

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İKTİSADİ KALKINMA, HAVA KİRLİLİĞİ VE
SAĞLIK İLİŞKİSİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**JANBERK OKAN
14710023**

**TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. TUNA DİNÇ**

**İSTANBUL
2017**

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İKTİSADİ KALKINMA, HAVA KİRLİLİĞİ VE
SAĞLIK İLİŞKİSİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**JANBERK OKAN
14710023**

**TEZ DANIŞMANI
YRD. DOÇ. DR. TUNA DİNÇ**

**İSTANBUL
2017**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL
TEMMUZ, 2017

ÖZ

İKTİSADİ KALKINMA, HAVA KİRLİLİĞİ VE SAĞLIK İLİŞKİSİ: PANEL VERİ ANALİZİ

Janberk Okan

Temmuz, 2017

20. yüzyılın ilk yarısında ülkelerin hızla sanayileşmesi, endüstriyel üretimin artması ve genişlemesi bunun yanı sıra artan kentleşme oranları iktisadi kalkınma ve gelişmenin göstergesidir. Fakat artan sanayileşme ve kentleşme ile birlikte negatif dışsallık olarak hava kirliliği de artmıştır. İktisadi kalkınma ve gelişme süreci çevresel bozulmaya neden olmuştur. Çevresel bozulma olarak hava, su ve gürültü kirliliği, ormansızlaşma ele alınabilir. Çalışma boyunca çevresel bozulma hava kirliliği altında incelenecektir. Çalışmada, iktisadi kalkınma daha dar anlamda iktisadi büyüme olarak ele alınmış ve hava kirliliği ile ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile test edilmiştir. Hava kirliliği ve sağlık ilişkisi ise, epidemiyolojik çalışmalar sonucunda öngörülen hastalıklar, hava kirliliği verileri ve açıklayıcı değişkenler ile test edilmiştir. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi öngörülerine uygun olarak, hava kirliliği değişkenleri ile GSYİH arasında “ters-U” ilişkisi olduğu görülmüştür. Hava kirliliğinin sağlık üzerine etkileri incelendiğinde, sadece kalp ve damar hastalıkları nedeniyle yaşanan ölümler istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Hava kirliliğinin yarattığı sağlık etkilerinin boyutlarını anlamak için araştırmaların artırılması ve daha sağlıklı verilerin incelemesi gerektiği epidemiyolojik çalışmalarda da sıklıkla söylenmektedir. Bu çalışmada, 1995-2014 dönemleri itibariyle OECD ülkelerine ait veriler kullanılmıştır. İktisadi büyüme ve hava kirliliği ilişkisi ile hava kirliliği ve sağlık ilişkisi iki farklı ekonometrik model ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İktisadi Büyüme, Hava Kirliliği, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, Sağlık

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP AMONG ECONOMIC DEVELOPMENT, AIR-POLLUTION AND HEALTH: PANEL DATA ANALYSIS

Janberk Okan

July, 2017

In the first half of the 20th century, the rapid industrialization of countries, the increase and the expansion in industrial production, and therefore the increase in urbanization rates, are the indicators of economic progress and development. However, as a negative externality air pollution has risen with the expanding industrialization and urbanization. Thus economic growth and development have ingenerated environmental degradation. Air, water, and noise pollution together with deforestation can be addressed as exemplifications of environmental degradation. This study focuses on air pollution as a sample of the aforementioned challenge. In the study, economic growth has specifically been approached as economic development and its relation with air pollution has been tested by Environmental Kuznets Curve. The relationship between air pollution and health has been examined in the light of anticipated diseases by epidemiological studies, air pollution data, and explanatory variables. In accordance with Environmental Kuznets Curve Hypothesis, the inverted-U relationship has been detected between air pollution variables and GDP. When health effects of air pollution are examined, only the deaths resulting from cardiovascular diseases have presented statistically plausible conclusions. In the archive of the epidemiological studies it is frequently maintained that researches must be increased with the analysis of sounder data in order to comprehend the health effects of air pollution. Throughout this study the data pertaining to OECD countries between the years of 1995 and 2014 have been drawn upon. The connection between economic growth and air pollution and that of air pollution and health have been investigated through two distinct econometric models.

Key Words: Economic Growth, Air-Pollution, Environmental Kuznets Curve Hypothesis, Health

ÖN SÖZ

Bu tez çalışması bir senelik emeğin karşılığıdır. Bu konuda tez yazma fikri 2016 yılı yazında ilk olarak hava kirliliği haritası ile akciğer kanseri ölümlerinin dağılımını gösteren grafikleri incelerken oluştu. Saygıdeğer hocalarımla yaptığım görüşmeler sonucunda konuyu iktisadi büyüme, hava kirliliği ve sağlık ilişkisi altında inceleme kararı aldık. Bir senelik uğraşımız sonucunda tezim son halini almış bulunmakta. Bu süreçte bana desteğini esirgemeyen ve tez danışmanlığımı sürdüren sevgili hocam Tuna Dinç'e teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen hocalarıma, fikir ve eleştirileri ile katkılarını esirgemeyen arkadaşlarım Cemre Yaz Demircioğlu, Sırrı Emrah Üçer ve Yasin Enes Aksu'ya ve daima beni destekleyen biricik aileme sonsuz şükranlarımı sunarım. Son olarak, her zaman yanı başımda yer alan ve asla beni yalnız bırakmayan, desteğini her zaman hissettiğim sevgili ve biricik Şebnme Nazlı Karalı'ya teşekkür ve sevgilerimi binlerce kez iletirim.

İstanbul; Temmuz, 2017

Janberk Okan

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. İKTİSADİ KALKINMA VE ÇEVRE.....	3
2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi	4
2.2. Çevresel Kalitenin Belirleyicileri.....	6
2.3. Literatür Taraması.....	7
2.3.1. Ampirik Çalışmalar	7
2.3.2. Teorik Çalışmalar	14
3. ÇEVRE, SAĞLIK VE İKTİSADİ KALKINMA	18
3.1. Çevre ve Sağlık	19
3.1.1. Hava Kirliliği Üzerine Yapılan Düzenlemeler.....	19
3.1.2. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri	24
3.2. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar	28
3.2.1. Epidemiyolojik Çalışmalar.....	28
3.2.2. İktisadi Çalışmalar	33
4. İKTİSADİ KALKINMA, HAVA KİRLİLİĞİ VE SAĞLIK İLİŞKİSİ: AMPİRİK ANALİZ.....	41
4.1. İktisadi Büyüme ve Hava Kirliliği Arasındaki İlişki	41
4.1.1. Veri ve Ekonometrik Yöntem	41
4.1.2. Çevresel Kuznets Modeli Tahmin Sonuçları	43
4.2. Hava Kirliliği ve Sağlık Arasındaki İlişki.....	45
4.2.1. Ekonometrik Yöntem	45
4.2.2. Ampirik Bulgular	47
5. SONUÇ.....	49
KAYNAKÇA	51

ÖZ GEÇMİŞ.....	55
-----------------------	-----------

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: 2012 Yılı Hava Kirliliği Kaynaklı Ölümler	25
Tablo 2: Değişken Tanımları.....	42
Tablo 3: Özet İstatistikler.....	43
Tablo 4: Çevresel Kuznets Eğrisi Tahmin Sonuçları I.....	43
Tablo 5: Çevresel Kuznets Eğrisi Tahmin Sonuçları II (Gecikmeli Değerler)	44
Tablo 6: Değişken Tanımları.....	46
Tablo 7: Özet İstatistikler.....	47
Tablo 8: Hava Kirliliği ve Sağlık İlişkisi	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: “Ters-U” Formundaki Çevresel Kuznets Eğrisi	5
Şekil 2: N Formundaki Çevresel Kuznets Eğrisi	8
Şekil 3: Gelir Gruplarına Göre Toplam Sera Gazı Salınımı	22
Şekil 4: Gelir Gruplarına Göre Toplam Sera Gazı Salınımı (1990 % Değişim)	23
Şekil 5: 2012 Yılında Hava Kirliliği Nedenli Ölümlerin Nüfusa Oranı	26
Şekil 6: Ülkelerin Kişi Başına Karbon Emisyonları	27

KISALTMALAR

ARDL	: Autoregressive Distributed Lag (Oto regresif Dağıtılmış Gecikme)
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
COX	: Carbon Monoxide (Karbon monoksit)
GEMS	: Global Environment Monitoring System (Küresel Çevre İzleme Sistemi)
GLS	: General Least Squares (Genelleştirilmiş En Küçük Kareler)
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
NAFTA	: North American Free Trade Agreement (Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması)
NOX	: Nitrogen Oxides (Azot Oksitler)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
OLS	: Ordinary Least Squares (Sıradan En Küçük Kareler)
PM	: Particulate Matters (Partikül Maddeler)
SOX	: Sulphur Oxides (Kükürt Oksitler)
SPM	: Suspended Particulate Matters (Asılı Partiküler Maddeler)
UN	: United Nations (Birleşmiş Milletler)
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Sanayi Devrimi sonrasında ülkelerin iktisadi olarak birbirinden farklılaşması ve kimi ülkelerin endüstriyel üretiminin daha fazla gelişmesi beraberinde bazı negatif dışsallıkları da getirmiştir. Sanayileşmenin ve kentleşmenin hızla artmasının yarattığı bu negatif dışsallıklardan birisi de çevresel bozulma olarak görülmektedir.

Özellikle 20. yüzyılın sonlarında iktisadi kalkınmanın sürdürülebilirliği ve yeni bir tabana oturtulması gerekliliği iktisat literatüründe yer almaya başlamıştır. 1970 yılı sonrasında çevresel sorunlara dikkat çeken ulusal ve uluslararası yayın ve konferanslar artmıştır. 1990'lı yıllara gelindiğinde iktisadi kalkınma teorilerine yeni bir bakış açısı kazandırması açısından teorik modellere çevresel sorunlar dahil edilmeye başlanmıştır. Yine bu yıllarda yapılan çalışmalarda Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile iktisadi kalkınma teorisine yeni bir bakış açısı kazandırılmıştır. İlerleyen yıllarda bunu beşeri sermaye teorileri ile içselleştiren ve iktisadi kalkınma, çevresel bozulma ve sağlık arasındaki ilişkiyi tamamlayan teoriler tartışılmaya başlanmıştır.

Bu kapsamda çalışmamızda ilgili konunun her iki yönü de ele alınacaktır. Çalışmada geniş anlamda iktisadi kalkınma, çevre ve sağlık ilişkisi yapılan literatür taraması ile tartışılacak ve daha dar anlamda ise iktisadi büyüme, hava kirliliği ve sağlık arasındaki ilişki ampirik olarak test edilecektir. Çevresel bozulmayı betimlemek amacıyla görece ölçülebilir değişkenlerle çalışılma olanağı sunduğundan hava kirliliğine ait değişkenler kullanılacaktır. Bu kapsamda ilk olarak iktisadi büyüme ve hava kirliliği arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi çerçevesinde test edilecektir. Hava kirliliği ve sağlık arasındaki ilişki ise daha çok iktisadi çalışmalarda veri olarak alınan epidemiyolojik çalışmalar ışığında gösterilmeye çalışılacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin ampirik ve teorik olarak gösterildiği çalışmalara ilişkin literatür incelenecektir. Bu kapsamda 1990'ların başından itibaren günümüze kadar yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bunlar içerisinde konu bütünlüğümüze uygun düşen ve en çok dikkat çeken çalışmalar incelenecektir. Ayrıca, Çevresel Kuznets Eğrisi'ni konu alan çalışmalara geçmeden

önce çevresel kalitenin belirleyicileri ve hava kirliliği göstergeleri kısaca açıklanacaktır.

İkinci bölümde ise, çevre ve sağlık ilişkisi iktisadi kalkınma kapsamında ele alınacaktır. Bu kapsamda çevresel sorunların uluslararası kamuoyunda dikkat çekmesi iktisadi kalkınmanın sürdürülebilirliği olarak ele alınmakta ve yapılan düzenlemelerin bu yönde olduğu görülmektedir. Hava kirliliğinin sağlık etkilerinin anlaşılmasına başlaması ve bunun iktisadi kalkınma önünde engel olabileceği düşüncesi ile yapılan düzenleme ve kamuoyu oluşturulması uluslararası kurum ve kuruluşlar nezdinde gerçekleşmektedir. Bu kurum ve kuruluşların raporları, konferans bildirileri ve aldığı kararlar ile hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerinin zamanla ne kadar dikkat çekici bir hal aldığı bu bölümde gösterilmektedir. Bu bölümde son olarak iktisadi çalışmalar içerisinde veri olarak kabul edilen hava kirliliğinin sağlık üzerine etkileri, epidemiyolojik çalışmalar ışığında gösterilmesi amaçlanmakta ve buna ek olarak iktisadi çalışmalar içerisinde bunların nasıl yer aldığına dair örnek çalışmalar özetlenmektedir.

Çalışmanın son ve ampirik olan bölümünde ise, iktisadi kalkınma, hava kirliliği ve sağlık arasındaki önceki bölümlerde açıklanan teorik ilişkinin ekonometrik anlamda test edilmesi amaçlanmaktadır. Bu bölümde iktisadi kalkınma göstergesi olarak dar anlamda iktisadi büyüme değişkeni olarak kişi başına GSYİH değişkeni kullanılmaktadır. Hava kirliliği değişkenleri olarak ise daha önceki çalışmalarda en çok kullanılan dört değişken CO₂ (karbon dioksit), COX (karbon monoksit), NOX (azot oksit) ve SOX (kükürt oksit) ele alınmaktadır. Sağlık göstergesi değişkeni olarak kalp ve damar hastalıkları nedeniyle yaşanan ölümler kullanılacaktır. Bu değişkenlerden yararlanılarak iktisadi büyüme ile hava kirliliği arasındaki ilişkinin (Çevresel Kuznets Eğrisi) ve hava kirliliği ile sağlık ilişkisinin test edildiği iki farklı ekonometrik model kullanılmaktadır. Bu modeller aracılığıyla 1995-2014 dönemi itibarıyla OECD örneklemini için söz konusu teorik çerçevelerin ekonometrik testi gerçekleştirilecektir.

2. İKTİSADİ KALKINMA VE ÇEVRE

20. yüzyılda ülkelerin hızla sanayileşmesi ve iktisadi kalkınmalarını hızlandırması, bu alandaki çalışmaları hızla artırmıştır. Yüzyılın özellikle ikinci yarısında artan iktisadi kalkınma çalışmaları 1990'lara gelindiğinde iktisadi kalkınmanın çevre üzerine etkilerine de yoğunlaşmıştır. İktisadi kalkınma ile sanayileşme ve kentleşmenin artmasının çevresel etkilerinden birisi de hava kirliliğidir.

Ülkelerin iktisadi kalkınma serüveninde doğanın her zaman önemli bir yeri olmuştur. Modern ekonomiler gelişmeye başladıklarında doğa üretim faktörü olarak ele alınmış ve üretim fonksiyonu içerisinde bir girdi olarak yer almıştır. Tarımsal üretimin bir parçası olarak doğa ülkelerin gelişmesi için önemli bir girdi olmuştur. Daha sonrasında sanayileşmenin artmasıyla doğa üretim fonksiyonu içerisinde birincil yerini kaybetmesine rağmen hammadde kaynağı olarak önemini korumaya devam etmiştir.

İktisadi literatürde geçmişe baktığımızda, ilk olarak çevre, doğa ve toprak olarak ele alınmıştır. İktisadi literatürde Fizyokrasi'nin tarımın üretkenliği üzerine vurgu yapması, toprağın önemini ortaya koyması ile başlayan süreç, Klasik iktisatçıların toprak üzerine çeşitli analizleri ile devam etmiştir. David Ricardo'nun rant teorisi veya Thomas Malthus'un nüfus teorisi gibi toprağın iktisadi faaliyetlerin ana kaynağı olduğu hakim görüşü vardır. Klasik iktisatçılardan bugüne çevre ve çevresel koşullar, iktisadi amacın sağlayıcısı veya iktisadi sürecin devamlılığı için ele alınmıştır.

20. yüzyılın gelişen ekonomilerinde tarımın önemi azalsa da, doğa çevresel faktör olarak önemini korumuş ve bahsettikleri ile üretimin itici gücü olmaya devam etmiştir. Özellikle doğal ürünlerin hammadde olarak kullanılması ve enerji üretimi için doğal kaynakların kullanılması daha sonra kıt kaynakların üretimin sınırlayıcı nedeni olarak görülmüştür.¹

20. yüzyılın ikinci yarısında teknolojiye ileriye iletilme ile kıt kaynakların büyüme üzerinde sınırlayıcı etkilerinin aşılabileceği görülmüş fakat artan sanayileşme, kentleşme gibi faktörlerin çevreye olan zararları fark edilmeye başlamıştır. Endüstriyel

¹ Donella Meadows ve diğ. **The Limits to Growth** (Now York: Universe Books, 1972)

üretim, fosil yakıtların enerji üretimi için kullanılması, artan kentleşme ve nüfus yoğunluğu, trafik yoğunluğunun artması gibi sebepler hava kalitesini düşürmeye başlamıştır.

20. yüzyılın ikinci yarısında ve 21. yüzyılın başlarında artan hava kirliliği, bireylerin temiz hava alma hakkını da gasp ettiği tartışılmaya başlanmış ve anayasal olarak bireylerin temiz hava alma hakkı olduğu kararlaştırılmıştır. Bu çerçevede temiz hava alma hakkı Birleşmiş Milletlerce sanayileşme ve kentleşme ile artan hava kirliliğine vurgu yapan çalışmaların sayısı da hızla artmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmaların ilk örnekleri ampirik ve teorik olarak Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi çerçevesinde olmuştur.

2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

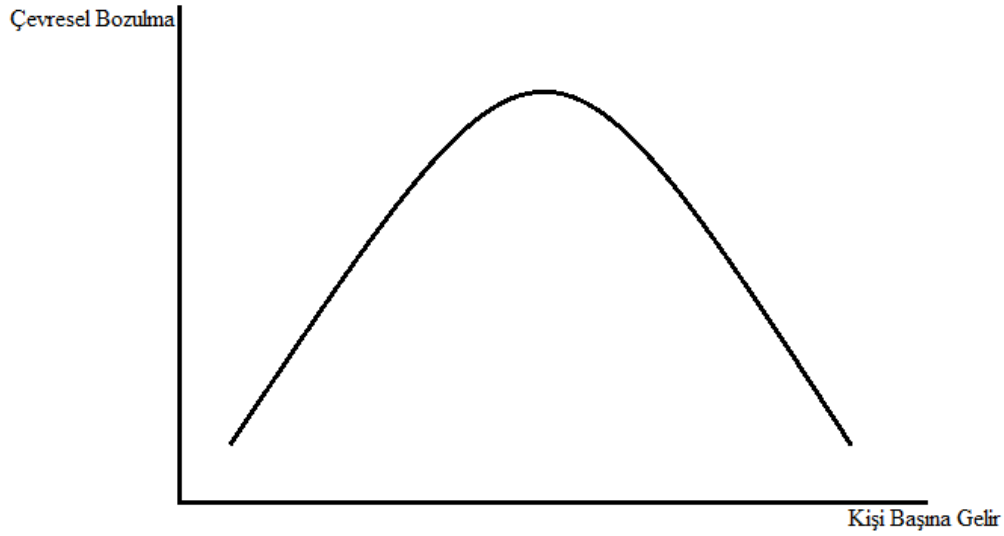
Ekonomik gelişme ile çevre arasındaki ilişkinin ampirik olarak incelenmesi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile gerçekleşmiştir. Kuznets Eğrisi, Simon Kuznets'in 1955 yılında gelir dağılımı eşitsizliği ile gelirdeki artış arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmasından türetilmiştir. Kuznets, 1955 yılında yayımladığı makalede ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında bir “ters-U” ilişkisi olduğunu göstermiştir.² Gelişmekte olan ülkelerde gelir eşitsizliği ortaya çıkmakta ekonomik büyüme arttıkça bu gelir eşitsizliği azalmaktadır. Öyle ki, gelir seviyesi bir noktaya geldiğinde gelir eşitsizliği bir dönüm noktasına ulaşmakta ve ekonomik büyüme arttıkça gelir eşitsizliği azalmaktadır.

Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında Kuznets Eğrisi'ne benzer bir ilişki olduğunu Grossman ve Krueger 1991 yılında yaptıkları çalışma ile göstermiş ve literatüre katmışlardır. Daha sonra Panayotou, 1993 yılında yaptığı çalışmada ilk kez Çevresel Kuznets Eğrisi adını kullanmıştır.³ Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ne göre, ülke ekonomileri gelişme süreçlerinde çevresel bozulmaya dikkat etmedikleri ve gelirleri artarken çevresel bozulmanın arttığı, daha sonrasında artan gelirin sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesi için çevresel koşulları iyileştirici çalışmaları

² Simon Kuznets, “Economic Growth and Income Inequality”, **The American Economic Review**, c.45, s.1 (1955)

³ Soumyananda Dinda, “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, **Ecological Economics**, s.49 (2004):431-455

arttırdığı görüşü vardır. Bu sebeple Çevresel Kuznets Eğrisi genel olarak “ters-U” (Şekil 1) şeklinde eğri olması tahmin edilmiştir.



Şekil 1: “Ters-U” Formundaki Çevresel Kuznets Eğrisi

Neoklasik iktisada göre, çevresel kalite ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, artan kişi başına gelirin çevresel kaliteye olan talebi arttıracığı yönündedir. Ekonomik büyüme sağlanırken çevresel bozulmaya neden olabilir fakat daha sonra artan gelirle çevresel kalitenin artırılabilmesi için daha çok harcama yapılmasıyla ekonomik büyümenin çevre üzerine olumlu etkisi ortaya çıkacaktır.⁴

Ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkileri üç farklı kanal üzerinden görülmektedir.⁵ Bunlar sırasıyla, *ölçek etkisi*, *teknik etki* ve *bileşim etkisidir*. Ölçek etkisi, üretim sürecinde daha çok çıktı elde etmek için daha fazla girdinin kullanılması sonucunda, çevresel kaliteyi bozucu atık ve emisyon ortaya çıkmaktadır. Bu durum ölçek etkisi olarak adlandırılmakta ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerinde negatif etkisi olarak görülmektedir. Bileşim etkisi ise, gelir arttıkça değişen ekonomik yapı çevresel kaliteyi olumsuz etkileyen faktörlerin azalmasına neden olmaktadır. Ekonomik büyüme ile bileşim etkisi çevresel kalite üzerine pozitif etki yapmaktadır. Son olarak teknik etki ise, ekonomik büyüme ile gelirin artması ülkelerin daha fazla çevresel kaliteyi koruyan üretim teknolojileri kullanmasına neden olacak ve artan AR-GE harcamaları temiz enerji üretimi faaliyetleri gibi çevreyi koruyan alanlara aktarılacaktır. Bu durum çevresel kaliteyi olumlu etkileyecek bir diğer etkidir.

⁴ Ahmed M. Hussen, **Principles of Environmental Economics**, 2. bs. (London ve New York: Routledge, 2004), s.230

⁵ Soumyananda Dinda, **a.g.e.**

Kısacası, ekonomik büyüme sağlanırken ilk olarak ölçek etkisi kanalıyla çevresel bozulma artsa dahi, ilerleyen dönemlerde bileşim etkisi ve teknik etki kanallarıyla ekonomik büyüme çevresel kalite üzerinde olumlu etkiler gösterecektir.

Bu çerçevede, ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki ilişkinin “ters-U” şeklinde olacağı görüşü hakimdir.

2.2. Çevresel Kalitenin Belirleyicileri

Ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki ilişkiyi Çevresel Kuznet Eğrisi Hipotezi ile inceleyen çalışmalarda, çevresel kaliteyi belirleyen çeşitli değişkenler kullanılmıştır. Bu alanda yapılan çalışmaların artması ve çeşitlilik kazanması, çevresel kaliteyi belirleyen farklı değişkenlerin gösterge olarak kabul edilmesi ile yakından ilişkilidir.

Çevresel kalitenin bozulması olarak gösterilen çeşitli durumlar vardır. Öncelikle çevresel kalitedeki bozulma, hava ve su kirliliğindeki artış, orman alanlarının yok olması, küresel ısınma, ekolojik yaşamın ve dengenin bozulması gibi farklı nedenlere bağlanabilir.

Yapılan çalışmada, çevresel bozulmadan kasıt genel olarak hava kirliliği şeklinde alınacaktır. Hava kirliliğindeki artış, canlıların sağlığına zararlı olan gazların oranının ve yoğunluğunun artması olarak açıklanabilir. Hava kirliliğini artıran zararlı gaz ve maddeler; kükürt dioksit (SO_2), azot dioksit (NO_2), karbon dioksit (CO_2), karbon monoksit (CO), duman ve asılı partikül madde (SPM) sayılabilir. Tüm bu gazlar ve maddeler, insan ve canlıların sağlığına olumsuz etki etmekte, ekolojik dengeyi bozucu etki göstermekte ve küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Açık alan hava kirliliği olarak görülen bu gaz ve maddelerin havadaki oranlarının artmasının nedeni, doğal ya da insan eliyle oluşturulmuş olabilir. Doğal olarak görülen nedenlerin başında volkanik hareketler gösterilebilir. Volkanik patlamalar sonucunda ortaya çıkan duman ve parçacıklar hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir volkanik patlama sonrasında ortaya çıkan gazın içerisinde SO_2 , CO_2 ve kükürt (S) bulunmaktadır.

Elektrik enerjisi üretimi ve ısınma amaçlı fosil yakıtlarının kullanılması hava kalitesinin bozulmasının bir diğer sebebidir. Fosil yakıtların yakılması sonucunda oluşan duman içerisinde çeşitli zararlı gazlar bulundurmaktadır.

Ayrıca artan araç kullanımı egzoz gazı salınımı nedeniyle hava kalitesine ciddi zararlar verdiği ölçülmektedir. Zamanla artan nüfus yoğunluğu ve kentleşme insan eliyle ve ekonomik faaliyetler sonucunda ortaya çıkan gazların yoğunluğunu artırmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) çalışmalarına göre, hava kirliliğine neden olan bu gazların yıllık ortalama yoğunluk değerleri için üst sınırlar belirlenmiştir. Bu gazların sınırları aştığı takdirde, ortamdaki havanın çevre ve insan sağlığına olumsuz etki edebileceği ve solunabilir hava değerini kaybettiği belirtilmektedir. Örnek vermek gerekirse, NO₂ için yıllık ortalama 40 µg/m³ değerini, yine havadaki SO₂ yoğunluğunun ortalama 10 dakikalık süreler boyunca 500 µg/m³ oranını, PM_{2.5} için yıllık ortalama 10 µg/m³, PM₁₀⁶ içinse yıllık ortalama 25 µg/m³ aşması durumlarında ortam havasının kirliliği ve solunması sakıncalı olduğu belirtilmiştir.⁷

Özellikle yapılan ampirik çalışmalarda artan hava kirliliği ile çevresel kalitenin bozulmasını vurgu yapılırken bu gazlar ve maddeler çevresel kalite değişkeni olarak kullanılmıştır.

2.3. Literatür Taraması

Çevresel Kuznets Eğrisi üzerine 1990’larda yapılan çalışmalar, öncelikle ampirik olarak ilerlemiş daha sonrasında konu teorik çerçeveye de oturtulmuştur. Literatür taraması kısmını da bu kapsamda ele alacak, ampirik çalışmalar ve teorik çalışmalar şeklinde iki farklı başlık altında incelenecektir.

Ampirik çalışmalar çevresel bozulma ile kişi başına gelir arasındaki ilişkiyi tanımlayan ve çevresel bozulmanın göstergelerini tanımlayan çalışmalardır. Teorik çalışmalar ise çevresel bozulmaları, tüketim çerçevesinde, üretim sürecinde ve içsel büyüme modelleri içerisinde ele almışlardır.

2.3.1. Ampirik Çalışmalar

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’ni araştıran birçok ampirik çalışma vardır. Ampirik çalışmalar, ekonomik gelişme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkinin tam olarak tanımlanması ve nedenselliğin anlaşılması için tercih edilen modellerdir.

⁶ PM_{2.5} ve PM₁₀ arasındaki fark ise havadaki çeşitli toz ve parçacıkların büyüklükleri ayrımıdır.

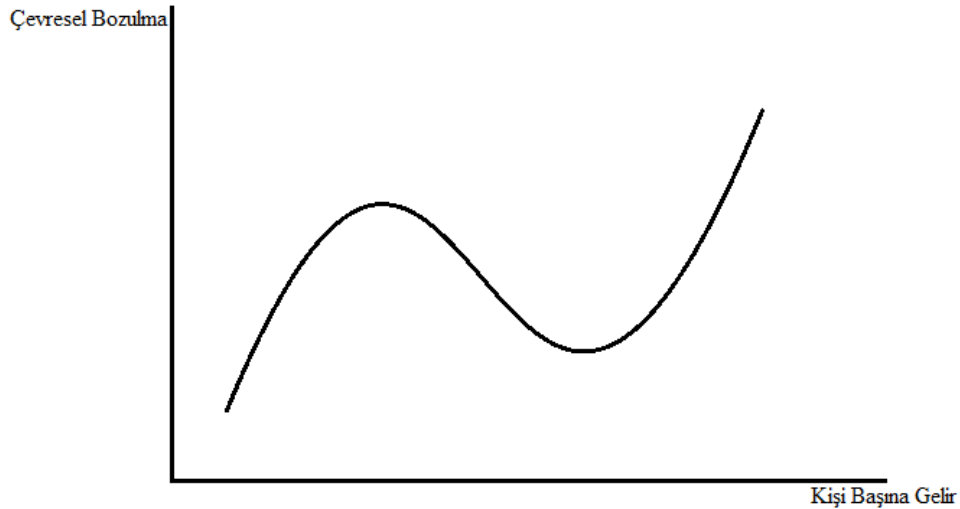
⁷ Dünya Sağlık Örgütü’nün farklı yıllarda yapılmış çeşitli çalışmalar üzerinden belirlediği oranları göstermektedir. Detay için bkz. www.who.int

Genel olarak, çevresel bozulma ile gelir⁸ arasındaki ilişki ampirik olarak incelenirken, çevresel bozulma düzeyi kişi başına gelirin polinomial eşitliği olarak yazılır. Çalışmalardaki standart regresyon modeli de bu eşitlik şeklinde yazılır ve nedensellik ilişkisi bu eşitliğin analizi ile aranır. Bu çalışmalarda genellikle panel veri analizi kullanılmıştır. Bu eşitlik aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \beta_2 y_{it}^2 + \beta_3 y_{it}^3 + \beta_4 x_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Eşitlikte parametreler zaman ve bölgeye göre oluşturulmuştur. E_{it} ile çevresel bozulma, y_{it} ile kişi başına gelir son olarak x_{it} ile ise çevresel bozulmayı etkileyen diğer değişkenler gösterilmektedir.

Eğer, $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ ise istatistiksel olarak Çevresel Kuznets Eğrisi anlamlıdır ve çevresel bozulma ile kişi başına gelir arasında “ters-U” (Şekil-1) şeklinde bir ilişki vardır. Bu eğrinin dönüm noktası, çevresel bozulmanın düşmeye başladığı kişi başına gelir seviyesini göstermektedir. Bu modelde dönüm noktasındaki kişi başına gelir seviyesi ise $(-\beta_1 / (2\beta_2))$ ile verilir. Buradaki amaç hangi gelir düzeyine ulaşıldığında, çevresel bozulmanın düşmeye başladığını bulabilmektir. $\beta_3 > 0$ durumunda ise kirlilik seviyesindeki düşüşün geçici olduğu ve artan gelir düzeyinde çevresel bozulmanın devam edeceği kabul edilir. Bu modele dayanan tahminler ise “N-şekline” (Şekil 2) dayalı Çevresel Kuznets Eğrisi modelleridir.



Şekil 2: N Formundaki Çevresel Kuznets Eğrisi

⁸ Gelir düzeyindeki değişmelerin, ekonomik gelişme göstergesi olarak kullanılması nedeniyle ve kişi başına gelirdeki artışın ekonomik kalkınmanın ilk göstergelerinden birisi olması.

Ampirik çalışmalarda kullanılan bu teknikler birkaç farklı kategoride sınıflandırılabilir. İlk olarak, ülke bazlı çalışmalarda Çevresel Kuznets Eğrisi tüm dünya ya da belirli ülkeler için çizilir. 1990'larda tüm dünya için tahminler yapılmaya odaklanılmıştır. Bu çalışmalarda tüm ülkelerdeki etkilerin aynı olduğu kabul edildiği için, bu durum çalışmaların doğruluğu hakkında tereddütler oluşturmaktadır. Tüm ülkeler için aynı koşulların geçerli olduğunu varsaymak gerçekçi değildir. Ülkelerin doğal koşulları ve sosyal durumları bir değildir ve ülkelerin iktisadi kalkınmışlıkları da birbirinden farklılık göstermektedir.

Bir diğer kategori ise veri nitelikleri ve tahmin yöntemleri üzerinden yapılan sınıflandırmadır. Kişi başına gelir ve çevresel kirlilik için alınan veriler durağan olmayabilir. Bu durumda regresyon analizinde beklenmedik korelasyonların ortaya çıkması ve sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olmaması gibi sorunlar çıkabilir. Tahmin yöntemi olarak bazı çalışmalarda parametrik olmayan veya ayarlama yöntemleri kullanılmaktadır.⁹

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ni ampirik olarak araştıran birçok çalışma vardır. Bunlardan ilki Grossman ve Krueger'in 1991'de yaptıkları çalışmadır. Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması'nın (NAFTA) çevre üzerine etkilerini araştıran çalışma, Çevresel Kuznets Eğrisi üzerine yapılan çalışmaların öncülü olarak kabul edilir. Bu çalışmada Grossman ve Krueger, SO₂ ve havadaki toz parçaları (Suspended Particulate Matter-SPM)¹⁰ oranlarının gelir düzeyi ile ilişkisini ortaya koymuşlardır. Küresel Çevre İzleme Sistemi (Global Environment Monitoring System-GEMS) verilerinden hareketle, endüstriyel üretim sonucunda ikincil ürün olarak SO₂ ve SPM ortaya çıktığı ve bunların hava kalitesini düşürücü etkiler gösterdiği gözlemlenmiştir.¹¹ Havadaki SO₂ ve SPM oranlarının artmaları insan sağlığını olumsuz olarak etkileyen özellikle akciğer ve solunum yolları hastalıklarını arttırıcı etkiler gösteren maddelerdir. Bunların ortaya çıkmasının nedeni sanayi üretiminde ve enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtlar, kentleşme ile artan egzoz salınımları dışında doğal afet olarak volkanik hareketler de gösterilebilir.

⁹ Katsuhisa Uchiyama, **Environmental Kuznets Curve Hypothesis and Carbon Dioxide Emissions**, (Tokyo: Springer Japan, 2016), 16-17

¹⁰ Buradan itibaren SPM olarak kullanılacaktır.

¹¹ Gene Grossman ve Alan Krueger, "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", **NBER Working Papers Series**, Working Paper No:3914, (Cambridge:1991)

Grossman ve Krueger'in çalışmalarından sonra 1992 yılında Dünya Bankası'nın, Gelişme ve Çevre başlıklı Dünya Gelişme Raporu yayımlanmıştır.¹² Bu rapordan hareketle Shafik ve Bandyopadhyay'ın çalışmasında, çevresel kalitenin farklı gelir düzeylerinde nasıl değiştiğini göstermek amacıyla ampirik analiz yapılmıştır. Çalışmalarında farklı çevresel değişkenler ile gelir düzeyi arasındaki ilişki test edilmiştir. 1960-90 yılları arasında 149 ülkeye ait veriler üzerinde çalışılmış ve çevresel kalite değişkenleri olarak SO₂, CO₂ ve SPM kullanılmıştır.¹³

1993 yılında Panayotou, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin var olduğunun hipotezini ampirik olarak test etmek ve istihdam, teknoloji transferi ve kalkınma yardımları için politika çıkarımları türetmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında, uzun dönemli serilerin yokluğunda yatay-kesit veri analizini kullanarak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çevresel bozulma ile gelir arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çevresel bozulmaya temsili değişken olarak "ormansızlaşmayı" seçmiştir. Yeni ağaçların dikilmesiyle ormansızlaşmanın önüne geçilebileceği fakat ormansızlaşmanın sonucu olarak hava kalitesindeki bozulmanın daha uzun dönemli olacağına dikkat çekmiş ve artan hava kirliliğinin göstergeleri olarak SO₂, NO₂ ve SPM verilerini kullanmıştır. 1980 sonlarına ait 55 farklı ülkenin verileri ile hava kalitesi ve gelir arasında Çevresel Kuznets Hipotezi'ni sınamıştır.¹⁴

Holtz-Eakin ve Selden çalışmalarında ekonomik kalkınma ile CO₂ arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Küresel ölçekte panel verilerden türetilen tahminler, kişi başına gelir arttıkça CO₂ salınımının azaldığını göstermektedir.¹⁵ Thomas Selden'in Daqing Song ile yaptığı çalışmada ise çevresel kalite ile gelişme arasındaki ilişki incelenmiş ve uzun dönemde emisyonların düşeceği öngörülmüştür. Çalışmalarında çevresel kalite değişkenleri olarak uluslararası çapta SO₂, NO₂, CO₂ ve SPM verileri ile çalışılmıştır. Panel veri analizini kullanarak çevresel kalite ile gelişme arasında Kuznets Eğrisi ilişkisinin varlığı incelenmiştir. Çalışmalarında, uzun dönemde gelir arttıkça emisyon

¹² World Bank Development Report, **Development and the Environment**, (New York, 1992)

¹³ Nemat Shafik ve Sushenjit Bandyopadhyay, "Economic Growth and the Environmental Quality", **Policy Research Working Papers**, Working Paper No:904, (Washington, 1992)

¹⁴ Theodore Panayotou, "Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development", **World Employment Programme Research Working Paper**, Working Paper No:238, (Geneva: 1993)

¹⁵ Douglas Holtz-Eakin ve Thomas Selden, "Stocking the Fires? CO₂ Emissions and Economic Growth", **Journal of Public Economic**, s. 57, (1995): 85-101

oranlarının düşeceği öngörölmüş fakat kısa dönemde emisyon oranlarının artmaya devam edeceği sonucuna varılmıştır.¹⁶

Grossman ve Krueger yaptıkları ilk çalışmalarında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ni geliştirmişlerdir. Daha sonra bu ilişkiyi göstermeyi amaçlayan birçok ampirik çalışma yapılmıştır. 1995 yılında Grossman ve Krueger¹⁷, gelir ve servetteki artışın çevresel sorunları iyileştirici etki edip edemeyeceğini açıklamaya çalışmışlardır. Bu amaç, gelişmekte olan ölkeler için daha iyi kalkınma stratejileri oluşturabilmesi adına önemlidir. Yine GEMS verilerinden hareketle, SO₂ ve SPM değişkenleri ile gelir arasında “ters-U” şeklinde bir ilişki bulunmuştur.

Cole, Rayner ve Bates'in¹⁸ çalışmaları, önceki araştırmaları birçok şekilde genişlettiği için önemlidir. İlk olarak, daha geniş kapsamlı çevre göstergelerini araştırmış ve daha yeni veriler kullanmışlardır. Ayrıca çalışmaları daha önceki çalışmalar için kontrol niteliğindedir. Analizlerinde çevresel faktörler olarak; CO₂, NO₂, SO₂, metan, SPM, CO, nitrik asit (HNO₃), kentsel atık, enerji tüketimi ve trafik hacmi kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, ulaşım sektörü ve ulaşım sektöründe kullanılan enerjinin nitrojen dioksit, kükürt dioksit ve SPM emisyonları ayrı ayrı ele alınmıştır. İkinci olarak, heteroskedastisite ve otokorelasyon gibi sorunları düzeltmek adına ve diğer çalışmalarda kullanılan OLS (sıradan en küçük kareler) yöntemine göre daha verimli tahminler elde etmek için GLS (genelleştirilmiş en küçük kareler) yöntemi kullanılmıştır. Gelir seviyesinin dönüm noktasındaki standart hatalar tahminlerin doğruluğunu belirtmek için hesaplanmıştır. Dördüncü olarak, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin tahmininde eşzamanlı sapmalara yol açabilecek çevresel bozulmadan ekonomik büyümeye geri bildirim ihtimali gelir değişkenlerinin dışsallığının sınanmasıyla incelenmiştir. Bu dört madde halinde sayabileceğimiz nedenler çalışmanın kapsamını genişletmekete ve önemini vurgulamaktadır.

