

# Hava Kirliliği ile İnsan Sağlığı Üzerine İrdellemeler ve Türkiye Örneği

## Evaluations on Air Pollution and Its Influence on Human Health and a Case of Turkey: Review

Haluk ZÜLFİKAR<sup>a</sup>

<sup>a</sup>İngilizce İktisat Bölümü,  
İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi,  
İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 04.03.2014

Kabul Tarihi/Accepted: 11.06.2014

*Mevcut çalışma, yazar tarafından Nalan Beken ile birlikte 4. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi (UKAY-2012) (17-20 Ekim 2012, Antalya)' nde sunulup, Kongre kitabında özet olarak basılan "Türkiye'de Hava Kirliliği ve İnsan Sağlığı Üzerine Analitik Bir Bakış" başlıklı çalışmadan geliştirilmiştir.*

Yazışma Adresi/Correspondence:

Haluk ZÜLFİKAR

İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi,

İngilizce İktisat Bölümü, İstanbul,

TÜRKİYE/TURKEY

zulfikar@istanbul.edu.tr

**ÖZET** İnsanlığın sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için sağlıklı bir çevrede yaşama gerekliliği aşikârdır. Bireysel sağlık, huzur ve başarı gibi, toplumsal refah, sağlık ve gelişme açısından da insanlığın sağlıklı bir toplum ve çevreye ihtiyacı bellidir. Bireyin yaşamını sürdürdüğü çevrenin bozulması incelendiğinde, bu bozulmanın genellikle insan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bu çevre kirliliği içinde yer alan önemli kirlilik çeşitlerinden biri olarak hava kirliliği, giderek artan bir önem arz etmektedir. Yirminci yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme ve dolayısıyla iktisadi gelişmeyle birlikte hava kirliliği de ortaya çıkmaya ve bu gelişmeye paralel olarak önem ve negatif etkileri hızla çözüm aranan konulardan biri haline gelmiştir. İktisadi faaliyetlerin yanı sıra, ilerlemenin ya da gelişmenin dolaylı etkileriyle beraber, artarak ve yoğun olarak, metalürji ve kimyasal endüstrilerin neden olduğu kükürt bileşikler, ağır metal partikülleri havada gözlemlenmiştir. Yani sıra, dünya nüfusunun hızlı artması, enerji tüketimini de arttırmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük kısmı fosil yakıtlardan sağlanmakta olup bunun sonucunda da atmosferin bileşiminde değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Atmosferdeki yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması insan sağlığını bozmaktadır. Havada oluşturdukları kirliliğe karşı duyarlılığı yüksek olan kişiler, bu zararlı maddelerden diğerlerine oranla, daha fazla etkilenmekte ve ciddi sağlık sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadırlar. Nitekim sağlıklı kişiler bile hava kirliliğinden olumsuz etkilenmektedirler. Bu bağlamda hava kirliliği, solunum sistemi hastalıkları, solunum fonksiyon bozulmaları, erken ölümler, kanser vakalarında artışlar, kalp hastalıkları üzerinde olumsuz etkilenmelere neden olmaktadır. Nitekim bu çalışmada Türkiye genelinde 1995-2004 döneminde hava kirlenitçileri ve bunlarla ilişkili belli hastalıklar arasındaki "ilişki" ve "sebebe-sonuç" etkileşimleri incelenmiş, "solunum sistemi tüberkülozu" hastalığıyla kükürt oksit ( $SO_x$ ) arasında aynı yönde ve %83,6; havadaki uçucu bileşenlerle (VOC) aynı yönde ve %73,6 düzeyinde ilişki analiz edilmiştir. Yani sıra havadaki karbon monoksit (CO) ile bronşit, amfizem ve astım hastalıkları arasında %95,2, diğer solunum sistemi hastalıkları ile %94,6 ve göz hastalıkları ile de %89,4 düzeyinde ilişki saptanmıştır. Aynı ilişki durumu azot oksitler ( $NO_x$ ) için de geçerli olduğu tespit edilmiştir. Seçili hastalıklar ile hava kirlenitçileri arasında yapılan doğrusal regresyon analizleri sonucunda  $SO_x$  ve VOC kirlenitçilerinin söz konusu hastalıkların geneli üzerinde etkin kirlenitçileri olduğu ayrıca analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Veri yorumlama, istatistiksel; hava kirliliği; çevre ve halk sağlığı; hava kirliliği, ev içi; regresyon çözümlemesi

