiler yaratmaktadır. Hızlanan sanayileşme, artan enerji tüketimi, kentleşme ve fosil yakıta dayalı üretim süreçleri; hava kirliliği, karbon emisyonları ve iklimle ilişkili çevresel risklerin giderek yoğunlaşmasına yol açmaktadır. Bu gelişmeler, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini hem akademik literatürde hem de politika tartışmalarında merkezi bir konuma taşımaktadır (Apte vd., 2018; Lelieveld vd., 2020; Allen vd., 2016).

Çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkileri literatürde uzun süre ağırlıklı olarak yaşam beklentisi göstergesi üzerinden ele alınmıştır. Birçok çalışma, çevresel kirlilik, karbon emisyonları ve enerji kullanım yapısının ortalama yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir (Hossain vd., 2020; Nkalu ve Edeme, 2019; Beyene ve Kotosz, 2021; Rjoub vd., 2021). Bununla birlikte, yaşam beklentisi göstergesi bireylerin yaşam süresi boyunca sağlıklarını hangi koşullarda sürdürdüklerini yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. Bu durum, sağlık çıktılarının yalnızca niceliksel değil, aynı zamanda niteliksel boyutlarının da dikkate alınması gerekliliğini gündeme getirmiştir (Coyle vd., 2003).

Bu bağlamda literatürde giderek daha fazla önem kazanan sağlıklı yaşam beklentisi kavramı, bireylerin yaşamlarının ne kadarını hastalık ve engellilikten arınmış biçimde geçirdiklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Sağlıklı yaşam beklentisi, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini daha hassas biçimde yakalayabilen bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Bayati vd., 2013; Chen vd., 2013). Son dönemde yapılan çalışmalar, çevresel bozulmanın yalnızca yaşam süresini değil, bireylerin yaşamlarının daha büyük bir bölümünü sağlıksız koşullarda geçirmelerine de neden olduğunu ortaya koymaktadır (Abbasi-Kangevari vd., 2023; Aziz vd., 2024; Shaari vd., 2024).

Buna rağmen, mevcut literatür incelendiğinde çevresel faktörlerin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin çoğu zaman ayrı ayrı ele alındığı görülmektedir. Her iki göstergenin aynı analitik çerçeve içinde değerlendirilmesi ise görece sınırlı kalmıştır. Oysa çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin kapsamlı biçimde anlaşılabilmesi için, bireylerin ne kadar yaşadıkları kadar, bu yaşam süresini hangi sağlık koşulları altında sürdürdüklerinin de birlikte incelenmesi gerekmektedir. Bu durum, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin literatürde önemli bir boşluğa işaret etmektedir.

Çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkileri yalnızca ortalama düzeyde değil, aynı zamanda bölgesel ve ülkeler arası farklılıklar çerçevesinde de şekillenmektedir. Mekânsal heterojenliği dikkate alan çalışmalar, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin coğrafi bağlama, ekonomik yapıya ve yerel çevresel koşullara duyarlı olduğunu göstermektedir (Qiu ve Wu, 2022; Mondal vd., 2019; Rodriguez-Alvarez, 2021). Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin tüm ülkelerde ve bölgelerde aynı düzeyde ortaya çıkmadığını göstermektedir.

Bu noktada ülkelerin gelişmişlik düzeyi, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin anlaşılmasında kritik bir ayırım sunmaktadır. Gelişmiş ülkeler, daha güçlü sağlık sistemleri, daha yüksek kurumsal kapasite ve daha etkin çevre politikaları sayesinde çevresel risklerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen sınırlayabilmektedir (Walkowiak vd., 2025; Muradov vd., 2024). Buna karşılık gelişmekte olan ülkelerde çevresel bozulma, daha zayıf sağlık altyapıları ve sınırlı politika kapasitesi nedeniyle daha ağır sağlık kayıplarına yol açabilmektedir (Nkalu ve Edeme, 2019; Biyase vd., 2023). Bu durum, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ayrı ayrı ele alınmasını analitik açıdan anlamlı kılmaktadır.

Teorik açıdan bakıldığında, çevresel faktörler ile sağlık arasındaki ilişki, sağlık sermayesi yaklaşımı çerçevesinde açıklanmaktadır. Bu yaklaşıma göre çevresel bozulma, bireylerin sağlık sermayesini aşındırarak hem yaşam süresini hem de yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (Pautrel, 2009; Mariani vd., 2010). Çevresel riskler, doğrudan fizyolojik etkiler yoluyla olduğu kadar, sosyoekonomik eşitsizlikleri derinleştirerek dolaylı kanallar aracılığıyla da sağlık çıktıları üzerinde belirleyici olmaktadır (Gupta ve Kumar, 2022; Caruso ve Candore, 2025).

Bu tez, söz konusu teorik ve ampirik literatürden hareketle, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini 2000-2022 dönemini kapsayan çok ülkeli bir veri seti kullanarak incelemektedir. Çalışma, çevresel faktörlerin hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini aynı analitik çerçeve içinde ele alarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre ayrıştırılması yoluyla, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin farklı ekonomik ve kurumsal bağlamlarda nasıl değiştiğini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Bu yönüyle tez, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin literatüre üç temel katkı sunmaktadır. İlk olarak, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisini birlikte

ele alarak çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki niceliksel ve niteliksel etkilerini bütüncül biçimde değerlendirmektedir. İkinci olarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ayrımı üzerinden çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerindeki yapısal farklılıkları ortaya koymaktadır. Üçüncü olarak ise 2000-2022 dönemini kapsayan güncel bir veri seti kullanarak çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki uzun dönemli etkilerine ışık tutmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini yalnızca ortalama yaşam süresi üzerinden değil, sağlıklı yaşam süresi perspektifinden de ele alarak, çevre-sağlık literatürüne özgün ve bütüncül bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Elde edilecek bulguların, çevresel politikaların ve sağlık politikalarının birlikte tasarlanmasına yönelik önemli çıkarımlar sağlaması beklenmektedir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Yaşam Beklentisi Kavramı ve Çevresel Faktörlerle İlişkisi

Yaşam beklentisi, bireylerin doğumdan itibaren ortalama olarak kaç yıl yaşayacaklarını ifade eden temel bir demografik göstergedir ve uzun süredir toplumların sağlık düzeyini, refah seviyesini ve sosyoekonomik koşullarını yansıtan önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Demografik ve iktisadi literatürde yaşam beklentisi, yalnızca sağlık sistemlerinin performansını değil, bireylerin içinde yaşadığı çevresel, ekonomik ve sosyal koşulların bileşik bir sonucu olarak ele alınmaktadır. Bu çerçevede Hertz vd. (1994), yaşam beklentisinin çok boyutlu bir sağlık göstergesi olduğunu vurgulamakta ve çevresel koşulların bu göstergenin şekillenmesinde merkezi bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çalışmada, bireylerin maruz kaldığı çevresel risklerin uzun vadede sağlık durumlarını etkilediği ve bunun yaşam süresine yansıdığı ifade edilmektedir.

Yaşam beklentisinin biyolojik sınırları üzerine yapılan tartışmalar da bu literatürün önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Christensen ve Vaupel (1996), yaşam beklentisindeki artışların biyolojik sınırlarını ele almakta ve yaşam süresindeki uzamanın her zaman sağlık durumundaki iyileşmeyle eş zamanlı olmadığını göstermektedir. Bu yaklaşım, yaşam beklentisinin niceliksel bir ölçüt olmasının ötesinde, yaşam süresinin hangi koşullarda ve ne ölçüde sağlıklı geçirildiği sorusunu gündeme getirmektedir. Dolayısıyla, çevresel faktörlerin yalnızca yaşam süresini uzatıp uzatmadığı değil, bu sürenin sağlık niteliğini nasıl etkilediği de önem kazanmaktadır.

Çevresel koşulların sağlık üzerindeki etkilerinin kısa vadeli sonuçlarla sınırlı olmadığı, literatürde erken dönemden itibaren vurgulanmaktadır. Gulis (2000), çevresel bozulmanın halk sağlığı üzerindeki etkilerinin çoğu zaman gecikmeli biçimde ortaya çıktığını ve bu etkilerin yaşam beklentisi gibi uzun dönemli göstergeler aracılığıyla daha net biçimde gözlemlenebildiğini savunmaktadır. Bu çalışmada, hava kirliliği, su kalitesi ve çevresel toksinlere maruziyet gibi faktörlerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin zaman içinde biriktiği ve bireylerin yaşam sürelerini dolaylı biçimde etkilediği ifade edilmektedir.

Sağlık göstergelerinin ölçümüne yönelik eleştiriler de bu tartışmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Coyle vd. (2003), sağlık çıktılarının yalnızca mortalite oranları üzerinden değerlendirilmesinin eksik bir yaklaşım olduğunu belirtmekte ve yaşam kalitesi ile fonksiyonel sağlık durumunu dikkate alan göstergelerin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca ölüm oranlarıyla değil,

bireylerin yaşam süresi boyunca karşılaştıkları sağlık kayıplarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini ampirik olarak ele alan çalışmalar, bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı ve güçlü olduğunu göstermektedir. Chen vd. (2013), Çin için gerçekleştirdikleri bölgesel analizlerde çevresel kirlilik düzeylerinin yaşam beklentisi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, hava kirliliği ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yaşam beklentisinin daha düşük olduğunu göstermekte; çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin mekânsal olarak heterojen bir yapı sergilediğini vurgulamaktadır.

Benzer biçimde, Wen ve Gu (2012), Çin ekonomisi özelinde çevresel bozulma ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel kirliliğin yaşam beklentisini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Çalışmada, hızlı sanayileşme sürecinin çevresel maliyetlerinin sağlık göstergelerine yansıdığı ifade edilmektedir. Bu bulgular, çevresel büyüme modellerinin sağlık üzerindeki dolaylı etkilerine dikkat çekmektedir.

Gelişmekte olan ülkeler bağlamında yapılan çalışmalar da çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin daha belirgin olduğunu göstermektedir. Taşkaya ve Demirkıran (2016), Türkiye için gerçekleştirdikleri analizde çevresel göstergeler ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel bozulmanın yaşam beklentisi üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel kaliteyi artırmaya yönelik politikaların sağlık göstergeleri üzerinde dolaylı fakat anlamlı etkiler doğurduğunu vurgulamaktadır.

Afrika ülkeleri üzerine odaklanan Nkalu ve Edeme (2019), çevresel kirlilik ve enerji tüketiminin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini panel veri yöntemiyle incelemekte ve çevresel bozulmanın yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı biçimde azalttığını göstermektedir. Çalışma, özellikle düşük gelirli ülkelerde çevresel risklere karşı sağlık sistemlerinin daha kırılgan olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, Rahman vd. (2022) tarafından yapılan çalışmayla da desteklenmektedir. Gelişmekte olan ülkeleri kapsayan bu çalışmada karbon emisyonlarının yaşam beklentisi üzerindeki etkileri analiz edilmekte ve emisyon artışlarının yaşam süresini olumsuz yönde etkilediği ortaya konmaktadır. Çalışma, çevresel bozulmanın küresel ölçekte sağlık üzerinde sistematik bir baskı yarattığını göstermektedir.

Çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin yalnızca hava kirliliği ile sınırlı olmadığı, literatürde farklı çevresel göstergeler üzerinden de ortaya konmaktadır. Okamoto (2006), çevresel kalite göstergeleri ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi teorik bir çerçevede ele almakta ve çevresel bozulmanın bireylerin sağlık sermayesini zaman içinde aşındırarak yaşam beklentisini düşürdüğünü ifade etmektedir. Bu yaklaşım, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin dolaylı ve uzun vadeli mekanizmalar üzerinden işlediğini göstermektedir.

Benzer biçimde Pautrel (2009), çevresel bozulma, sağlık ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimi teorik bir model çerçevesinde incelemekte ve çevresel kirliliğin sağlık kanalı aracılığıyla yaşam beklentisini etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, çevresel kaliteyi iyileştirmeye yönelik politikaların yalnızca çevresel sonuçlar doğurmadığı, aynı zamanda sağlık ve refah üzerinde de belirleyici etkiler yarattığı vurgulanmaktadır. Mariani vd. (2010) ise çevresel kalite ile yaşam beklentisi arasındaki ilişkinin çift yönlü bir yapıya sahip olduğunu ileri sürmekte; daha yüksek yaşam beklentisinin çevresel kalite talebini artırdığını, çevresel kalitedeki iyileşmenin ise sağlık çıktıları üzerinden yaşam süresini uzattığını göstermektedir.

Bu teorik çerçeve, Mariani vd. (2019) tarafından dinamik bir yapı içinde yeniden ele alınmakta ve çevresel bozulma ile yaşam beklentisi arasındaki ilişkinin zaman içinde farklı dengelere ulaşabildiği ortaya konmaktadır. Bu çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin statik değil, dinamik ve zamanla değişen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Ampirik literatürde çevresel kirliliğin yaşam beklentisi üzerindeki etkileri farklı coğrafi bağlamlarda incelenmektedir. Hossain vd. (2020), Güney Asya ülkeleri için gerçekleştirdikleri analizde çevresel kirlilik ve enerji tüketiminin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini incelemekte ve özellikle fosil yakıta dayalı enerji kullanımının sağlık sonuçlarını olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Nkalu ve Edeme (2019), Afrika ülkeleri için yaptıkları çalışmada çevresel kirlilik göstergelerinin yaşam beklentisini anlamlı biçimde azalttığını göstermektedir. Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin gelişmekte olan ülkelerde daha güçlü olduğunu düşündürmektedir.

Biyase vd. (2023), Sahra Altı Afrika ülkeleri üzerine odaklanarak çevresel faktörler ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel bozulmanın yaşam beklentisi üzerindeki olumsuz etkilerinin gelir düzeyi düşük ülkelerde daha belirgin olduğunu ortaya

koymaktadır. Bu çalışma, çevresel risklere karşı sağlık sistemlerinin dayanıklılığının ülkeler arasında farklılaştığını göstermektedir. Benzer sonuçlar Nkalu ve Edeme (2019) ile Rahman vd. (2022) tarafından da desteklenmektedir.

Çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkileri yalnızca gelişmekte olan ülkelerle sınırlı değildir. Beyene ve Kotosz (2021), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri kapsayan analizlerinde çevresel kirlilik göstergelerinin yaşam beklentisini istatistiksel olarak anlamlı biçimde etkilediğini göstermektedir. Çalışma, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin ülkelerin kurumsal kapasitesi ve gelir düzeyine bağlı olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır.

Bu noktada enerji kullanımı ve çevresel kirlilik arasındaki ilişki de literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Rjoub vd. (2021), enerji tüketimi, karbon emisyonları ve yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi panel veri yöntemiyle incelemekte ve enerji yoğun büyüme modellerinin sağlık üzerinde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Khan vd. (2024), benzer biçimde enerji kaynaklarının yapısının yaşam beklentisi üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymakta; yenilenebilir enerji kullanımının sağlık sonuçlarını iyileştirdiğini vurgulamaktadır.

Bu literatür, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin tek bir kanaldan değil, birden fazla mekanizma üzerinden işlediğini göstermektedir. Gupta ve Kumar (2022), çevresel bozulma, gelir eşitsizliği ve sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel kirliliğin sosyal eşitsizlikleri derinleştirerek dolaylı biçimde yaşam beklentisini etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin sosyal yapıdan bağımsız düşünülmemeyeceğini göstermektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, çevresel bozulmanın yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin zaman içinde değiştiğini de ortaya koymaktadır. Li vd. (2023) ve Li vd. (2025), çevresel maruziyetlerin sağlık üzerindeki etkilerini uzun dönemli veriler kullanarak incelemekte ve çevresel risklerin birikimli etkiler yarattığını göstermektedir. Bu çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin kısa vadeli şoklardan ziyade uzun vadeli süreçler üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Zha vd. (2019) ve Yin vd. (2020), Çin için gerçekleştirdikleri analizlerde çevresel stres göstergelerinin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini incelemekte ve çevresel bozulmanın sağlık üzerinde kalıcı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Wen ve Gu (2012) ile Wu vd. (2020) da benzer biçimde çevresel kirliliğin sağlık sonuçlarını olumsuz etkilediğini ve bu etkinin zaman içinde güçlendiğini göstermektedir.

Son dönemde yapılan çalışmalar, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin yalnızca ekonomik büyüme veya gelir düzeyi ile açıklanamayacağını ortaya koymaktadır. Timilsina vd. (2025), çevresel faktörler, enerji dönüşümü ve sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi dinamik bir çerçevede ele almakta ve çevresel politikaların sağlık üzerindeki etkilerinin zaman içinde farklılaştığını göstermektedir. Walkowiak vd. (2025), benzer biçimde çevresel bozulmanın yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin kurumsal yapı ve politika setlerine bağlı olarak değiştiğini vurgulamaktadır.

## **2.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi Kavramı ve Çevresel Faktörler**

Yaşam beklentisi göstergesinin sağlık durumunu yalnızca niceliksel açıdan yansıtması, literatürde bu göstergenin sınırlılıklarına yönelik eleştirilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, bireylerin yaşam süreleri boyunca sağlıklarını hangi koşullarda sürdürdüklerini dikkate alan sağlıklı yaşam beklentisi kavramı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Sağlıklı yaşam beklentisi, bireylerin ortalama yaşam süresi içerisinde hastalık ve engellilikten arınmış olarak geçirdikleri süreyi ifade etmekte ve bu yönüyle sağlık çıktılarının niteliğini daha kapsamlı biçimde yansıtmaktadır. Coyle vd. (2003), sağlık göstergelerinin değerlendirilmesinde yaşam kalitesini dikkate alan ölçütlerin gerekliliğini vurgulamakta ve sağlıklı yaşam beklentisi gibi göstergelerin bu ihtiyaca yanıt verdiğini belirtmektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisinin ampirik olarak hesaplanması ve analiz edilmesi, sağlık literatüründe önemli bir metodolojik dönüşümü temsil etmektedir. Bayati vd. (2013), İran için gerçekleştirdikleri çalışmada Sullivan yöntemini kullanarak sağlıklı yaşam beklentisini hesaplamakta ve bu göstergenin sosyoekonomik koşulların yanı sıra çevresel faktörlerden de güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada, çevresel bozulmanın bireylerin yaşamlarının daha büyük bir bölümünü hastalıkla geçirmelerine yol açtığı ve bu durumun sağlıklı yaşam beklentisini anlamlı biçimde azalttığı ifade edilmektedir. Bu bulgular, çevresel faktörlerin yalnızca yaşam süresini değil, yaşam süresinin sağlık niteliğini de belirlediğini göstermektedir.