Ayrıca kullandıkları veri setinin oldukça kapsamlı olması, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişki ile ilgili birçok hipotezin test edilmesine imkan vermiştir. Çalışmalarından beklentileri ilk olarak, kısa dönemli ve yerel etkilere neden

¹⁶ Thomas Selden ve Daqing Song, “Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?”, **Journal of Environmental Economics and Management**, s.27, (1994): 147-162

¹⁷ Gene Grossman ve Alan Krueger, “Economic Growth and the Environment”, **The Quarterly Journal of Economics**, c.110, s.2 (1995): 353-377

¹⁸ M.A. Cole, A.J. Rayner ve J.M. Bates, “The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis”, **Environment and Development Economics**, c.2 (1997): 401-416

olan çevresel kirleticilerin doğada daha küresel etkilere neden olan kirleticilerden daha düşük bir kişi başına gelir düzeyinde dönüm noktasında olduğu tahmin edilebilmesidir. İkincisi, yerel havadaki kirleticiler ve kentsel alanlardaki yoğunlaşmanın dönüm noktaları kişi başına toplam emisyonu göre daha düşük bir gelir düzeyinde olmasıdır. Üçüncü olarak, ulaştırma yoluyla ortaya çıkan yerel hava kirleticilerinin kişi başı emisyonlarının aynı kirleticilerin toplam kişi başı emisyonuna göre daha yüksek bir kişi başı gelir düzeyinde dönüm noktası olmasıdır.

Çalışmalarının sonucunda ise Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin yerel hava kirleticileri için anlamlı olduğu ancak küresel ve dolaylı çevresel etkilere neden olan kirleticilerin gelir seviyesi ile birlikte monoton olarak arttığını veya büyük standart hatalarla yüksek dönüm noktalarına sahip olduklarını göstermektedirler.

Stern ve Common çalışmalarında, SO₂ için Çevresel Kuznets Eğrisi'nin varlığını araştırmışlardır. Çevresel bozulma için bağımlı değişken olarak SO₂ kullanmışlar ve kişi başına gelirle ilişkisini analiz etmişlerdir.¹⁹ Çalışma dünya, OECD ülkeleri ve OECD üyesi olmayan ülkeler şeklinde üç ayrı panel veri seti ile hazırlanmıştır. Bağımlı değişken SO₂ ve bağımsız değişken kişi başına gelirin doğal logaritması alınarak regresyon kurulmuştur. Çalışmaya göre iki öneri ortaya çıkmaktadır. Birincisi, çok sayıda gelişmekte olan ülke verileri analize dahil edildiğinde daha yüksek bir gelir düzeyinde dönüm noktası elde edilmektedir. Bu durum yanıltıcı sonuçlar almamıza neden olmaktadır. İkinci önerme ise, zaman etkileri üzerinedir. Burada, verilerden stokastik bir zaman eğiliminin veya sinyalinin çıkarılmasına neden olabileceği aktarılmıştır.

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ni sınavan ampirik çalışmalarda, kirliliğin hangi gelir düzeyinde dönüm yaptığı yani artışın azalışa döndüğü noktayı saptamak önemlidir. Grossman ve Krueger çalışmalarında (1993-94), SO₂ ve SPM için satın alma gücü paritesi ile hesaplanmış kişi başı gelir 4000-5000\$ arasında dönüm noktalarındadır. Shafik ve Bandyopadhyay çalışmalarında da benzer bir gelir seviyesinde dönüm noktası olduğuna ulaşılmıştır. Selden ve Song'un çalışmalarında dönüm noktası 8500\$ olarak hesaplanırken, Holtz-Eakin ve Selden'in çalışmasında gelirin karesel formu için 35428\$, logaritmik fonksiyonu içinse 8 Milyon \$ seviyesinde dönüm noktası bulunmuştur. Stern ve Common çalışmalarında ise 1960-

¹⁹ David Stern ve Micheal Common, "Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur?", **Journal of Environmental Economics and Managment**, s.41 (2001):162-178

1990 yılları arasında 74 farklı ülke verilerinden hareketle dönüm noktası 78703\$ seviyesindedir.

Görüldüğü gibi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ni destekleyen ve ilişkinin varlığını gösteren birçok ampirik çalışma vardır. Fakat, hangi gelir seviyesinde çevresel iyileştirmenin başladığı konusunda bir fikir birliğine varıldığı söylenemez. Yapılan ampirik çalışmalarda farklı gelir seviyelerinde dönüm noktalarının bulunması; çalışmaların farklı zaman periyodları içerisinde farklı değişkenlerin farklı ülkeler üzerinde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Tüm değişkenler için aynı zaman periyodunda tüm ülkelerin veri setine sahip olunamaması çalışmaların sonuçları arasında farklılık çıkmasına neden olmaktadır.

Ampirik olarak hipotezin varlığını ispatlayan çalışmalar dışında, çevresel bozulmanın sadece gelirle açıklanamayacağı, farklı değişkenlerin de çevresel bozulma üzerinde etkisi olabileceğini gösteren çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Gelir dışında, çevresel bozulmayı açıklayan değişkenler, gelir eşitsizliği, eğitim, enerji kullanımı, nüfus, kentleşme, politik haklar ve sivil özgürlük, endüstrileşme, işsizlik, ticaret, teknoloji gibi birçok etken araştırmalarda yer almaya başlamıştır.

Ayrıca, araştırmacılar farklı bölgelerdeki çevresel bozulmanın sadece gelir seviyesindeki değişimle açıklanamayacağı ve farklı etkileri açıklama ihtiyacı duymuşlardır. Çevresel bozulmanın farklı boyutlarını açıklama ihtiyacı güden araştırmacılar, gelir dışında çevresel bozulmaya etki eden faktörleri ortaya koymayı amaçlamışlardır.

Bu nedenle, Boyce ve Torras'ın²⁰ çalışmasında, bağımlı değişkenin çevresel bozulma olduğu fakat açıklayıcı değişken olarak gelir dışında gelir eşitsizliği, okur-yazarlık, kentleşme, politik haklar ve sivil özgürlüklerin olduğu bir veriseti kullanılmıştır. İlk olarak regresyon gelir ve coğrafi değişkenlerle tahmin edilmiş ve daha sonra regresyona, diğer açıklayıcı değişkenler dahil edilmiştir. Çalışmada regresyon sonuçları genel olarak Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile tutarlı bulunmuştur. Eğitim ile temel hak ve özgürlükler, düşük gelirli ülkelerde kirlilik seviyesinin belirleyicisi olarak gözükmektedir. Kişi başına gelirin etkileri, eşitsizlikle birlikte çevresel bozulma üzerinde zayıf kalmakta fakat kaybolmamaktadır.

²⁰ Marianno Torras ve James Boyce, "Income, Inequality and Pollution: A Rassessment of the Environmental Kuznets Curve", **Ecological Economics**, s.25 (1998):147-160

Agras ve Chapman ise farklı bir çalışma metodu izlemişlerdir. Çevresel bozulma ve gelir arasındaki ilişkide enerji fiyatlarının önemine vurgu yapmışlardır. Bu nedenle önceki çalışmalara enerji fiyatlarını eklemiş ve hipotezi test etmişlerdir. Daha sonra enerji ve gelir, enerji ve CO₂ emisyonunu analiz etmişlerdir.²¹ Çalışmalarında enerji fiyatlarının Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi için açıklayıcı bir değişken olabileceğine vurgu yapılmıştır. ARDL modeli kullanarak yaptıkları çalışmada 13630\$ gelir seviyesinde dönüm noktası elde etmişlerdir.

Borghesi çalışmasında ise çevresel bozulmanın göstergesi olarak CO₂ emisyonunu almış ve açıklayıcı değişkenler olarak, kişi başına gelir, nüfus yoğunluğu, sanayi katma değeri ve GINI²² kat sayısıdır.²³ İlk olarak CO₂ emisyonu ile gelir arasındaki ilişki incelenmiş ve daha sonra regresyona gelir eşitsizliğini katarak ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişki araştırılmıştır. CO₂ emisyonu ile gelir eşitsizliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur fakat yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkeler arasında bu etki farklılık göstermektedir.

Yüksek gelirli ülkelerde ekonomik büyümenin çevresel kalite üzerine etkileri farklılık göstermektedir. Magnani çalışmasında bu konuyu, kamu çevre politikası kararlarını analiz ederek ele almıştır.²⁴ Kirliliğin azaltılmasına yönelik talebin ortaya çıkması çevresel koruma için ödeme yapma isteğini etkileyen mutlak ve göreceli gelir etkisine bağlıdır. Çalışmada, kişi başı gelir, GINI katsayısı, çevresel koruma için kamunun AR-GE harcamaları ve gelirin yüzde yirmisine sahip nüfusun kalanına oranı açıklayıcı değişken olarak alınmıştır. Çalışma, mal ve hizmet üretiminin başlangıçta kirlilik üzerinde olumsuz etki gösterdiği fakat kirliliği azaltma yönündeki politika taleplerindeki artışın büyüme ile dengelendiğinde kirlilik üzerinde olumlu etki edebileceğini göstermektedir.

2.3.2. Teorik Çalışmalar

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi kavramı oluşurken birçok ampirik çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalar çeşitli çevresel göstergeleri baz almıştır. Bu çalışmaların

²¹ Jean Agras ve Duane Chapman, "A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis", **Ecological Economics**, s.28 (1999):267-277

²² GINI kat sayısı, gelir dağılımı eşitsizliğini göstermek için kullanılan bir endekstir.

²³ Simone Borghesi, "Income, Inequality and the Environmental Kuznets Curve", **FEEM Working Papers**, WP No: 83 (2000)

²⁴ Elisebetta Magnani, "The Environmental Kuznets Curve, Environmental Protection Policy and Income Distribution", **Ecological Economics**, s.32 (2000):431-443

biçimlendirilmiş unsurları ele aldığı söylenebilir.²⁵ 1990'lar boyunca tutarlı açıklamalar sunan ve biçimlendirilmiş unsurları içeren birçok çalışma, teorik altyapı ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

İnşa edilen teorik modelleri ise birkaç kategoride sınıflandırabiliriz. Bu sınıflandırmadan ilki ve incelenen, statik ve dinamik model karşıtlıklarıdır.²⁶ Çeşitli teorik çalışmaların arka planında dinamik modeller yer almaktadır. Dinamik modeller, çevresel kalitedeki değişimlerin ülkelerin iktisadi kalkınma süreçleri içerisinde tanımlama girişiminde bulunmuştur.²⁷ Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin teorik alt yapısı büyüme modellerine çevresel bozulmanın içselleştirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleri verilen çalışmalarda da görüleceği gibi çeşitli büyüme modellerinden yola çıkılarak Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'nin teorik modelleri oluşturulmuştur.

John ve Pecchenino çalışmalarında örtüşen kuşaklar modeli çerçevesinde ekonomik büyüme ve çevresel kalitenin sürdürülmesi arasında oluşabilecek bir çatışmayı analiz etmişlerdir.²⁸ Bireyler kısa ömürlü olmasına rağmen, faktör verimliliği ve çevre üzerine aldıkları kararlar uzun dönemli etkilere sahiptir. Kullandıkları model, çevresel kalite ile gelir arasındaki korelasyonun teorik açıklamasını sunmakta ve ekonomik büyümenin öncelikle azalması ve daha sonra iyileşmelerin çevresel kalite ile ilişkilendirilmesini göstermektedir. Çalışmalarının sonucunda, iktisadi ajanların hem sermaye hem de çevresel kaliteyi topladıkları basit bir dinamik model ile sunmuşlardır. Sermaye birikimi ve çevresel kalite arasındaki etkileşimin sonucu olarak birçok sıralı Pareto dengesi ortaya çıkabilmektedir.

Lopez²⁹ çalışmasında ekonomik büyüme ve ticari serbestleşmenin doğal kaynakların bozulmasına etkisi üzerine vurgu yapmıştır. Çalışmanın amacı, büyüme, ticaret politikası ve çevresel analizleri gözden geçirmektir. Ekonomik büyüme ve çevresel gelişmeler arasındaki ilişkiyi incelemek yerine büyümenin çevre üzerine zarar verici etkilerini tek yönlü bir bağlantı olduğunu düşünmektedir. Büyümeyi geleneksel

²⁵ Katsuhisa Uchiyama, **a.g.e.**, 20

²⁶ Diğer sınıflandırmalar, makroekonomi ve mikroekonomi, uzun dönem ve kısa dönem, deterministlik ve stokastik karşıtlıklar şeklinde yapılabilir.

²⁷ Katsuhisa Uchiyama, **a.g.e.**, 20

²⁸ A. John ve R. Pecchenino, "An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment", **The Economic Journal**, c. 104, s. 427 (1994): 1393-1410

²⁹ Ramon Lopez, "The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization", **Journal of Environmentatl Economics and Management**, s. 27 (1994):163-184

girdilerde ve teknolojik gelişmelerdeki artış olarak tanımlamıştır. Küçük gelişmekte olan açık ekonomiye sahip bir ülkeye odaklanmak yerine, ticari serbestleşmeyi imalat sektörünü koruyan tarifelerin azaltılması olarak ele almıştır. Oldukça basitleştirilmiş modelleri kullanarak kutupsal durumlarda sistematik bir analiz sağlamayı denemiştir. Çalışmanın sonuçları gösteriyor ki verimli bir stok geribildirimi olan kaynaklar için, tipik bir gelişmekte olan ülkede ekonomik büyüme ve ticari serbestleşme, bireysel üreticiler stok etkilerini içselleştirdikleri takdirde kısa ve uzun dönemde çevresel bozulma azalacaktır. Fakat bireysel üreticiler stok etkilerini içselleştiremedikleri takdirde ekonomik büyüme ve ticari serbestleşmenin kaynaklar üzerindeki etkileri negatif olacaktır. Kirlilik ile gelir arasında “ters U” şeklinde bir ilişkinin olmasını da belirli koşullar altında (tercihlerin homotetik olmaması) gerçekleşebileceğine teorik alt yapı oluşturmuştur.

Selden ve Song ise çalışmalarında Forster’ın³⁰ çevre büyüme modelini baz alan üretim sürecinde kirliliği azaltma çabası ve ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkiyi yeniden incelemektedir.³¹ Çalışmanın amacı, kirlilik azaltma ve kalkınma üzerine yapılan ampirik çalışmalara teorik bir altyapı kazandırmak için, Foster’ın basitleştirilmiş büyüme modelinin nasıl kullanılabileceğini göstermektir. Çalışmalarının sonucunda bazı koşullar altında “ters-U” şeklinde Çevresel Kuznets Eğrisi’ne ulaşılabileceğini göstermişlerdir.

Stokey’nin çalışması ise içsel büyüme modelini içermekte, kirliliğin üretim sürecinde oluştuğunu varsaymakta ve ayrıca her iki kirlilik³² tipini de analiz etmektedir. Stokey³³ çalışması üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım statik modeldir. Statik modelde teknoloji daha fazla kirlilik yaratan girdilerin nasıl daha verimli kullanılacağına karar vermemize izin verir. Çıktı, geleneksel girdilerin ve üretilen kirlilik miktarının bir fonksiyonudur. Bu varsayımlar altında çevresel kirlenmeye sebep olan yöntemler, üretim kapasitesinin kritik bir eşiğin altında kalması ve kapasitenin artması ile kullanılan yöntemlerin daha çevreci olması koşullarında kullanılır. Eşiğin altında

³⁰ Bruce Forster, “Optimal Capital Accumulation in a Polluted Environment”, **Southern Economic Journal**, c. 39, s. 4 (1973): 544-547

³¹ Thomas Selden ve Daqing Song, “Neoclassical Growth, the J Curve for Abatement, and the Inverted U Curve for Pollution”, **Journal of Environmental Economics and Management**, s. 29 (1995):162-168

³² Akıntı ve stok tipi hava kirliliği. Akıntı tipinde kirlilik hızla dağılırken, stok tipi kirlilik daha geç yayılmaktadır. Örneğin SO₂ emisyonu hızla dağılırken, ormansızlaşma nedeniyle hava kirliliğinin oluşması daha geç düzelecektir.

³³ Nancy Stokey, “Are There Limits to Growth?”, **International Economic Review**, c. 39, s. 1 (1998): 1-31

kirlilik ile gelir doğrusal olarak artmaktadır. Kritik eşiğin üstünde ise kirlilik ile gelirin davranışları tüketim mallarının marjinal faydalarının esnekliğine bağlı olacaktır.

Analizlerinin ikinci kısmında ise aynı tercihler ve teknoloji üç farklı büyüme modeli çerçevesinde ele alınır. Bu üç modelde de toplam kirliliğin zamanla değişimi statik modellerle uymaktadır. Eğer marjinal fayda esnekliği kritik eşiği aşarsa toplam kirlilik ilk önce gelirle artacak, daha sonra zirve noktasından giderek azalacaktır. Bununla birlikte modeller uzun dönemli büyüme için farklı etkiler gösterecektir.

Analizin üçüncü ve son bölümünde ise optimal durumun uygulanması incelenmektedir. Hükümetin çevresel düzenlemeleri yaptığı ve tasarruf kararlarını hanehalkının belirlediği varsayılır. Temel olarak vergi ve kupon uygulamalarının optimal düzenlemeler olacağı, doğrudan uygulamaların çevre kirliliğini azaltıcı etkisinin daha az olacağını göstermiştir.

Bulte ve van Soest³⁴ ise çalışmalarında, gelir ve çevresel bozulma arasındaki “ters-U” ilişkisine alternatif bir açıklama önermişlerdir. Bulte ve van Soest’e göre, gelişmekte olan ülkelerde, çevresel bozulmanın ana nedeni hane halkının üretim ve tüketim kalıplarıdır. Bunu göstermek için basit bir dinamik modeli ele almışlardır. Amaçları hane halkının zaman tercihlerinin modelini oluşturarak bir geri bildirim mekanizması oluşturmaktır. Hane halkı üretimde çevresel kaliteye önem vermesi ve gelir düzeyi arasında üretim ve tüketim fonksiyonları modellenmesi ile ilişki kurulmaktadır.

Dinda³⁵, stok tipi çevre kirliliğini incelemek için içsel bir büyüme modeli oluşturmuştur. Modelde sermayenin bir kısmı üretimi sağlamak için bir kısmı da kirliliğin azaltılması için kullanılmaktadır. Optimal büyüme oranında sermayenin dağılımı sabittir. Ekonomide kirliliğin azaltılması için sermayenin dağılımı zaman içerisinde değişmektedir. Bu değişim Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’ne benzer şekilde olacaktır.

³⁴ Erwin Bulte ve Daan Soest, “Environmental Degradation in Developing Countries: Household and the (Reverse) Environmental Kuznets Curve”, **Journal of Development Economics**, c. 65 (2001): 225-235

³⁵ Soumyananda Dinda, “A Theoretical Basis for The Environmental Kuznets Curve”, **Ecological Economics**, s. 53 (2005): 403-413

3. ÇEVRE, SAĞLIK VE İKTİSADİ KALKINMA

Çevresel bozulma tek başına incelendiğinde, insan sağlığını etkileyen sonuçları farklı açılardan ele alınabilir. Örneğin, çevresel bozulma sonucunda tarımsal alanların zarar görmesi insanların beslenme problemi ile karşı karşıya kalmasına neden olurken, içme suyu olarak kullanılan bir kaynağın kirlenmesi sonucunda ise insanlar çeşitli hastalıklara yakalanabilir. Kısacası, çevresel bozulma genel olarak ele alındığında insan sağlığını olumsuz olarak etkileyebilecek birçok farklı durumdan söz edebiliriz.

Çalışma gereği, çevresel bozulmayı hava kirliliği ile kısıtlayacak olursak, insan sağlığına etkileri olarak solunum yolları hastalıkları ve kanser gibi etkiler üzerinde durmamız gerekecektir. Hava kalitesindeki bozulma, insan ve diğer canlıların yaşam koşullarını bozucu gaz ve partikül maddelerin oranlarındaki artışın olumsuz etkileridir. Bu olumsuz etkiler, yerel alanda kirliliğe maruz kalan tüm canlıların ve özellikle insanların hayatlarını olumsuz etkilemektedir. Özellikle artan hava kirliliği ilk olarak insanların solunum yolu rahatsızlıklarına yakalanmasına ve uzun dönemde daha ciddi hastalıkların görülmesine neden olmaktadır.