**ABSTRACT** That is clear for human-beings that in order to sustain healthy life, they must live in a healthy environment. When environmental deterioration is examined, the main cause of deterioration is identified as generally humans. The air pollution, which is one of the significant environmental pollution, becomes gradually important. The growing industrialization in the beginning of 20<sup>th</sup> century and implicitly economic growth emerged the air pollution and parallel with this development, air pollution was to become a situation seek quickly the significance and negative impacts. Other than economic activity, along with explicit impacts of progress or development, intensively and increasingly, sulfur compounds caused by metallurgy and chemical industry, heavy metal particles are observed in the air. Moreover, quick increase in population of the world, increased the energy consumption. The need of energy's big portions were supplied by fossil fuels, consequently, alteration in composition of the atmosphere was revealed. Inhaling high amounts of harmful substances in the atmosphere deteriorates human health. The individuals who has high sensitivity of emerged air pollution, from these harmful substances, relatively, are affected more and expose oneself with significant health problems. Thus, even healthy people are affected negatively from air pollution. In this context the air pollution, causes respiratory diseases, deterioration of pulmonary function, premature deaths, increases in cancer cases, the negative influences on heart disease. Hence in the present study, in Turkey, during the period between 1995-2004, the cause and effect relationships as well as the strenght of the relationships between the air pollutants and some certain related diseases have been examined and it was found out that there was a direct relationship between the "respiratory system tuberculosis" and sulphur oxide with a degree of 83.6% together with a direct relationship between the same disease and volatile compounds with a degree of 73.6%. Additionally, it was discovered that there was a relationship between carbon monoxide (CO) in the air and diseases like bronchitis, emphysema and asthma with a degree of 95.2% while a direct relationship between carbon monoxide and other respiratory diseases was found out to have a degree of 94.6% and again a relationship was discovered between the same compound and eye diseases with a degree of 89.4%. The same relationship status was also analyzed to be valid for nitrogen oxide ( $NO_x$ ). As a result of the linear regression analyses done between the selected diseases and air pollutants,  $SO_x$  and VOC pollutants were found to be effective pollutants within the context of the mentioned diseases in general.

**Key Words:** Data interpretation, statistical; air pollution; environment and public health; air pollution, indoor; regression analysis

Sanayileşme süreci ve sürecin hızı, 20. yüzyılın başında etkilerini arttırırken, tüm olumlu özelliklerinin yanında hava kirliliğinde de önemli değişim ve artışlara neden olmuştur. Nitekim endüstrileşmenin, özellikle metalürji ve kimyasal endüstrilerinin neden olduğu kükürt bileşikler ve ağır metal partiküllerinin hava bileşenlerinde önemli oranlarda yer alması bu olumsuz değişimin önemli göstergelerinden biri olarak ifade edilebilecektir.<sup>1</sup> Tarihsel süreçte özellikle 1930 yılında Belçika’da, 1940 ve 1950 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri Los Angeles’ta ve 1952’de Birleşik Krallık Londra’da hava kirliliğinden kaynaklanan ölümlere rastlanmıştır. Sorunun çözümünde katkı sağlayacağı düşünülen “Temiz Hava Antlaşması” 1950’li yıllarda Avrupa’da yürürlüğe girerek hava kirliliği önlenmeye çalışılmış ve fakat beklenen başarı elde edilememiştir. Son yıllarda hızlı kalkınmaları ile öne çıkan Asya ülkelerinden Hindistan ve Çin’de, enerji kullanımındaki artışa bağlı olarak hava kirliliğinde de ciddi boyutlarda artışın ortaya çıktığı gözlenmiştir.<sup>2</sup> Türkiye’de ise hava kirliliğinin sanayileşmedeki artışın yanı sıra, düzensiz şehirleşme, şehirlerde yeşil alanların azalması ve motorlu taşıt sayıları ve kullanımındaki artışlarla ortaya çıkmıştır.<sup>3</sup> Ülkedeki hanelerde ısınma amaçlı kullanılan kömür ve fuel-oil yakıtlarının yüksek oranda kükürt ve kül içermesi, bunun yanında genellikle ısınma sistemlerindeki yanmanın yeterli düzeyde veya tam olmaması, özellikle kış aylarında bazı şehirlerde havanın kirlenmesine neden olmaktadır. Yanı sıra son yıllarda artış hızı yükselen Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından belirtilen ve Haziran 2013 tarihi itibarıyla 17 743 673 adet olan Türkiye’deki motorlu kara taşıtı sayısının, hava kirliliğinin artmasında etkin olduğu aşikârdır. Türkiye’deki hava kirliliği, “Havanın Kalitesinin Korunması Yönetmeliği” nin belirlediği sınırların üzerindedir. Mevcut yönetmelik 2 Kasım 1986 tarihi ile yürürlüğe girmiş ve 13 Ocak 2005 tarihinde “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” olarak değiştirilmiştir. Söz konusu yönetmeliğin uygulamaya konulup uygulanmasına rağmen Türkiye’deki hava kirlenmesi problemlerinde beklenen azalma söz konusu olmamıştır.<sup>4</sup> Çok genel anlamda “Atmosferde yer alan

toz, gaz, duman, is, koku, su buharı oranlarının, canlılara ve eşyalara zarar verecek düzeye ulaşması hava kirliliği” olarak ifade edilmektedir.<sup>5</sup> Bu bağlamda havada bulunan maddelerin ya da gazların analizi ve değerlendirilmesi hava kirliliğinin tespiti ve kontrolü açısından elzemdir. Havada bulunan gazlar anonim olarak aşağıda belirtildiği üzere üç alt başlıkta ele alınabilmektedir. Azot, oksijen ve benzeri gazlar. Bu tür gazlar havada devamlı bulunan gazlar olup miktarları sabit olup değişmez.