Chen vd. (2013), Çin için bölgesel düzeyde gerçekleştirdikleri analizlerde sağlıklı yaşam beklentisini ele almakta ve bu göstergenin mekânsal olarak önemli farklılıklar sergilediğini ortaya koymaktadır. Çalışma, hava kirliliği düzeylerinin yüksek olduğu bölgelerde sağlıklı yaşam beklentisinin daha düşük olduğunu göstermekte ve çevresel

faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel bağlama duyarlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, çevresel eşitsizliklerin sağlık eşitsizlikleriyle örtüştüğünü göstermektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisini çevresel faktörlerle ilişkilendiren çalışmalar, bu göstergenin özellikle uzun dönemli sağlık kayıplarını yakalamada güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Abbasi-Kangevari vd. (2023), küresel ölçekte gerçekleştirdikleri analizde çevresel risk faktörlerinin sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini incelemekte ve hava kirliliği, çevresel toksinler ve iklimle ilişkili risklerin sağlıklı yaşam süresini anlamlı biçimde azalttığını göstermektedir. Çalışma, bu etkinin düşük ve orta gelirli ülkelerde daha belirgin olduğunu ortaya koymakta ve çevresel bozulmanın küresel ölçekte sağlık eşitsizliklerini derinleştirdiğini göstermektedir.

Bu literatür, Aziz vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmayla daha da genişletilmektedir. Aziz vd. (2024), sağlıklı yaşam beklentisini (Hlife) bağımlı değişken olarak ele almakta ve çevresel bozulma göstergeleri ile ekonomik ve kurumsal faktörlerin bu gösterge üzerindeki etkilerini panel veri yöntemiyle incelemektedir. Bulgular, çevresel bozulmanın sağlıklı yaşam süresini istatistiksel olarak anlamlı biçimde kısalttığını ve bu etkinin gelir düzeyi ve yönetim kalitesi gibi faktörlere bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu çalışma, sağlıklı yaşam beklentisinin çevresel faktörlere karşı duyarlılığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

Avrupa ülkeleri üzerine odaklanan çalışmalar da benzer sonuçlar sunmaktadır. Ciaula ve Portincasa (2020), hava kirliliği ile sağlıklı yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi incelemekte ve özellikle yaşlı nüfusun çevresel maruziyetlere karşı daha kırılgan olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yaş gruplarına göre farklılaştığını göstermekte ve demografik yapının bu ilişkiyi şekillendirdiğini vurgulamaktadır. Plagg ve Zerbe (2021) de çevresel streslerin özellikle yaşlı bireylerin sağlık durumunu olumsuz etkilediğini ve sağlıklı yaşam beklentisini düşürdüğünü ifade etmektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisini çevresel sürdürülebilirlik perspektifinden ele alan çalışmalar da literatürde giderek daha fazla yer almaktadır. Shaari vd. (2024), çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi çok ülkeli bir panel çerçevesinde incelemekte ve çevresel performanstaki iyileşmelerin sağlıklı yaşam beklentisini artırdığını göstermektedir. Çalışma, çevresel politikaların yalnızca çevresel sonuçlar değil, aynı zamanda sağlık kazanımları da yarattığını ortaya koymaktadır.

Benzer biçimde Shin vd. (2025), çevresel bozulma ve sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi farklı gelir grupları için analiz etmekte ve çevresel risklerin sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Walkowiak vd. (2025) ise çevresel kalite göstergeleri ile yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi birlikte ele almakta ve çevresel bozulmanın bu iki gösterge üzerinde farklı büyüklüklerde etki yarattığını ortaya koymaktadır.

Sağlıklı yaşam beklentisini etkileyen faktörler arasında çevresel risklerin yanı sıra enerji kullanımı ve üretim yapısının da önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Khan vd. (2024), enerji tüketimi yapısının sağlık çıktıları üzerindeki etkilerini incelemekte ve fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımının sağlıklı yaşam beklentisini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çalışma, yenilenebilir enerji kullanımının artmasının sağlık üzerinde dolaylı fakat olumlu etkiler yarattığını vurgulamaktadır.

Çevresel faktörlerin sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin mekânsal ve zamansal olarak değişkenlik gösterdiği de literatürde ortaya konmaktadır. Qiu ve Wu (2022), çevresel kirliliğin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel olarak farklılaştığını gösterirken, Timilsina vd. (2025) bu etkilerin zaman içinde de değişebildiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin statik değil, dinamik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Genel olarak sağlıklı yaşam beklentisini merkeze alan literatür, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca yaşam süresini değil, yaşam süresinin niteliğini de belirlediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel bozulmanın bireylerin daha uzun süre yaşamasına rağmen yaşamlarının daha büyük bir bölümünü hastalıkla geçirmelerine neden olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, sağlıklı yaşam beklentisi göstergesi, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki uzun dönemli etkilerini değerlendirmede yaşam beklentisine kıyasla daha hassas bir ölçüt sunmaktadır.

### **2.3. Çevresel Faktörler, Mortalitenin Yapısı ve Hastalık Yükü**

Çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkileri literatürde yalnızca yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinden değil, aynı zamanda mortalite yapısı ve hastalık yükü çerçevesinde de ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin doğrudan ve kısa vadeli sonuçlarını ortaya koymayı amaçlamakta; özellikle erken ölümler, hastalığa bağlı yaşam yılı kayıpları ve çevresel risklere atfedilebilir

mortalite oranları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda mortalite odaklı çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki baskısını nicel olarak görünür kılmaktadır.

Apte vd. (2018), küresel ölçekte gerçekleştirdikleri kapsamlı çalışmada hava kirliliğinin erken ölümler üzerindeki etkilerini incelemekte ve özellikle ince partikül madde (PM2.5) maruziyetinin mortaliteyi önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır. Çalışma, hava kirliliğine atfedilebilir ölümlerin dünya genelinde milyonlarca erken ölüme yol açtığını göstermekte ve çevresel faktörlerin küresel sağlık üzerindeki yükünü açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca yerel değil, küresel bir sorun niteliği taşıdığını göstermektedir.

Lelieveld vd. (2020), hava kirliliğine bağlı yaşam süresi kayıplarını hesaplamakta ve çevresel kirliliğin küresel ölçekte yaşam beklentisini ne ölçüde azalttığını nicel olarak ortaya koymaktadır. Çalışma, hava kirliliğinin yaşam süresi üzerindeki etkilerinin birçok geleneksel sağlık riskinden daha büyük olabileceğini göstermekte ve çevresel kirliliğin halk sağlığı açısından kritik bir tehdit oluşturduğunu vurgulamaktadır. Bu çalışma, mortalite temelli yaklaşımların çevresel risklerin sağlık üzerindeki büyüklüğünü ortaya koymadaki önemini göstermektedir.

İklim değişikliği ve aşırı hava olayları da mortalite literatüründe önemli bir yer tutmaktadır. Allen vd. (2016), sıcaklık aşırılıkları ile ölüm oranları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve özellikle aşırı sıcaklıkların mortaliteyi anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir. Çalışma, iklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca geleceğe yönelik bir risk değil, halihazırda gözlemlenen bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, iklim kaynaklı çevresel risklerin sağlık politikaları açısından acil müdahale gerektiren bir alan olduğunu göstermektedir.

Endüstriyel faaliyetler ve çevresel toksinlere maruziyet de hastalık yükü literatüründe sıklıkla ele alınmaktadır. Dugan vd. (2023), endüstriyel kirlilik kaynaklarının sağlık üzerindeki etkilerini incelemekte ve çevresel toksinlerin solunum yolu hastalıkları ve kardiyovasküler rahatsızlıklar yoluyla mortaliteyi artırdığını ortaya koymaktadır. Ebhota vd. (2023) ise çevresel toksinlere maruziyetin uzun vadede kronik hastalık yükünü artırarak ölüm oranlarını yükselttiğini göstermektedir. Bu çalışmalar, çevresel kirliliğin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca akut değil, kronik ve uzun vadeli sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır.

Çevresel faktörlerin hastalık yükü üzerindeki etkileri, son yıllarda yapılan çalışmalarda daha ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Li vd. (2023), çevresel maruziyetlerin küresel hastalık yükü üzerindeki etkilerini incelemekte ve hava kirliliğinin hastalıkla geçirilen yaşam yıllarını anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir. Li vd. (2025) ise bu analizleri genişleterek çevresel risklerin farklı hastalık türleri üzerindeki etkilerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca ölümlle sınırlı olmadığını, yaşam kalitesini de ciddi biçimde etkilediğini göstermektedir.

Çin özelinde yapılan çalışmalar, çevresel faktörlerin mortalite ve hastalık yükü üzerindeki etkilerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Wu vd. (2020), hava kirliliği ile ölüm oranları arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel kirliliğin özellikle yaşlı nüfus üzerinde daha güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Yin vd. (2020), çevresel stres göstergelerinin sağlık üzerindeki etkilerini ele almakta ve hava kirliliği ile ilişkili sağlık kayıplarının zaman içinde arttığını ortaya koymaktadır. Zha vd. (2019) ise çevresel bozulmanın yalnızca mortaliteyi değil, aynı zamanda uzun vadeli sağlık bozulmalarını da tetiklediğini göstermektedir. Bu çalışmalar, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin demografik gruplar arasında farklılaştığını ortaya koymaktadır.

İklim kaynaklı çevresel risklerin mortalite üzerindeki etkileri, son dönemde yapılan çalışmalarla daha da ayrıntılandırılmaktadır. Sundas vd. (2024), iklim değişikliğiyle ilişkili çevresel risklerin özellikle kırılgan nüfus gruplarında ölüm oranlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel şoklara karşı adaptasyon kapasitesinin düşük olduğu toplumlarda sağlık kayıplarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Tarcă vd. (2024) ise çevresel streslerin sağlık üzerindeki etkilerini bölgesel düzeyde ele almakta ve çevresel risklerin mortalite üzerindeki etkilerinin coğrafi bağlama duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu literatür, çevresel faktörlerin mortalite üzerindeki etkilerinin kısa vadeli şoklar yoluyla ortaya çıkmasının yanı sıra, hastalık yükü üzerinden uzun vadeli sağlık kayıplarına da yol açtığını göstermektedir. Bu durum, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca ölüm oranlarıyla değil, hastalıkla geçirilen yaşam yılları ve sağlık kalitesi göstergeleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla mortalite ve hastalık yükü literatürü, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin kapsamını ve büyüklüğünü anlamada tamamlayıcı bir rol oynamaktadır.

## 2.4. Mekânsal Heterojenlik, Bölgesel Eşitsizlikler ve Çevresel Riskler

Çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin ülkeler ve bölgeler arasında homojen olmadığı, literatürde giderek daha belirgin biçimde ortaya konmaktadır. Bu bağlamda, mekânsal heterojenliği dikkate alan çalışmalar, çevresel risklerin sağlık sonuçları üzerindeki etkilerinin coğrafi bağlama duyarlı olduğunu göstermektedir. Qiu ve Wu (2022), Çin için gerçekleştirdikleri analizde çevresel kirliliğin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini hem klasik OLS hem de coğrafi ağırlıklı regresyon (GWR) yöntemleriyle incelemekte ve çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgeler arasında önemli ölçüde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Çalışma, sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde çevresel kirliliğin yaşam beklentisini daha güçlü biçimde azalttığını göstermektedir.

Benzer biçimde Mondal vd. (2019), Hindistan için eyalet düzeyinde gerçekleştirdikleri çalışmada çevresel bozulmanın sağlık göstergeleri üzerindeki etkilerinin bölgeden bölgeye değiştiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel kirliliğin sağlık üzerindeki etkilerinin ekonomik gelişmişlik düzeyi ve altyapı koşullarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, çevresel risklerin sağlık sonuçları üzerindeki etkilerinin mekânsal eşitsizlikleri derinleştirdiğini ortaya koymaktadır.

Avrupa ülkelerine odaklanan Rodriguez-Alvarez (2021), mekânsal ekonometrik yöntemler kullanarak çevresel kalite ile yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel bağlama duyarlı olduğunu göstermektedir. Çalışma, çevresel politikaların ve sağlık müdahalelerinin tek tip çözümler yerine bölgesel özellikleri dikkate alması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, çevresel risklerin yerel düzeyde daha etkili biçimde yönetilebileceğini göstermektedir.

Mekânsal heterojenlik, yalnızca ulusal sınırlar içinde değil, ülkeler arası karşılaştırmalarda da önem kazanmaktadır. Sampene vd. (2024), farklı bölgeleri kapsayan analizlerinde çevresel stres göstergelerinin sağlık sonuçları üzerindeki etkilerini incelemekte ve çevresel risklerin bazı bölgelerde daha yüksek sağlık kayıplarına yol açtığını ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin coğrafi ve iklimsel koşullara bağlı olarak farklılaştığını göstermektedir.

Son dönemde yapılan çalışmalar, mekânsal heterojenliğin zaman boyutuyla birlikte ele alınması gerektiğini de vurgulamaktadır. Georgescu vd. (2025), çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini uzun dönemli veriler kullanarak analiz etmekte ve çevresel risklerin sağlık sonuçları üzerindeki etkilerinin zaman içinde değişebildiğini göstermektedir. Çalışma,

bazı bölgelerde çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin giderek arttığını, bazı bölgelerde ise politika müdahaleleri sayesinde bu etkilerin zayıfladığını ortaya koymaktadır.

Mekânsal heterojenliğe ilişkin bulgular, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca çevresel risklerin düzeyiyle değil, aynı zamanda bölgelerin sosyoekonomik yapısı ve kurumsal kapasitesiyle de ilişkili olduğunu göstermektedir. Beyene ve Kotosz (2021), farklı ülkeleri kapsayan analizlerinde çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin ülkelerin gelir düzeyi ve kurumsal yapısına bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin mekânsal eşitsizlikler yoluyla derinleştiğini göstermektedir.

Çevresel faktörlerin mekânsal dağılımı, sağlık eşitsizliklerinin oluşumunda belirleyici bir rol oynamaktadır. Onisanwa vd. (2024), Afrika ülkeleri için gerçekleştirdikleri çalışmada çevresel kalite göstergeleri ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkinin bölgesel düzeyde farklılaştığını göstermektedir. Çalışma, çevresel bozulmanın yoğun olduğu bölgelerde sağlık göstergelerinin belirgin biçimde daha kötü olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, çevresel risklerin sağlık eşitsizliklerini artırıcı bir rol oynadığını göstermektedir.

Bu literatür, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin mekânsal olarak farklılaşmasının, politika tasarımı açısından önemli sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır. Çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel bağlama duyarlı olması, çevre ve sağlık politikalarının yerel koşulları dikkate alacak şekilde tasarlanması gerektiğini göstermektedir. Bu çerçevede, mekânsal heterojenliği dikkate alan analizler, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin daha doğru biçimde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

## **2.5. Kurumsal Yapı, Politika Çerçevesi ve Çevre-Sağlık Etkileşimi**

Çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin düzeyi ve yönü, yalnızca çevresel risklerin büyüklüğüne değil, aynı zamanda ülkelerin kurumsal yapısı, yönetim kapasitesi ve politika çerçevesine de bağlı olarak şekillenmektedir. Literatürde giderek artan sayıda çalışma, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin kurumsal kalite ve kamu politikaları aracılığıyla hafifletilebileceğini ya da derinleşebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, çevre-sağlık ilişkisini yalnızca fiziksel maruziyetler üzerinden değil, aynı zamanda yönetim ve politika mekanizmaları üzerinden ele almaktadır.

Amuka vd. (2018), Sahra Altı Afrika ülkeleri için gerçekleştirdikleri analizde çevresel bozulma ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkinin yönetim kalitesi ve kurumsal kapasiteye

bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Çalışma, çevresel risklerin yüksek olduğu ülkelerde dahi güçlü kurumların ve etkin kamu politikalarının sağlık üzerindeki olumsuz etkileri sınırlayabildiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin kaçınılmaz olmadığını; uygun kurumsal çerçevelerle yönetilebileceğini göstermektedir.

Kurumsal yapının çevre-sağlık etkileşimi üzerindeki rolü, Muradov vd. (2024) tarafından daha geniş bir örneklem üzerinden ele alınmaktadır. Çalışma, çevresel bozulma ile sağlık göstergeleri arasındaki ilişkinin yönetim kalitesi, hukukun üstünlüğü ve kamu etkinliği gibi kurumsal göstergelere duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin kurumsal kapasitesi yüksek ülkelerde daha zayıf olduğunu; zayıf kurumsal yapılarda ise çevresel bozulmanın sağlık kayıplarını derinleştirdiğini göstermektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik politikalarının sağlık çıktıları üzerindeki etkileri de literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Redzwan ve Ramli (2024), Asya ülkeleri için gerçekleştirdikleri çalışmada çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri ile yaşam beklentisi arasındaki ilişkiyi incelemekte ve çevresel performanstaki iyileşmelerin sağlık göstergeleri üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Çalışma, çevresel politikaların yalnızca ekolojik sonuçlar doğurmadığını, aynı zamanda toplum sağlığı açısından da önemli kazanımlar sağladığını göstermektedir.

Benzer biçimde Roy (2024), gelişmekte olan ülkelerde çevresel politika setlerinin sağlık çıktıları üzerindeki etkilerini analiz etmekte ve çevreye duyarlı politikaların uzun vadede yaşam beklentisini artırdığını göstermektedir. Çalışma, çevresel düzenlemelerin kısa vadede ekonomik maliyetler doğurabilmesine rağmen, uzun vadede sağlık kazanımları yoluyla toplumsal refahı artırdığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel politikaların sağlık boyutunun politika tasarımında yeterince dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Enerji politikaları ve üretim yapısının sağlık üzerindeki etkileri de kurumsal çerçeveye yakından ilişkilidir. Patil vd. (2023), enerji dönüşümü süreçlerinin sağlık çıktıları üzerindeki etkilerini incelemekte ve fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin sağlık göstergeleri üzerinde dolaylı fakat olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Çalışma, çevresel politikaların enerji sektörüyle entegrasyonunun sağlık üzerindeki etkilerini ortaya koyarak çevre, enerji ve sağlık politikalarının birlikte ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Walkowiak vd. (2025), çevresel kalite, kurumsal yapı ve sağlık göstergeleri arasındaki ilişkiyi çok boyutlu bir çerçevede ele almakta ve çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin ülkelerin politika tercihleri ve yönetim kapasitesine bağlı olarak farklılaştığını göstermektedir. Çalışma, güçlü kurumsal yapılara sahip ülkelerde çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin daha sınırlı kaldığını; zayıf politika çerçevelerine sahip ülkelerde ise bu etkilerin daha belirgin hâle geldiğini ortaya koymaktadır.