Hava kalitesindeki bozulmalar kaynaklı insan sağlığının zarar görmesi ise insanın doğaya ve daha sonra kendisine verdiği zarardır. İnsanlar ekonomik hayatta üretimi dolayısıyla gelirlerini artırmak amacıyla üretim yaparlar. Günümüz dünyasında bu üretimin temeli endüstriyel olarak yapılmaktadır. Endüstriyel üretim sonucunda hava kalitesini bozan gaz ve partikül maddelerin ortaya çıkması, ayrıca kentsel alanda ulaşım faaliyetleri sonucunda zararlı gazların emisyonunun artması, ekonomik büyümeyi amaçlayan üretim sürecinin olumsuz sonuçlarıdır.

Çevresel bozulmanın iktisadi kalkınma ile doğrudan ilişkisi dışında dolaylı olarak insan sağlığına olan olumsuz etkileri ile emeğin verimliliğini azalttığı ve bunun iktisadi kalkınma üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğunu da söyleyebiliriz.

3.1. Çevre ve Sağlık

Çevresel bozulmanın sağlık üzerine etkilerine detaylı olarak baktığımızda, tıbben çevresel bozulmanın ve özellikle hava kalitesindeki düşüşlerin insan sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturduğunu gösteren birçok çalışma vardır.

Bu çalışmalarda hava kalitesi açık ve kapalı alan olarak ikiye ayrılmaktadır. Kapalı alan hava kalitesi daha çok çalışma ve yaşam alanındaki hava kalitesi olarak gösterilmektedir. Bireyin çalışma koşullarındaki hava kalitesi sağlığı üzerinde olumsuzluklara yol açabilir. Fakat bu durum daha çok çalışma ve iş gücü üzerine yapılan araştırmalarda ön plana çıkmaktadır. Kapalı alanlardaki hava kalitesini artırmak için çeşitli politika düzenlemeleri tüm dünyada gündeme gelmiş ve birçok ülke hükümetleri bu konu üzerinde hava kalitesini artırıcı önlemler almaktadırlar. Bu önlemler içerisinde havalandırma sistemlerinin düzenlenmesi, hava kalitesinin düşük olduğu çalışma ortamlarında iş gücü çalışma saatlerinin düzenlenmesi ve çalışma koşullarının düzenlenmesi, kapalı alanlarda tütün mamulleri gibi hava kalitesini düşüren ürünlerin kullanımının kısıtlanması sayılabilir.

Açık alan hava kalitesi ise daha genel ve makro düzeydedir. Açık alan hava kalitesindeki bozulma, çevresel bozulma olarak görülmekte ve etkileri daha riskli olmaktadır. Açık alan hava kalitesindeki bozulma tüm canlıların yaşamını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca insanların bireysel olarak alacakları önlemler yetersiz kalmakta ve hükümetlerin daha ciddi düzenlemeler getirmesini gerektirmektedir.

Açık alan hava kalitesindeki bozulma hava kirliliği olarak adlandırılmaktadır. Hava kirliliği daha önce de tanıdığımız gibi zararlı gaz ve maddelerin yoğunluğunun artması sonucu ciddi olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Artan hava kirliliğinin insan sağlığı açısından olumsuz nedenleri üzerine ülke hükümetleri, uluslararası örgütler ve çeşitli ulusal ve uluslararası sivil toplum örgütleri çalışmalar yapmakta, bu konu üzerine dikkat çekmekte ve bu olumsuz etkilerin azaltılması ve giderilmesi için politika öneriler geliştirmekte ve gerekli düzenlemelerin yapılmasına destek olmaktadır.

3.1.1. Hava Kirliliği Üzerine Yapılan Düzenlemeler

Sanayi Devrimi sonrasında üretimin geçimlik olmaktan çıkıp pazara yönelik olması, sanayileşme ve kentleşme oranlarını tüm dünyada artırdı. Üretim miktarının artması ve pazara yönelik üretim ihtiyacının sürekli karşılanması gerekliliği sanayileşmeyi ve

kentleşmeyi elzem hale getirmiştir. İktisadi kalkınma serüvenleri boyunca ülkeler artan sanayileşme ve kentleşme ile çevre üzerine çeşitli negatif dışsallıklar oluşturmuşlardır.

Sanayileşmenin ilk yıllarında bu negatif dışsallıklar yerel olarak kalmış fakat yıllar geçtikçe artan üretim kapasitesi oluşan negatif dışsallıkların içselleştirilmesini gerekli kılmıştır.

Sanayileşme ve kentleşme ile artan hava kirliliği yaratılan negatif dışsallıklardan birisidir. Yerel anlamda ortaya çıkan hava kirliliğine ilk olarak ulusal hükümetler tarafından önlem alınmaya çalışılmıştır. Fakat küreselleşme ile üretimin genişlemesi hava kirliliğinin de diğer tüm faktörler gibi genelleşmesine neden olmuştur. Bu kapsamda ulusal hükümetlerin aldığı önlemler yetersiz kalmakta ya da ulusal önlemler iktisadi kalkınma amaçları doğrultusunda önlem almaktan kaçınmakta olmaları nedeniyle düzenlemeler de uluslararası boyut kazanmıştır.

Uluslararası düzenlemelerin alınmasında yerel hükümetlerin uzlaşması için bazen uluslararası örgütlerin bazense ulusal ve uluslararası sivil toplum örgütlerinin düzenlemelere önyak olması gerekmiştir.³⁶

Tarihsel olarak artan hava kirliliği üzerine yapılan düzenlemelere bakacak olursak ilk önlemler oldukça eskilere dayanmaktadır. Başta İngiltere olmak üzere Kuzey Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde sanayileşme ve kentleşme ile kömür kullanımının yaygınlaşmasıyla havadaki duman artmaya başlamıştır.³⁷ 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde ise hava kirliliğinin insan sağlığına verdiği zararlar açıkça görülmeye başlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'deki ölüm vakaları ve hastane başvuruları bunu açıkça göstermektedir.³⁸

20. yüzyılın ikinci yarısında hava kirliliğinin yarattığı etkiler ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu etkiler ortadan kaldırmak ve daha iyi bir çevre yaratmak amacıyla bir dizi çevre konferansları düzenlenmeye başlamıştır. Bunlardan ilki 1972 yılında düzenlenen Stockholm Konferansı'dır. Birleşmiş Milletler nezdinde toplanan

³⁶ Uluslararası örgütlere örnek verecek olursak; Dünya Bankası (World Bank), Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization), Birleşmiş Milletler (United Nations), uluslararası sivil toplum örgütlerine ise en iyi örnek Greenpeace olarak gösterilebilir.

³⁷ Stephen Mosley, "Environmental History of Air Pollution and Protection", **The Basic Environmental History**, ed. Mauro Agnoletti, Simone Neri Seneri, (Floransa: Springer International Publishing, 2014): 143-170.

³⁸ World Health Organization, Air Quality Guidelines Global Updates 2005, (Kopenhag: 2006)

konferanslarda temiz ve sağlıklı bir çevrenin insanlar için temel bir hak olduğu ileri sürülmüş ve daha iyi bir çevre için ulusal hükümetlerin ortak hareket etmesi gereği vurgulanmıştır.

İlk kez 1972 yılında İsveç'in Stockholm şehrinde "Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevresi Konferansı" toplanmış ve ülke temsilcileri dünyanın durumunu tartışmışlardır.³⁹ Konferans sonunda ülkeler arasında hukuksal olarak bağlayıcılığı olmayan bir bildiri yayımlandı. Fakat bu bildiri çevre hukukunun temellerini oluşturması ve ilerleyen yıllarda bağlayıcılığı olan birçok ikili ya da çok taraflı anlaşmalara ön ayak olması açısından önemlidir. Bu konferansta alınan kararların hayata geçirilmesi için "Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu" kurulmuştur.

Stockholm Konferansı sonrasında, "Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme – UNEP)" oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bu program, Birleşmiş Milletler içerisinde çevre ile ilgili konularda koordinasyonu sağlamak, çevre sorunları üzerine yapılan çalışmaları teşvik etmek ve yönlendirmek amacıyla kurulmuştur.

Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun ilk önemli çalışması "Ortak Geleceğimiz" adlı rapor olmuştur. Bu raporda öne çıkan ilke "Sürdürülebilir Kalkınma/Gelişme" ilkesidir.⁴⁰ Çevre ve kalkınma arasındaki karşılıklı nedenselliği ortaya koyan bir yaklaşım 1992 yılında düzenlenen Rio Konferansı'nın da ana gündemi olmuştur.

1992 yılında "Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı" ile çevre konusunda birçok uluslararası düzenlemeler getirilmiştir. Rio Konferansı sonunda ortaya çıkan bildiri genel olarak sürdürülebilir çevresel faaliyetler üzerine olmuştur. Sağlık konusunda sürdürülebilir kalkınmanın önemine vurgu yapılmış ve sağlığın kalkınmaya olan bağımlılığı vurgulanmıştır.⁴¹ Konferansa katılan tüm hükümet temsilcilerine ulusal anlamda düzenlemeler getirmeleri için anlaşma sağlanmıştır.

Rio Konferansı'nda ele alınan düzenlemelerden "İklim Çeşitliliği Çerçeve Sözleşmesi" ile uluslararası düzeyde sera gazı salınımını ve atmosferdeki diğer zararlı

³⁹ Mosley, **age**.

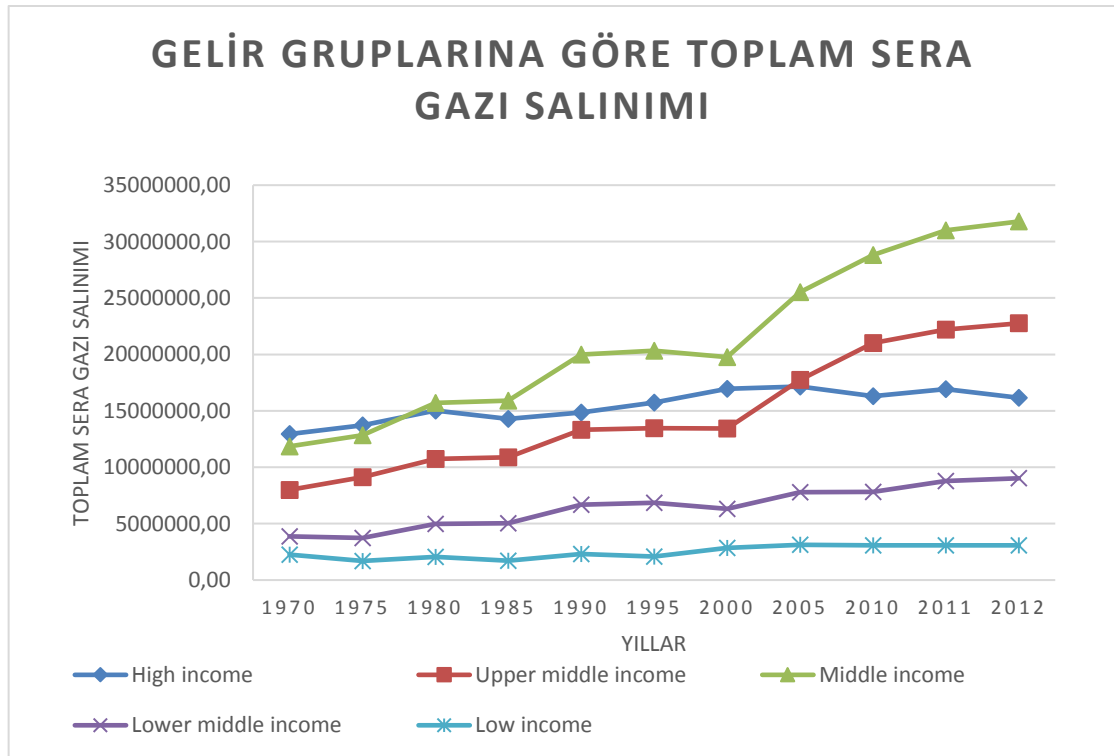
⁴⁰ United Nations, **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**, (Kopenhag: 1976)

⁴¹ United Nations, **United Nations Conference on Environment and Development Rio de Janeiro**, (Rio: 1992)

gazların oranlarının sınırlandırılmasına yönelik yapılmıştır. Uluslararası anlamda küresel ısınmaya yönelik yapılan ilk düzenleme olması nedeniyle önemlidir.⁴²

1997 yılında ise Japonya'nın Kyoto şehrinde toplanan 160 ülke temsilcileri iklim değişikliği çerçevesinde sera gazı, CO₂, NO₂ ve metan gazı gibi zararlı gazların salınımı ile sınırlamaları öngören bir protokol imzalamışlardır. Protokolün yürürlüğe girebilmesi için onaylayan ülkelerin emisyon oranları dünya emisyonunun 55%'i olması şartı ancak 2005 yılında sağlanabilmiştir ve protokol ancak 2005 yılında yürürlüğe girebilmiştir.

Sözleşmeye göre, sera gazı salınımı 5%'e düşürülecek ve sanayi, ulaşım ve ısınma kaynaklı emisyon oranlarının azaltılmasına yönelik düzenlemeler getirilecek, CO₂ ve metan gazı salınımını azaltmak için alternatif enerjiler tercih edilecek ve bunlar için gerekli teknolojik düzenlemeler sağlanacak, fazla yakıt tüketimi ve yüksek emisyon oranları daha fazla vergilendirilecektir.⁴³



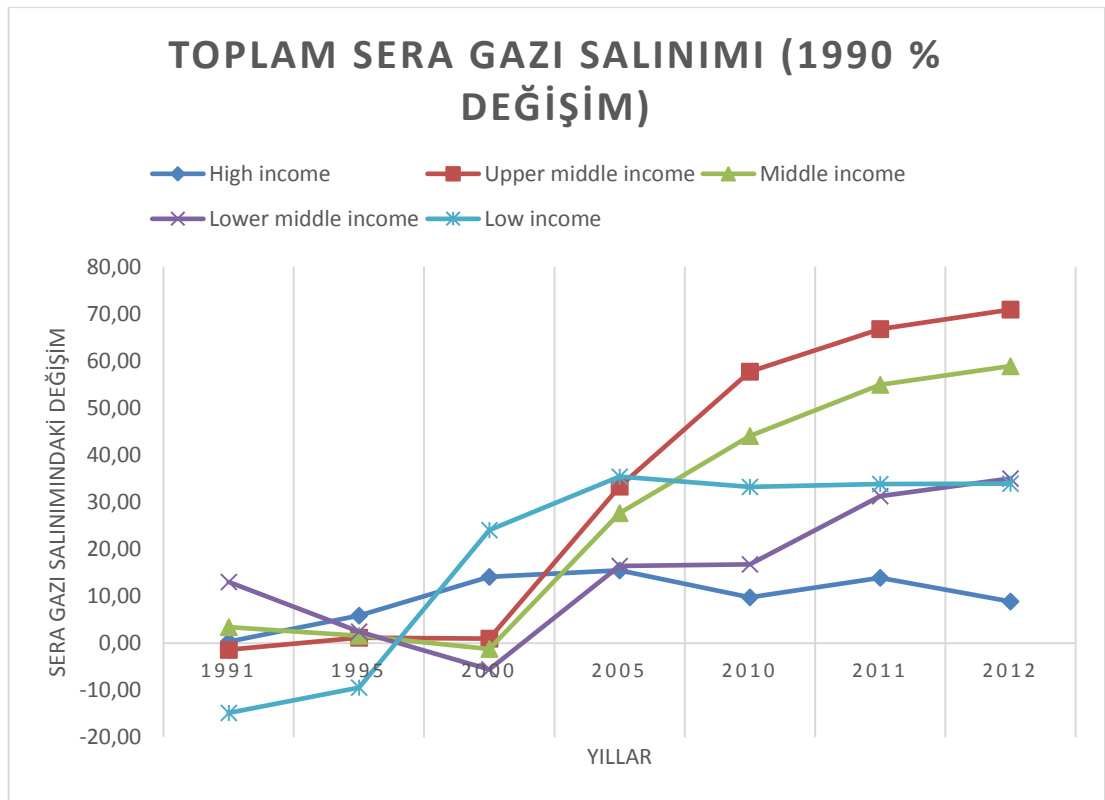
Şekil 3: Gelir Gruplarına Göre Toplam Sera Gazı Salınımı

Kaynak: Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi / Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı. Küresel Atmosfer Araştırmaları Emisyon Veritabanı (Dünya Bankası veritabanından alınan veriler ile düzenlenmiştir.)

⁴² United Nations, **United Nations Framework Convention on Climate Change**, (Rio: 1992)

⁴³ United Nations, **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, (Kyoto: 1997)

Şekil 3'te 1970 yılından 2012 yılına kadar gelir gruplarına göre dünya ülkelerinin toplam sera gazı⁴⁴ salınımları gösterilmiştir. 5 farklı gelir grubu altında tüm dünya ülkeleri toplam sera gazı salınımları içerisinde orta gelir grubu ülkelerin toplam sera gazı salınımları en fazla olduğu görülmektedir. Yüksek gelir grubuna sahip gelişmiş ekonomilerin salınımları azalma trendine girdiği görülmektedir. Yüksek orta ve orta gelir grubu ülkelerin toplam sera gazı salınımları günümüzde de artmaktadır. Düşük orta ve düşük gelir grubu ülkelerin salınımları diğer gelir grubundaki ülkelere göre oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Neden olarak sanayileşme oranları ve kentsel yoğunluğun⁴⁵ az olması bunun yanı sıra otomobil kullanımının az olması gösterilebilir.



Şekil 4: Gelir Gruplarına Göre Toplam Sera Gazı Salınımı (1990 % Değişim)

Kaynak: Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi / Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı. Küresel Atmosfer Araştırmaları Emisyon Veritabanı (Dünya Bankası veritabanından alınan veriler ile düzenlenmiştir.)

Şekil 4'te gelir gruplarına göre ülkelerin toplam sera gazı salınımlarının 1990'dan günümüze kadar değişim oranları verilmiştir. Kyoto Protokolü'ne göre ülkeler toplam sera gazı salınımlarını 1990 yılına göre 5% azaltacaklarını taahhüt etmişlerdir. Genel

⁴⁴ Kyoto Protokolü'nün EK-A bölümünde karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O), hidroflorür karbonlar (HFCs), perfloro karbonlar (PFCs), sülfürhekza florid (SF₆) şeklinde altı sera gazı listelenmiştir.

⁴⁵ Dünya Bankası verilerine göre düşük orta gelirli ülkelerde kent nüfusu toplam nüfün 40%, düşük gelirli ülkelerde ise 30% civarındadır.

olarak baktığımızda toplam sera gazı salınımının 1990 sonrasında % değişimi pozitifdir. Özellikle 2000 yılı sonrasında yüksek orta ve orta gelir grubu ülkelerin değişim oranları da çarpıcı bir şekilde artmıştır. Kyoto Protokolü'nün tam olarak yürürlüğe girdiği 2005 yılı sonrasında ancak yüksek gelirli ülkeler grubunda negatif değişim oranları görülebilmekte fakat yine de taahhüt edildiği gibi 1990 yılı seviyesinin altına inilemediği gözlenmektedir.

3.1.2. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri

Hava kirliliğinin artması ve insanlar için ciddi bir problem haline gelmesiyle, hava kirliliğinin çeşitli etkilerini araştırmak için çalışmalar hızla artmıştır. Hava kirliliğinin, sağlık üzerine olumsuz etkileri olduğu bu araştırmalar sonucunda ortaya çıkmış ve farklı bilim dallarınca bu konu çalışılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda hava kirliliğine neden olan gaz ve tozların solunum yolları hastalıklarına ve çeşitli kanser türlerine neden olduğu saptanmıştır. Örneğin, WHO'nun sağlık raporlarında geçen hava kirliliği bölümünde, havadaki SO₂ yoğunluğunun kısa süreli dahi olsa yükselmesinin bireylerin ciddi solunum rahatsızlıklarına maruz kalacaklarını hatta zehirlenebilecekleri vurgulanmıştır.