1. Ozon, karbondioksit ve su; bu gazlar da havada devamlı bulunmalarına karşın miktarları azalıp çoğalabilir.

2. Kirleticiler: bu son gruptaki gazlar ise havada devamlı bulunmayan gazlardır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamız temel olarak iki farklı metoda dayanarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak gerek hava kirliliği gerekse buna bağlı olabilecek insan sağlığı irdelemeleri “masa başı çalışma” çerçevesinde ele alınmış, dünya ve Türkiye’deki genel duruma ilişkin irdelemeler, söz konusu yöntemden sağlanan sayısal ve sayısal olmayan ikinci el veri ve bilgilerle dayanarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda kaynakçada ifade edilen referanslardan sağlanan sayısal bilgilerden bazıları çalışmamızda ilave tablo ve grafikler yardımıyla betimlenmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda kullanılan diğer bir yöntem ise Türkiye’deki hava kirliliği ve insan sağlığına ilişkin sayısal analizlere dayanmaktadır. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri (hastaneye yatan hastaların seçilmiş 150 hastalık nedenine göre dağılımı 1995-2004), Çevre ve Orman Bakanlığı Hava İstatistikleri ve “OECD Environmental Data Compendium Air 1990-2005” (ülkeler bazında yıllar itibarıyla hava kirletici değerleri-1994-2004) kaynaklarından elde edilen sayısal verilerin istatistiksel analiz ve testlere tabi tutulduğu bu bölüm, betimleyici ve çıkarımsal istatistik metotları bünyesinde barındırmaktadır. Söz konusu ikinci yöntem çerçevesinde TÜİK’den temin edilen ve 1995-2004 dönemine ait veriler iki başlıkta toplanmıştır. Buna göre ilk grupta hava kirleticileri ile ilgili veriler/değişkenler yer alırken, ikinci grupta

yer alan değişkenler ise hava kirliliği ile ilgili olabilecek hastalık bilgilerini barındırmaktadır. Çalışmamızda, söz konusu değişken gruplarına uygulanan tanımlayıcı istatistiklerin ötesinde, çok değişkenli klasik doğrusal regresyon ve korelasyon analizlerinden faydalanılmış ve elde edilen sonuçlar parametrik olan ve olmayan uygun testlerle sınanmıştır. Böylelikle çalışmamızda literatür çalışmasının ilerisine geçilmeye çalışılarak Türkiye verilerine dayanan test ve analizlerle ilave bir katkı sağlanabilmek hedeflenmiştir.

## HAVA KİRLİLİĞİ VE TOPLUM/ BİREY SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLER

### HAVA KİRLİTİCİLERİ

Hava kirleticileri genel anlamda normal kuru havanın bileşenleri olan azot (%78,084), oksijen (%20,946), argon (%0,0934) ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) (%0,033) oranlarında değişimlere neden olurlar. Temel ifadeyle, havanın doğal bileşimini değiştiren kimyasallara hava kirleticileri denilmektedir.<sup>6</sup> Nitekim hava kirleticilerinin insan, hayvan ve bitki olarak canlıların sağlığı üzerinde ve/veya yapı malzemelerinde, zararlı etkiler meydana getirecek miktar (konsantrasyon) ve sürede havada bulunması hava kirliliğinin teknik tanımı olarak yapılabilmektedir.<sup>7</sup>

### Kaynaklarına Göre Hava Kirleticileri

**1. Doğal Kaynaklar:** Orman yangınları, volkan patlamaları, çöl fırtınaları gibi olaylar havanın kirlenmesine neden olan doğal kaynaklar olarak tanımlanmaktadır.

**2. Yapay Kaynaklar:** İnsan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirliliğin oluşturduğu kaynaklar olarak ifade edilirler. Bu bağlamda endüstriyel tesisler, evsel ısınma kaynakları, motorlu kara taşıtları, gemiler, uçaklar ve trenler havanın kirlenmesine neden olan yapay kaynaklardır.<sup>7</sup>

### İçerdikleri Maddelere Göre Hava Kirleticileri

Kaynaklarına göre iki grupta ele alınan hava kirleticileri, içerdikleri maddelere göre de gruplanarak incelenebilmektedir. Buna göre kirletici grupları beş başlıkta el alınır;

**1. Kükürt Oksitler (SO<sub>x</sub>):** Havada yer alan kükürt oksitler, en çok kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve kükürt trioksit (SO<sub>3</sub>) şeklinde bulunur. Nitekim kükürt dioksit havada en çok bulunan gazdır. Isınma amaçlı ve sanayide kullanılan kömür, ülkemizde kükürt oksit kirleticilerinin oluşumundaki önemli nedenler arasındadır. Termik santrallerde yakıt olarak kullanılan kömür, SO<sub>2</sub>'in en büyük kaynağıdır. Çimento fabrikaları, petrol rafinerileri, metalürji endüstrisi, şehirlerde ev ve iş yeri ısıtmasında kullanılan yakıtlar havaya SO<sub>2</sub> salınımı yaparlar. Bunların yanında SO<sub>2</sub> volkanik faaliyetler ve orman yangınlarında da ortaya çıkarken, asit yağmurlarının oluşmasında da önemli bir paya sahiptir. SO<sub>2</sub> çevreye verdiği zararın yanı sıra insan sağlığı üzerinde de önemli sorunlara neden olmaktadır.