Bu literatür, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca çevresel risklerin düzeyiyle değil, aynı zamanda bu risklerin nasıl yönetildiğiyle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki olumsuz etkileri, etkin çevre politikaları, güçlü kurumlar ve bütüncül kamu müdahaleleriyle azaltılabilmektedir. Bu bağlamda, çevre-sağlık etkileşimi literatürü, politika tasarımında çevresel ve sağlık hedeflerinin birlikte ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

## **2.6. Çevresel Faktörler, Sosyoekonomik Yapı ve Sağlık Eşitsizlikleri**

Çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkileri, bireylerin ve toplumların sosyoekonomik konumlarından bağımsız değildir. Literatürde giderek artan sayıda çalışma, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin gelir düzeyi, eğitim, istihdam yapısı ve toplumsal eşitsizliklerle birlikte şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, çevresel bozulma sağlık eşitsizliklerini yalnızca yansıtan değil, aynı zamanda derinleştiren bir unsur olarak ele alınmaktadır. Sosyoekonomik yapı ile çevresel maruziyetler arasındaki etkileşim, çevre-sağlık literatürünün temel tartışma alanlarından birini oluşturmaktadır.

Gupta ve Kumar (2022), çevresel kirlilik, gelir eşitsizliği ve sağlık çıktıları arasındaki ilişkiyi çok ülkeli bir panel veri çerçevesinde incelemekte ve çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin gelir dağılımının daha bozuk olduğu ülkelerde daha güçlü olduğunu göstermektedir. Çalışma, çevresel risklere maruz kalmanın sosyoekonomik açıdan dezavantajlı gruplarda yoğunlaştığını ve bu durumun sağlık eşitsizliklerini artırdığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel bozulmanın yalnızca ortalama sağlık göstergelerini değil, sağlık dağılımını da olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Benzer biçimde Biyase vd. (2023), Sahra Altı Afrika ülkeleri için gerçekleştirdikleri analizde çevresel bozulmanın sağlık çıktıları üzerindeki etkilerini gelir düzeyi ve sosyal kırılganlık göstergeleriyle birlikte ele almaktadır. Çalışma, çevresel kirliliğin düşük gelirli nüfus gruplarında daha yüksek sağlık kayıplarına yol açtığını ve çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin sosyoekonomik eşitsizliklerle güçlendiğini ortaya koymaktadır. Bu

sonuçlar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin toplumsal yapıdan bağımsız değerlendirilemeyeceğini göstermektedir.

Ibey vd. (2025), çevresel bozulma ile sağlık eğitsizlikleri arasındaki iliğkiyi geliğmekte olan ülkeler bağlamında incelemekte ve çevresel risklerin özellikle dğk eğitim düzeyine sahip bireyler üzerinde daha olumsuz sağlık sonuçları doğurduğunu göstermektedir. alığma, eğitim düzeyinin çevresel risklere karėı bir tür koruyucu faktör iğlevi gördüğünü; dğk eğitimli grupların ise çevresel maruziyetlere karėı daha savunmasız olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık eğitsizliklerini eğitim kanalı üzerinden de derinleğtirdiğini göstermektedir.

Sosyoekonomik yapı ile çevresel faktörler arasındaki etkileğim, bölgesel düzeyde yapılan alığmalarda da belirgin biçimde ortaya çıkmaktadır. Khazratkulova vd. (2024), Orta Asya lkeleri için gerekleğtirdikleri analizde çevresel bozulmanın sağlık ıktıları üzerindeki etkilerini sosyoekonomik göstergelerle birlikte ele almakta ve çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin yoksulluk düzeyi yüksek bölgelerde daha güçlü olduğunu göstermektedir. alığma, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bölgesel sosyoekonomik koğullara duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Cao vd. (2025), çevresel kirlilik ve sağlık eğitsizlikleri arasındaki iliğkiyi mikro düzey veriler kullanarak incelemekte ve çevresel maruziyetlerin sağlık üzerindeki etkilerinin bireylerin gelir ve istihdam durumuna bağlı olarak farklılağtığını göstermektedir. alığma, çevresel bozulmanın iğgc piyasasındaki kırılgan gruplar üzerinde daha ağır sağlık maliyetleri yarattığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, çevresel risklerin sağlık üzerindeki etkilerinin ekonomik güvencesizlikle birlikte değerlendirildiğinde daha net biçimde anlaşılabilirliğini göstermektedir.

Caruso ve Candore (2025), Avrupa lkeleri için gerekleğtirdikleri alığmada çevresel kalite ile sağlık göstergeleri arasındaki iliğkiyi sosyoekonomik eğitsizlikler bağlamında ele almakta ve çevresel iyileğmelerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin yüksek gelirli gruplarda daha hızlı ortaya çıktığını göstermektedir. alığma, çevresel politikaların sağlık üzerindeki kazanımlarının toplumsal gruplar arasında eğit dağılmadığını ve bu durumun yeni eğitsizlik biçimleri üretebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu literatür, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca çevresel maruziyetlerin düzeyiyle değil, bireylerin ve toplumların bu maruziyetlere karėı sahip oldukları sosyoekonomik kaynaklarla da yakından iliğkili olduğunu göstermektedir. Çevresel

bozulma, sosyoekonomik açıdan dezavantajlı grupların sağlık risklerini artırarak sağlık eşitsizliklerini derinleştirmekte; bu durum ise çevre ve sağlık politikalarının eşitsizlik boyutunu dikkate almasını zorunlu kılmaktadır.

Genel olarak, çevresel faktörler, sosyoekonomik yapı ve sağlık eşitsizlikleri arasındaki etkileşimi ele alan çalışmalar, çevre-sağlık ilişkisinin çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin azaltılabilmesi için yalnızca çevresel risklerin değil, aynı zamanda sosyoekonomik eşitsizliklerin de hedef alınması gerektiğini göstermektedir. Bu çerçevede, çevre politikalarının sosyal politikalarla birlikte ele alınması, sağlık eşitsizliklerinin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır.

## **2.7. Literatürün Genel Değerlendirmesi ve Bu Tezin Konumlanması**

Bu bölümde ele alınan literatür, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin çok boyutlu, çok kanallı ve bağlama duyarlı bir yapıya sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. İncelenen çalışmalar, çevresel bozulmanın yalnızca yaşam beklentisini değil, aynı zamanda bireylerin yaşamlarının ne kadarını sağlıklı koşullarda geçirdiklerini yansıtan sağlıklı yaşam beklentisini de belirleyici biçimde etkilediğini göstermektedir. Bu bağlamda, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin niceliksel olduğu kadar niteliksel boyutlar içerdiği, literatürün ortak bulguları arasında yer almaktadır.

Yaşam beklentisini merkeze alan çalışmalar, çevresel kirlilik, enerji kullanımı ve iklimle ilişkili risklerin ortalama yaşam süresini anlamlı biçimde etkilediğini ortaya koymaktadır (Hossain vd., 2020; Nkalu ve Edeme, 2019; Beyene ve Kotosz, 2021; Rjoub vd., 2021; Khan vd., 2024). Bu çalışmalar, özellikle hava kirliliği ve karbon emisyonları gibi çevresel bozulma göstergelerinin yaşam beklentisi üzerinde baskı oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, literatür yaşam beklentisinin sağlık durumunun niteliğini tam olarak yansıtmadığına işaret etmektedir. Bu sınırlılık, sağlıklı yaşam beklentisi kavramının önem kazanmasına yol açmıştır.

Sağlıklı yaşam beklentisini ele alan çalışmalar, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca yaşam süresini kısaltmakla sınırlı olmadığını, bireylerin yaşamlarının daha büyük bir bölümünü hastalık ve engellilik koşulları altında geçirmelerine de neden olduğunu ortaya koymaktadır (Bayati vd., 2013; Chen vd., 2013; Abbasi-Kangevari vd., 2023; Aziz vd., 2024; Shaari vd., 2024; Shin vd., 2025). Bu literatür, çevresel bozulmanın “ne

kadar yaşanıldığı” kadar “nasıl yaşanıldığı” sorusunu da merkezine alarak sağlık çıktılarının daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Mortalite ve hastalık yükü literatürü, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin daha doğrudan ve kısa vadeli boyutlarını görünür kılmaktadır. Apte vd. (2018), Lelieveld vd. (2020), Allen vd. (2016) ve Wu vd. (2020) gibi çalışmalar, hava kirliliği ve iklim kaynaklı çevresel risklerin erken ölümler ve yaşam yılı kayıpları üzerindeki etkilerini nicel olarak ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin yalnızca uzun vadeli değil, aynı zamanda acil ve yüksek maliyetli sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

Literatürde öne çıkan bir diğer önemli bulgu, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin mekânsal olarak homojen olmadığıdır. Mekânsal heterojenliği dikkate alan çalışmalar, çevresel risklerin sağlık sonuçları üzerindeki etkilerinin bölgesel bağlama, ekonomik yapıya ve yerel çevresel koşullara duyarlı olduğunu göstermektedir (Qiu ve Wu, 2022; Mondal vd., 2019; Rodriguez-Alvarez, 2021; Sampene vd., 2024; Georgescu vd., 2025). Bu çalışmalar, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin belirli bölgelerde yoğunlaştığını ve bu durumun sağlık eşitsizliklerini derinleştirdiğini ortaya koymaktadır.

Kurumsal yapı ve politika çerçevesini merkeze alan literatür ise çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin kaçınılmaz olmadığını göstermektedir. Amuka vd. (2018), Muradov vd. (2024), Redzwan ve Ramli (2024) ile Walkowiak vd. (2025) gibi çalışmalar, güçlü kurumlar ve etkin çevre politikalarının çevresel risklerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletebildiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevre-sağlık ilişkisinin yalnızca çevresel maruziyetler üzerinden değil, aynı zamanda yönetim ve politika mekanizmaları üzerinden de şekillendiğini göstermektedir.

Sosyoekonomik yapı ve sağlık eşitsizlikleri literatürü, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin toplumsal gruplar arasında eşit dağılmadığını ortaya koymaktadır. Gupta ve Kumar (2022), Biyase vd. (2023), Ibey vd. (2025), Khazratkulova vd. (2024) ve Cao vd. (2025), çevresel risklerin düşük gelirli, düşük eğitimli ve kırılgan gruplar üzerinde daha ağır sağlık maliyetleri yarattığını göstermektedir. Bu çalışmalar, çevresel bozulmanın sağlık eşitsizliklerini yalnızca yansıtan değil, aynı zamanda yeniden üreten bir mekanizma olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu geniş literatür birlikte değerlendirildiğinde, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin çok boyutlu bir yapı sergilediği görülmektedir. Ancak literatürde dikkat çeken

önemli bir boşluk bulunmaktadır. Çalışmaların büyük bir bölümü ya yaşam beklentisini ya da mortalite ve hastalık yükü göstergelerini merkeze almakta; sağlıklı yaşam beklentisini çevresel faktörlerle birlikte ele alan ampirik çalışmalar ise görece sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, sağlıklı yaşam beklentisi ile yaşam beklentisini birlikte ele alarak çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı biçimde inceleyen çalışmaların sayısı oldukça azdır.

Bu tez, söz konusu literatür boşluğunu doldurmayı amaçlamaktadır. Çalışma, çevresel faktörlerin hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini aynı analitik çerçeve içinde ele alarak, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki niceliksel ve niteliksel etkilerini birlikte değerlendirmektedir. Bu yönüyle tez, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini yalnızca “yaşam süresi” üzerinden değil, “sağlıklı yaşam süresi” üzerinden de analiz ederek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu tez, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir perspektiften ele alarak; yaşam beklentisi, sağlıklı yaşam beklentisi, çevresel bozulma ve sosyoekonomik yapı arasındaki etkileşimleri bütüncül bir çerçevede analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşım, hem çevre-sağlık literatürüne metodolojik bir katkı sunmakta hem de çevresel politikaların sağlık boyutuna ilişkin daha kapsamlı bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır.

### 3. ARAŞTIRMA SORULARI VE HİPOTEZLER

Bu çalışmanın temel amacı, çevresel baskıların uzun ömürlülük üzerindeki etkilerinin ülke grupları (gelişmiş-gelişmekte olan) ve sağlık dağılımının farklı noktaları (kantiller) boyunca nasıl farklılaştığını ortaya koymaktır. Mevcut literatür, çevresel bozulmanın sağlık çıktıları üzerindeki etkilerini çoğunlukla ortalama ilişkiler üzerinden incelemekte; bu durum, çevresel baskıların heterojen ve dağılıma duyarlı etkilerinin göz ardı edilmesine yol açmaktadır.

Bu tez, söz konusu boşluğu doldurmak amacıyla, Machado ve Santos Silva (2019) tarafından geliştirilen Momentler Kantil Regresyon Yöntemi (Method of Moments Quantile Regression - MMQR) yaklaşımını kullanarak, çevresel baskıların yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini dağılım-temelli bir perspektifle analiz etmektedir. MMQR yöntemi sayesinde, çevresel faktörlerin yalnızca “ortalama birey” üzerindeki etkileri değil, aynı zamanda düşük, orta ve yüksek sağlık düzeylerinde nasıl farklılaştığı da incelenebilmektedir.

Bu çerçevede çalışma, aşağıdaki temel araştırma sorularına yanıt aramaktadır:

#### Araştırma Soruları

1. Çevresel baskılar (ekolojik ayak izi, PM<sub>2.5</sub> maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonları), yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisini tüm sağlık dağılımı boyunca aynı şekilde mi etkilemektedir?
2. Çevresel baskıların uzun ömürlülük üzerindeki etkileri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde farklılaşmakta mıdır?
3. Kümülatif çevresel baskıyı temsil eden ekolojik ayak izi, özgül kirlilik göstergelerine (PM<sub>2.5</sub> ve CO<sub>2</sub>) kıyasla daha baskın bir belirleyici midir?
4. Gelir düzeyi ve sağlık harcamaları, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki olumsuz etkilerini telafi edebilmekte midir ve bu telafi etkisi kantiller boyunca değişmekte midir?

Bu sorular doğrultusunda, literatür ve elde edilen ampirik bulgular ışığında aşağıdaki hipotezler test edilmektedir.

### **3.1. Temel Hipotezler**

Hipotez 1 (H1): Ekolojik ayak izi, hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde tüm kantiller boyunca negatif bir etkiye sahiptir.

Bu hipotez, ekolojik ayak izinin çevresel baskının kümülatif ve yapısal boyutunu temsil ettiği varsayımına dayanmaktadır. Ampirik bulgular, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ekolojik ayak izinin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Etkinin özellikle üst kantillerde güçlenmesi, çevresel baskıların yalnızca düşük sağlık düzeylerini değil, aynı zamanda elde edilmiş sağlık kazanımlarını da aşındırdığını ortaya koymaktadır.

Hipotez 2 (H2): Çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkileri, sağlık dağılımı boyunca heterojendir ve kantil bağımlıdır.

Bu hipotez, çevresel faktörlerin etkilerinin doğrusal ve homojen olmadığı varsayımına dayanmaktadır. MMQR sonuçları, ekolojik ayak izi, PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının etkilerinin alt, orta ve üst kantillerde anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskıların üst kantillerde daha güçlü olumsuz etkiler üretmesi, çevresel bozulmanın sağlık dağılımının farklı noktalarında farklı mekanizmalarla işlediğini göstermektedir.

Hipotez 3 (H3): Çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki olumsuz etkileri, gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere kıyasla daha güçlüdür.

Bu hipotez, gelişmekte olan ülkelerde çevresel regülasyonların, sağlık altyapısının ve adaptasyon kapasitesinin görece zayıf olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ampirik bulgular, özellikle PM2.5 maruziyeti ve ekolojik ayak izinin gelişmekte olan ülkelerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde daha erken ve daha güçlü olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Buna karşılık, gelişmiş ülkelerde bu etkilerin daha sınırlı veya seçici olduğu gözlemlenmektedir.

### **3.2. Özgül Kirlilik Kanallarına İlişkin Hipotezler**

Hipotez 4 (H4): PM2.5 maruziyetinin uzun yaşam üzerindeki olumsuz etkileri, gelişmekte olan ülkelerde daha belirgindir.

Bu hipotez, hava kirliliğinin doğrudan ve kısa vadeli sağlık etkilerinin, gelişmekte olan ülkelerde daha sınırlı sağlık altyapısı nedeniyle daha güçlü hissedildiği varsayımına dayanmaktadır. Bulgular, PM2.5 maruziyetinin gelişmekte olan ülkelerde özellikle düşük ve

orta kantillerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde anlamlı ve negatif etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde ise PM2.5 etkisinin büyük ölçüde zayıfladığı veya istatistiksel olarak anlamsız hâle geldiği görülmektedir

Hipotez 5 (H5): CO<sub>2</sub> emisyonlarının uzun yaşam üzerindeki olumsuz etkileri, her iki ülke grubunda da kalıcıdır ancak gelişmiş ülkelerde daha yapısal bir nitelik taşımaktadır.

Bu hipotez, CO<sub>2</sub> emisyonlarının uzun vadeli ve kümülatif çevresel baskıları temsil ettiği varsayımına dayanmaktadır. Ampirik sonuçlar, CO<sub>2</sub> emisyonlarının hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde bu etkinin tüm kantiller boyunca korunması, karbon yoğun ekonomik yapıların uzun dönemli sağlık sonuçlarını yansıtmaktadır.

### **3.3. Telafi Mekanizmalarına İlişkin Hipotezler**

Hipotez 6 (H6): Kişi başına gelir ve sağlık harcamaları, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen telafi etmektedir.