Yine WHO'nun yapmış olduğu rapor ışığında havadaki zararlı gaz ve tozlar ayrı başlıklar altında incelenmiş ortaya çıkış sebepleri ve sağlık üzerine etkileri saptanmıştır. Sağlık üzerine olan etkilerini farklı klinik ve epidemiyolojik çalışmalarla desteklenmiştir.⁴⁶

SPM üzerine yapılan klinik ve epidemiyolojik çalışmalar kısa dönemli maruz kalmaların alt ve üst solunum yolları enfeksiyonlarına neden olacağı, uzun süreli maruz kalmalarda ise daha ciddi solunum hastalıkları ve akciğer kanseri riski bulunmaktadır.⁴⁷

NO₂ etkilerinin astımlı çocuklarda bronşit gibi semptomların uzun süreli maruz kalmalarda arttığı epidemiyolojik çalışmalarla gösterilmiştir. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki insanların akciğer fonksiyonlarındaki azalmanın da NO₂ ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.⁴⁸ Bir diğer gaz olan SO₂ de solunum sistemini ve akciğer fonksiyonlarını olumsuz etkilemektedir ve ayrıca gözlerin tahriş olmasına neden

⁴⁶ WHO, **age**, 2005

⁴⁷ WHO, **age**, 2005, 247.

⁴⁸ WHO, **age**, 2005, 333.

olmaktadır. Solunum yolları iltihaplanması, öksürük, mukus salgısı, astımın şiddetlenmesi ve kronik bronşit oluşturur ve insanları solunum yolları enfeksiyonlarına karşı daha korumasız hale getirir.

Tablo 1: 2012 Yılı Hava Kirliliği Kaynaklı Ölüm

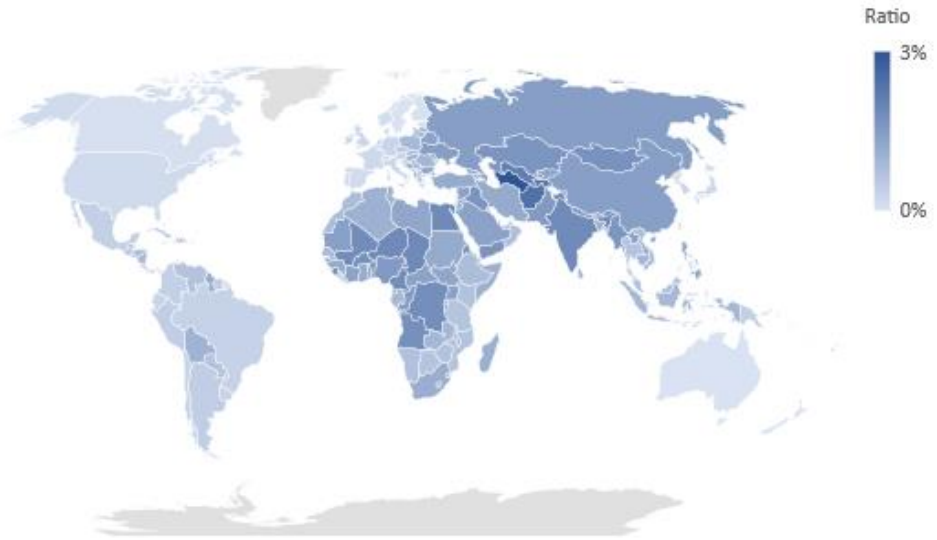
Sıralama	Ülke	Hava Kirliliğinden Kaynaklı Ölüm
1	Hindistan	25.095.186
2	Çin	21.077.983
3	Pakistan	2.847.704
4	Nijerya	2.725.080
5	Endonezya	2.290.516
6	Rusya	2.190.181
7	Bangladeş	1.729.966
8	Mısır	1.667.467
9	Filipinler	1.338.123
10	Kongo	1.306.418
12	Türkiye	927.255
16	Brezilya	753.656
22	A.B.D.	555.098
23	Meksika	527.709
28	Suudi Arabistan	424.300
33	Kuzey Kore	386.078
45	Japonya	277.891
48	Almanya	247.114
56	Birleşik Krallık	184.890
58	Güney Kore	180.508
60	İtalya	171.829
70	Fransa	136.962
90	İspanya	75.782
104	Hollanda	49.483
124	Kanada	23.828
133	İsviçre	15.522
167	Avustralya	1.108

Kaynak: Dünya Sağlık Örgütü verilerinden hareketle hazırlanmıştır.

Yapılan gözlemlere göre yüksek SO₂ değerlerinin görüldüğü zamanlarda kalp hastalıkları ve ölüm sebebiyle hastaneye yatışlar artmaktadır. SO₂ su ile etkileşime geçtiğinde sülfürik asit oluşur ve bu ormansızlaşma ile asit yağmurlarına neden olmakta ve insan hayatını farklı bir yoldan olumsuz etkilemektedir.⁴⁹

Tablo 1’de 2012 yılında hava kirliliği nedeniyle yaşanan ölümlerin sayısı ülkelere göre verilmiştir. Tabloda yer alan 27 ülkenin belirlenmesi en çok ölümlerin yaşandığı ilk 10 ülke ve G-20 ülkelerinin eklenmesi ile olmuştur. İlk 10 ülke içerisinde yer alan Çin, Endonezya, Hindistan ve Rusya G-20 ülkeleri içerisinde de yer almaktadır. Diğer 6 ülke ise G-20 ülkeleri dışındaki ölümlerin en fazla olduğu ülkelerdir. WHO verilerinden elde edilen tabloda gelişmiş ülkelerin listenin daha alt sıralarında olduğu görülmektedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde ölümlerin sayısı oldukça az olduğu bunun nüfusla oranlandığında 1%’in altında kaldığı Şekil 5’te de görülmektedir. Bu ülkeler içerisinde Türkiye gelişmekte olan ülkeler gibi 2012 yılında nüfusunun 1%’ini hava kirliliği nedeniyle kaybetmiştir.

2012 Yılında Hava Kirliliği Nedenli Ölümlerin Nüfusa Oranı



Şekil 5: 2012 Yılında Hava Kirliliği Nedenli Ölümlerin Nüfusa Oranı

Kaynak: Dünya Sağlık Örgütü verilerinden hareketle hazırlanmıştır.

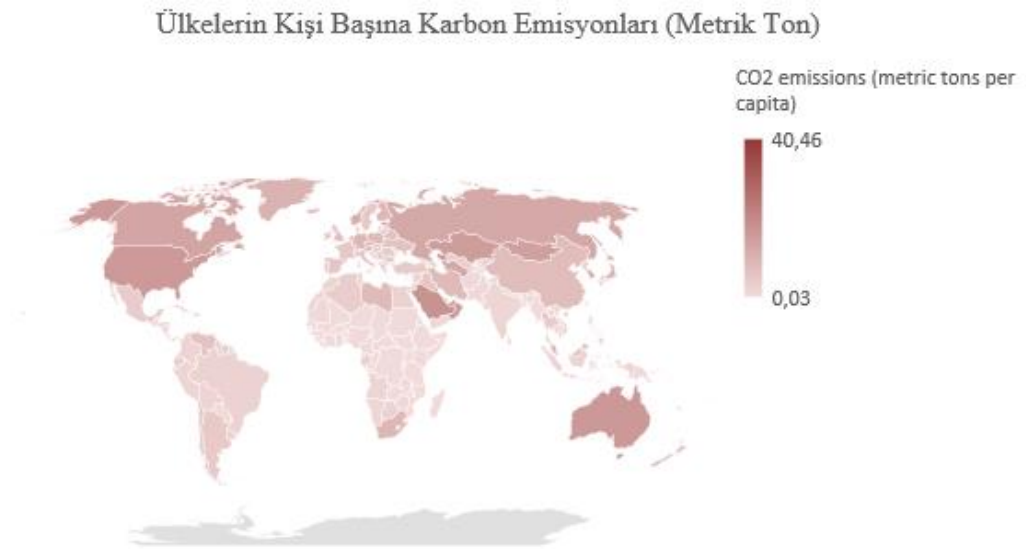
Şekil 5’te dünya haritası üzerinde 2012 WHO verileri ile hava kirliliği kaynaklı yaşanan ölümlerin nüfusa oranları gösterilmektedir. Özellikle Hazar Denizi’nin doğusunda yer alan Afganistan, Özbekistan, Türkmenistan ve Tacikistan ile Batı ve Orta Afrika’da yer alan ülkelerde nüfusa oranla ölümlerin fazla olduğu görülmektedir.

⁴⁹ WHO, *age*, 2005, 398.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler içerisinde Çin, Hindistan, Rusya gibi ülkeler nüfusları kalabalık olmasına rağmen hava kirliliğine bağlı ölüm oranları da oldukça fazladır. Gelişmiş Avrupa ve Amerika ülkelerinde nüfusa oranla ölümlerin oldukça sınırlı olduğu görülmektedir.

Şekil 5’te dikkat çekici bir unsur olarak nüfusa oranla olmasına karşın hava kirliliği kaynaklı ölümlerin yüksek olduğu ülkelerin birbiri ile komşu ve yakın olmalarıdır. Bu durum bize hava kirliliğinin geniş alanları etkilediğini göstermektedir. Ayrıca hava kirliliği nedeniyle ölümlerin hükümetlerin sağlık politikaları ve sağlık harcamaları ile ilişkili olabileceğine dikkat çekmek gerekir.

Şekil 6’da ise ülkelerin 2013 Dünya Bankası verileriyle kişi başına CO₂ emisyonları verilmiştir. En yüksek kişi başı emisyon değerleri Birleşik Arap Emirlikleri, Katar, Suudi Arabistan gibi Arap ülkeleri ile Kuzey Amerika ülkeleri olan Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada bunlara ek olarak da Avustralya, Rusya, Kazakistan ve Moğolistan olduğu görülmektedir. Çin ve Hindistan’ın kişi başına emisyon değerlerinin düşük görünmesi nüfusları ile açıklanabilmektedir.



Şekil 6: Ülkelerin Kişi Başına Karbon Emisyonları

Kaynak: Karbon Dioksit Bilgi Analizi Merkezi, Çevre Bilimleri Bölümü (Dünya Bankası veritabanından alınan veriler ile hazırlanmıştır.)

Şekil 6’da Avrupa ülkeleri dışında kalan gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerin emisyon değerlerinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri,

Avustralya ve Kanada gibi her açıdan gelişmiş ülkelerdeki emisyon değerleri oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Son iki şekil birlikte değerlendirildiğinde özellikle Asya ülkelerinde emisyon değerleri ile birlikte nüfusa oranla hava kirliliğinden kaynaklı ölümlerin yüksek olduğunu fakat Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerde emisyon değerleri yüksek olmasına rağmen ölümlerin daha az olduğunu söyleyebiliriz. Bu ülkelerde sağlık koşullarının ve hizmetlerin daha iyi olduğu ve kirlilik etkilerinin bireyler üzerinde daha az yansıdığı söylenebilir.

3.2. Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkilerini İnceleyen Çalışmalar

Hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini farklı alanlarda ve farklı yöntemlerle inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar epidemiyolojik, klinik çalışmalar veya ampirik çalışmalar şeklinde olabilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini tıbbi olarak açıklamayı amaçlamakta ve bu ilişkiyi göstermek için çeşitli yöntemler kullanmaktadır.

Epidemiyolojik çalışmalar, klinik çalışmaları dışında istatistiksel olarak kurgulanmış ampirik çalışmaları da içermektedir. Hava kirliliği ve sağlık arasında istatistiksel olarak dikkate değer sonuçlar bulunması ve bunun tıbbi olarak gerekçelendirilmesi amaçlanmıştır. Epidemiyolojik çalışmalar artan hava kirliliğinin insan sağlığını bozduğunu göstermektedir ve bilim insanları bu bulguları farklı yöntemlerle destekleyecek çalışmalarına devam etmektedirler.

Fakat hava kirliliğinin sağlık üzerinde olan ciddi etkileri uzun dönemde ortaya çıkması yapılan çalışmaların geçmiş yılların verilerini kullanmasına neden olmaktadır. Bu durum çalışmalar hakkında bizleri kuşkuya düşürmekte ve araştırmaların devam etmesi gerekliliğinin önemini gözler önüne sermektedir.

3.2.1. Epidemiyolojik Çalışmalar

Epidemiyolojik çalışmalar gözlemsel ve deneysel araştırmalar olarak iki ana başlık altında incelenir. Gözlemsel araştırmalar ise kendi içerisinde tanımlayıcı ve çözümleyici olarak ikiye ayrılmaktadır. Tanımlayıcı çalışmalarda vaka raporları ile sağlık probleminin ne olduğu ve ne sıklıkla görüldüğü, kimlerde, nerede ve ne zaman ortaya çıktığı saptanması amaçlanır. Hastalığın görüldüğü kişi, yer ve zaman özellikleri saptanması hastalığa neden olan etkenin anlaşılması için önemlidir.

Tamamlayıcı çalışmalar epidemiyolojik çalışmaların ilk evresi olarak görülmektedir. Daha sonraki evre ise çözümleyici araştırmalardır. Çözümleyici araştırmalarda amaç, herhangi bir sağlık problemi ile bu sağlık problemine neden olduğu düşünülen sebep arasında ilişki kurulması ve bu ilişkinin varlığının ispatlanmasıdır. Çözümleyici araştırmalar birey ve toplum üzerinde farklı şekillerde hastalık ve nedeni arasındaki ilişkinin varlığının ispatı gösterilmektedir.⁵⁰

Deneyisel araştırmalar ise daha çok klinik çalışmalarla hastalığın tanı ve tedavi yöntemlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır.

Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklar incelenmektedir. Hava kirliliği ile ilgili hastalıkların arasındaki ilişki kurulmakta ve hava kirliliğinin bu hastalıkların oluşmasına ne kadar etki ettiği araştırılmaktadır. Özellikle solunum yolları rahatsızlıkları ve çeşitli kanser vakaları hava kirliliği nedeniyle ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Hava kirliliği gibi çevresel bir koşulun olumsuz etkileri ile sağlık arasındaki ilişki epidemiyolojik olarak incelendiğinde ciddi kısıtlamalarla karşı karşıya kalınacaktır. İlk olarak, hava kirliliğinin etkileri daha önceki yılların maruz kalmaları ile ilgilidir. Bu durum mevcut maruz kalmaların hastalık riskinin yorumlanmasını engellemektedir. İkinci kısıtlama ise hastalık riskleri mevcut epidemiyolojik yöntemlerin tespit sınırlarına çok yakın olduğu için, çalışmalar kontrolsüz çelişen veya maruz kalmaların kesin tahmin edilememesinden dolayı önyargılara özellikle duyarlıdır. Örneğin bazı mesleki maruz kalmalar üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalarda, maruz kalınan kirlilik tam olarak belirlenemediği için tahmini bir miktar olarak belirlenmesi kanser riskinin önyargılı olmasına neden olacaktır. Son olarak, hastalık riski tahminlerinde epidemiyolojik çalışmalarda hayvan deneklerin kullanılmasıdır. Bu durum geçmiş değerlere dayanarak gelecekteki değerlerin tahmin edilmesi yönteminin kullanılmasını ve bunun üzerinde birçok varsayım yapılmasını gerektirir. Epidemiyolojik verilerin yokluğunda risk değerlendirmeleri genellikle hayvanlar üzerinde yapılan deney verilerine dayanmaktadır.⁵¹

⁵⁰ World Health Organization, “*Environmental Health Criteria 216*”, **Disinfectants and Disinfectant By-Products**, (Geneva: 2000)

⁵¹ Kari Hemminki ve Göran Pershagen, Cancer Risk of Air Pollution: Epidemiological Evidence, **Environmental Health Perspectives**, c. 102, Ek 4: Risk Assessment of Urban Air: Emission, Exposure, Risk Identification, and Risk Quantitation (1994): 187-192

Kentsel alan araştırmalarında hava kirliliğinin neden olduğu hastalık riskleri araştırılırken farklı epidemiyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar, ekolojik, kohort⁵² ve vaka kontrol çalışmalarıdır. Kohort ve vaka kontrol çalışmaları bireyler üzerinde yapılırken, ekolojik çalışmalar gruplar üzerinde yapılan çalışmalardır. Ekolojik çalışmalarda, farklı özelliklere sahip grupların aynı zaman sürecinde ya da aynı özelliklere sahip grupları farklı zaman sürecinde karşılaştırılması yapılmaktadır. Gruplar içerisinde bireylerin maruz kalma durumları farklı olabilmektedir. Bu yüzden ekolojik çalışmalar nedensellik ilişkisinin değerlendirilmesi açısından genellikle uygun değildir.⁵³

Hava kirliliğinin neden olduğu düşünölen hastalıklar ile ilişkisini araştıran epidemiyolojik çalışmalar genellikle zaman serisi, vaka kontrol, panel, kohort ve doğum sonuçları şeklinde yapılmaktadır.

İlk olarak zaman serisi çalışmaları havadaki artan partiköl miktarı ile ölüm ve hastane başvuruları arasındaki kısa dönemli ilişki incelenmektedir. Bu alışmalar hava kirliliğinin kısa dönemli etkilerini tahmin etmek için kullanılmakta önemli bir yaklaşım olmuştur. Çok sayıda zaman serisi çalışmasında, hava kirliliğine maruz kalmanın insan sağlığına çeşitli sonuçları ile ilişkisi olduğunu saptamıştır.⁵⁴

Avrupa’da Hava Kirliliği ve Sağlık: Bir Avrupa Yaklaşımı (Air Pollution and Health: a European Approach) projeleri kapsamında bir dizi zaman serisi çalışması yapılmıştır. 2001 yılında yayınlanan bir çalışmada Avrupa’nın 29 farklı şehrindeki verilerle yapılan, havadaki parçacık ve gazların toplam ölüm üzerindeki kısa süreli etkileri değerlendirilmiştir. SPM değerleri ile NO₂, O₃ (ozon), SO₂ gibi kirletici verileri ve mevsim, sıcaklık, coğrafi, nüfus gibi farklı şehir özelliklerinin karşılaştırılarak toplam ölüm oranları üzerindeki etkileri hesaplanmıştır. Örneğin, NO₂ değerlerinin düşük olduğu bir şehirde, SPM₁₀ değerinde 10 g/m³ bir atış günlük ölüm oranında 0.19% artış yarattığı fakat NO₂ değerlerinin yüksek olduğu bir şehirde ise SPM₁₀ değerlerinde aynı artışın günlük ölüm oranında daha fazla (0.8%) artışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kirletici değerlerindeki değişim ve şehirlerin çeşitli özellikleri SPM₁₀

⁵² Kohort alışmalar, epidemiyolojik olarak hastalık ile neden olan etkenler arasında ilişki olup olmadığının değerlendirildiği çalışmalardır. İlgili çalışmalarda hastalığın görölmediği bireyler denek grup olarak alınır ve maruz kalma durumu gözlenerek hastalığın düşünölen etkenlerle ilişkisi araştırılır.

⁵³ Kari Hemminki ve Göran Pershagen, **age**.

⁵⁴ Cizao Ren ve Shilu Tong, “Health Effects of Ambient Air Pollution – Recent Research Development and Contemporary Methodological Challenges”, **Environmental Health**, c. 7 s. 56, (2008)

değerlerinin toplam ölüm sayısı üzerindeki etkilerini değiştirdiği gözlenmiştir. Sonuç olarak, yapılan çalışmada elde edilen sonuçların hava kirliliğinin sağlık etkilerini tahmin edilebilmesi adına önemli olduğu vurgulanmış ve çevre yönetiminin politika kararlarını etkileyebileceği söylenmiştir.⁵⁵

Amerika Birleşik Devletleri'nde ise Ulusal Hastalık, Ölüm ve Hava Kirliliği Araştırmaları (National Morbidity, Mortality and Air Pollution Studies) kapsamında yapılan çalışmada, ülkenin en büyük 20 metropol alanına odaklanılmıştır. Yapılan çalışmada SPM₁₀ ile kalp ve akciğer rahatsızlıklarından hastaneye başvurular arasındaki ilişki araştırmaktır. Çalışmanın hedefi ise ilişkinin olup olmadığını kontrol etmek, maruz kalma ile etkilerinin gecikmelerinin nasıl dağıldığını tahmin etmek ve son olarak da sosyoekonomik faktörler ve diğer değişkenlerin hava kirliliği belirleyicisi ile ortak etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmadaki bulgulara göre SPM₁₀'daki her 10 g/m³ artış tüm nedenlere bağlı olarak ölüm oranını 0.5% artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca SPM₁₀'daki her 10 g/m³ artışın kalp ve damar hastalıkları ve solunum yolu hastalıkları nedeniyle ölümlerin göreceli ölüm oranındaki tahmini artışın 0.7% olduğu bulunmuştur. Bunlara ek olarak hastaneye kalp ve damar hastalıkları ile akciğer ve solunum yolları hastalıkları şikayeti ile gelenlerde SPM₁₀ etkileri gözlemlenmiş ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ile gelenlerin 2.5% ve kalp ve damar hastalıkları kabullerinde de 1.3% olduğu bulgularına ulaşılmıştır.⁵⁶

2006 yılında Dominici ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada⁵⁷ SPM_{2.5}'un yarattığı hava kirliliği ve hastaneye yatışlar arasındaki kısa süreli ilişki incelenmiştir. Yapılan çalışmada maruz kalmanın farklı sağlık sorunları ile ilişkisi bulunmuştur. Sonuç olarak kısa süreli SPM_{2.5} maruz kalmalarının kalp ve damar hastalıkları ile solunum yolu hastalıkları nedeniyle hastaneye yatma riskini artırdığı ayrıca SPM_{2.5}'da her 10 g/m³ artışın kalp yetmezliği ile hastaneye kaldırılan hastalarda 1.3% artış gözlemlenmiştir.