**2. Azot oksitler (NO<sub>x</sub>):** Havadaki en önemli kirletici gazlardan biridir. Taşıtların egzoz boruları ve enerji santralleri azot oksitlerin oluşmasına neden olan kaynakların başında gelir. Nitekim havadaki SO<sub>2</sub> ve partikül maddelerde azalma sağlamış olan ülkelerde bile, sanayileşmenin doğal bir sonucu olarak havadaki azot oksit oranlarında artışlara rastlanmaktadır.<sup>8</sup> Yanı sıra azot oksitler, insan sağlığı üzerinde doğrudan etkiye sahip olan kirleticiler arasında yer almaktadır.

**3. Karbonmonoksit (CO):** Renksiz ve kokusuz bir hava kirleticisidir. Orman yangınları, egzoz gazları, fosil yakıtları ve sigara dumanı bu gazın oluşmasındaki nedenler/kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu kaynaklardan biri olarak sigara dumanı, içici olunmasa dahi kişi ve toplum sağlığı üzerindeki olumsuz etkileriyle dikkat çekici bir nitelik arz eder.

**4. Hidrokarbon (HC)'lar:** Bunlar daha ziyade petrolün motorlu taşıtlarda tam olarak yanmaması sonucu havaya karışan hava kirleticileridir. Bu kirleticilerin yol açtığı kimyasal reaksiyonlar, ozon tabakasının zarar görmesine neden olup, insan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı etki gösterir.

**5. Partikül maddeler:** Genel anlamda hava kirleticileri kaynaktan çıkıp atmosfere karışmalarıyla kimyasal reaksiyon oluştururlar. Akabinde kirleticiler hava akımları ile taşınarak alıcılara ulaştığında

yapılarında değişim ortaya çıkabilir. Nitekim bu değişim, insan sağlığının bozulmasının sebeplerinden biri olarak tanımlanabilecektir. Azot ve oksijen gazlarının kirletici olmayıp havanın iki temel bileşeni ifade ettiği ve CO<sub>2</sub>'in de insan ya da canlıların sağlığı bakımından kirletici sınıfına dâhil edilmediği bilinmektedir. Bu anlamda CO<sub>2</sub> ancak iklim değişimi ile ilgili temel bileşenlerden biri olarak kabul edilmektedir.<sup>7</sup> Hava bileşiminde bulunan maddelerden bazılarına ait değerler aşağıda temiz hava ve kirli hava bazında karşılaştırmalı olarak yer almaktadır. Tablo 1 üzerindeki verilerin birim değerleri "ppm" olup, bu değer 1 milyon hava hacminde yer alan bileşen hacmi olarak tanımlanır. Tablo 1'de belirtilen kirleticiler örnek bir grubu ifade etmekte olup, burada yer almayan başka kirleticiler de mevcuttur.<sup>7</sup>

### HAVA KİRLİLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI

Hava kirliliği dolaylı etkilerinin yanı sıra direkt olarak sağlık problemlerine yol açmakta ve özellikle şehirlerde yaşayan bireylerin sağlığı açısından önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.<sup>9</sup> Türkiye'de yapılan bazı çalışmalarda hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri incelenerek tespit edilmiştir.<sup>10</sup> Nitekim hava kirleticileri belli bir süre ve düzeyde solunması durumunda, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.<sup>11</sup> Hava kirliliğinin özellikle akciğer hastalıkları ve bu hastalıklara bağlı ölüm oranlarını arttırdığı, bil-

hassa çocukların akciğer gelişimi üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bilhassa kükürt oksit ve bu kapsamda havadaki SO<sub>2</sub> kirliliğinden kaynaklanan solunum yolu, akciğer hastalık ve ölümleri, özellikle 20. yüzyılın başlarında toplumun ve yetkililerin dikkatini çekmiştir.<sup>12</sup> Konuya ilişkin çalışmalarda, SO<sub>2</sub> düzeyleri ile kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAHA)'na bağlı acil hasta başvuruları arasında pozitif yönlü ilişkilere rastlanmıştır.<sup>13</sup>