Bu hipotez, ekonomik refah ve sağlık yatırımlarının çevresel risklere karşı koruyucu bir tampon mekanizma işlevi gördüğü varsayımına dayanmaktadır. Bulgular, her iki ülke grubunda da kişi başına gelir ve sağlık harcamalarının özellikle orta ve üst kantillerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde pozitif etkiler yarattığını göstermektedir. Ancak bu telafi etkisinin gelişmiş ülkelerde doygunluğa ulaştığı, gelişmekte olan ülkelerde ise hâlen güçlü olduğu gözlemlenmektedir.

### **3.4. Genel Değerlendirme**

Bu hipotez seti, çalışmanın ampirik stratejisiyle doğrudan uyumludur ve analizlerden elde edilen bulgulara dayanmaktadır. Hipotezler, çevresel baskı-uzun yaşam ilişkisinin ülke grupları ve sağlık dağılımı boyunca heterojen bir yapı sergilediğini test etmeye yöneliktir. Bu yaklaşım, çalışmanın yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda kavramsal tutarlılığını da güçlendirmektedir.

Bu çalışmada hipotezler, ampirik bulgulara ex post biçimde uyarlanmış önermeler değil; çevresel faktörler ile sağlık çıktıları arasındaki ilişkiye dair mevcut teorik çerçeve ve önceki ampirik literatür temel alınarak analiz öncesinde oluşturulmuş beklentileri yansıtmaktadır. Ancak çevresel baskıların sağlık üzerindeki etkilerinin doğrusal ve homojen olmadığına ilişkin güçlü kanıtlar, bu çalışmada dağılıma duyarlı bir analiz stratejisinin

benimsenmesini gerektirmiştir. Bu doğrultuda, Machado ve Santos Silva (2019) tarafından geliştirilen MMQR yaklaşımı tercih edilmiştir.

MMQR yöntemi, klasik ortalama temelli regresyon yaklaşımlarının aksine, bağımlı değişkenin koşullu dağılımının farklı noktalarında katsayıların sistematik biçimde değişmesine izin vermektedir. Dolayısıyla bu yöntemin kullanımı, hipotezlerin tek bir ortalama etki etrafında formüle edilmesini metodolojik olarak anlamsız kılmaktadır. Bu çalışmada ileri sürülen hipotezler, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin yönü, göreceli gücü ve heterojenliği hakkında literatüre dayalı önsel beklentileri ifade etmektedir. Kantiller boyunca gözlemlenen farklılıklar ise, bu önsel beklentilerin ampirik olarak sınanmasına imkân tanımaktadır.

Bu bağlamda, hipotezlerin kantil-bağımlı bir çerçevede ifade edilmesi, sonuçlardan sonra geriye dönük olarak kurgulanmış bir yapıdan ziyade, dağılım temelli bir metodolojik tercihin doğal bir uzantısıdır. Başka bir ifadeyle, bu çalışmada hipotezler “hangi katsayının hangi kantilde anlamlı çıkacağı”nı önceden dikte etmek amacıyla değil; çevresel baskıların sağlık üzerindeki etkilerinin dağılım boyunca farklılaşacağı yönündeki teorik beklentiyi sınamak üzere oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, hipotez-metod uyumunu güçlendirmekte ve ampirik bulguların yorumlanmasını metodolojik olarak tutarlı bir zemine oturtmaktadır.

## 4. METODOLOJİ

Bu çalışmada çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkileri, koşullu dağılımın tamamı boyunca analiz edilmekte ve bu amaçla Machado ve Santos Silva (2019) tarafından geliştirilen MMQR yaklaşımı kullanılmaktadır. MMQR yöntemi, regresyon kantillerinin doğrudan minimizasyon yerine moment koşulları aracılığıyla tahmin edilmesine dayanmakta ve özellikle panel veri ve heterojenlik içeren uygulamalarda önemli avantajlar sunmaktadır.

Yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi göstergeleri, ülkeler arasında belirgin dağılımsal asimetri sergilemektedir. Düşük yaşam beklentisine sahip ülkeler ile yüksek yaşam beklentisine sahip ülkelerde çevresel baskıların sağlık üzerindeki etkilerinin aynı mekanizmalarla işlemesi beklenmemektedir. Bu nedenle, ortalama temelli regresyon yaklaşımları çevresel faktörlerin uzun ömürlülük üzerindeki etkilerini eksik veya yanıltıcı biçimde yansıtabilmektedir. Bu çalışmada tercih edilen dağılım-temelli yaklaşım, çevresel baskıların yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin sağlık dağılımının farklı noktalarında nasıl değiştiğini doğrudan incelemeye olanak tanımaktadır.

### 4.1. Temel Model: Koşullu Location-Scale Yapısı

MMQR yaklaşımı, bağımlı değişkenin koşullu dağılımının location-scale ailesine ait olduğu varsayımına dayanır. Bu çerçevede, ülke  $i$  ve yıl  $t$  için bağımlı değişken  $Y_{it}$  (yaşam beklentisi veya sağlıklı yaşam beklentisi) aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$Y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + \sigma(Z'_{it}\gamma)U_{it} \quad (D.1)$$

Burada  $X_{it}$  açıklayıcı değişkenler vektörünü (çevresel değişkenler ve kontroller),  $\beta$  location (merkez) parametrelerini,  $\alpha(\cdot)$  pozitif bir scale fonksiyonunu,  $Z_{it}$  heteroskedastisiteyi açıklayan değişkenleri,  $U_{it}$  ise gözlemlenemeyen hata terimini göstermektedir.

Hata terimi  $U_{it}$ , açıklayıcı değişkenlerden bağımsızdır ve şu normalize edici moment koşullarını sağlar:

$$E(U_{it}) = 0, \quad E(|U_{it}|) = 1 \quad (D.2)$$

Bu normalizasyon, scale fonksiyonunun tanımlanabilirliğini sağlar ve MMQR'nin temelini oluşturur.

### 4.2. Koşullu Kantillerin Türetilmesi

Yukarıdaki model altında,  $Y_{it}$ 'nin  $\tau$ -ıncı koşullu kantili şu şekilde yazılabilir:

$$Q_{Y_{it}}(\tau|X_{it}) = \alpha + X'_{it}\beta + \sigma(Z'_{it}\gamma)q(\tau) \quad (D.3)$$

Burada  $q(\tau) = F_U^{-1}(\tau)$ , hata teriminin  $\tau$ -ıncı kantilidir.

Bu ifade, MMQR'nin temel sezgisini açıkça göstermektedir:

- $\beta$  katsayıları ortalama etkileri,
- $\gamma$  ve  $q(\tau)$  birlikte ise dağılım boyunca değişen etkileri belirlemektedir.

Dolayısıyla herhangi bir açıklayıcı değişkenin  $\tau$ -ıncı kantildeki marjinal etkisi:

$$\beta(\tau) = \beta + \gamma q(\tau) \quad (D.4)$$

şeklinde tanımlanır. Bu yapı, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin kantiller boyunca neden değiştiğini matematiksel olarak açıklar.

### 4.3. Moment Koşulları ve Tahmin Mantığı

MMQR'de kantiller, klasik Koenker-Bassett (1978) yaklaşımındaki “check function” minimizasyonu yerine, aşağıdaki moment koşulları kullanılarak tahmin edilir:

Öncelikle artık terimi tanımlayalım:

$$R_{it} = Y_{it} - (\alpha + X'_{it}\beta) = \sigma(Z'_{it}\gamma)U_{it} \quad (D.5)$$

Bu tanım kullanılarak şu moment koşulları elde edilir:

$$\mathbb{E}(U_{it}) = 0, \quad \mathbb{E}(U_{it}X_{it}) = 1, \quad \mathbb{E}\left[ (|U_{it}| - 1) \frac{\partial \sigma(Z'_{it}\gamma)}{\partial \gamma} \right] = 0, \quad \mathbb{E}[1(U_{it} \leq q(\tau)) - \tau] = 0 \quad (D.6)$$

Bu sistem, sırasıyla:

1. Location parametrelerinin ( $\beta$ ),
2. Scale parametrelerinin ( $\gamma$ ),
3. Kantil fonksiyonunun  $q(\tau)$

tanımlanmasını sağlar.

Önemli olan nokta şudur: Kantil tahmini, koşullu ortalamalar üzerinden elde edilir. Bu nedenle MMQR, sabit etkiler veya heterojenlik içeren yapılarda hesaplama açısından oldukça pratiktir.

### 4.4. Uygulamada MMQR Tahmini

Bu çalışmada MMQR tahminleri şu kantiller için yapılmıştır:  $\tau \in \{0.10, 0.50, 0.90\}$

Bu seçim, yaşam beklentisi dağılımının alt ucunu (düşük yaşam beklentisi), merkezini ve üst ucunu (yüksek yaşam beklentisi) temsil edecek şekilde yapılmıştır. Bu seçim, çevresel baskıların özellikle düşük sağlık düzeylerine sahip ülkeler ile yüksek sağlık düzeylerine sahip ülkelerde farklı etkiler üretip üretmediğini test etmeyi amaçlamaktadır. Böylece, çevresel faktörlerin uzun ömürlülük üzerindeki etkilerinin yalnızca ortalama düzeyde değil, dağılımın tamamı boyunca nasıl değiştiği ayrıntılı biçimde analiz edilebilmektedir.

Tahminler robust standart hatalar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bootstrap tabanlı tekrar (reps) seçeneklerinin bazı spesifikasyonlarda teknik olarak çalışmaması nedeniyle, heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalar tercih edilmiştir. Machado ve Santos Silva (2019), MMQR'nin moment temelli yapısı nedeniyle bu yaklaşımın geçerli olduğunu vurgulamaktadır.

#### **4.5. Yöntemin Avantajları ve Bu Çalışmaya Katkısı**

Bu matematiksel yapı sayesinde MMQR çevresel faktörlerin etkilerini yalnızca ortalama düzeyde değil, yaşam beklentisi dağılımının tamamında incelemeye, çevresel baskının yüksek yaşam beklentisine sahip ülkelerde daha güçlü olup olmadığını test etmeye ve kantil tahminlerinin birbirini kesmemesini (no quantile crossing) garanti etmeye olanak tanımaktadır.

Dolayısıyla bu çalışma, çevre-sağlık literatürüne yalnızca ampirik sonuçlar değil, aynı zamanda dağılımsal olarak tutarlı ve matematiksel olarak sağlam bir yöntemsel çerçeveye sunmaktadır.

Standart kantil regresyon (QR) yöntemleri, koşullu dağılım boyunca heterojen etkilerin incelenmesine olanak tanımakla birlikte, panel veri yapılarında gözlemlenemeyen heterojenlik ve heteroskedastisiteyi birlikte ele alma konusunda önemli sınırlılıklara sahiptir. Özellikle standart QR yaklaşımları, location-scale kaymalarını doğrudan modellemediği için kantil kesişmeleri (quantile crossing) ve tahmin verimsizliği gibi sorunlara yol açabilmektedir. Machado ve Santos Silva (2019) tarafından geliştirilen MMQR yaklaşımı ise koşullu dağılımı açık bir location-scale yapısı altında tanımlayarak bu sınırlılıkları aşmaktadır. MMQR, açıklayıcı değişkenlerin hem merkezi eğilim hem de dağılımın yayılımı üzerindeki etkilerini eşanlı olarak tahmin etmeye olanak tanımakta; bu sayede kantillerin tekdüzeliğini garanti altına almakta ve panel veri bağlamında daha etkin ve tutarlı tahminler sunmaktadır. Ülkeler arası belirgin heterojenlik ve uzun ömürlülük göstergelerindeki dağılımsal asimetrikler dikkate alındığında, çevresel faktörlerin etkilerini analiz etmek için

MMQR yöntemi standart kantil regresyona kıyasla daha uygun ve metodolojik olarak üstün bir çerçeve sağlamaktadır.

Bu çalışmada kantil seçimi ve dağılım-temelli tahmin stratejisi, ampirik sonuçlara bağlı olarak belirlenmiş değildir. Aksine, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin doğrusal ve homojen olmadığına ilişkin teorik ve ampirik literatürden türetilen önsel beklentilere dayanmaktadır. Bu nedenle MMQR yaklaşımı, çalışmada test edilen hipotezlerin metodolojik olarak tutarlı biçimde sınanmasına imkân tanımaktadır.

## 5. VERİLER

Bu çalışmada, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkileri, 2000-2022 dönemini kapsayan çok ülkeli bir panel veri seti kullanılarak analiz edilmektedir. Veri seti, 36 gelişmiş ve 85 gelişmekte olan ülke olmak üzere toplam 121 ülkeyi kapsamaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre sınıflandırılması, Dünya Bankası gelir grupları ve ilgili uluslararası sınıflandırmalar esas alınarak yapılmıştır. Bu ayırım, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin ekonomik ve kurumsal bağlama göre farklılaşp farklılaşmadığını analiz edebilmek açısından analitik olarak anlamlıdır. Örneklemeye dahil edilen ülkeler Tablo 5.1’de sunulmuştur.

**Tablo 5.1. Seçili Ülkeler**

<i>Panel A. Gelişmekte Olan Ülkeler</i>					
Angola	Demokratik Kongo	Güney Kore	Libya	Nijerya	Tanzanya
Arjantin	Ekvador	Haiti	Lübnan	Nikaragua	Tayland
Bahreyn	El Salvador	Hindistan	Madagaskar	Orta Afrika	Togo
Bangladeş	Endonezya	Honduras	Malavi	Pakistan	Trinidad ve Tobago
Barbados	Etiyopya	İran	Malezya	Panama	Tunus
Benin	Fas	İsrail	Mali	Papua Yeni Gine	Türkiye
Bolivya	Fildişi Sahili	Kamerun	Mauritius	Paraguay	Uganda
Botsvana	Filipinler	Katar	Meksika	Peru	Umman
Brezilya	Gabon	Kenya	Mısır	Ruanda	Vietnam
Burkina Faso	Gambiya	Komorlar	Moritanya	Sao Tome ve Principe	Zambiya
Burundi	Gana	Kongo	Mozambik	Senegal	
Yeşil Burun Adaları	Gine	Kosta Rika	Myanmar	Sierra Leone	
Cezayir	Gine-Bissau	Kuveyt	Namibya	Singapur	
Çad	Guatemala	Lesotho	Nepal	Sri Lanka	
Çin	Güney Afrika	Liberya	Nijer	Şili	
<i>Panel B. Gelişmiş Ülkeler</i>					
Almanya	Bulgaristan	Hırvatistan	İtalya	Litvanya	Portekiz
ABD	Çek Cumhuriyeti	Hollanda	İzlanda	Lüksemburg	Romanya
Avustralya	Danimarka	İrlanda	Japonya	Macaristan	Slovakya
Avusturya	Estonya	İspanya	Kanada	Malta	Slovenya
Belçika	Finlandiya	İsveç	Kıbrıs	Norveç	Yeni Zelanda
Birleşik Krallık	Fransa	İsviçre	Letonya	Polonya	Yunanistan

Çalışmanın temel bağımlı değişkenleri yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi göstergeleridir. Yaşam beklentisi, doğuştan beklenen yaşam süresi olarak tanımlanmakta ve bir bireyin doğduğu andan itibaren mevcut ölüm oranlarının yaşamı boyunca değişmeden devam

etmesi durumunda kaç yıl yaşamasının beklendiğini göstermektedir. Bu değişkene ilişkin veriler Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veri tabanından temin edilmiştir.

Sağlıklı yaşam beklentisi ise, bireylerin yaşamlarının ne kadarını hastalık ve engellilikten arınmış biçimde geçirmelerinin beklendiğini ölçen bir gösterge olup, sağlık çıktılarının niteliksel boyutunu yansıtmaktadır. Sağlıklı yaşam beklentisine ilişkin veriler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) veri tabanından elde edilmiştir. Bu değişken için veri kapsamı 2000-2021 dönemini içermektedir. Dolayısıyla, sağlıklı yaşam beklentisinin kullanıldığı analizler, veri mevcudiyetine bağlı olarak bir yıl daha kısa bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bu durum, çok ülkeli sağlık çalışmalarında yaygın olarak karşılaşılan bir sınırlılık olup, analizlerin geçerliliğini zedelememektedir.

Çevresel baskıyı temsilen çalışmada üç temel çevresel gösterge kullanılmaktadır. Bunlardan ilki ekolojik ayak izi değişkenidir. Ekolojik ayak izi, bir bireyin veya ülkenin tükettiği kaynakları üretmek ve ortaya çıkan atıkları bertaraf etmek için dünya genelinde ihtiyaç duyulan biyolojik olarak üretken alan miktarını ifade etmektedir. Bu gösterge, çevresel baskının kümülatif ve yapısal boyutunu yansıtmaması bakımından literatürde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izi verileri Global Footprint Network veri tabanından temin edilmiştir.

İkinci çevresel gösterge, hava kirliliğini temsilen kullanılan PM<sub>2.5</sub> maruziyeti değişkenidir. PM<sub>2.5</sub>, nüfus ağırlıklı ortalama ince partikül madde maruziyetini ifade etmekte olup, solunum sistemine nüfuz edebilen ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilen 2.5 mikrondan küçük partiküllerin yıllık ortalama maruz kalma düzeyini ölçmektedir. PM<sub>2.5</sub> verileri Dünya Bankası WDI veri tabanından elde edilmiştir. Bu değişken için veri kapsamı 2000-2020 dönemini içermektedir. Bu nedenle, PM<sub>2.5</sub>'in yer aldığı modellerde analiz dönemi bir yıl daha kısa tutulmuştur.

Üçüncü çevresel gösterge olarak kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonları kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> emisyonları, fosil yakıtların yakılması ve endüstriyel süreçler sonucunda ortaya çıkan karbon salımlarını ifade etmekte olup, ulaşım, elektrik üretimi ve ısınma kaynaklı emisyonları kapsamaktadır. Arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklanan emisyonlar bu göstergeye dâhil edilmemektedir. CO<sub>2</sub> emisyonlarına ilişkin veriler Global Carbon Budget (2025) veri setinden alınmış olup, veri işleme ve uyarılama süreci Our World in Data tarafından gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini izole edebilmek amacıyla iki temel kontrol değişkeni modele dâhil edilmiştir. Bunlardan ilki kişi başına düşen reel gelir ( $lngdp_{pc}$ ) değişkenidir. Bu değişken, ülkelerin ekonomik refah düzeyini temsil etmekte ve cari fiyatlarla ABD doları cinsinden ölçülmektedir. İkinci kontrol değişkeni ise kişi başına sağlık harcamalarıdır. Sağlık harcamaları, cari fiyatlarla ABD doları cinsinden ifade edilmekte ve sağlık altyapısı ile sağlık hizmetlerine erişimi yansıtan önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Her iki değişkene ilişkin veriler de Dünya Bankası WDI veri tabanından temin edilmiştir.