⁵⁵ Klea Katsouyanni ve diğerleri, "Confounding and Effect Modification in the Short-Term Effects of Ambient Particles on Total Mortality: Result from 29 European Cities within the APHEA2 Project", **Air Pollution and Health: a European Approach**, European Commission Environment and Climate 1994–1998 Programme, (2000)

⁵⁶ Antonella Zanobetti, Joel Schwartz ve Douglas Dockery, "Airborne Particles Are a Risk Factor for Hospital Admission for Heart and Lung Disease", **Environmental Health Perspectives**, c. 109 s. 11, (2000): 1071-1077

⁵⁷ Francesca Dominici ve diğerleri, "Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for Cardiovascular and Respiratory Diseases", **JAMA**, c.295 s.10, (2006): 1127-1134

Hava kirliliği ile sağlık etkileri üzerine yapılan epidemiyolojik çalışma çeşitlerinden bir diğeri de vaka kontrolleridir. Kısa süreli etkileri tahmin etmek için alternatif yaklaşım biçimidir. Örnek olarak, 2006 yılında Barnett çalışmasında Avusturalya ve Yeni Zelanda'daki şehirlerde ölçülen CO değerleri ile hastane kayıtlarını karşılaştırmıştır. Sonuçlar, yaygın emisyon kaynaklarından oluşan hava kirliliğinin, yaşlılarda kalp ve damar hastalıkları sonuçlarıyla anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu ve artan hava kirliliği değerlerinin hastaneye yatışları artırdığını göstermektedir.⁵⁸

Epidemiyolojik çalışmalardan bir diğeri de panel çalışmalardır. Panel çalışmalar farklı zamanlarda ve farklı yerlerdeki verilerin bir arada değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda elde edilen sonuçlar hava kirliliğine maruz kalmanın akciğer ve solunum yolları hastalıklarına neden olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalardan Guaderman ve diğerlerinin yaptığı araştırmada NO₂ ve SPM değerlerindeki artışın çocuklarda akciğer fonksiyonlarının azalmasına neden olduğunu göstermiştir.⁵⁹ Yapılan birçok farklı panel çalışmalarda da hava kirliliğinin insan sağlığı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Zaman serisi ve vaka kontrol çalışmalarına kıyasla kohort çalışmaların sayısı daha az olmasına karşın yapılan çalışmalarda hava kirliliği ile insan sağlığı arasında ciddi bir ilişki olduğu bulunmuştur. Dockery ve arkadaşlarının Amerika Birleşik Devletleri'nin 6 şehrinde yaptıkları bir kohort araştırmada, hava kirliliği ve ölüm oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Hava kirliliği ile akciğer kanseri ve ani solunum durması kaynaklı ölümlerin ilişkili olduğu bulunmuştur.⁶⁰ Abbey ve arkadaşları SPM₁₀'un ve diğer hava kirlleticilerinin uzun süreli çevresel konsantrasyonlarına maruz kalmanın etkisini tahmin etmek için 1973-1992 yılları arasında bir kohort araştırması yapmışlardır. Yapılan araştırma SPM₁₀'na maruz kalmanın sigara kullanmayan kadın ve erkeklerde solunum hastalıklarından kaynaklanan ölümler ile kuvvetli bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir.⁶¹ O₃,

⁵⁸ Andiran Barnett ve diğerleri, "The Effects of Air Pollution on Hospitalization of Cardiovascular Disease in Elderly People in Australian and New Zealand Cities", **Environmental Health Perspectives**, c. 114 s. 7, (2006): 1018-1023

⁵⁹ James Guaderman ve diğerleri, "Association Between Air Pollution and Lung Function Growth in Southern California Children", **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, c. 162, (2000): 1383-1390

⁶⁰ Douglas Dockery ve diğerleri, "An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities", **The New England Journal of Medicine**, c. 329 s. 24, (1993): 1753-1759

⁶¹ David Abbey ve diğerleri, "Long-Term Inhaled Particles and Other Air Pollutants Related to Mortality in Nonsmokers", **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, c. 159, (1999): 373-382

sadece erkeklerde akciğer kanserinden ölüm oranları ile kuvvetli bir şekilde ilişkilirken SO₂, hem kadınlar hem de erkeklerde görülen akciğer kanseri ölüm oranları ile ilişkili çıkmıştır. Pope ve arkadaşları SPM kaynaklı hava kirliliğine maruz kalmanın uzun süreli etkilerini incelemek için Amerika Birleşik Devletleri'nde kohort çalışma düzenlemişlerdir. Çalışmada SPM_{2.5} ve SO₂ kaynaklı hava kirliliğinin tümör, akciğer kanseri ve ani solunum durması kaynaklı ölümler ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır.⁶² Yapılan diğer kohort çalışmalarda da kentsel hava kirliliğinin artan ölüm oranları ile ilişkili olduğu ve solunum yolları kaynaklı tüm ölümlerin belirleyicisi olduğu dile getirilmiştir.

Hava kirliliğinin sağlık etkileri üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmaların son çeşidi ise doğum sonuçları çalışmalarıdır. Bu çalışmaların sayısı özellikle son yıllarda artmıştır. Çalışmaların amacı ortamdaki hava kirliliğine maruz kalmanın gebelik dönemindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Yapılan birçok çalışmada ortamdaki hava kirliliğine maruz kalma ile olumsuz doğum sonuçları arasında önemli ilişki olduğu görülmüştür. Liu ve arkadaşlarının Kanada'nın Vancouver şehri için yaptıkları çalışmada SO₂ artışının, erken doğumu 9% artırdığı ve 2,5 kg altındaki doğumları 11% artırdığı saptanmıştır. Ayrıca, gebeliğin son ayı içerisinde CO değerlerindeki artışa maruz kalmanın doğumların 8%'inde erken doğuma neden olduğu bulunmuştur.⁶³ Yapılan diğer çalışmalarda da çeşitli hava kirlleticilerine maruz kalmanın bebek ağırlığını olumsuz etkilediği ve erken doğumlara neden olduğu görülmüştür.⁶⁴

3.2.2. İktisadi Çalışmalar

Hava kirliliğine maruz kalmanın insan sağlığı üzerine etkilerinin ciddi boyutlara ulaştığını ve hava kirleticilerindeki değişimin ölümlerle ilişkili olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur. İktisadi olarak, işgücünde olumsuz etkileri, iktisadi kalkınma ile artan hava kirliliği, çevresel bozulmanın maliyetleri ve sağlık harcamalarını artırması gibi nedenlerle hava kirliliğinin sağlık üzerine etkileri araştırılmaktadır. Özellikle hava kirliliğinin veya sağlık üzerine etkilerinin

⁶² Adren Pope ve diğerleri, "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution", **JAMA**, c. 287 s. 6, (2002): 1132-1141

⁶³ Shiliang Liu ve diğerleri, "Association Between Gaseous Ambient Air Pollutants and Adverse Pregnancy Outcomes in Vancouver, Canada", **Environmental Health Perspectives**, c. 111 s. 14, (2003): 1773-1778

⁶⁴ Beate Ritz ve diğerleri, "Ambient Air Pollution and Preterm Birth in the Environment and Pregnancy Outcomes Study at the University of California, Los Angeles" **American Journal of Epidemiology**, c. 166 s. 9, (2007): 1045-1052

önlenmesinin maliyeti gibi fayda maliyet analizleri ile politika yapıcılara yol gösterici çalışmalar yapılmıştır.

İktisadi kalkınma ile artan emisyon oranları hava kirliliğine neden olurken bunun sağlık üzerine olumsuz etkileri artmakta fakat artan gelir ile birey ve firmaların daha temiz mal ve hizmet talebi de artmaktadır. Yapılan iktisadi araştırmalar genel olarak hava kirliliğine maruz kalmanın ölümcül etkilerini veri olarak kabul etmekte ve hava kirliliğinin sosyo-ekonomik değerlemesi ve maliyetleri üzerine durmaktadır.

Hava kirliliğine maruz kalmanın sağlık üzerine etkileri anlaşıldığında ve yapılan epidemiyolojik çalışmalarla bu ilişki desteklendiğinde, iktisadi olarak konu üzerine eğilim de artmıştır. İlk olarak yapılan çalışmalarda öne çıkan konu bireylerin hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini önlemek için gönüllü oldukları harcamaların modellenmesi olmuştur. Öncelikle, hastalığın maliyetinin ölçülmesi ile yapılmaktadır. Hava kirliliğinin neden olduğu hastalığın doğrudan (tıbbi maliyetler, bakım maliyetleri ve ilaç maliyetleri gibi) ve dolaylı (fırsat maliyetleri) maliyetlerin ölçülmesi ve hastalığın önlenmesi veya ortadan kaldırılması durumunda elde edilecek potansiyel tasarrufların tahmin edilmesidir. Bu tür çalışmalar fayda-maliyet analizleri ile yapılmaktadır.

Ayrıca, beşeri sermaye araştırmaları ile hastalık nedeniyle çalışma günü kayıplarının emeğin etkinliğinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bireylerin hastalık nedeniyle katlanmak zorunda oldukları maliyet ile hastalığın önlenmesi durumunda elde edecekleri kazançlar ölçülmekte ve buradan hareketle insanların hastalığın önlenmesi için ödemeye gönüllü olacakları maliyet tahmin edilmektedir.

Fayda-maliyet analizleri, makro iktisadi genel denge modellemeleri ile çevresel bozulmalardan kaynaklanan maliyetlerinin tahmin edilmesi için de kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalar ekonomideki tüm sektörleri incelemekte, gelir ve tüketim üzerindeki çevresel sağlık etkilerini tahmin ederek ulusal veya uluslararası düzeyde refah kayıplarını değerlendirmektedir.

Alberini ve diğerlerinin yaptıkları çalışmada⁶⁵, bireylerin hava kirliliği nedeniyle ortaya çıkan hastalıkları önlemek üzere gönüllü ödeme modeli oluşturulmuş ve yapılan anket sonuçları bu model çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışmalarının sonucunda

⁶⁵ Anna Alberini ve diğerleri, "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan", **Journal of Environmental Economics and Managment**, s. 34 (1997): 107-126

bireylerin hastalıktan kaçınmak için yapacakları gönüllü ödeme tercihleri, hastalığın süresi, yaşanan belirtilerin sayısı, eğitim ve gelir seviyesindeki artışlara bağlı olarak artmaktadır.

Alberini ve Krupnick'in birlikte yapmış oldukları çalışmada ise Tayvan'da üç farklı kentsel alanda 900'den fazla insan üzerinde yaptıkları anket ile hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklardan kaçınmak için gönüllü ödeme yapma isteklerini göstermektedir.⁶⁶ Hastalığın görülme sıklığı, partikül madde konsantrasyon seviyesi ile ilişkilidir fakat daha önce Amerika Birleşik Devletleri için yapılan çalışmalardan farklı olarak beklenenden daha az belirgindir. Yapılan çalışmada hava kirliliğinin ekonomik büyüme ile arttığını ve WHO verilerine göre dünyanın büyük şehirlerinin çoğunda bireylerin hava kirliliğine maruz kaldıkları belirtilmektedir. Ülkelerin tedbir alacak politika üretmelerinde ise hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini araştırırken fayda maliyet karşılaştırmalarına gittiklerini söylemektedir. Bunun da bireylerin hava kalitesinin iyileştirilmesi için gönüllü olarak ödeme isteklerinin ölçülmesi ile mümkün olacağını belirtmektedirler. Çalışmanın yapıldığı zamanlarda gelişmekte olan ülkelerde hava kirliliğinin sağlık ile ilişkisini gösteren çalışmaların azlığı nedeniyle çalışmalarının sonuçlarını Amerika Birleşik Devletleri için yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırarak yapmışlardır.

Çalışmalarında ilk olarak hastalık ve bireylerin davranışları teorik olarak modellenmekte ve daha sonra verilerden elde edilen ekonometrik denklemler ele alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmalarının sonucunda hava kirliliğine maruz kalmanın doğrudan ve gecikmeli olarak görülen etkileri saptanmıştır. Tayvan'ın üç büyük kentinde (Taipei, Kaohsiung ve Hualien) yapılan çalışmada SPM₁₀ değerini 150 g/m³ seviyesinden 10% düşürmek 265.476\$, 20% düşürmekse 519.177\$'lık sağlık kazancı yaratacağını bulmuşlardır. Aynı üç şehir içinse SPM₁₀ miktarını 300 g/m³ seviyesinden 50% düşürmek 3.393.938\$'lık bir sağlık kazancı sağlayacağını çıkarsamışlardır. Fakat bu rakamların farklı ülke ve kültürlerde değişiklik gösterebileceği ve gelişmekte olan ülkeler için yapılan çalışmaların artırılması gereği üzerinde durulmuştur.

⁶⁶ Anna Alberini ve Alan Krupnick, "Air Quality and Episodes of Acute Respiratory Illness in Taiwan Cities: Evidence from Survey Data", **Jurnal of Urban Economics**, s. 44 (1998): 68-92

Norveç üzerine yapılan çalışmada Navrud, astım ve yedi farklı hafif solunum yolu belirtileri hakkında anket çalışması yapmıştır. Çalışma, Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan benzer çalışmalar gibi değerlerin hem zamanda hem de mekanda karşılaştırılmasına imkan tanımaktadır. İlk olarak hastalığın belirti riskleri için teorik bir çerçeve sunmakta ve anketler yoluyla elde edilen tüketici artığının iki sağlık durumu arasındaki faydanın değişimini ölçmek için nasıl kullanılabilir sorusuna cevap verilmektedir. Daha sonra ise anket tasarımı tanımlanmakta ve rapor sonuçları verilmektedir. Son olaraksa hastalık riski üzerindeki farklı belirtilerin değerleri Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan çalışmalar⁶⁷ ile karşılaştırılmaktadır.⁶⁸

Chay ve Greenstone 2003 yılında yaptıkları araştırmada hava kirliliğinin bebek ölümleri üzerine etkilerini coğrafi ve ekonomik farklılıkları dikkate alarak incelemişlerdir.⁶⁹ Çalışmalarında, bebek ölümleri üzerine etkisi olmayan fakat kirlilikteki değişikliklere neden olabilecek 1980-1982 arası dönemi baz almışlardır. Hava kalitesi açısından dar bir zaman aralığı seçilmesi, bebek ölümleri üzerine etkilerini araştırırken diğer faktörlerin etkilerini en aza indirmek amaçlanmıştır. 1980'li yıllarda yaşanan ekonomik durgunluk hava kirliliğinde farklılık yaratabilecek fakat bebek sağlığının gözlemlenemeyen değişkenleri ile ilgisiz bir olaydır. Ekonomik durgunluk nedeniyle ağır sanayi üretiminin olduğu yerlerde üretim düşmekte ve buna bağlı olarak havadaki gaz ve toz konsantrasyonu azalmakta, fakat sanayi üretiminin az veya olmadığı bölgelerde hava kalitesinde önemli değişiklikler olmamaktadır. Bu durum doğal bir kontrol grubu oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, bulguları epidemiyolojik çalışmalara benzer sonuçlar vermiştir. Kirlilikteki azalmanın bebek ölüm hızını önemli ölçüde düşürdüğü gözlemlenmiştir. SPM'deki 1 mg/m³ azalmanın 100.000 bebekte 4-8 daha az bebek ölümüne etki ettiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, kirliliğe maruz kalmanın bebek ölümleri üzerindeki etkisinin doğumdan önce başladığını düşündürmektedir. Kirlilik

⁶⁷ Örnek olarak, George Tolley ve Lydon Babcock, (1986) dört ciltlik raporun üçüncü cildinde hava kirliliğine atfedilen hafif belirti türlerine göre koşullu değerlendirme tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulanması ve George Tolley, Donald Kenkel ve Robert Fabian, (1994) sağlık üzerine yapılacak harcamaların ve kaynakların tahsisinin nasıl yapılması gerektiği üzerine sağlık uzmanları ve iktisatçılar tarafından kamu politikalarına ışık tutması amacıyla hazırlanmış kitap verilebilir.

⁶⁸ Stale Navrud, "Valuing Health Impacts from Air Pollution in Europe New Empirical Evidence on Morbidity", **World Congress of Environmental and Resource Economists, 25-27 Haziran 1998** (Venedik: 1998)

⁶⁹ Kenneth Chay ve Micheal Greenstone, "The Impact of Air Pollution on Infant Mortality: Evidence from Geographic Variation in Pollution Shocks Induced by a Recession", **The Quarterly Journal of Economics**, c. 118 s. 3, (2003): 1121-1167

değişimlerinin bebek doğum ağırlığı üzerine etkileri ise yapılan epidemiyolojik çalışmalarla tutarlıdır. Genel olarak sonuçlar, hava kalitesinde yaşanan iyileşmelerin bebek ölümlerini azaltacağı yönündedir. 1980-1982 yılları arasında hava kirliliğindeki iyileşme 2.500 bebek ölümünü engellemiş görünmektedir.

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar nüfusun hava kirliliğine maruz kalmasının etki tahminleri ve sağlık sonuçları hakkında bilgi sağlamaktadır. Sağlık maliyetlerinin değerlendirilmesi ise ayrı bir çalışma konusudur ve bu maliyetlerin hesaplanması için iki farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden ilki, ölümlerin veya hastalıkların önlenmesi için ödeme iradesinin değerlendirilmesi, yani riskin ortadan kaldırılması için gönüllü ödemenin belirlenmesidir. Bir diğer yöntem ise tıbbi maliyetlerin ele alınması ve erken ölümler nedeniyle karşılaşılan gelir kayıpları, üretim ve tüketim kayıpları tahminlerini ele alan beşeri sermaye kayıplarının değerlendirildiği kısmi maliyet analizleridir. Avusturya, Fransa ve İsviçre'nin sağlık harcamaları üzerine yapılan bir araştırmada trafik nedeniyle oluşan hava kirliliğine ilişkin sağlık maliyetlerinin hesaplanması gösterilmiştir.⁷⁰

Seethaler ve diğerlerinin yaptığı bu çalışmada hava kirliliği belirleyicisi olarak önemli epidemiyolojik çalışmalarda kullanılan SPM₁₀ seçilmiştir. Üç ülke için hava kirliliği ölçümlerinde ortak yöntem oluşturulmuş ve analizlerinde bu çerçeveye kullanılmıştır. Fransa ve İsviçre'de bireylerin çoğunluğu 20 mg/m³'ten az SPM₁₀'na maruz kalırken, Avusturya'da daha fazla birey 20 mg/m³'ten fazla SPM₁₀'na maruz kalmaktadır. Epidemiyolojik olarak yapılan çalışmalarda sunulan kanıtlar ile hava kirliliği ve sağlık arasındaki ilişki kurulmaktadır ve sağlık göstergesi olarak; uzun dönemli maruz kalma kaynaklı yetişkinlerde toplam ölüm sayısı, solunum ve kalp damar sorunları ile hastaneye yapılan başvurular, yetişkinlerde kronik bronşit ve çocuklarda şiddetli bronşit vakaları, yetişkinlerde kısıtlı gün⁷¹ sayısı, çocuklarda astım atakları geçirilen gün sayısı ve yetişkinlerde astım atakları geçirilen gün sayısı kullanılmıştır. Son olarak, toplam hava kirliliğinden kaynaklı vakaların sayısı ve trafikle ilgili hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerinin maliyeti değerlendirilmiştir. Bireysel tercihlere dayalı olarak oluşturulan gönüllü ödeme yaklaşımı ile maliyet değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun nedeni sadece maddi maliyetleri değil aynı zamanda yaşam

⁷⁰ Rita Seethaler ve diğerleri, "Economic Costs of Air Pollution-Related Health Impacts" **Clean Air and Environmental Quality**, c. 37 s. 1, (2003): 35-43

⁷¹ Kısıtlı gün sayısı, hastalık kaynaklı çalışmadığı gün sayısı anlamındadır. Çalışmadığı ve izinli olduğu için işgücü kaybı olarak değerlendirilmektedir.

kalitesinin azalmasından kaynaklanan maddi olmayan maliyetlerin de değerlendirilebilmesidir.