Yapılan çalışmalarda, diğer bir kirletici olarak azot oksitlerin [azot dioksit (NO<sub>2</sub>)] hava karışımındaki artışı ile astımlı hasta ve solunum sistemine bağlı diğer hastalık sayılarındaki artışlar ve bu hastalıkların ölüm risk düzeyleri arasında anlamlı ilişkilere rastlanmıştır. Bunun yanında söz konusu kirleticilerin göz tahrişi gibi rahatsızlıkların ötesinde kalp, karaciğer gibi ciddi hastalıklara yol açabildiği incelenmiştir.<sup>11</sup> Bir diğer kirletici olarak havadaki ozon gazı (O<sub>3</sub>)'nın yanı sıra, sülfür dioksit, nitrojen oksit ve egzoz gazlarının bronş spazmını tetiklediği ve allerjik yanıtı indüklediği gösterilmiştir.<sup>14</sup> Bu açıdan havadaki ozon miktarında özellikle ilkbahar ve yaz aylarında ortaya çıkan olası artışların dikkatle yönetilmesi önem arz etmektedir. Nitekim astım krizleri, göğüs ağrıları ve boğaz tahrişleri gibi sağlık sorunları, havadaki ozon gazı miktarına bağlı olumsuz etkiler arasında sayılabilir. Bu bağlamda özellikle uzun süre ozona maruz kalmanın bir kanser türü olarak akciğer kanserine neden olabileceği de bazı çalışmalarda ele alınmaktadır.<sup>15</sup> Yapılan çok uluslu çalışmalarda, astım ve allerji hastalığının ülkeden ülkeye değişmekle beraber, hastalığın tekrarlanma sayısındaki artışın son 40 yıl içinde arttığı, şehirleşme ve modern yaşam tarzındaki artışla bu hızın daha da artacağı tahmin edildiği görülmektedir. Bu kapsamda dünyada 300 milyon olduğu tahmin edilen astım hastası sayısının 2025 yılında üçte bir oranında, diğer bir ifadeyle 100 milyon kişi daha artacağı belirtilmektedir.<sup>14</sup> Söz konusu çalışma bulgularında modern yaşamın olumlu özelliklerinin yanında, diğer kaynaklarda oluşan yapısal değişim ve hava kirleticilerindeki artışla, birey ve toplum sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini arttıracığına dair tahminler dikkat çekicidir. Dünya Sağlık Ö-

**TABLO 1:** Bileşiminde bulunan bazı maddeler bazında temiz ve kirli hava değerleri (ppm).

Hava Bileşenleri	Simge	Temiz hava içindeki miktar	Kirli hava içindeki miktar
Azot	N <sub>2</sub>	790 000	790 000
Oksijen	O <sub>2</sub>	20 950	20 950
Karbon dioksit	CO <sub>2</sub>	320	400
Karbonmonoksit	CO	0,1	40-70
Metan	CH <sub>4</sub>	1,5	2,5
Nitroz oksit	N <sub>2</sub> O	0,25	Belirsiz
Azot dioksit	NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	0,001	0,2
Ozon	O <sub>3</sub>	0,02	0,5
Kükürt dioksit	O <sub>2</sub>	0,0002	0,2
Amonyak	NH <sub>3</sub>	0,001	0,02
Diğer kirleticiler		Değişik	Değişik

gütü (DSÖ) tarafından yayımlanan 2005 yılı dünya sağlık raporunda, hastalıktan ölümlerin %60,3'lük bir oranının kronik hastalıklardan kaynaklandığı ve 2015 yılına kadar bu hastalık sayılarında %17 oranında artış tahmin edilmektedir (Şekil 1).

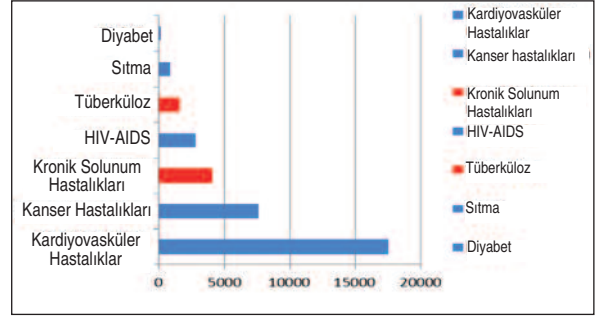
Aşağıda da belirtildiği üzere, tüberküloz hastalığından ölümlerin kronik solunum hastalıklarına eklenmesi durumunda, toplam kalıtsal hastalık kaynaklı ölümlerin içindeki %16'lık bir grubun hava yoluyla direkt ilişkili olduğu görülmektedir. Nitekim 2030 yılında dünyadaki ölüm nedenleri sıralamasınının 2002 yılına göre (Spearman sıra korelasyon değeri hesaplanarak) %21,8 oranında farklılaşacağı ( $p=0,008<0,05$ ) ve bunun ağırlıklı olarak diyare, trakea, bronş, akciğer kanserleri ve tüberküloz hastalıklarına ait sıra değişimlerinden (sıra yükselmelerinden) kaynaklanabileceği tahmin ve analiz edilmektedir.

#### TÜRKİYE'DE HAVA KİRLİLİĞİ, İNSAN SAĞLIĞI VE ÖZEL İSTATİSTİK ANALİZLER

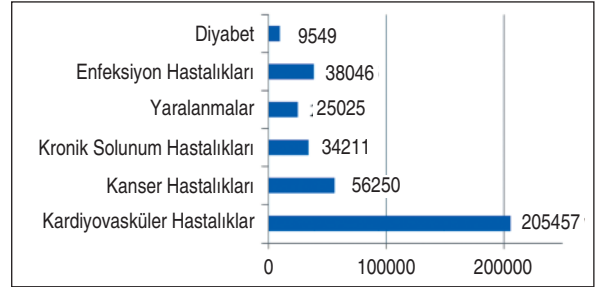
Yapılan bazı çalışmalarda, Türkiye'de hava kirliliğinin yoğun olduğu şehirlerde kalp ve solunum sistemine bağlı ölümlerin, kirliliği az olduğu şehirlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine yapılan çalışmalarda hava kirliliği ile allerjik hava yolu hastalıkları arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Dönem farkları ihmal edilmek kaydıyla, Türkiye'de toplam hastalık ölümleri içinde kronik hastalık kaynaklı ölüm oranının %71 ile dünya ortalamasının üstünde olduğu hesaplanmıştır. Bu hastalıklardan kaynaklanan ölümler arasında, solunum sistemi hastalıklarının %7,95 oranıyla yüksek bir değer alması dikkat çekicidir (Şekil 2).<sup>16</sup>