Çalışmada çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerini izole edebilmek amacıyla kişi başına düşen reel gelir ve kişi başına sağlık harcamaları kontrol değişkenleri olarak modele dâhil edilmiştir. Kişi başına düşen GDP ve kişi başına sağlık harcamaları, ölçek farklılıklarını ve olası doğrusal olmayan ilişkileri dikkate almak amacıyla doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Çevresel değişkenler ise kavramsal rolleri doğrultusunda seçici biçimde dönüştürülmüştür. Bu çerçevede, ekolojik ayak izi ve PM2.5 maruziyeti, kümülatif çevresel baskı ve kirlilik yoğunluğundaki oransal değişimleri yakalayabilmek amacıyla logaritmik formda modele alınmıştır. Buna karşılık, kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonları ana model spesifikasyonunda düzey değerleriyle kullanılmıştır. Bu tercih, CO<sub>2</sub> emisyonlarının ikili niteliğini yansıtmaktadır; zira CO<sub>2</sub>'nin logaritmik formu, doğrudan sağlık üzerindeki çevresel yükten ziyade, daha geniş ölçekte kalkınma ve üretim yapısıyla ilişkili etkileri yansıtabilmektedir.

Veri mevcudiyetindeki farklılıklar nedeniyle çalışma dengesiz panel yapısına sahiptir. Sağlıklı yaşam beklentisi ve PM2.5 değişkenlerine ilişkin sınırlı zaman kapsamı, panelin bazı yıllarda eksik gözlemler içermesine yol açmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan MMQR yöntemi, dengesiz panel veri yapılarıyla uyumlu olup, bu durum tahminlerin tutarlılığını ve güvenilirliğini olumsuz etkilememektedir. Aksine, veri mevcudiyetine bağlı bu esneklik, çok ülkeli ve uzun dönemli sağlık-çevre çalışmalarında yöntemsel bir avantaj sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan veri seti, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerini hem ülke grupları hem de sağlık dağılımının farklı noktaları boyunca analiz etmeye imkân tanıyacak şekilde yapılandırılmıştır. Değişkenlerin kapsamı ve veri kaynakları, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu olup, çalışmanın ampirik bulgularının karşılaştırılabilirliğini güçlendirmektedir. Analizde kullanılan değişkenlere ilişkin özet bilgiler Tablo 5.2'de sunulmuştur.

Tablo 5.2. Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler

<i>Hedef Değişken</i>	<i>Temsili Değişken</i>	<i>Sembol</i>	<i>Tanım</i>	<i>Kaynak</i>
Yaşam Beklentisi	Doğuştan beklenen yaşam süresi	<i>life</i>	Doğuştan beklenen yaşam süresi, bir yeni doğan bebeğin, doğduğu anda geçerli olan ölüm oranları yaşamı boyunca değişmeden devam ederse, kaç yıl yaşayacağını gösteren bir ölçüdür.	Dünya Bankası (WB) - Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI)
Sağlıklı Yaşam Beklentisi	Doğuştan beklenen yaşam süresi	<i>hlife</i>	Doğuştan itibaren bir bireyin tam sağlık içinde yaşaması beklenen ortalama yıl sayısı.	Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Veri Tabanı
Ekonomik Refah	Kişi başına nominal GDP	<i>gdp<sub>pc</sub></i>	Kişi başına GDP (ABD doları cinsinden cari fiyatlarla)	WB - WDI
Sağlık Harcaması	Kişi başına sağlık harcaması	<i>health</i>	Kişi başına sağlık harcaması (ABD doları cinsinden cari fiyatlarla)	WB - WDI
	Ekolojik ayak izi	<i>efp</i>	Ekolojik ayak izi, bir bireyin veya ülkenin tükettiği kaynakları üretmek ve ortaya çıkan atıkları bertaraf etmek için dünya genelinde ihtiyaç duyulan biyolojik olarak üretken alan miktarını ifade eder.	Global Footprint Network
Çevresel Göstergeler	Hava kirliliği	<i>pm2.5</i>	Nüfus ağırlıklı ortam PM2.5 maruziyeti, bir ülke nüfusunun solunum yollarına derinlemesine nüfuz edebilen 2.5 mikron altı partiküllere yıllık ortalama maruz kalma düzeyini, kentsel ve kırsal nüfus ağırlıkları dikkate alınarak ölçen bir göstergedir.	WB - WDI
	Kişi başına CO <sub>2</sub> emisyonu	<i>carbon</i>	CO <sub>2</sub> emisyonları, fosil yakıtların yakılması ve endüstriyel süreçler sonucunda ortaya çıkan; ulaşım, elektrik üretimi ve ısınmadan kaynaklanan ancak arazi kullanım değişikliklerini kapsamayan emisyonları ifade eder.	Global Carbon Budget (2025) - başlıca veri işleme Our World in Data tarafından yapılmıştır.

Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler, regresyon analizlerinde kullanılan dönüşümler esas alınarak Tablo 5.3'te sunulmaktadır. Ham ve logaritmik biçimlerin birlikte

raporlanması, değişkenlerin ölçek ve dağılım özelliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Tablo 5.3, çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikleri, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler ayrımı altında sunmaktadır. Öncelikle yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi göstergeleri incelendiğinde, gelişmiş ülkelerde hem ortalama düzeylerin daha yüksek hem de dağılımın daha dar olduğu görülmektedir. Buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerde yaşam beklentisi göstergeleri daha geniş bir aralıkta dağılmakta ve standart sapmaların görece yüksek olması, ülkeler arasında belirgin sağlık eşitsizliklerine işaret etmektedir. Bu farklılıklar, çevresel ve ekonomik faktörlerin sağlık çıktıları üzerindeki etkilerinin ülke grupları arasında heterojen olabileceğine dair önsel bir çerçeve sunmaktadır.

Ekonomik ve çevresel değişkenler açısından bakıldığında, kişi başına gelir ve sağlık harcamaları değişkenlerinin her iki ülke grubunda da yüksek çarpıklık ve basıklık değerleri sergilediği, ancak logaritmik dönüşüm sonrasında dağılım özelliklerinin belirgin biçimde iyileştiği görülmektedir. Benzer şekilde, ekolojik ayak izi ve PM2.5 maruziyeti değişkenleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha geniş dağılımlar ve daha yüksek oynaklık göstermektedir. Kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonlarının ise gelişmiş ülkelerde ortalama olarak daha yüksek düzeylerde seyrettiği, ancak her iki ülke grubunda da önemli ölçüde varyasyon içerdiği dikkat çekmektedir. Bu gözlemler, çevresel baskı göstergelerinin sağlık üzerindeki etkilerinin dağılım boyunca ve ülke gruplarına göre farklılaşabileceğini düşündürmekte olup, çalışmada kullanılan dağılım-temelli ampirik yaklaşımın uygunluğunu destekler niteliktedir.

**Tablo 5.3.** Tanımlayıcı İstatistikler

<i>Panel A. Gelişmekte Olan Ülkeler</i>							
Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık
<i>life</i>	1955	66.245	9.168	14.665	83.595	-0.415	3.014
<i>hlife</i>	1869	58.280	7.677	35.275	73.802	-0.392	2.263
<i>GDP<sub>pc</sub></i>	1955	5999.647	11236.74	109.594	108470	4.292	26.630
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	1955	7.734	1.355	4.697	11.594	0.350	2.530
<i>health</i>	1955	295.375	495.784	4.176	4320.520	3.480	19.062
<i>lnhealth</i>	1955	4.693	1.424	1.429	8.371	0.270	2.237
<i>efp</i>	1955	2.322	2.102	0.409	16.428	2.981	14.606
<i>lnefp</i>	1955	0.586	0.670	-0.893	2.799	0.658	3.211
<i>pm2.5</i>	1785	35.055	18.454	8.988	107.145	1.018	3.363
<i>lnpm2.5</i>	1785	3.427	0.507	2.196	4.674	0.137	2.320
<i>carbon</i>	1954	4.099	9.322	0.022	67.589	4.134	21.944

**Tablo 5.3.** Tablonun Devamı

Panel B. Gelişmiş Ülkeler							
Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık
<i>life</i>	828	79.049	3.226	70.259	84.560	-0.794	2.753
<i>hlife</i>	792	68.225	2.458	60.926	73.638	-0.718	2.973
<i>GDP<sub>pc</sub></i>	828	35597.76	23352.28	1621.60	134966	1.179	4.794
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	828	10.237	0.764	7.391	11.813	-0.781	3.726
<i>health</i>	828	3262.455	2349.04	69.894	12434.4	0.842	3.411
<i>lnhealth</i>	828	7.749	0.937	4.247	9.428	-0.817	3.311
<i>efp</i>	828	5.837	2.305	0.715	17.942	1.850	9.982
<i>lnefp</i>	828	1.686	0.429	-0.335	2.887	-1.619	10.141
<i>pm2.5</i>	756	14.173	5.480	4.895	27.762	0.329	2.195
<i>lnpm2.5</i>	756	2.571	0.412	1.588	3.324	-0.290	2.094
<i>carbon</i>	826	8.647	4.117	2.990	25.953	1.394	4.993

**Not:** Ham ve logaritmik dönüşümü yapılmış değişkenler birlikte raporlanmıştır. Logaritmik dönüşüme tabi tutulan değişkenler, regresyon analizlerinde kullanılan biçimleri yansıtmaktadır. Ham değişkenler ise ölçek ve dağılım özelliklerini göstermek amacıyla sunulmuştur.

Tablo 5.4'te sunulan korelasyon matrisi, regresyon analizlerinde kullanılan değişkenler arasındaki doğrusal ilişkileri göstermektedir. Öncelikle yaşam beklentisi (*life*) ile sağlıklı yaşam beklentisi (*hlife*) arasında oldukça yüksek ve pozitif bir korelasyon gözlenmektedir. Bu durum, her iki göstergenin de ülkelerin genel sağlık düzeyini yansıtmaları açısından beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte, bu iki değişken çalışmada aynı regresyon denkleminde birlikte kullanılmadığından, söz konusu yüksek korelasyon çoklu doğrusal bağlantı açısından bir sorun teşkil etmemektedir.

Ekonomik refah göstergesi olan kişi başına düşen gelir (*lngdp<sub>pc</sub>*) ve kişi başına sağlık harcamaları (*lnhealth*) ile yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi arasında güçlü ve pozitif korelasyonlar bulunmaktadır. Bu bulgu, ekonomik kaynakların ve sağlık harcamalarının sağlık çıktılarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermekte ve bu değişkenlerin modele kontrol değişkeni olarak dâhil edilmesini desteklemektedir. Öte yandan *lngdp<sub>pc</sub>* ile *lnhealth* arasındaki yüksek korelasyon, bu iki değişkenin ekonomik kalkınma sürecinin farklı ancak birbirini tamamlayan boyutlarını yansıttığını göstermektedir.

Çevresel değişkenler incelendiğinde, PM2.5 maruziyeti (*lnpm2.5*) ile yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi arasında belirgin ve negatif korelasyonlar gözlenmektedir. Bu durum, hava kirliliğinin sağlık çıktılarıyla ters yönlü ilişkisini ortaya koyan mevcut literatürle uyumludur. Ekolojik ayak izi (*lnefp*) ile sağlık göstergeleri

arasındaki korelasyonların görece düşük düzeylerde olması, çevresel baskının sağlık üzerindeki etkilerinin daha dolaylı ve kümülatif mekanizmalar üzerinden işleyebileceğine işaret etmektedir. Kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonları (*carbon*) ile sağlık göstergeleri arasındaki korelasyonların ise zayıf ve pozitif olduğu görülmektedir; bu bulgu, CO<sub>2</sub> emisyonlarının sağlık üzerindeki etkilerinin doğrudan olmaktan ziyade kalkınma ve üretim yapısıyla ilişkili karmaşık bir çerçevede değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Son olarak, Pearson korelasyonlarına ek olarak hesaplanan Spearman sıralama korelasyonlarının genel olarak benzer işaretler ve büyüklükler sergilemesi, elde edilen ilişkilerin aykırı gözlemlerden veya dağılım varsayımlarından kaynaklanmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan değişkenler arasında aşırı çoklu doğrusal bağlantı sorununa işaret etmemekte ve izleyen ampirik analizler için uygun bir ön çerçeve sunmaktadır. Açıklayıcı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler, korelasyon matrisi aracılığıyla ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılan MMQR yaklaşımı, dağılım-temelli bir çerçeve sunduğundan, ortalama temelli regresyon modelleri için geliştirilen Varyans Şişirme Faktörü (VIF) gibi teşhis araçlarının uygulanması zorunlu değildir. Bu nedenle çoklu doğrusal bağlantı riski, korelasyon analizi üzerinden değerlendirilmiştir.

**Tablo 5.4.** Korelasyon Matrisi

<i>Panel A. Pearson</i>							
	<i>life</i>	<i>hlife</i>	<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	<i>lnhealth</i>	<i>lnefp</i>	<i>lnpm2.5</i>	<i>carbon</i>
<i>life</i>	1						
<i>hlife</i>	0.9762	1					
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	0.8146	0.7723	1				
<i>lnhealth</i>	0.8256	0.764	0.9776	1			
<i>lnefp</i>	0.0583	0.0338	0.2756	0.2548	1		
<i>lnpm2.5</i>	-0.5219	-0.4552	-0.5996	-0.5987	-0.0433	1	
<i>carbon</i>	0.157	0.1239	0.3707	0.347	0.477	-0.2979	1
<i>Panel B. Spearman</i>							
	<i>life</i>	<i>hlife</i>	<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	<i>lnhealth</i>	<i>lnefp</i>	<i>lnpm2.5</i>	<i>carbon</i>
<i>life</i>	1						
<i>hlife</i>	0.9726	1					
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	0.7394	0.7056	1				
<i>lnhealth</i>	0.7402	0.6875	0.9779	1			
<i>lnefp</i>	0.0778	0.0581	0.429	0.4171	1		
<i>lnpm2.5</i>	-0.5572	-0.493	-0.6378	-0.6285	-0.2991	1	
<i>carbon</i>	0.115	0.0885	0.4007	0.3767	0.6065	-0.2632	1

## 6. AMPİRİK BULGULAR

Bu bölümde, çevresel faktörlerin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerine ilişkin ampirik bulgular sunulmaktadır. Analizler, bir önceki bölümde ayrıntılı olarak açıklanan MMQR yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, çevresel ve ekonomik değişkenlerin sağlık çıktıları üzerindeki etkilerinin yalnızca ortalama düzeyde değil, sağlık göstergelerinin dağılımının farklı noktalarında nasıl değiştiğini incelemeye olanak tanımaktadır. Böylece, çevresel baskıların düşük, orta ve yüksek sağlık düzeylerine sahip ülkelerde farklı etki mekanizmaları üretip üretmediği doğrudan test edilebilmektedir.

Ampirik analizler, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi için ayrı ayrı yürütülmüş; her bir bağımlı değişken için çevresel göstergelerin etkileri farklı kantiller boyunca tahmin edilmiştir. Bulgular,  $\tau = 0.10, 0.50, 0.90$  kantilleri üzerinden raporlanmaktadır. Tüm tablolarda yer alan standart hatalar robust olarak raporlanmıştır. Ayrıca, çevresel faktörlerin sağlık üzerindeki etkilerinin ekonomik ve kurumsal bağlama göre farklılaşıp farklılaşmadığını değerlendirebilmek amacıyla, örneklem gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Bu ayrım, tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon analizlerinde gözlenen heterojenlik dikkate alınarak yapılmış olup, sonuçların daha ayrıntılı ve bağlama duyarlı biçimde yorumlanmasına imkân tanımaktadır.

Sunulan bulgular, öncelikle temel model sonuçlarını ortaya koymakta, ardından farklı çevresel göstergelerin ve ülke gruplarının rolü dağılım-temelli bir çerçevede tartışılmaktadır. Bu yapı, çevresel faktörlerin sağlık çıktıları üzerindeki etkilerinin doğrusal ve homojen olduğu varsayımını gevşeterek, daha gerçekçi ve detaylı bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

### 6.1. Gelişmekte Olan Ülkelerde Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Model)

Gelişmekte olan ülkeler için ekolojik ayak izi ile uzun ömürlülük arasındaki ilişki, MMQR yöntemi kullanılarak Tablo 6.1'de raporlanmaktadır. Analizler, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi için ayrı ayrı yürütülmüş ve çevresel baskının sağlık dağılımının farklı noktalarında nasıl değiştiği kantil bazında incelenmiştir.

**Tablo 6.1.** MMQR Sonuçları: Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Modeller - Gelişmekte Olan Ülkeler)

<i>Panel A. life - lnepf</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnepf</i>	-0.832 (0.875)	-2.259*** (0.349)	-3.057*** (0.312)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	5.296*** (1.002)	4.454*** (0.359)	3.982*** (0.287)
<i>lnhealth</i>	1.191 (0.757)	1.686*** (0.284)	1.963*** (0.247)
<i>Sabit</i>	12.675*** (4.379)	26.210*** (1.569)	33.785*** (1.302)
Gözlem Sayısı	1955	1955	1955
<i>Panel B. hlife - lnepf</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnepf</i>	-1.896*** (0.699)	-1.985*** (0.340)	-2.039*** (0.337)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	4.354*** (0.816)	3.288*** (0.343)	2.644*** (0.290)
<i>lnhealth</i>	1.207* (0.676)	1.660*** (0.284)	1.934*** (0.247)
<i>Sabit</i>	12.885*** (3.361)	27.080*** (1.477)	35.653*** (1.324)
Gözlem Sayısı	1869	1869	1869

**Not:** MMQR tahminleri, parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalarla raporlanmıştır. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

### 6.1.1. Yaşam Beklentisi

Tablo 6.1, Panel A’da sunulan sonuçlar, ekolojik ayak izinin gelişmekte olan ülkelerde yaşam beklentisi üzerinde kantil bağımlı ve giderek güçlenen bir olumsuz etkiye sahip olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Ekolojik ayak izinin logaritmik katsayısı alt kantilde ( $\tau = 0.10$ ) negatif olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı değildir. Buna karşılık, medyan kantilde ( $\tau = 0.50$ ) katsayı -2.259 düzeyine ulaşmakta ve %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı hale gelmektedir. Üst kantilde ( $\tau = 0.90$ ) ise katsayının mutlak değeri -3.057’ye yükselmekte ve çevresel baskının yaşam beklentisi üzerindeki yıkıcı etkisinin yüksek sağlık düzeylerinde daha da belirginleştiği görülmektedir.