Çalışmalarının sonucunda elde edilen bulgular, bu üç ülkenin 1996 yılı verilerine göre trafikle ilgili hava kirliliği nedeniyle sağlık harcamaları 27 milyar Euro civarında olduğunu göstermektedir. Bu miktar GSYİH'nin yaklaşık 1.7%'sine denk gelmekte ve yıllık kişi başına ortalama 360 Euro olduğu anlamına gelmektedir. Her üç ülkede de erken ölümler baskındır ve maliyetlerin yaklaşık 70%'ni oluşturmaktadır. Bu durum toplumun algılanan refah kaybı olarak görülebilir. Kısmi maliyet analizi (tıbbi tedavi maliyetleri ve üretim ya da tüketim kayıpları) ile elde edilen sonuçlar ise 3.5 milyar Euro olarak bulunmuştur ve bu gönüllü ödeme yaklaşımına göre daha düşüktür. Örneğin, Avusturya için insanların hayatlarından eksilen bir yıl için brüt üretim kaybı 20.600 Euro civarındadır ve insanların hayatlarından ortalama 9.5 yıl kaybettikleri hesaplanmıştır. Her bir birey için bu 195.700 Euro'ya denk gelmektedir.

Neidell çalışmasında hava kirliliğinin sağlık üzerinde etkisini ölçebilmek için ampirik bir strateji geliştirmeye odaklanmakta ve çocukların hava kirliliği kaynaklı astım şikayeti ile hastaneye yatışlarını incelemektedir.⁷² Çocuklarda astım riskine odaklanmasındaki nedenler, birincisi yapılan çalışmalar çoğunlukla yetişkinler üzerine olması ve ikinci neden olarak mevcut kirlilik standartlarının yetişkinlerin sağlığına etkiler üzerine geliştirilmesi fakat çocukların bağışıklık sistemlerinin maruz kalmaya karşı daha riske açık olmasıdır.

Çalışmasının üç ana bulgusu vardır. İlki, CO değerlerindeki artış 0-18 yaş arasında astım nedeniyle hastaneye yatışlar artmaktadır. Riskler bebeklerde daha çok artmaktadır. İkinci olarak, hava kirliliği uyarı sistemlerinin yardımıyla kirlilikten kaçınmanın çocukluk çağındaki insanlarda astıma yakalanma riskini azalttığı ve refah analizinde uyarı maliyetlerinin göz ardı edilmemesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Son olarak, kirlilik etkilerinin sosyo-ekonomik statüsü düşük gruplarda çocukların sağlığına daha fazla risk içerdiği düşünülmektedir. Ayrıca, yapılan araştırma bir çocuğun sağlığına yönelik erken şokların uzun yıllar devam edebileceği ve astımın daha sonraki yıllarda sağlıkla ilişkili sorunların ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Bu nedenle düşük gelirli bireyler daha temiz hava koşullarına sahip alanlarda yaşama imkanı elde edemediğinden sosyo-ekonomik statünün sağlığı etkileyen potansiyel bir

⁷² Matthew Neidell, "Air Pollution, Health, and Socio-Economic Status: The Effect of Outdoor Air Quality on Childhood Asthma", **Journal of Health Economics**, c. 23 s. 6, (2004):1209-1236

faktör olduğunu düşünmektedir. Mevcut kirlilik standartlarının yetişkin bireyler göz önüne alınarak belirlenmesi kirlilik ve çocuk sağlığı arasındaki ilişkinin kurulması açısından yapılan çalışma önemlidir. Epidemiyolojik olarak bulunan bebek doğum ağırlığı ve kirlilik arasındaki ilişkinin de araştırılması ayrıca önem arz etmektedir.

Currie ve Neidell, hava kirliliğinin 1990'larda Kaliforniya'daki bebek ölümleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bunun en önemli nedeni hava kirliliğinin kısa dönemli ve direkt etkilerinin bebekler üzerinde derhal gözükmesidir. Çalışmalarının önemini, üç farklı belirleyici için daha az kirlilik seviyelerine maruz kalmış bireyleri inceleyen ve bireysel düzeyde haftalık değerlerle elde edilen verileri kullanmış olmalarıyla dile getirmişlerdir.⁷³ Hava kirliliği belirleyicileri olarak CO, SPM₁₀ ve O₃ kullanılmıştır.

Çalışmalarında, doğum sonrası CO maruz kalmalarının yüksek düzeyde olması bebek ölümleri üzerine belirgin bir etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Kaliforniya'da 1990'larda CO düzeylerinin azalması 1000 kadar bebeğin hayatını kurtardığını tespit etmişlerdir. Ayrıca CO ve SPM₁₀ değerleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu ve birinin azaltılmasına yönelik politikaların çevre düzeyleri üzerinde önemli etkileri olacağını tahmin etmektedirler.

Çin'in üç farklı bölgesi için yapılan çalışmada Hammit ve Zhou, hava kirliliği ile ilişkili olumsuz sağlık etkilerinin önlenmesinin ekonomik değerini tahmin etmişlerdir. Çalışmalarında hava kirliliğinin neden olduğu soğuk algınlığı, kronik bronşit ve ölüm gibi üç farklı sağlık etkisi için ekonomik bir değerlendirme yapmayı amaçlamışlardır.⁷⁴

Alternatif modeller kullanılarak bunların gönüllü ödeme yapma isteğine etkilerini ve gönüllü ödeme isteği ve anketlere katılan bireylerin karakteristik özellikleri arasındaki ilişki tahmin edilmek istenmiştir. Bireylerin soğuk algınlık riskine karşı gönüllü ödeme isteği 3-6 \$ iken, kronik bronşit için bu 500-1.000 \$ çıkmakta ve son olarak ölüm riskine karşı ise 4.000-17.000 \$ arasındadır. Tahmini gönüllü ödeme yapma istediği seviyeleri modeldeki birçok açıklayıcı değişkenlerle ilişkili çıkmamıştır fakat az da olsa bir iç tutarlılık vardır. Bunun nedeni anket katılımcılarının risk azaltmaların

⁷³ Janet Currie ve Matthew Neidell, "Air Pollution and Infant Health: What We Can Learn from California's Recent Experience?", **The Quarterly Journal of Economics**, c. 120 s. 3, (2005): 1003-1030

⁷⁴ James Hammit ve Ying Zhou, "The Economic Value of Air-Pollution-Related Health Risks in China: A Contingent Valuation Study", **Environmental & Resource Economics**, s.33, (2006): 399-423

önemine karşı duyarsızlığı, yapılan anketlerin katılımcılar tarafından tam olarak anlaşılmadığı ve son olarak sonuçların geçerliliğinde şüpheleri olmasıdır. Ayrıca yapılan tahminlerin Amerika Birleşik Devletleri ve Tayvan için yapılan tahminlerden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Buna neden olarak da bireylerin gelirlerindeki değişikliklerin yanı sıra Çin’e ait kültür, sağlık sistemi, piyasa ekonomisi deneyimi gibi özellikler ve anketlerdeki farklılıklar gibi diğer faktörler gösterilebilir.

Ekonomik büyüme ile hava kirliliğinin arttığı ve bunun sağlık üzerine olumsuz etkileri olduğu endişesi ile Danimarka, Finlandiya ve İsveç için yapılan araştırmada Çevresel Kuznets Eğrisi ile analiz edilmiştir. Ekonomik faaliyetlerin ölçeğinin artmasıyla emisyonlar artma eğilimi gösterirken, zenginleşen ülkelerde tüketiciler ve firmalar daha temiz ürünler kullanmakta ve daha temiz teknolojiler geliştirmektedir.

Yapılan bu araştırmada üç ülke için 2000 yılından 2020’ye kadar olan süreçte hava kirliliği kaynaklı ölümlerin nasıl değişeceği incelenmektedir. İktisadi büyüme ile hava kirliliği ilişkisi ve buna bağlı olarak yaşanan ölümlerin bu üç ülke için Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı ile analizi yapılmıştır. Danimarka ve Finlandiya için hava kirliliğine bağlı olarak yaşanan ölümlerin azalacağı fakat İsveç için az da olsa artmaya devam edeceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca İsveç için elde edilen emisyon değerleri hava kirliliğini tam olarak açıklayamadığı için Rusya ve Baltık ülkeleri emisyon değerleri de incelenmiştir.⁷⁵

Estonya, Letonya ve Litvanya’daki emisyon değerlerinin sınır ötesi etkilerinin de azalacağı öngörülmüştür. Bu İskandinav ülkeleri için dış emisyonların baskısının azalacağı anlamına gelmektedir.

⁷⁵ Ulla Lehmijoki ve Elena Rovenskaya, “Air Pollution Mortality in Denmark, Finland, and Sweden”, **Finnish Yearbook of Population Research**, (2009): 97-107

4. İKTİSADİ KALKINMA, HAVA KİRLİLİĞİ VE SAĞLIK İLİŞKİSİ: AMPİRİK ANALİZ

İktisadi kalkınma, hava kirliliği ve sağlık ilişkisi birlikte ele alınacak olduğunda ampirik ve teorik olarak literatür taraması sonucunda görüldüğü gibi iktisadi kalkınmanın ilk dönemlerinde hava kirliliğinin arttığı ve bu durumun insan sağlığını olumsuz etkilediği, ülke kalkınmışlık seviyesi arttıkça hava kirliliğinin olumsuz etkilerinin azaldığı bilinmektedir. Bu anlamda ilgili teorik ilişkilerin ampirik kanıtlarının ortaya konulması anlamlı olacaktır.

Dolayısıyla, çalışmanın bu son bölümünde daha önceki bölümlerde teorik çerçevesini açıklamaya çalıştığımız, iktisadi kalkınma ve hava kirliliği ilişkisi ile hava kirliliği ve sağlık arasındaki ilişki panel veri ekonometrisi yöntemlerinden yararlanılarak test edilmektedir. Bu kapsamda kullanılan veri kaynakları, değişkenler ve tahmin yöntemi tanıtıldıktan sonra, son olarak ilgili ampirik bulgular tartışılmaktadır.

4.1. İktisadi Büyüme ve Hava Kirliliği Arasındaki İlişki

İktisadi büyüme ve hava kirliliği arasındaki ilişki ampirik ve teorik olarak incelendiği üzere Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi çerçevesinde ele alınacaktır. Bu amaçla yapılan ampirik analiz sonuçları değerlendirilecek ve OECD ülkelerinin 1995-2014 yılları arasındaki verileri kullanılacaktır.

4.1.1. Veri ve Ekonometrik Yöntem

İktisadi büyüme ve hava kirliliği arasındaki ilişkiyi kantitatif olarak ortaya koyan Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi aşağıdaki regresyon modeli itibarıyla test edilmektedir.

$$\ln CO2_{jt} = \alpha + \beta_1 \ln GDP_{jt} + \beta_2 \ln GDP2_{jt} + \mu_{jt} \quad (2)$$

Bu denklemde GDP ve GDP2 sırasıyla kişi başına GSYİH'yi ve bu değişkenin karesi alınmış halini göstermektedir. μ_{jt} ; hata terimini ifade etmektedir. Bağımlı değişken olan CO₂; karbondioksit emisyonunu belirtmektedir. Buna ek olarak hava kirliliğini ölçen diğer değişkenler olan COX (karbonmonoksit), NOX (azot oksit) ve SOX

(kükürt oksit) değişkenleri de modellerde ayrı ayrı bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. (Değişkenlerin daha detaylı açıklamaları ve ilgili veri kaynakları Tablo 2 de sunulmuştur).

Tablo 2: Değişken Tanımları

Değişken	Tanımı	Veri Kaynağı
GDP	Kişi Başına reel GSYİH (2010 sabit fiyatlarıyla)	WB National Accounts Data
CO2	Kişi Başına Karbondioksit Emisyonu (metrik ton)	Carbon Dioxide Information Analysis Center
COX	Kişi Başına Karbonmonoksit Emisyonu (kilogram)	OECD Çevre İstatistikleri
NOX	Kişi Başına Azot Oksit Emisyonu (kilogram)	OECD Çevre İstatistikleri
SOX	Kişi Başına Kükürt Oksit Emisyonu (kilogram)	OECD Çevre İstatistikleri

Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerli olabilmesi için β_1 'in pozitif ve anlamlı, β_2 'nin ise negatif ve anlamlı olarak tahmin edilmiş olması beklenir. Başka bir deyişle, GSYİH arttıkça hava kirliliği önce artmakta ancak bir noktadan sonra GSYİH artışıyla birlikte hava kirliliği düzeyi azalmaktadır. Denklem (2) sabit etkiler yöntemiyle tahmin edilmiştir. Gerek Hausmann test sonuçları gerekse GSYİH gibi bir açıklayıcı değişkenin hata terimiyle korelasyonun olduğu varsayımı önsel olarak beklendiğinden sabit etkiler modeli rassal etkiler lehine tercih edilmiştir. Bu yaklaşımla bağımlı değişkeni etkileyen ancak ölçülemeyen zamana göre sabit diğer faktörlerin de kontrol edilmesi mümkün olmaktadır.

Ampirik analizin örnekleme olarak OECD ülkeleri kullanılmıştır. Bu tercihin temel nedeni OECD dışındaki ülkeler için regresyonda kullanılan değişkenlere ait verilerin önemli oranda eksik olmasıdır. Analizin kapsadığı dönem 1995-2014 dönemidir. Bu seçim de büyük ölçüde veri temin konusundaki benzer kısıttan kaynaklanmaktadır. Son olarak değişkenlere ait özet istatistikler Tablo 3'te sunulmuştur. Bu tabloda CO2 emisyonunun ülkeler arasındaki değişkenliğinin diğer hava kirliliği değişkenlerine görece düşük olması dikkat çekicidir. Kişi başı gelirde dikkati çeken en yüksek değer ise Lüksemburg'a aittir.

Tablo 3: Özet İstatistikler

Değişkenler	N	Ortalama	Std.Sapma	Min	Max
co2	608	9.330888	4.126987	2.68	24.82
cox	638	96.37393	80.66785	13.94	553.28
nox	638	34.62592	24.40579	8.34	127.21
sox	638	26.8121	35.68697	0.97	262.47
gdppc	640	36884.85	20914.88	5132.95	111968.4

4.1.2. Çevresel Kuznets Modeli Tahmin Sonuçları

Denklem (2)'nin sabit etkiler modeliyle tahmin edilmiş regresyon tahmin sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4: Çevresel Kuznets Eğrisi Tahmin Sonuçları I

Bağımlı Değişken	(co2)	(cox)	(nox)	(sox)
ln(GDP)	0.89 [0.95]	12.01*** [1.66]	5.8*** [1.86]	4.98** [2.32]
ln(GDP²)	-0.04 [0.05]	-0.67*** [0.08]	-0.33*** [0.10]	-0.37*** [0.12]
R ²	0.36	0.48	0.29	0.36
Gözlem sayısı	608	638	638	638

Not: 1.Driscoll-Kraay standart hataları parantez içinde gösterilmiştir.

2.***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiki anlamlılık düzeylerini belirtmektedir.

Tablo 4'ten izlenebileceği üzere bağımlı değişken olarak CO2'nin kullanıldığı spesifikasyonda GSYİH'nin hava kirliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulgulanmaktadır. Bu sonuca yol açan önemli bir etmen olarak OECD ülkelerinin çalışmamızın ele aldığı dönem itibarıyla halihazırda gelişmiş ülkeler topluluğu olması ve bundan da önemlisi bu ülkelerin çoğunda hava kirliliğini azaltmak amacıyla özellikle CO2 emisyonunu düşürmeye yönelik çevre politikalarına odaklanmış oldukları gerçeği düşünülmektedir. Buna karşın hava kirliliğini ölçmek için COX, NOX ve SOX'un kullanıldığı modellerde Kuznets eğrisinin geçerli olduğu görülmektedir. Bu modellerin hepsinde GDP değişkeninin pozitif katsayılı ve 1% düzeyinde (SOX için 5%) istatistiki olarak anlamlı katsayılarla sahip olduğu bulgulanmaktadır.

Ek olarak beklentilerle uyumlu bir şekilde GDP2 değişkeni düşük bir katsayıya sahip olmakla birlikte negatif ve anlamlı katsayılara sahiptir. Bu noktada özellikle COX emisyonunun iktisadi büyümeden en fazla etkilenen değişken olması dikkat çekicidir. Endüstriyel atık ve doğal gaz yakımı sonucunda salınımının oluşması ve benzin, yağ, gazyağı, kömür veya odun gibi malzemelerin yanması salınımına neden olmaktadır. İktisadi büyüme süreci boyunca endüstriyel üretimin devam etmesi ve enerji üretimi için bu maddelerden en az birinin kullanılması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızdaki aynı model açıklayıcı değişkenlerin 1 yıl gecikmeli değerleri kullanılarak da tahmin edilmiştir. Bu anlamda iktisadi büyümenin belli bir süre gecikmeyle etki edip etmediğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Tablo 5 incelendiğinde sonuçların bir önceki bulgularla uyumlu olduğu görülmektedir. Benzer şekilde COX, NOX ve SOX emisyonları iktisadi büyümeyle birlikte önemli derecede artıyor görülmektedir. Buna karşın, önceki tahmin sonuçlarından farklı olan tek sonuç, bağımlı değişken olarak CO2'nin kullanıldığı modelde, şimdi GSYİH'nın katsayısının düşük bir düzeyde de (10%) olsa anlamlı olmasıdır.

Tablo 5: Çevresel Kuznets Eğrisi Tahmin Sonuçları II (Gecikmeli Değerler)

Bağımlı Değişken	(co2)	(cox)	(nox)	(sox)
ln(GDP)	1.55* [1.01]	10.9*** [1.57]	6.16*** [1.73]	4.68** [2.30]
ln(GDP²)	- 0.08 * [0.05]	-0.61*** [0.08]	- 0.34*** [0.09]	-0.36*** [0.12]
R ²	0.32	0.48	0.33	0.38
Gözlem sayısı	576	606	606	606

Not: 1. Açıklayıcı değişkenler 1 yıl gecikmeli değerleri ile regresyona girmektedir.

2. Driscoll-Kraay standart hataları parantez içinde gösterilmiştir.

3.***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiki anlamlılık düzeylerini belirtmektedir.

Sonuç olarak regresyon tahmin sonuçlarına göre OECD ülkeleri örneğinde iktisadi büyümenin, COX, NOX ve SOX emisyonları kapsamında hava kirliliği düzeyini arttırdığı söylenebilir. Bununla birlikte aynı derecede anlamlı bir ilişki büyüme ile CO2 emisyonu arasında bulunamamıştır. Bunun önemli bir nedeninin daha önce de belirttiğimiz gibi ilgili ülkelerin (özellikle Fransa, Almanya ve Hollanda olmak üzere)

evre politikaları bağlamında ilk olarak CO2 emisyonunu düşürmeyi bir politika hedefi olarak almış olmaları akla gelmektedir. Bunlara ilave olarak evresel Kuznets Eğrisi'nin basıklık derecesi hakkında fikir veren GDP2 değişkeninin katsayısının düşük olması ilgili ülkelerin çalışmanın ele aldığı dönem itibariyle gelişmiş ülkeler olması sonucunda beklentilerle uyumlu gözükmektedir.

CO₂ emisyonun fosil yakıtların yanması sonucu olduğu için ve dünyada küresel ısınmayı önleyici politikalar kapsamında azaltılmasına yönelik uygulamaların artması nedeniyle çıkan sonuçların uyumlu olduğu düşünülebilir. CO (karbon monoksit) emisyonun otomobil egzoz salınımı, atmosferdeki fotokimyasal reaksiyonlar ve çeşitli deniz canlıları tarafından gerçekleştirilmesi, SO (kükürt oksit) ve NO (azot oksit) emisyonlarının fosil yakıtların yanması dışında orman yangınları, elektrik üretim tesisleri, eritme tesisleri, sanayi kazanları, petrol rafinerileri ve volkanik patlamalar nedeniyle oluşması teorik ve ampirik sonuçlara uygun sonuçlara ulaştığımızı düşündürmektedir.