Ayrıca ulusal kapsamda Türkiye'de ölüme neden olan tüm hastalıklar arasında (2004 yılında ölümle sonuçlanan hastalıklar genelinde), çok sayıda kişinin hayatını kaybetme sebebi olan ve hava kirliliği ile doğrudan ilintili hastalıkların toplamı içinde %12,7 oranıyla (35 109 kişi) üçüncü sırada yer aldığı tespit edilmektedir (Şekil 3).<sup>16</sup>

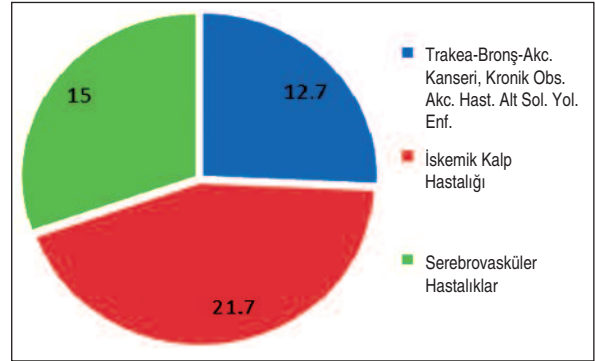
Nitekim yukarıda da betimlenmeye çalışıldığı üzere, astım ve KOAH'ın ortaya çıkmasındaki etkin sebepler arasında sigara dumanı, (sigara kullanıcıları arasında içmeyenlere göre astım hastalığında



ŞEKİL 1: Kalıtsal hastalıklar ve dünya genelinde ölüm sayıları (bin kişi).



ŞEKİL 2: Kronik hastalıklar bazında Türkiye genelinde ölüm sayıları (kişi).



ŞEKİL 3: Ölüm sebeplerine göre ilk 3 hastalık ve ölüm oranları (%).

iki kat artışa rastlanmıştır), NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, nitrojen oksit ve egzoz gazlarının yer aldığı, bunların bronş spazmını tetiklediği, hava yolu aşırı duyarlılığını arttırdığı, allerjik yanıtı tetiklediği belirtilmiştir. Ev içi sigara dumanı, ısıtmada kullanılan gaz ve benzeri yakıt dumanı da astım üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Aynı şekilde ev içinde ısınma ve pişirmede kullanılan biyomas, yapı ve mobilya malzemeleri, evlerin oturduğu zemin ve hatta yemek buharları, hava kirleticisi olarak astım ve benzeri solunum

hastalıkları üzerinde etkin sebepler olarak tanımlanmaktadır.<sup>17</sup> Keza KOAH hastalığına ilişkin nedenler de dikkatlice incelendiğinde bunlar arasında, yukarıda belirtilen kirleticilerin yanı sıra mesleki toz ve kimyasalların da ağırlıklı olarak yer aldığı ortaya çıkmaktadır. Nitekim buradan hareketle Türkiye’de, konuyu daha detaylı ele almayı ve sorunun çözümünde katkı sağlamayı hedefleyen “Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme ve Kontrol Programı-Eylem Planı; 2009-2013” 2009 yılında hazırlanarak devreye konmuştur.<sup>14</sup>

Yukarıda ele alınarak irdelenmeye çalışılan hava kirleticileri ve bunlara bağlı hastalıkların yanında, farklı kaynak ve kirleticilerin sebep olabildiği farklı rahatsızlıklar da söz konusu olabilmektedir. Söz gelimi bir hava kirleticisi olarak hidrokarbon, dizel araçlardan çıkan karbon parçacıkları halinde tahrişten öte, görme bozukluklarına sebep olabilmektedir.<sup>11</sup>

Ayrıca kapalı alandaki solunan hava kalitesi ile ilgili göz, burun, boğaz rahatsızlıkları, baş ağrıları ve benzeri hastalıklar, özel olarak da isimlendirilmektedir. Söz konusu rahatsızlıklar; “Hasta Bina Sendromu (HBS)” olarak adlandırılmakta ve bireyin binada bulunması durumunda ortaya çıkan ve binadan uzaklaşılması durumunda ortadan kaybolan semptomları ifade etmektedir.<sup>17</sup> Aynı şekilde insan sağlığını etkileyen en önemli kirleticilerden olan partiküller, ağır metaller ve kanserojen kimyasalları taşımalarından ötürü kanser hastalığına neden olabilmektedirler.<sup>14</sup> Yüksek CO değerleri, özellikle dört kimyasal gruptan oluşan pestisitler, kapalı alanlarda baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, reflekslerin yavaşlaması ve görme bozukluğu, katarakt ve karaciğer zedelenmesine hatta ölümlere neden olabilmektedir.<sup>17</sup> Aynı şekilde yukarıda belirtilmeye çalışılan ana hava kirleticilerine ilave olarak 189 çeşit toksit ve tehlikeli hava kirletici maddenin, ifade edilen hastalıkların dışında, kusma, akut hastalıklar, diğer immünolojik ve nörolojik hastalıklar, üremeye ilgili rahatsızlıklar ve gelişimsel hastalıklara neden olduğu belirtilmiştir. Bu kirletici maddelerin bina içi hava kirliliğine de neden olduğu, modern bina yapım maddeleri, izolasyon maddeleri, koruyucu maddeler, mobilya boyaları, temizlik maddeleri, kişisel bakım ürünleri,