Bu bulgu, çevresel bozulmanın gelişmekte olan ülkelerde yalnızca düşük yaşam beklentisine sahip toplumları değil, sağlık düzeyi yükseldikçe elde edilmiş sağlık kazanımlarını da aşındıran bir faktör haline geldiğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, ekolojik ayak izi, gelişmekte olan ülkelerde sağlık dağılımının üst kesimlerinde daha güçlü marjinal kayıplara yol açmaktadır.

Kişi başına gelir düzeyi (*lngdp<sub>pc</sub>*), tüm kantillerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak katsayıların kantiller boyunca azalma eğilimi göstermesi, gelir artışlarının yaşam beklentisine katkısının düşük ve orta sağlık düzeylerinde daha güçlü, yüksek sağlık düzeylerinde ise görece daha sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümenin sağlık çıktıları üzerindeki marjinal etkilerinin zamanla azaldığını ima etmektedir.

Kişi başına sağlık harcamalarının logaritması ise özellikle medyan ve üst kantillerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç, sağlık harcamalarının gelişmekte olan ülkelerde özellikle orta ve yüksek yaşam beklentisi düzeylerinde yaşam süresini uzatıcı bir rol oynadığını göstermektedir. Alt kantilde katsayının anlamsız olması, temel sağlık altyapısının yetersiz olduğu ülkelerde sağlık harcamalarının kısa vadede yaşam beklentisine sınırlı katkı sunduğunu düşündürmektedir.

### **6.1.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi**

Tablo 6.1, Panel B’de raporlanan sonuçlar, ekolojik ayak izinin sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin yaşam beklentisine kıyasla daha erken ve daha istikrarlı biçimde ortaya çıktığını göstermektedir. Ekolojik ayak izi katsayısı alt kantilde ( $\tau = 0.10$ ) -1.896 düzeyinde olup %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Medyan kantilde ( $\tau = 0.50$ ) katsayı -1.985’e, üst kantilde ( $\tau = 0.90$ ) ise -2.039’a yükselmektedir.

Bu bulgular, çevresel baskının gelişmekte olan ülkelerde öncelikle sağlıklı yaşam yıllarını azalttığını, dolayısıyla çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin yaşam süresinden önce yaşam kalitesi üzerinden hissedildiğini göstermektedir. Sağlıklı yaşam beklentisine ilişkin katsayıların kantiller boyunca görece daha homojen seyretmesi, çevresel bozulmanın sağlık dağılımının tüm kesimlerini sistematik biçimde etkilediğine işaret etmektedir.

$\ln gdp_{pc}$  değişkeni sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde tüm kantillerde pozitif ve anlamlıdır; ancak katsayıların kantiller boyunca azalması, gelir artışlarının sağlıklı yaşam yıllarına katkısının özellikle düşük ve orta sağlık düzeylerinde daha güçlü olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, kişi başına sağlık harcamalarının logaritması, medyan ve üst kantillerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olup, sağlık yatırımlarının sağlıklı geçirilen yaşam süresini artırmada önemli bir rol oynadığını teyit etmektedir.

### **6.1.3. Genel Değerlendirme**

Genel olarak Tablo 6.1’de sunulan bulgular, gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskının uzun ömürlülük üzerindeki etkilerinin doğrusal olmadığını ve sağlık dağılımının farklı noktalarında anlamlı biçimde değiştiğini ortaya koymaktadır. Ekolojik ayak izi, özellikle medyan ve üst kantillerde yaşam beklentisi üzerinde giderek güçlenen olumsuz etkiler üretirken, sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde daha erken aşamalarda ve daha yaygın biçimde yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır. Bu sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerde çevresel

sürdürülebilirliğin, yalnızca çevresel bir hedef değil, aynı zamanda sağlık kazanımlarının korunması açısından da kritik bir politika alanı olduğunu göstermektedir.

## 6.2. Gelişmekte Olan Ülkelerde Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller)

Ekolojik ayak izine dayalı ana bulguların altında yatan mekanizmaları ayırtmak amacıyla, gelişmekte olan ülkeler için PM2.5 maruziyeti ve kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonlarının uzun ömürlülük üzerindeki etkileri ayrıca incelenmiştir. Bu kapsamda elde edilen MMQR sonuçları Tablo 6.2’de raporlanmaktadır.

**Tablo 6.2.** MMQR Sonuçları: Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller) (Gelişmekte Olan Ülkeler)

<b>Panel A. <i>life - lnpm2.5</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	-1.040** (0.432)	-0.537*** (0.206)	-0.229 (0.243)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	5.291*** (0.821)	3.844*** (0.333)	2.957*** (0.303)
<i>lnhealth</i>	0.745 (0.810)	1.339*** (0.333)	1.703*** (0.301)
<i>Sabit</i>	17.821*** (2.994)	32.895*** (1.237)	42.139*** (1.209)
Gözlem Sayısı	1785	1785	1785
<b>Panel B. <i>hlife - lnpm2.5</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	-0.223 (0.412)	-0.396** (0.202)	-0.499** (0.232)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	3.828*** (0.759)	2.696*** (0.316)	2.028*** (0.273)
<i>lnhealth</i>	0.953 (0.743)	1.392*** (0.312)	1.651*** (0.273)
<i>Sabit</i>	17.920*** (2.991)	33.298*** (1.265)	42.364*** (1.136)
Gözlem Sayısı	1785	1785	1785
<b>Panel C. <i>life - carbon</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>carbon</i>	0.002 (0.020)	-0.042*** (0.011)	-0.068*** (0.012)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	5.385*** (0.843)	3.907*** (0.325)	3.053*** (0.287)
<i>lnhealth</i>	0.818 (0.783)	1.446*** (0.306)	1.809*** (0.265)
<i>Sabit</i>	13.152*** (3.152)	30.309*** (1.214)	40.223*** (1.145)
Gözlem Sayısı	1954	1954	1954
<b>Panel D. <i>hlife - carbon</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>carbon</i>	-0.093*** (0.021)	-0.077*** (0.013)	-0.068*** (0.014)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	4.867*** (0.722)	2.960*** (0.315)	1.836*** (0.279)
<i>lnhealth</i>	0.389 (0.689)	1.434*** (0.294)	2.051*** (0.255)
<i>Sabit</i>	12.014*** (2.627)	29.855*** (1.197)	40.376*** (1.116)
Gözlem Sayısı	1868	1868	1868

**Tablo 6.2.** Tablonun devamı

<b>Panel E. <i>life - lnpm2.5</i> ve <i>carbon</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	-1.047** (0.461)	-0.421** (0.216)	-0.065 (0.249)
<i>carbon</i>	0.031 (0.021)	-0.038*** (0.012)	-0.078*** (0.013)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	5.336*** (0.850)	3.969*** (0.337)	3.191*** (0.305)
<i>lnhealth</i>	0.648 (0.834)	1.364*** (0.331)	1.772*** (0.293)
<i>Sabit</i>	17.547*** (3.254)	31.609*** (1.396)	39.615*** (1.411)
Gözlem Sayısı	1784	1784	1784
<b>Panel F. <i>hlife - lnpm2.5</i> ve <i>carbon</i></b>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	0.555 (0.392)	-0.176 (0.207)	-0.612** (0.246)
<i>carbon</i>	-0.098*** (0.022)	-0.078*** (0.014)	-0.066*** (0.014)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	4.633*** (0.770)	2.960*** (0.328)	1.961*** (0.285)
<i>lnhealth</i>	0.716 (0.756)	1.450*** (0.318)	1.887*** (0.274)
<i>Sabit</i>	10.464*** (2.918)	30.425*** (1.424)	42.344*** (1.397)
Gözlem Sayısı	1784	1784	1784

**Not:** İkincil modeller, işaret tutarlılığını ve kanala özgü etkileri doğrulamak amacıyla raporlanmıştır. MMQR tahminleri, parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalarla raporlanmıştır. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

### 6.2.1. PM2.5 Maruziyeti

Tablo 6.2, Panel A'da sunulan sonuçlar, PM2.5 maruziyetinin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin kantil bağımlı olduğunu göstermektedir. Alt kantilde ( $\tau = 0.10$ ) PM2.5 katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Medyan kantilde ( $\tau = 0.50$ ) bu olumsuz etki devam etmekte ve %1 anlamlılık düzeyinde teyit edilmektedir. Buna karşılık, üst kantilde ( $\tau = 0.90$ ) katsayının istatistiksel olarak anlamsız hale gelmesi, hava kirliliğinin yaşam beklentisi üzerindeki etkilerinin özellikle düşük ve orta sağlık düzeylerinde daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisine ilişkin sonuçlar (Panel B), PM2.5 maruziyetinin etkilerinin daha istikrarlı ve yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. PM2.5 katsayısı medyan ve üst kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, hava kirliliğinin gelişmekte olan ülkelerde öncelikle sağlıklı geçirilen yaşam yıllarını azalttığını ve sağlık kalitesi üzerindeki etkilerinin yaşam süresinden önce hissedildiğini göstermektedir.

Her iki modelde de kişi başına gelir düzeyi ve kişi başına sağlık harcamaları, özellikle medyan ve üst kantillerde pozitif ve anlamlı katsayılarla sahiptir. Bu durum, ekonomik büyüme ve sağlık yatırımlarının gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskının olumsuz etkilerini kısmen dengeleyebildiğini, ancak bu tampon mekanizmaların tüm kantillerde eşit derecede etkili olmadığını göstermektedir.

### **6.2.2. CO<sub>2</sub> Emisyonları**

CO<sub>2</sub> emisyonlarına ilişkin bulgular, PM<sub>2.5</sub> maruziyetine kıyasla daha net ve sistematik bir etki desenine işaret etmektedir. Tablo 6.2, Panel C’de raporlanan sonuçlara göre, kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonları yaşam beklentisi üzerinde medyan ve üst kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Alt kantilde katsayının anlamsız olması, karbon yoğunluğunun düşük yaşam beklentisi düzeylerinde doğrudan bir etki üretmediğini, ancak sağlık düzeyi yükseldikçe etkilerinin belirginleştiğini göstermektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisine ilişkin sonuçlar (Panel D), CO<sub>2</sub> emisyonlarının tüm kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, karbon yoğunluğunun gelişmekte olan ülkelerde yalnızca yaşam süresini değil, daha da önemlisi sağlıklı geçirilen yaşam yıllarını sistematik biçimde azalttığını göstermektedir.

### **6.2.3. Birleşik PM<sub>2.5</sub> ve CO<sub>2</sub> Modelleri**

PM<sub>2.5</sub> maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının birlikte modele dâhil edildiği sonuçlar, Tablo 6.2 Panel E ve Panel F’te sunulmaktadır. Yaşam beklentisi açısından (Panel E), PM<sub>2.5</sub> maruziyetinin alt ve orta kantillerde negatif ve anlamlı olduğu, üst kantilde ise etkisinin zayıfladığı görülmektedir. CO<sub>2</sub> emisyonları ise medyan ve üst kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı katsayılarla sahiptir. Bu bulgu, gelişmekte olan ülkelerde karbon yoğunluğunun, hava kirliliğine kıyasla daha kalıcı ve üst kantil ağırlıklı bir risk faktörü olduğunu göstermektedir.

Sağlıklı yaşam beklentisine ilişkin birleşik model sonuçları (Panel F), PM<sub>2.5</sub> maruziyetinin yalnızca üst kantilde negatif ve anlamlı hale geldiğini, buna karşılık CO<sub>2</sub> emisyonlarının tüm kantillerde istikrarlı biçimde negatif etkiler ürettiğini ortaya koymaktadır. Bu yapı, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin daha kantil-duyarlı olduğunu, karbon yoğunluğunun ise sağlıklı yaşam yıllarını daha genel ve sistematik biçimde azalttığını göstermektedir.

### **6.2.4. Genel Değerlendirme**

Tablo 6.2’de sunulan ikincil model bulguları, gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskının uzun ömürlülük üzerindeki etkilerinin kanal bazında farklılaştığını açık biçimde ortaya koymaktadır. PM<sub>2.5</sub> maruziyeti özellikle düşük ve orta sağlık düzeylerinde etkili olurken, CO<sub>2</sub> emisyonları yüksek sağlık düzeylerinde ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde daha güçlü ve kalıcı olumsuz etkiler üretmektedir. Bu sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerde

çevresel politikaların hava kirliliği ve karbon yoğunluğu gibi farklı riskleri ayrı ama eşgüdümlü biçimde hedeflemesi gerektiğini göstermektedir.

Temel bulguların sağlamlığını daha ileri düzeyde değerlendirmek amacıyla, ekolojik ayak izi, PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının eşanlı olarak modele dâhil edildiği tam bir MMQR spesifikasyonu tahmin edilmiştir. Buna ilişkin sonuçlar Ek Tablo E1’de sunulmaktadır. Genel olarak, birden fazla çevresel göstergenin aynı anda modele eklenmesi temel sonuçları değiştirmemektedir. Ekolojik ayak izi, kantiller boyunca hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi açısından en güçlü ve sistematik olarak anlamlı belirleyici olma özelliğini korumaktadır. Buna karşılık, PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarına ait katsayılar, kümülatif çevresel baskı kontrol edildiğinde daha zayıf ve daha heterojen etkiler sergilemektedir. Bu bulgular, ekolojik ayak izinin kanal-özel kirlilik göstergelerinin ötesinde, daha geniş ve daha kalıcı çevresel stresi yakaladığı yönündeki yorumu desteklemektedir.

### 6.3. Ana Bulgular: Gelişmiş Ülkelerde Ekolojik Ayak İzi ve Uzun Yaşam

Tablo 6.3, gelişmiş ülkeler için ekolojik ayak izi ile uzun yaşam göstergeleri arasındaki ilişkiyi MMQR yaklaşımı çerçevesinde sunmaktadır. Panel A yaşam beklentisini, Panel B ise sağlıklı yaşam beklentisini (*hlife*) bağımlı değişken olarak ele almaktadır. Bulgular, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerinin yalnızca ortalama düzeyde değil, dağılımın farklı noktalarında da anlamlı biçimde değiştiğini göstermektedir.

**Tablo 6.3.** MMQR Sonuçları: Ekolojik Ayak İzi ve Yaşam Süresi (Ana Modeller - Gelişmiş Ülkeler)

<i>Panel A. life - lnfp</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnfp</i>	-1.224*** (0.261)	-1.281*** (0.156)	-1.336*** (0.131)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	2.956*** (0.825)	1.160*** (0.448)	-0.574 (0.379)
<i>lnhealth</i>	0.755 (0.708)	2.067*** (0.381)	3.334*** (0.310)
<i>Sabit</i>	42.603*** (2.976)	53.293*** (1.662)	63.619*** (1.653)
Gözlem Sayısı	828	828	828
<i>Panel B. hlife - lnfp</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnfp</i>	-0.978*** (0.203)	-1.139*** (0.133)	-1.314*** (0.125)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	3.687*** (0.790)	2.265*** (0.424)	0.733** (0.367)
<i>lnhealth</i>	-0.775 (0.681)	0.325 (0.362)	1.510*** (0.310)
<i>Sabit</i>	36.310*** (2.788)	44.464*** (1.531)	53.253*** (1.498)
Gözlem Sayısı	792	792	792

**Not:** MMQR tahminleri, parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalarla raporlanmıştır. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

### 6.3.1. Yaşam Beklentisi

Panel A sonuçlarına göre, logaritmik ekolojik ayak izi değişkeni tüm kantillerde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu bulgu, çevresel baskıların gelişmiş ülkelerde yaşam beklentisini sistematik biçimde azalttığını göstermektedir. Etkinin büyüklüğü kantiller arasında görece istikrarlı olmakla birlikte, yüksek kantilde ( $\tau = 0.90$ ) katsayının mutlak değerinin artması, çevresel baskıların özellikle zaten yüksek yaşam beklentisine sahip ülkelerde daha güçlü bir sınırlayıcı etki yarattığını ortaya koymaktadır.

Gelir düzeyi açısından bakıldığında, log kişi başına GSYH değişkeninin etkisi kantiller boyunca heterojendir. Alt kantilde ( $\tau = 0.10$ ) pozitif ve anlamlı olan gelir etkisi, medyan kantilde zayıflamakta ve üst kantilde ( $\tau = 0.90$ ) istatistiksel olarak anlamsız hâle gelmektedir. Bu sonuç, gelişmiş ülkelerde gelir artışlarının yaşam beklentisini artırıcı etkisinin belirli bir doygunluk noktasına ulaştığını ve yüksek yaşam beklentisi düzeylerinde marjinal katkının sınırlı kaldığını göstermektedir.

Buna karşılık, log sağlık harcaması (kişi başına) değişkeni tüm kantillerde pozitif ve güçlü biçimde anlamlıdır. Ayrıca katsayıların üst kantilde belirgin biçimde büyümesi, sağlık harcamalarının özellikle uzun yaşamın üst sınırlarına yakın ülkelerde daha kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, gelişmiş ülkelerde sağlık sistemlerinin uzun yaşam üzerindeki belirleyici rolünü teyit etmektedir.

### 6.3.2. Sağlıklı Yaşam Beklentisi

Panel B sonuçları, ekolojik ayak izinin sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkisinin yaşam beklentisine kıyasla daha da belirgin olduğunu göstermektedir. Log ekolojik ayak izi, tüm kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır; katsayıların mutlak değeri üst kantilde artmaktadır. Bu bulgu, çevresel baskıların yalnızca yaşam süresini değil, yaşam kalitesini de ciddi biçimde aşındırdığını göstermektedir.

Gelir değişkeni açısından sonuçlar daha net bir heterojenlik sergilemektedir. Alt kantilde anlamlı olan log kişi başına GSYH katsayısı, orta ve üst kantillerde zayıflamakta ve üst kantilde marjinal düzeyde anlamlı hâle gelmektedir. Bu durum, gelişmiş ülkelerde gelir artışlarının sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkisinin sınırlı ve koşula bağlı olduğunu göstermektedir.