4.2. Hava Kirliliği ve Sağlık Arasındaki İlişki

Hava kirliliği ve sağlık arasındaki ilişki genel olarak epidemiyolojik çalışmalar ışığında incelenmiştir. Buradaki amaç bu çalışmalara benzer sonuçların elde edilmesi yönünde olacaktır. Artan hava kirliliğinin insanların sağlığının bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Bu kapsamda iktisadi büyüme sürecinin hava kirliliğine neden olduğu, her ne kadar daha sonrasında azaldığı düşünülse de, bunun sonucunda da bireylerin sağlığına olumsuz etkileri olduğu yapılan epidemiyolojik çalışmalarca gösterilmektedir. Amacımız, iktisadi büyümenin hava kirliliği ile ilişkili olduğunu ve bunun da beşeri sermayeye yani insan sağlığına olumsuz etki ettiğini göstermektir.

4.2.1. Ekonometrik Yöntem

Çevresel Kuznets eğrisinin tahmininden sonra ampirik analizimizin ikinci aşaması, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaçla aşağıdaki regresyon modeli tahmin edilmiştir:

$$\ln CDD_{jt} = \alpha + \beta_1 \ln Health_{jt} + \beta_2 \ln Tobacco_{jt} + \beta_3 \ln CO2 + \beta_4 \ln Fat + \mu_{jt} \quad (3)$$

Yukarıdaki denklemde CDD; kalp ve damar hastalıklarından ölen insan sayısı, Tobacco; kişi başi tütün tüketimi ve Fat; kişi başi yağ tüketimini belirtmektedir. Health

değişkeni kişi başı sağlık harcamalarıdır. μ_{jt} ; hata terimini ifade etmektedir. CO2 değişkeni hava kirliliğinin etkisini ölçmek amacıyla kullandığımız karbondioksit emisyon miktarıdır. Önceki regresyonda olduğu gibi COX, NOX ve SOX, CO2 emisyonuna alternatif olarak kullanacağımız hava kirliliğini ölçen diğer değişkenler olacaktır. (Değişkenlerin açıklamaları ve veri kaynakları Tablo 6’ da sunulmuştur).

Tablo 6: Değişken Tanımları

Değişken	Tanımı	Veri Kaynağı
CDD	Kalp ve Damar Hastalıkları Nedeniyle Yaşanan Ölüm Sayısı	OECD Sağlık İstatistikleri
Health	Kişi Başına Sağlık Harcaması	Dünya Sağlık Örgütü Küresel Sağlık Harcamaları Veriseti
Tobacco	Kişi Başına Tütün Kullanımı (gram)	OECD Sağlık İstatistikleri
Fat	Kişi Başına Yağ tüketimi (kilogram)	OECD Sağlık İstatistikleri

Teorik çerçeveye göre beklenti; sağlık harcamaları ile kalp-damar hastalığı kaynaklı ölümlerin negatif ilişkili; tütün mamülleri ve yağ tüketimi ile pozitif ilişkili olduğudur. Çalışmamızın odak noktası olan değişken ise CO2’dir. Buna göre CO2 emisyonu ile ölçülen hava kirliliğinin kalp-damar kaynaklı ölümlere neden olduğu öngörülmektedir. İlişkinin görece uzun dönemli doğasından dolayı değişkenlerin 1995-2014 dönemi itibariyle 5’er yıllık ortalamaları kullanılmıştır. Önceki regresyona benzer şekilde katsayıların tahmininde sabit etkiler modeli kullanılmıştır. Regresyonda kullanılan değişkenlerin özet istatistikleri aşağıdaki Tablo 7’deki gibidir.

Tablo 7: Özet İstatistikler

Değişkenler	N	Ortalama	Std. Sapma.	Min	Max
CDD	68	141343.2	223023.8	709.2	955591
Health	68	2326.718	1316.779	396.93	7742.582
Tobacco	68	1956.858	697.4419	875	3786.6
Fat	68	131.3097	22.16204	64.3	167.12
CO2	68	9.796912	3.5769	5.252	19.764
COX	68	111.6464	86.05048	15.944	409.08
NOX	68	40.68571	25.95949	10.912	111.3
SOX	68	33.55679	38.47517	1.502	201.814

4.2.2. Ampirik Bulgular

Hava kirliliğinin kalp damar hastalıkları kaynaklı ölümler üzerindeki etkiyi ele alan regresyon tahmin sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur. Tabloda ilk göze çarpan değişken kişi başı sağlık harcamalarının düzeyini belirten Health değişkenidir. Bu değişkenin katsayısı tüm spesifikasyonlarda negatif işaretli ve yüzde 1 düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Beklentilere uygun bir şekilde sağlık harcamalarının artması kalp-damar sorunları kaynaklı ölümleri azaltmaktadır. Söz konusu hastalıkların oluşumunda önemli bir değişken olduğu düşünülen yağ tüketimi de bu tür ölümler üzerinde etkili olmaktadır. Buna karşın ilgili değişkenin (fat) anlamlılık düzeyi yüzde 10’dur. Buna karşın beklentilerin aksine; tütün kullanımı ile ilgili ölümler arasında pozitif bir ilişki olmasına rağmen bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir. Temel ilgi değişkenlerimizden NOX ve SOX emisyonunun kalp-damar kaynaklı ölümler üzerinde sırasıyla 1% ve 10% anlamlılık düzeyinde bir etkisinin bulunduğu, buna karşın CO2 ve COX emisyonunun ilgili ölüm türü üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 8: Hava Kirliliği ve Sağlık İlişkisi

	(1)	(2)	(3)	(4)
lnHealth	- 0.22*** [0.05]	- 0.18*** [0.09]	- 0.18*** [0.04]	- 0.15*** [0.06]
lnTobacco	0.08 [0.11]	0.07 [0.13]	0.01 [0.09]	0.13 [0.10]
lnFat	0.29* [0.19]	0.26* [0.28]	0.28** [0.13]	0.23* [0.23]
lnCO2	0.15 [0.19]			
lnCox		0.07 [0.06]		
lnNox			0.22*** [0.05]	
lnSox				0.04* [0.02]
R²	0.74	0.74	0.79	0.76
Gözlem sayısı	68	68	68	68

Not:1. Standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir.
2.***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 istatistiki anlamlılık düzeylerini belirtmektedir.

Yapılan araştırmaların da gösterdiği gibi artan hava kirliliği seviyelerine maruz kalmak kalp ve damar hastalıklarına neden olmaktadır. Özellikle kısa ve uzun dönemli maruz kalmalar kalp krizi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kalp yetmezliği ve kalp damar hastalıkları nedeniyle yaşanan ölümlerin hava kirliliği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada iktisadi kalkınma, hava kirliliği ve sağlık ilişkisi; daha dar anlamda ise iktisadi büyümenin hava kirliliğine etkisi ve bunun sağlık ile olan ilişkisi incelenmiştir. İktisadi büyüme, hava kirliliği ve sağlık ilişkisini tek bir başlık altında incelediğimizde ilk olarak birbirleri ile olan neden sonuç ilişkisine odaklanmak gerekmektedir. Bu neden sonuç ilişkisinin ortaya konabilmesi için ampirik analize başvurulmuştur.

İktisadi kalkınma ve çevre arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi kapsamında incelenmekte, çevre ve sağlık arasındaki ilişki epidemiyolojik çalışmalar ışığında daha çok literatür taraması ile ele alınmakta ve genel başlık içerisinde bütüncül ilişki yapılan ampirik analiz ile gösterilmektedir. Buna göre; Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ampirik ve teorik çerçevede iktisadi kalkınmanın ilk yıllarında çevresel bozulmanın artacağını fakat kalkınmışlık seviyesindeki artış ile çevresel bozulmanın azalacağı bu nedenle iktisadi büyüme ile çevresel bozulma arasında “ters-U” ilişkisi olduğu söylemektedir.

Çevresel bozulmayı hava kirliliği olarak ele aldığımızda artan emisyonların insan sağlığına olumsuz etki gösterdiği yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile gösterilmiştir. Yapılan literatür taraması sonucunda, hava kirliliğine neden olan gazların emisyonu arttığında çeşitli solunum yolu hastalıkları ile kalp ve damar hastalıklarının arttığı görülmektedir.

Bu amaçla söz konusu teorik çerçeveleri test etmek üzere 1995-2014 dönemi itibarıyla OECD ülkelerinden oluşan örneklem için panel veri ekonometrisi tekniklerinden yararlanılarak ilgili ekonometrik tahminler gerçekleştirilmiştir. Çevresel Kuznets yaklaşımını test etmek amacıyla kurulan ilk modelimize göre iktisadi büyümenin; hava kirliliği ölçütleri olarak kullandığımız COX (karbon monoksit), NOX (azot oksit) ve SOX (kükürt oksit) emisyon miktarlarının istatistiki olarak anlamlı düzeyde artmasına neden olduğu bulgulanmıştır. Buna karşın tahmin sonuçlarımıza göre, CO2 emisyonunun büyümeyle anlamlı bir ilişkisi olmadığını göstermektedir. Bunun nedeni OECD ülkelerinin 1995-2014 yılları arasında gelişmişlik seviyelerinin halihazırda

yüksek olması ve söz konusu ülkelerin özellikle CO2 emisyonunu azaltmayı hedefleyen çevre politikalarını uyguladıkları düşünülebilir.

İkinci olarak, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, hava kirliliği değişkenleri ile kalp ve damar hastalıkları nedeniyle yaşanan ölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Buna ek olarak, açıklayıcı değişkenler içerisinde hava kirliliği değişkenleri dışında, kişi başına yağ tüketimi ve sağlık harcamalarının kalp ve damar hastalıkları nedeniyle gerçekleşen ölümler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç daha önceki epidemiyolojik çalışmalar ile uyumlu gözükmektedir.

Sonuç olarak, çalışmanın ampirik analizinde, iktisadi büyüme ile hava kirliliği arasındaki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi'ni doğrular sonuçların elde edildiği; benzer şekilde hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin ise yapılan epidemiyolojik çalışmaların beklentileriyle uyumlu bir şekilde olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Abbey, David, ve diğerleri. "Long-Term Inhabitable Particles and Other Air Pollutants Related to Mortality Nonsmokers." **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine** 159 (1999): 373-382.
- Agras, Jean ve Duane Chapman. "A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis." **Ecological Economics** 28 (1999): 267-277.
- Alberini, Anna ve Alan Krupnick. "Air Quality and Episodes of Acute Respiratory Illness in Taiwan Cities: Evidence from Survey Data." **Journal of Urban Economics** 44 (1998): 68-92.
- Alberini, Anna, ve diğerleri. "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan." **Journal of Environmental Economics and Management** 34 (1997): 107-126.
- Barnett, Adrian, ve diğerleri. "The Effects of Air Pollution on Hospitalization of Cardiovascular Disease in Elderly People in Australian and New Zealand Cities." **Environmental Health Perspectives** 114.7 (2006): 1018-1023.
- Borghesi, Simon. "Income, Inequality and the Environmental Kuznets Curve." **FEEM Working Papers** WP No:83 (2000).
- Bulte, Erwin ve Daan van Soest. "Environmental Degradation in Developing Countries: Household and the (Reverse) Environmental Kuznets Curve." **Journal of Development Economics** 65 (2001): 225-235.
- Chay, Kenneth ve Micheal Greenstone. "The Impact of Air Pollution on Infant Mortality: Evidence from Geographic Variation in Pollution Shocks Induced by a Recession." **The Quarterly Journal of Economics** 118.3 (2003): 1121-1167.
- Cole, M.A., A.J. Rayner ve J.M. Bates. "The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis." **Environment and Development Economics** 2 (1997): 401-416.
- Currie, Janet ve Matthew Neidell. "Air pollution and Infant Health: What We Can Learn from California's Recent Experience?" **The Quarterly Journal of Economics** 120.3 (2005): 1003-1030.
- Dinda, Soumyananda. "A Theoretical Basis for The Environmental Kuznets Curve" **Ecological Economics** 53 (2005): 403-413.
- _____. "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey." **Ecological Economics** 49 (2004): 431-455.

- Dockery, Douglas, ve diğerleri. "An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities." **The New England Journal of Medicine** 329.24 (1993): 1753-1759.
- Dominici, Francesca, ve diğerleri. "Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for Cardiovascular and Respiratory Diseases." **JAMA** 295.10 (2006): 1127-1134.
- Forster, Bruce. "Optimal Capital Accumulation in a Polluted Environment." **Southern Economic Journal** 39.4 (1973): 544-547.
- Grossman, Gene ve Alan Krueger. "Economic Growth and the Environment." **The Quarterly Journal of Economics** 110.2 (1995): 353-377.
- _____. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement." **NBER Working Papers Series** 1991.
- Guaderman, James, ve diğerleri. "Association Between Air Pollution and Lung Function Growth in Southern California Children." **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine** 162 (2000): 1383-1390.
- Hammit, James ve Ying Zhou. "The Economic Value of Air-Pollution-Related Health Risks in China: A Contingent Valuation Study." **Environmental & Resource Economics** 33 (2006): 399-423.
- Hemminki, Kari ve Göran Pershagen. "Cancer Risk of Air Pollution: Epidemiological Evidence." **Environmental Health Perspectives** 102 (1994): 187-192.
- Holtz-Eakin, Douglas ve Thomas Selden. "Stocking the Fires? CO2 Emissions and Economic Growth." **Journal of Public Economic** 57 (1995): 85-101.
- Hussen, Ahmed M. **Principles of Environmental Economics**. 2. New York: Routledge, 2004.
- John, A. ve R. Pecchenino. "An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment." **The Economic Journal** 104.427 (1994): 1393-1410.
- Katsouyanni, K., ve diğerleri. **Confounding and Effect Modification in the Short-Term Effects of Ambient Particles on Total Mortality: Result from 29 European Cities within the APHEA2 Project**. Atina: Air Pollution and Health: a European Approach, European Commission Environment and Climate 1994–1998 Programme, 2000.
- Lehmijoki, Ulla ve Elena Rovenskaya. "Air pollution Mortality in Denmark; Finland, and Sweden." **Finnish Yearbook of Population Research** (2009): 97-107.
- Liu, Shiliang, ve diğerleri. "Association Between Gaseous Ambient Air Pollutants and Adverse Pregnancy Outcomes in Vancouver, Canada." **Environmental Health Perspectives** 111.14 (2003): 1773-1778.
- Lopez, Ramon. "The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization." **Journal of Environmental Economics and Management** 27 (1994): 163-184.

- Magnani, Elisebetta. "The Environmental Kuznets Curve, Environmental Protection Policy and Income Distribution." **Ecological Economics** 32 (2000): 431-443.
- Meadows, Donella H., ve diğerleri. **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.
- Mosley, Stephen. "Environmental History of Air Pollution and Protection." **The Basic Environmental History**. Dü. Mauro Anglotti ve Simone Neri Seneri. Floransa: Springer International Publishing, 2014. 143-170.
- Navrud, Stale. "Valuing Health Impacts from Air Pollution in Europe New Empirical Evidence on Morbidity." **World Congress of Environmental and Resource Economists**. Dü. Association of Environmental and Resource Economists. Venedik, 1998.
- Neidell, Matthew. "Air Pollution; Health; and Socio-Economic Status: The Effect of Outdoor Air Quality on Childhood Asthma." **Journal of Health Economics** 23.6 (2004): 1209-1236.
- Panayotou, Theodore. "Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development." **World Employment Programme Research Working Paper** Working Paper No:238 (1993).
- Pope, Arden, ve diğerleri. "Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution." **JAMA** 287.6 (2002): 1132-1141.
- Ren, Ciza ve Shilu Tong. "Health Effects of Ambient Air pollution - Recent Research Development and Contemporary Methodological Challenges." **Environmental Health** 7.56 (2008).
- Ritz, Beate, ve diğerleri. "Ambient Air Pollution and Preterm Birth in the Environment and Pregnancy Outcomes Study at the University of California, Los Angeles." **American Journal of Epidemiology** 166.9 (2007): 1045-1052.
- Seethaler, Rita K., ve diğerleri. "Economic Costs of Air Pollution-Related Health Impacts." **Clean Air and Environmental Quality** 37.1 (2003): 35-43.
- Selden, Thomas ve Daqing Song. "Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?" **Journal of Environmental Economics and Management** 27 (1994): 147-162.
- _____. "Neoclassical Growth, the J Curve for Abatement, and the Inverted U Curve for Pollution." **Journal of Environmental Economics and Management** 29 (1995): 162-168.
- Shafik, Nemat ve Sushenjit Bandyopadhyay. "Economic Growth and the Environmental Quality." **Policy Research Working Papers** Working Paper No:904 (1992).
- Simon, Kuznets. "Economic Growth and Income Inequality." **The American Economic Review** 45.1 (1955).

- Stern, David ve Micheal Common. "Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur?" **Journal of Environmental Economics and Managment** 41 (2001): 162-178.
- Stokey, Nancy. "Are There Limits to Growth?" **Interbational Economic Review** 39.1 (1998): 1-31.
- Torras, Marianno ve James Boyce. "Income, Inequality and Pollution: A Ressment of the Environmental Kuznets Curve." **Ecological Economics** 25 (1998): 147-160.
- Uchiyama, Katsuhisa. **Environmental Kuznets Curve Hypothesis and Carbon Dioxide Emissions**. Tokyo: Springer Japan, 2016.
- United Nations. "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change." Kyoto, 1997.
- _____. **Report of The World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Kopenhag, 1976.
- _____. "United Nations Conference on Environment and Development Rio de Janerio." Rio de Janerio, 1992.
- _____. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Rio de Janerio, 1992.
- World Bank Development Report. **Development and the Environment**. New York, 1992.
- World Health Organixation. **Air Quality Guidelines Global Updates 2005**. Kopenhag, 2006.
- Zanobetti, Antonella, Joel Schwartz ve Douglas Dockery. "Airborne Particles Are a Risk Factor for Hospital Admission for Heart and Lung Disease." **Envirionmental Health Perspectives** 109.11 (2000): 1071-1077.

ÖZ GEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Janberk OKAN

2. Doğum Tarihi : 17 Aralık 1989

3. Unvanı :

4. Öğrenim Durumu :

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	İktisat	Yıldız Teknik Üniversitesi	2014
Yüksek Lisans	İktisat	Yıldız Teknik Üniversitesi	-
Doktora			

5. Akademik Unvanlar

6. Yönetilen Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri

6.1. Yüksek Lisans Tezleri

6.2. Doktora Tezleri

7. Yayınlar

7.1. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

7.2. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceeding) basılan bildiriler.

J. Okan ve T. Dinç, “Ekonomik Büyüme, Hava Kalitesi ve Sağlık İlişkisi”, I. Uluslararası Ekonomi, Finans ve Ekonometri Öğrenci Sempozyumu Tam Metin Bildiri Kitabı, 688-699, Sakarya, 2017

7.3. Yazılan Uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler.

7.4. Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

7.5. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan bildiri kitabında basılan bildiriler

7.6 Diğer Yayınlar

J. Okan, “Türkiye’de 1960-80 Arası İktisat Politikaları ile 1980 Sonrası İktisat Politikalarının Toplumsal Kabullenme Açısından Karşılaştırılması”, Congreconomics II. İktisadi Bilimler Zirvesi, İstanbul, 2016

J. Okan, “Hava Kirliliği, Sağlık ve İktisadi Kalkınma İlişkisi”, 20. Uluslararası İktisat Öğrencileri Kongresi, İzmir, 2017

8.Projeler

9.İdari Görevler

10.Bilimsel Kuruluşlara Üyelikleri

11.Ödüller

Zeytinçe Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği Teşvik Ödülü, 20. Uluslararası İktisat Öğrencileri Kongresi, İzmir, 2017

Ekonomi Alanında En İyi Birincilik Ödülü, I. Uluslararası Ekonomi, Finans ve Ekonometri Öğrenci Sempozyumu, Sakarya, 2017

12.Son iki yılda verdiği lisans ve lisansüstü düzeyindeki dersler