iyonizan radyasyonu, hava temizleme cihazları ve hatta evde beslenen hayvanların bunların ortaya çıkmasında etkin olduğu belirlenmiştir.<sup>17</sup> Ayrıca özellikle belli mesleklerdeki bireylerin çalıştıkları ortamındaki hava kalitesi ve yoğun kirleticilerin bu bireylerin sağlıkları üzerindeki olumsuz etkileri dikkat çekici boyutlara ulaşmaktadır. Belli sektör ve işkollarında “meslek hastalığı” olarak da adlandırılan bu hastalıkların, bilhassa maden, metal ve benzeri üretim-imalat sektörlerinde çalışanların sağlıkları üzerindeki etkileri dikkat çekici boyutlardadır.<sup>18</sup>

Gereç ve yöntemler başlığında da belirtilmeye çalışıldığı üzere tanımlanan beş temel hava kirleticisi arasından dört kirletici türü, veri yapı ve uygunluğu dikkate alınarak seçilmiş ve bu kirleticilerin sebep olabileceği hastalıklardan bazıları, Türkiye verileri kapsamında 1995-2004 dönemine ilişkin olarak ve bu çalışmaya özel olarak istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Seçili değişken grupları (mevcut çalışmada sayısal olarak analiz edilen değişkenler iki grupta tanımlanmıştır) arasındaki doğrusal ilişkiler ve sebep sonuç etkileşimleri detaylıca analiz edilmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda hava kirliliği ile ilintili olduğu varsayılan hastalıklar **1. grup değişkenleri**, seçili hava kirleticileri ise **2. grup değişkenleri** ifade etmektedir. Çalışmanın bu aşamasında “çok değişkenli klasik doğrusal regresyon modeli (KDRM)” ve “doğrusal korelasyon (R)” analizlerine tabi tutulan bu değişken grupları ve içerdikleri değişkenler detaylıca ele alınmaktadır.<sup>19</sup> Analizlerde kullanılan değişken grupları ve karşılık gelen ifade ve açıklamalar Tablo 2’de görülmektedir.

## BULGULAR

Çalışmada değişkenlerin süreklilik ve normal dağılımlı olma şartları sağlanıp, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanarak, iki değişken grubu ve kapsadıkları değişkenler arasındaki ilişki dereceleri analiz edilmiştir. Seçili hastalıklar ile seçili kirleticiler arasındaki ilişki dereceleri ve p değerleri ise Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3’te görüldüğü üzere, öncelikle (seçili) hastalık geneli ve (seçili) hava kirleticileri geneli

**TABLO 2:** Seçili değişken gruplarına (hava kirleticisi ve hastalık değişkenleri) ilişkin açıklamalar.

Değişken Grup Sembolleri	Değişken Açıklamaları	Birim
<b>Birinci Grup Değişkenler (Hastalıklar)</b>		
Göz	İltihaplı göz hastalıklarından yatarak tedavi görenler	Kişi
SOLNM_TUR	Solunum sistemi tüberkülozundan yatarak tedavi görenler	Kişi
BRONS_AMF_AST	Bronşit, amfizem ve astım hastalığından yatarak tedavi görenler	Kişi
SOLNM_DIGER	Solunum sisteminin diğer hastalıklarından yatarak tedavi görenler	Kişi
HAST_GENEL	Seçili hastalıkların tümünden yatarak tedavi gören hasta sayıları ortalaması	Kişi
<b>İkinci Grup Değişkenler (Hava Kirleticileri)</b>		
SO <sub>x</sub>	Kükürt oksitler	ppm
CO	Karbonmonoksit	ppm
NO <sub>x</sub>	Azot oksitler	ppm
VOC	Havadaki uçucu organik bileşenler	ppm
KRLTICI_GENEL	Seçili hava kirleticilerinin tümünün ppm değerleri ortalaması	

arasında, %66,6 derecesinde, negatif yönlü ve istatistik açıdan anlamlı bir ilişki saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İlişki yönünün negatif işaretli olması, bu hastalıklardan tedavi görenlerin sayılarındaki artış ile, kirleticili düzeylerini azaltma çabalarındaki artışla açıklanabilecektir.

Ayrıca, veri setleri incelendiğinde hastalıklardan sadece SOLNM\_TUB değişkeninin (solunum

sistemi tüberkülozu değişkeni), seçili diğer hastalıklarla herhangi bir benzerlik göstermediği ve adeta farklı olduğu, seçili hava kirleticileri ile ilişkisi incelendiğinde ise sadece kükürt oksitler ve havadaki uçucu bileşenler ile kuvvetli ve anlamlı ilişki (sırasıyla %83,6 ve %73,6) içinde olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Hava kirleticilerinin hastalıklarla ilişkileri incelendiğinde ise, SO<sub>x</sub> kirleticisi ile

**TABLO 3:** Seçili değişken gruplarına (hava kirleticisi & hastalık değişkenleri) arasındaki korelasyon değerleri (R)(%).