Sağlık harcamaları değişkeni ise *hlife* için kantiller arasında farklılaşan bir yapı sergilemektedir. Alt ve orta kantillerde istatistiksel olarak anlamsız olan katsayı, üst kantilde pozitif ve anlamlı hâle gelmektedir. Bu sonuç, sağlık harcamalarının özellikle yüksek sağlık

düzeylerine sahip ülkelerde sağlıklı yaşam süresini uzatmada daha etkin olduğunu göstermektedir.

### 6.3.3. Genel Değerlendirme

Tablo 6.3'ten elde edilen bulgular, gelişmiş ülkelerde çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerinin kalıcı, güçlü ve kantil-bağımlı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle ekolojik ayak izinin hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki tutarlı ve artan olumsuz etkisi, çevresel sürdürülebilirliğin gelişmiş ülkelerde dahi uzun yaşamın temel belirleyicilerinden biri olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, gelir artışlarının etkisi sınırlı ve doyumluk içeren bir yapı sergilerken, sağlık harcamaları uzun yaşamın üst sınırlarını belirlemede kritik bir rol oynamaktadır.

### 6.4. Gelişmiş Ülkelerde Özgül Kirlilik Kanalları: İkinci MMQR Bulguları

Tablo 6.4, gelişmiş ülkelerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisinin PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonları gibi özgül çevresel kirlenme kanalları üzerinden nasıl etkilendiğini MMQR çerçevesinde incelemektedir. Bulgular, çevresel faktörlerin etkilerinin hem kirlilik türüne hem de yaşam süresinin dağılımındaki konuma bağlı olarak önemli ölçüde farklılaştığını göstermektedir.

**Tablo 6.4.** MMQR Sonuçları: Spesifik Kirlilik Kanalları (İkincil Modeller - Gelişmiş Ülkeler)

<i>Panel A. life – lnpm. 25</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	-0.428 (0.274)	-0.251 (0.161)	-0.094 (0.210)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	2.281** (1.059)	0.617 (0.503)	-0.865** (0.405)
<i>lnhealth</i>	0.994 (0.912)	2.267*** (0.429)	3.400*** (0.329)
<i>Sabit</i>	46.571*** (4.358)	55.855*** (2.177)	64.121*** (2.103)
Gözlem Sayısı	756	756	756
<i>Panel B. hlife – lnpm. 25</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	0.150 (0.222)	0.134 (0.127)	0.118 (0.174)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	3.489*** (0.944)	1.852*** (0.462)	0.231 (0.386)
<i>lnhealth</i>	-0.754 (0.817)	0.551 (0.397)	1.843*** (0.328)
<i>Sabit</i>	35.974*** (3.816)	44.713*** (1.922)	53.374*** (1.764)
Gözlem Sayısı	756	756	756

**Tablo 6.4.** Tablonun Devamı

<i>Panel C. life – carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>carbon</i>	-0.148*** (0.025)	-0.123*** (0.018)	-0.098*** (0.019)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	2.983*** (0.739)	1.201*** (0.434)	-0.545 (0.378)
<i>lnhealth</i>	0.886 (0.627)	2.078*** (0.362)	3.246*** (0.308)
<i>Sabit</i>	40.620*** (2.757)	51.694*** (1.678)	62.540*** (1.648)
Gözlem Sayısı	826	826	826
<i>Panel D. hlife – carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>carbon</i>	-0.126*** (0.024)	-0.118*** (0.015)	-0.110*** (0.015)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	3.839*** (0.759)	2.323*** (0.410)	0.893*** (0.349)
<i>lnhealth</i>	-0.742 (0.641)	0.330 (0.341)	1.341*** (0.293)
<i>Sabit</i>	33.891*** (2.803)	42.962*** (1.566)	51.515*** (1.417)
Gözlem Sayısı	790	790	790
<i>Panel E. life – lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	-0.263 (0.226)	-0.386** (0.156)	-0.509** (0.218)
<i>carbon</i>	-0.147*** (0.026)	-0.131*** (0.018)	-0.116*** (0.019)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	2.451*** (0.763)	1.162*** (0.450)	-0.122 (0.396)
<i>lnhealth</i>	1.263** (0.644)	2.025*** (0.373)	2.783*** (0.321)
<i>Sabit</i>	43.846*** (3.080)	53.570*** (1.964)	63.254*** (2.084)
Gözlem Sayısı	754	754	754
<i>Panel F. hlife – lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnpm2.5</i>	0.224 (0.194)	0.010 (0.121)	-0.199 (0.170)
<i>carbon</i>	-0.127*** (0.024)	-0.121*** (0.015)	-0.116*** (0.015)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	3.728*** (0.731)	2.320*** (0.412)	0.942*** (0.363)
<i>lnhealth</i>	-0.599 (0.614)	0.347 (0.342)	1.273*** (0.307)
<i>Sabit</i>	33.426*** (2.937)	42.872*** (1.731)	52.117*** (1.685)
Gözlem Sayısı	754	754	754

**Not:** İkincil modeller, işaret tutarlılığını ve kanala özgü etkileri doğrulamak amacıyla raporlanmıştır. MMQR tahminleri, parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalarla raporlanmıştır. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

#### 6.4.1. PM2.5 Maruziyeti

Panel A ve Panel B sonuçları, PM2.5 maruziyetinin gelişmiş ülkelerde yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki etkisinin görece zayıf ve çoğunlukla istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir. Yaşam beklentisi için PM2.5 katsayıları tüm kantillerde negatif işaretli olmakla birlikte istatistiksel anlamlılık taşımamaktadır. Benzer biçimde, sağlıklı yaşam beklentisi için PM2.5 katsayıları pozitif ancak anlamsızdır.

Bu bulgu, gelişmiş ülkelerde hava kirliliğine ilişkin regülasyonların, sağlık altyapısının ve adaptasyon mekanizmalarının PM2.5 kaynaklı sağlık risklerini büyük ölçüde sınırladığını düşündürmektedir. Başka bir ifadeyle, PM2.5 maruziyeti gelişmiş ülkelerde uzun yaşam açısından bağımsız ve güçlü bir risk faktörü olmaktan çıkmış görünmektedir.

Gelir ve sağlık harcamaları açısından bulgular daha belirgindir. Log sağlık harcamaları, özellikle medyan ve üst kantillerde yaşam beklitesi üzerinde güçlü ve pozitif bir etki sergilemektedir. Bu durum, gelişmiş ülkelerde sağlık harcamalarının çevresel riskleri telafi edici bir rol üstlendiğini göstermektedir.

#### **6.4.2. CO<sub>2</sub> Emisyonları**

Panel C ve Panel D sonuçları, CO<sub>2</sub> emisyonlarının gelişmiş ülkelerde uzun yaşam üzerinde tutarlı, güçlü ve kantiller boyunca anlamlı negatif etkiler yarattığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Yaşam beklentisi için CO<sub>2</sub> emisyonlarının katsayısı tüm kantillerde negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Benzer biçimde, sağlıklı yaşam beklentisi için de CO<sub>2</sub> emisyonları kantiller boyunca güçlü biçimde olumsuz etki göstermektedir.

Bu bulgu, CO<sub>2</sub> emisyonlarının gelişmiş ülkelerde yalnızca çevresel bir sorun değil, aynı zamanda uzun dönemli sağlık ve yaşam kalitesi üzerinde yapısal bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. PM2.5'ten farklı olarak CO<sub>2</sub> emisyonlarının etkisinin kantiller boyunca devam etmesi, bu değişkenin daha geniş ve kümülatif çevresel baskıları temsil ettiğini düşündürmektedir.

#### **6.4.3. Birleşik Modeller: PM2.5 ve CO<sub>2</sub>**

Panel E ve Panel F, PM2.5 ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının birlikte modele dâhil edildiği durumları sunmaktadır. Bu panellerde CO<sub>2</sub> emisyonları tüm kantillerde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif etkisini korurken, PM2.5 maruziyetinin etkisi çoğunlukla anlamsız hâle gelmektedir. Yalnızca yaşam beklentisi için üst kantilde PM2.5 katsayısının negatif ve anlamlı hâle gelmesi, çok yüksek yaşam beklentisi düzeylerinde hava kalitesinin hâlen sınırlayıcı bir faktör olabileceğini göstermektedir.

Bu sonuçlar, gelişmiş ülkelerde çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerinin kirletici türüne göre ayrıştığını ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının PM2.5'e kıyasla daha baskın ve kalıcı bir kanal oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

#### 6.4.4. Genel Değerlendirme

Tablo 6.4'ten elde edilen bulgular, gelişmiş ülkelerde çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerinin seçici ve yapısal olduğunu göstermektedir. PM2.5 gibi lokal hava kirliliği göstergeleri, güçlü sağlık sistemleri ve düzenleyici çerçeveler sayesinde etkisini büyük ölçüde yitirirken, CO<sub>2</sub> emisyonları daha geniş ölçekli ve kümülatif etkileri nedeniyle uzun yaşam üzerinde belirgin bir sınırlayıcı rol oynamaktadır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik politikalarının gelişmiş ülkelerde dahi iklim ve karbon yoğun faaliyetlere odaklanmasının önemini vurgulamaktadır.

Ek bir sağlamlık kontrolü olarak, gelişmiş ülkeler için tüm çevresel göstergelerin eşanlı olarak modele dâhil edildiği tam bir MMQR spesifikasyonu tahmin edilmiştir. Buna ilişkin sonuçlar Ek Tablo E2'de raporlanmaktadır. Bulgular, çevresel baskının kümülatif bir göstergesi olarak ekolojik ayak izinin baskın rolünü teyit etmektedir. Özgül kirlilik göstergelerinin işaretleri ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri kantiller boyunca değişiklik gösterse de, ekolojik ayak izi hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi açısından tutarlı biçimde negatif ve istatistiksel olarak anlamlılığını korumaktadır. Bu sonuçlar, temel ve ikincil bulguları destekler niteliktedir.

## 7. GELİŞMEKTE OLAN VE GELİŞMİŞ ÜLKELER: KARŞILAŞTIRMA

Bu çalışma, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerinin yalnızca ülke grupları arasında değil, aynı zamanda yaşam süresinin dağılımı boyunca da sistematik biçimde farklılaştığını ortaya koymaktadır. MMQR sonuçları, çevresel bozulmanın gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde farklı kanallar üzerinden ve farklı yoğunluklarda işlediğini göstermektedir.

### 7.1. Ekolojik Ayak İzi: Kümülatif Baskının Evrensel Rolü

Her iki ülke grubunda da ekolojik ayak izi, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde tutarlı, negatif ve kantile duyarlı etkilere sahiptir. Bu bulgu, ekolojik ayak izinin tekil kirlilik göstergelerine kıyasla çevresel baskının kümülatif ve yapısal boyutunu daha iyi yakaladığını teyit etmektedir.

Ancak etki büyüklüğü ve kantil duyarlılığı ülke grupları arasında farklılaşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ekolojik ayak izinin etkisi özellikle orta ve üst kantillerde daha keskin hâle gelirken, gelişmiş ülkelerde bu etki tüm kantiller boyunca güçlü ancak daha dengeli bir yapı sergilemektedir. Bu durum, gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskıların uzun yaşam kazanımlarını daha kırılgan hâle getirdiğini, gelişmiş ülkelerde ise çevresel bozulmanın uzun yaşamın üst sınırını belirleyen bir faktör hâline geldiğini göstermektedir.

### 7.2. Özgül Kirlilik Kanalları: Ayrışan Mekanizmalar

İkincil modeller, çevresel baskıların hangi kanallar aracılığıyla uzun yaşamı etkilediği konusunda ülke grupları arasında belirgin bir ayrışma olduğunu ortaya koymaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde PM2.5 maruziyeti, özellikle yaşam süresinin alt ve orta kantillerinde anlamlı ve olumsuz etkilere sahipken, gelişmiş ülkelerde PM2.5 etkisinin büyük ölçüde zayıfladığı veya istatistiksel olarak anlamsız hâle geldiği görülmektedir.

Bu bulgu, gelişmiş ülkelerde hava kalitesine yönelik regülasyonlar, sağlık altyapısı ve adaptasyon kapasitesinin PM2.5 kaynaklı sağlık risklerini sınırladığını düşündürmektedir. Buna karşılık, gelişmekte olan ülkelerde PM2.5 maruziyeti hâlen temel bir halk sağlığı riski olarak varlığını sürdürmektedir.

CO<sub>2</sub> emisyonları ise her iki ülke grubunda da uzun yaşam üzerinde daha kalıcı ve yapısal bir etki göstermektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde CO<sub>2</sub> emisyonlarının yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerindeki negatif etkisinin kantiller boyunca korunması, karbon yoğun ekonomik yapıların uzun dönemli sağlık sonuçlarını yansıttığını

göstermektedir. Bu durum, CO<sub>2</sub>'nin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sistemik bir sağlık riski olduğunu ortaya koymaktadır.

### **7.3. Gelir ve Sağlık Harcamaları: Doygunluk ve Telafi Etkisi**

Gelir düzeyi ve sağlık harcamalarının rolü de ülke grupları arasında farklılaşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde kişi başına gelir artışları, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde güçlü ve pozitif etkilere sahiptir. Bu durum, temel yaşam koşullarındaki iyileşmelerin uzun yaşam kazanımları açısından hâlen kritik olduğunu göstermektedir.

Buna karşılık, gelişmiş ülkelerde gelir değişkeninin etkisi üst kantillerde zayıflamakta veya anlamsızlaşmaktadır. Bu bulgu, gelir-sağlık ilişkisinin gelişmiş ülkelerde doygunluğa ulaştığını ve uzun yaşam kazanımlarının artık gelir artışlarından ziyade çevresel ve yapısal faktörler tarafından belirlendiğini göstermektedir.

Sağlık harcamaları ise her iki ülke grubunda da önemli olmakla birlikte, gelişmiş ülkelerde özellikle üst kantillerde daha güçlü bir rol oynamaktadır. Bu durum, sağlık sistemlerinin uzun yaşamın üst sınırlarını belirlemede telafi edici bir mekanizma olarak işlediğini düşündürmektedir.

### **7.4. Genel Çıkarımlar**

Genel olarak, bulgular çevresel baskı-uzun yaşam ilişkisinin tek tip ve doğrusal bir yapı sergilemediğini ortaya koymaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskılar, temel yaşam kazanımlarını doğrudan tehdit eden bir unsur olarak öne çıkarken; gelişmiş ülkelerde bu baskılar uzun yaşamın üst sınırlarını ve yaşam kalitesini belirleyen yapısal bir kısıt hâline gelmektedir. Bu farklılaşma, çevre ve sağlık politikalarının ülke gruplarına özgü biçimde tasarlanması gerektiğini açıkça göstermektedir.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkilerini geliştirmekte olan ve gelişmiş ülkeler için dağılım-temelli bir perspektifle inceleyerek literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Machado ve Silva (2019) tarafından geliştirilen MMQR yaklaşımı kullanılarak, çevresel faktörlerin yalnızca ortalama etkilerinin değil, yaşam süresinin farklı kantillerindeki heterojen etkilerinin de ortaya konulması sağlanmıştır.

Elde edilen bulgular, ekolojik ayak izinin, hem yaşam beklentisi hem de sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde tutarlı, güçlü ve kantile duyarlı bir olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, ekolojik ayak izinin özgül kirlilik göstergelerine kıyasla çevresel baskının kümülatif ve yapısal boyutunu daha iyi yansıttığını teyit etmektedir. Bulgular, çevresel bozulmanın uzun yaşam üzerindeki etkilerinin ülke grupları arasında farklılaştığını ve bu farklılaşmanın hem etki büyüklüğü hem de mekanizma düzeyinde belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerde çevresel baskılar, özellikle PM2.5 maruziyeti gibi yerel kirlilik kanalları üzerinden yaşam beklentisini ve sağlıklı yaşam beklentisini doğrudan olumsuz etkilemektedir. Buna karşılık, gelişmiş ülkelerde PM2.5'in etkisi büyük ölçüde zayıflarken, CO<sub>2</sub> emisyonları uzun yaşam üzerinde daha kalıcı ve yapısal bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgu, çevresel baskıların ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklı kanallar üzerinden işlediğini göstermektedir.

Gelir ve sağlık harcamalarının rolü de ülke gruplarına göre ayrılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde gelir artışları uzun yaşam üzerinde güçlü kazanımlar sağlarken, gelişmiş ülkelerde bu etkinin doyunluğa ulaştığı ve uzun yaşamın üst sınırlarının daha çok çevresel ve kurumsal faktörler tarafından belirlendiği görülmektedir. Sağlık harcamaları ise özellikle gelişmiş ülkelerde yüksek kantillerde uzun yaşamı destekleyici önemli bir telafi mekanizması olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma, çevresel baskı-uzun yaşam ilişkisinin tek tip ve doğrusal olmadığını, aksine ülke grupları ve yaşam süresinin dağılımı boyunca önemli ölçüde heterojenlik sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, çevre, sağlık ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının tasarımında ortalama etkilere dayalı yaklaşımların yetersiz kaldığını ve dağılım-temelli analizlerin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, çevre-sağlık politikalarının ülke grupları arasında tek tip biçimde tasarlanamayacağını açıkça ortaya koymaktadır. Çevresel baskıların uzun

yaşam üzerindeki etkileri, ekonomik gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklı kanallar üzerinden ve farklı yoğunluklarda işlemektedir. Bu nedenle politika önceliklerinin de bu heterojen yapıyı dikkate alması gerekmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde elde edilen bulgular, çevresel baskıların uzun yaşam üzerinde doğrudan ve güçlü etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle PM2.5 maruziyeti ve ekolojik ayak izi, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde belirgin biçimde olumsuz etkilere sahiptir. Bu durum, çevresel bozulmanın bu ülkelerde hâlen temel bir halk sağlığı sorunu olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, gelişmekte olan ülkelerde politika önceliği, hava kirliliğini azaltmaya yönelik temel ve maliyet-etkin önlemlere verilmelidir. Temiz enerjiye geçiş, şehir içi hava kalitesinin iyileştirilmesi ve sanayi kaynaklı emisyonların denetlenmesi, uzun yaşam kazanımları açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca bulgular, gelir artışlarının ve sağlık harcamalarının çevresel riskleri kısmen telafi edebildiğini göstermektedir. Bu nedenle çevre politikalarının, ekonomik kalkınma ve sağlık altyapısının güçlendirilmesiyle eşgüdüm içinde yürütülmesi gerekmektedir.

Gelişmiş ülkelerde ise çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki etkileri daha çok yapısal ve kümülatif nitelik taşımaktadır. Bulgular, PM2.5 gibi yerel hava kirliliği göstergelerinin etkisinin büyük ölçüde sınırlı kaldığını, buna karşılık CO<sub>2</sub> emisyonları ve ekolojik ayak izinin yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi üzerinde kalıcı olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir.

Bu durum, gelişmiş ülkelerde çevre politikalarının kısa vadeli hava kalitesi iyileştirmelerinin ötesine geçerek, karbon yoğun üretim ve tüketim yapılarının dönüştürülmesine odaklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik iklim politikaları, bu ülkelerde yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda uzun dönemli halk sağlığı ve yaşam kalitesi açısından da merkezi bir rol oynamaktadır.

Ayrıca bulgular, sağlık harcamalarının özellikle yüksek yaşam beklentisi düzeylerinde telafi edici bir rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde çevre politikalarının, sağlık sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği ile birlikte ele alınması, çevresel baskıların uzun yaşam üzerindeki sınırlayıcı etkilerini azaltmada etkili olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Abbasi-Kangevari, M., Malekpour, M. R., Masinaei, M., Moghaddam, S. S., Ghamari, S. H., Abbasi-Kangevari, Z., ... & Zareshahrabadi, Z. (2023). Effect of air pollution on disease burden, mortality, and life expectancy in North Africa and the Middle East: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *The Lancet Planetary Health*, 7(5), e358-e369.
- Allen, R. T., Hales, N. M., Baccarelli, A., Jerrett, M., Ezzati, M., Dockery, D. W., & Pope III, C. A. (2016). Countervailing effects of income, air pollution, smoking, and obesity on aging and life expectancy: population-based study of US Counties. *Environmental Health*, 15(1), 86.
- Amuka, J. I., Asogwa, F. O., Ugwuanyi, R. O., Omeje, A. N., & Onyechi, T. (2018). Climate change and life expectancy in a developing country: evidence from greenhouse gas (CO<sub>2</sub>) emission in Nigeria. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 8(4), 113.
- Apte, J. S., Brauer, M., Cohen, A. J., Ezzati, M., & Pope III, C. A. (2018). Ambient PM<sub>2.5</sub> reduces global and regional life expectancy. *Environmental Science & Technology Letters*, 5(9), 546-551.
- Aziz, G., Waheed, R., Sarwar, S., Alsaggaf, M. I., & Khan, M. S. (2025). Addressing life expectancy and healthy life expectancy through environmental indicators: Novel dynamic autoregressive distributed lag estimation. *Natural Resources Forum* 49(3), 2687-2714.
- Bayati, M., Akbarian, R., & Kavosi, Z. (2013). Determinants of life expectancy in eastern mediterranean region: a health production function. *International Journal of Health Policy and Management*, 1(1), 57.
- Beyene, S. D., & Kotosz, B. (2021). Empirical evidence for the impact of environmental quality on life expectancy in African countries. *Journal of Health & Pollution*, 11(29), 210312.
- Biyase, M., Masron, T. A., Zwane, T., Udimal, T. B., & Kirsten, F. (2023). Ecological footprint and population health outcomes: Evidence from E7 countries. *Sustainability*, 15(10), 8224.
- Cao, Y., Martins, R., & Wu, J. (2025). Unveiling complexity in blue spaces and life expectancy. *Environmental Research*, 121981.
- Caruso, C., & Candore, G. (2025). Climate Change, Socio-Economic Status, and Life Expectancy. *Ageing and Longevity Research*, 2-2.
- Chen, Y., Ebenstein, A., Greenstone, M., & Li, H. (2013). Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(32), 12936-12941.
- 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.
- Christensen, K., & Vaupel, J. W. (1996). Determinants of longevity: genetic, environmental and medical factors. *Journal of Internal Medicine*, 240(6), 333-341.
- Coyle, D., Stieb, D., Burnett, R., DeCivita, P., Krewski, D., Chen, Y., & Thun, M. (2003). Impact of particulate air pollution on quality-adjusted life expectancy in Canada. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 66(16-19), 1847-1864.
- Di Ciaula, A., & Portincasa, P. (2020). The environment as a determinant of successful aging or frailty. *Mechanisms of Ageing and Development*, 188, 111244.

- Dugan, A., Prskawetz, A., & Raffin, N. (2024). The environment, life expectancy, and growth in overlapping generations models: A survey. *Journal of Economic Surveys*, 38(5), 1593-1621.
- Ebhota, O. S., Hongxing, Y., & Sampene, A. K. (2023). Air pollution and life expectancy: new evidence from the MINT economies. *Heliyon*, 9(12).
- Georgescu, I. A., Bâra, A., & Oprea, S. V. (2025). Life Expectancy and Its Determinants in Selected European Union (EU) and Non-EU Countries in the Mediterranean Region. *Sustainability*, 17(11), 5103.
- Gulis, G. (2000). Life expectancy as an indicator of environmental health. *European Journal of Epidemiology*, 16(2), 161-165.
- Gupta, S., & Kumar, S. (2022). Impact of environmental degradation on life expectancy: Evidence from Asia. *Journal of Energy and Environmental Policy Options*, 5(2), 30-38.
- Hertz, E., Hebert, J. R., & Landon, J. (1994). Social and environmental factors and life expectancy, infant mortality, and maternal mortality rates: results of a cross-national comparison. *Social Science & Medicine*, 39(1), 105-114.
- Hossain, S., Siddika, M. A., Koly, I. J., & Akter, K. (2020). Exploring the impact of environmental degradation on life expectancy in Bangladesh: An ARDL bounds test approach. *International Journal of Science and Business*, 4(12), 69-79.
- Hu, K., Zhang, X., Yang, X., & Yu, M. (2025). A study on the spatial distribution of life expectancy and its air pollution factors in China based on geographically weighted regression. *Frontiers in Public Health*, 13, 1565744.
- Ibey, A. M. Y., Abdulle, F. A., Abdiaziz, M. M., Ali, A. M., & Hersi, N. A. (2025). The Interplay of Economic, Environmental, and Political Factors on Life Expectancy in Somalia. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 20(8).
- Khan, F., Sarwar, G., Khan, M. A., Noor, S., & Rehman, Z. U. (2025). Assessing the Link Between Environmental Quality and Life Expectancy in Developing Nations: An Empirical Analysis for Sustainable Development. *International Social Science Journal*, 75(256), 295-310.
- Khazratkulova, L., Akhmedov, A. R., & Alimukhamedova, N. (2024). Econometric Modeling of Environmental Pollution Factors and Their Impact on Life Expectancy in Uzbekistan. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 574, p. 04005). EDP Sciences.
- Lelieveld, J., Pozzer, A., Pöschl, U., Fnais, M., Haines, A., & Münzel, T. (2020). Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovascular Research*, 116(11), 1910-1917.
- Li, C., Wu, J., Li, D., Jiang, Y., & Wu, Y. (2023). Study on the Correlation between Life Expectancy and the Ecological Environment around the Cities along the Belt and Road. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2147.
- Li, X., Zhu, J., Park, J. M., & Mitchell, J. (2025). Unravelling the determinants of life expectancy during and after the COVID-19 pandemic: a qualitative comparative analysis. *Journal of Global Health*, 15, 04126.
- Lin, X., Burnett, R. T., Xi, J., Bai, J., Xiang, Y., Tian, T., ... & Hao, Y. (2025). Health impact assessment on life expectancy gains ascribed to particulate matter reduction. *npj Climate and Atmospheric Science*, 8(1), 66.
- Lv, J., Wang, W., & Li, Y. (2011). Effects of environmental factors on the longevous people in China. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2), 200-205.
- Machado, J. A., & Silva, J. S. (2019). *Quantiles via moments*. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145-173.

- Mariani, F., Pérez-Barahona, A., & Raffin, N. (2010). Life expectancy and the environment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(4), 798-815.
- Mariani, F., Pérez-Barahona, A., & Raffin, N. (2019). Population and the environment: the role of fertility, education and life expectancy. In *Human Capital and Economic Growth: The Impact of Health, Education and Demographic Change* (pp. 295-322). Cham: Springer International Publishing.
- Mondal, M. N. Í., Baki, A. N. M. A., Hoque, M. N., Khan, H. T., & Khan, M. N. (2019). Exploring the determinants of global life expectancy in an ecological perspective. *Turkish Journal of Public Health*, 17(3), 314-325.
- Muradov, A. J., Aydin, M., Bozatli, O., & Tuzcuoglu, F. (2024). Air pollution and life expectancy in the USA: Do medical innovation, health expenditure, and economic complexity matter?. *Science of The Total Environment*, 946, 174441.
- Nkalu, C. N., & Edeme, R. K. (2019). Environmental hazards and life expectancy in Africa: evidence from GARCH model. *Sage Open*, 9(1), 2158244019830500.
- Okamoto, K. (2006). Life expectancy at the age of 65 years and environmental factors: an ecological study in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 43(1), 85-91.
- Onisanwa, I. D., Oloruntimilehin, N. I., Emeka, I. F., & Ndangra, D. P. (2024). Determinants of Life Expectancy in Nigeria. *Tanzanian Economic Review*, 14(1).
- Patil, S. C., Ballal, S., Babaso, A. S., Solanki, S., & Sahoo, L. K. (2023). Exploring the Impact of Environmental Health on Community Quality of Life Metrics. *Health Leadership and Quality of Life*, (2), 223.
- Pautrel, X. (2009). Pollution and life expectancy: How environmental policy can promote growth. *Ecological Economics*, 68(4), 1040-1051.
- Plagg, B., & Zerbe, S. (2021). How does the environment affect human ageing? An interdisciplinary review. *Journal of Gerontology and Geriatrics*, 69, 53-67.
- Qiu, X., & Wu, S. S. (2022). Identifying the most important life expectancy factors for individual US counties. *Applied Geography*, 147, 102786.
- 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.
- Redzwan, N., & Ramli, R. (2024). Carbon emissions, health expenditure, and economic effects on life expectancy in Malaysia. *World*, 5(3), 588-602.
- Rjoub, H., Odugbesan, J. A., Adebayo, T. S., & Wong, W. K. (2021). Investigating the causal relationships among carbon emissions, economic growth, and life expectancy in Turkey: evidence from time and frequency domain causality techniques. *Sustainability*, 13(5), 2924.
- Rodriguez-Alvarez, A. (2021). Air pollution and life expectancy in Europe: Does investment in renewable energy matter?. *Science of the Total Environment*, 792, 148480.
- Roy, A. (2024). A panel data study on the effect of climate change on life expectancy. *PLoS Climate*, 3(1), e0000339.
- Sampene, A. K., Li, C., & Wiredu, J. (2024). Environmental technology to stimulate life expectancy: A deep dive into the role of PM2. 5 and carbon emission. *Environment International*, 193, 109118.
- Shaari, M. S., Majekodunmi, T. B., Sulong, A., Esquivias, M. A., & Yusoff, W. S. (2024). Examining the interplay between green technology, co2 emissions, and life expectancy in the asean-5 countries: insights from the panel FMOLS and DOLS approaches. *Discover Sustainability*, 5(1), 456.
- Sundas, A., Contreras, I., Mujahid, O., Beneyto, A., & Vehi, J. (2024). The effects of environmental factors on general human health: A scoping review. *Healthcare*, 12(21), 2123.

- Țarcă, V., Țarcă, E., & Moscalu, M. (2024). Social and economic determinants of life expectancy at birth in Eastern Europe. *Healthcare*, 12(11), 1148.
- Taşkaya, S., & Demirkiran, M. (2016). Environmental determinants of life expectancy at birth in Turkey. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 4(4), 995.
- Teh, W. S., Ling, G. L. H. T., Rusli, N., Teh, H. H., Tan, K. P., Faisal, S., ... & Mohamed, M. S. A. (2025). Factors Influencing Life Expectancy: Global Evidence from 125 Countries. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 12(2), 17-28.
- Timilsina, S. S., Bhusal, T., Nimbarte, A., & Choudhury, A. (2025). Analysis of Socio-Demographic, Pollution, And Hazard Risk Factors Affecting Life Expectancy In West Virginia: A Multilevel Regression Approach: Factors Affecting Life Expectancy In West Virginia. *Proceedings of the West Virginia Academy of Science*, 97(1).
- Walkowiak, M. P., Walkowiak, D., & Walkowiak, J. (2025). Evolving threats in an unforgiving climate: impact of non-optimal temperatures on life expectancy. *Population and Environment*, 47(1), 10.
- Wen, M., & Gu, D. (2012). Air pollution shortens life expectancy and health expectancy for older adults: the case of China. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 67(11), 1219-1229.
- Wu, Y., Hu, K., Han, Y., Sheng, Q., & Fang, Y. (2020). Spatial characteristics of life expectancy and geographical detection of its influencing factors in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 906.
- Yin, P., Brauer, M., Cohen, A. J., Wang, H., Li, J., Burnett, R. T., ... & Murray, C. J. (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. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), e386-e398.
- Zha, X., Tian, Y., Gao, X., Wang, W., & Yu, C. (2019). Quantitatively evaluate the environmental impact factors of the life expectancy in Tibet, China. *Environmental Geochemistry and Health*, 41(3), 1507-1520.

## EKLER

### EK 1: TÜM ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ İÇEREN MMQR MODELİ (GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER)

**Ek Tablo E1. Tüm Çevresel Göstergeleri İçeren MMQR Modeli (Gelişmekte Olan Ülkeler)**

Panel A. <i>life - lnfp, lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	<i>(1) <math>\tau = 0.10</math></i>	<i>(2) <math>\tau = 0.50</math></i>	<i>(3) <math>\tau = 0.90</math></i>
<i>lnfp</i>	-0.435 (1.007)	-2.146*** (0.410)	-3.055*** (0.371)
<i>lnpm2.5</i>	-0.687 (0.509)	-0.181 (0.233)	0.088 (0.252)
<i>carbon</i>	0.050** (0.020)	-0.012 (0.011)	-0.045*** (0.013)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	4.987*** (0.981)	4.448*** (0.362)	4.161*** (0.300)
<i>lnhealth</i>	1.095 (0.806)	1.701** (0.000)	2.022*** (0.286)
<i>Sabit</i>	17.110*** (4.925)	26.838*** (1.915)	32.005*** (1.657)
Gözlem Sayısı	1784	1784	1784
Panel B. <i>hlife - lnfp, lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	<i>(1) <math>\tau = 0.10</math></i>	<i>(2) <math>\tau = 0.50</math></i>	<i>(3) <math>\tau = 0.90</math></i>
<i>lnfp</i>	-1.367* (0.777)	-1.635*** (0.384)	-1.791*** (0.390)
<i>lnpm2.5</i>	1.078*** (0.416)	-0.011 (0.217)	-0.645** (0.260)
<i>carbon</i>	-0.054** (0.023)	-0.059*** (0.013)	-0.062*** (0.014)
<i>lnGDP<sub>pc</sub></i>	4.442*** (0.864)	3.350*** (0.350)	2.714*** (0.293)
<i>lnhealth</i>	1.324* (0.749)	01.693*** (0.308)	1.907*** (0.270)
<i>Sabit</i>	7.833** (3.844)	26.632*** (1.786)	37.567*** (1.755)
Gözlem Sayısı	1784	1784	1784

**Not:** Bu tablo, temel bulguların sağlamlığını değerlendirmek amacıyla ekolojik ayak izi, PM2.5 maruziyeti ve CO<sub>2</sub> emisyonlarını eşanlı olarak içeren tam MMQR tahminlerini raporlamaktadır. Tahminler, yaşam beklentisi ve sağlıklı yaşam beklentisi için  $\tau = 0.10, 0.50, 0.90$  kantilleri boyunca sunulmuştur. Parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalar verilmiştir. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Ekolojik ayak izi, özgül kirlilik göstergelerine kıyasla tutarlı biçimde baskın olup, çevresel baskının kümülatif bir ölçütü olarak rolünü teyit etmektedir.

## EK 2: TÜM ÇEVRESEL GÖSTERGELERİ İÇEREN MMQR MODELİ (GELİŞMİŞ ÜLKELER)

**Ek Tablo E2.** Tüm Çevresel Göstergeleri İçeren MMQR Modeli (Gelişmiş Ülkeler)

<i>Panel A. life - lnfp, lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnfp</i>	-1.116*** (0.228)	-0.923*** (0.144)	-0.715*** (0.154)
<i>lnpm2.5</i>	0.054 (0.218)	-0.141 (0.161)	-0.352 (0.235)
<i>carbon</i>	-0.095*** (0.026)	-0.088*** (0.019)	-0.080*** (0.022)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	2.675*** (0.708)	1.378*** (0.448)	-0.027 (0.423)
<i>lnhealth</i>	1.205** (0.591)	1.963*** (0.369)	2.785*** (0.338)
<i>Sabit</i>	42.715*** (2.883)	52.354*** (1.978)	62.795*** (2.265)
Gözlem Sayısı	754	754	754
<i>Panel B. hlife - lnfp, lnpm2.5 ve carbon</i>			
<i>Değişken</i>	(1) $\tau = 0.10$	(2) $\tau = 0.50$	(3) $\tau = 0.90$
<i>lnfp</i>	-1.076*** (0.182)	-0.867*** (0.114)	-0.644*** (0.141)
<i>lnpm2.5</i>	0.530*** (0.192)	0.239* (0.127)	-0.072 (0.184)
<i>carbon</i>	-0.073*** (0.025)	-0.080*** (0.016)	-0.088*** (0.018)
<i>lngdp<sub>pc</sub></i>	3.864*** (0.697)	2.507*** (0.408)	1.059*** (0.373)
<i>lnhealth</i>	-0.597 (0.580)	0.299 (0.336)	1.255*** (0.312)
<i>Sabit</i>	32.665*** (2.827)	41.847*** (1.738)	51.651*** (1.804)
Gözlem Sayısı	754	754	754

**Not:** Tam modeller yalnızca sağlık kontrolü amacıyla raporlanmıştır. Ekolojik ayak izi, özgül kirlilik göstergelerine kıyasla tutarlı biçimde baskın olup, çevresel baskının kümülatif bir ölçütü olarak rolünü doğrulamaktadır. MMQR tahminleri parantez içinde heteroskedastisiteye dayanıklı standart hatalarla sunulmuştur. \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Kantiller  $\tau = 0.10, 0.50, 0.90$ 'dır.