Değişkenler ve Pearson Korelasyon Katsayıları	HAST_GENEL	GOZ	SOLNM_TUB	BRONS-AMF-AST	SOLNM_DIGER	SO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	VOC
KRLTICI_GENEL	-0,666	-0,687	-0,459	-0,63	-0,621	0,152	-0,458	0,798	-0,066
P Değeri	0,035	0,028	0,182	0,051	0,055	0,676	0,183	0,006	0,857
GOZ	0,981	1	0,087	0,956	0,967	0,261	0,894	-0,831	0,484
P Değeri	0		0,811	0	0	0,466	0	0,003	0,156
SOLNM_TUB	-0,022	0,087	1	-0,106	0,1	-0,836	-0,3	0,087	-0,736
P Değeri	0,951	0,811		0,771	0,783	0,003	0,4	0,81	0,015
BRONS-AMF-AST	0,99	0,956	-0,106	1	0,982	0,482	0,952	-0,9	0,681
P Değeri	0	0	0,771		0	0,158	0	0	0,03
SOLNM_DIGER	0,994	0,967	-0,1	0,982	1	0,455	0,946	-0,879	0,656
P Değeri	0	0	0,783	0		0,187	0	0,001	0,04
SO <sub>x</sub>	0,399	0,261	-0,836	0,482	0,455	1	0,618	-0,465	0,969
P Değeri	0,253	0,466	0,003	0,158	0,187		0,057	0,176	0
CO	0,934	0,894	-0,3	0,952	0,946	0,618	1	-0,838	0,779
P Değeri	0	0	0,4	0	0	0,057		0,002	0,008
NO <sub>x</sub>	0,887	-0,831	0,087	-0,9	-0,879	-0,465	-0,838	1	-0,651
P Değeri	0,001	0,003	0,81	0	0,001	0,176	0,002		0,041
VOC	0,61	0,484	-0,736	0,681	0,656	0,969	0,779	-0,651	1
P Değeri	0,061	0,156	0,015	0,03	0,04	0	0,008	0,041	

solunum tüberkülozu arasındaki ilişki dışında seçili hastalıklardan herhangi birisiyle anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. CO ile hastalıklar arasındaki ilişki incelendiğinde ise, bu kirleticinin  $SO_x$  kirleticisinin aksine, solunum tüberkülozu hariç seçili tüm hastalık tipleri ile anlamlı ve kuvvetli ilişkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre CO'in; %95,2 derecesinde ve anlamlı olarak bronşit, amfizem ve astım ile, %94,6 derecesinde diğer solunum hastalıkları ile ve yine %89,4 olarak anlamlı ve kuvvetli düzeyde göz hastalıkları ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda, aynı ilişki durumunun azot oksitler için de geçerli olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımıza göre  $NO_x$  ile solunum tüberkülozu arasında herhangi bir anlamlı ilişkiye rastlanmazken ( $p>0,05$ ), bunun aksine bronşit, amfizem ve astım ile %90, diğer solunum hastalıkları ile %87,9 ve göz hastalıkları ile %83,1 düzeyinde çok kuvvetli ve anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Diğer bir kirletici olarak havadaki uçucu bileşenler (VOC) için ise durum biraz farklı olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre çalışmamızda, havadaki uçucu bileşenlerle göz hastalıkları arasında anlamlı ilişkiye rastlanmazken, akciğer tüberkülozu ile %73,6, bronşit, amfizem ve astım ile %68,1 ve diğer solunum hastalıkları ile de %65,4 derecesinde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir (Değerlendirmelerde genel olarak istatistiksel anlamlılık düzeyi ve ilişkinin kuvveti dikkate alınırken, ilişkilerin yönüne dair irdelemeler bu aşamada ele alınmamıştır. Nitekim çalışma içinde ileride de ifade edilmeye çalışıldığı üzere, veri setinde 2000 yılı ve sonrası görülen değişimin söz konusu işaret farklılaşmasının da muhtemel kaynağı olabileceği düşünülmek-

tedir). Nitekim çalışmamızda uygulanan çok değişkenli klasik doğrusal regresyon analizlerinde de bu yorumu destekler bulgulara rastlanmıştır (Tablo 4).

Çalışmamızda, regresyon analizinden elde edilen sonuçların değerlendirilebilmesi amacıyla gerekli varsayımlar sınanmıştır.<sup>20</sup> Regresyon analizi sonuçlarına göre, ilgili hastalıklar genelinde, hasta sayılarındaki artış veya azalışların %98'i, mevcut kirleticilerin miktarlarındaki artış veya azalışlarla açıklanabilmektedir. Model Tablo 4'te görüleceği gibi bağımlı değişken olarak HAST\_GENEL (seçili hastalıklar ortalaması) ve bağımsız değişkenler olarak seçili dört farklı kirleticiden oluşmaktadır. Analiz sonucunda uygulanan modelin, olması beklenen, tam açıklayıcılık değerine (%100) çok yaklaştığı ve bu modelin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Test istatistiksel değeri  $F=59,876$  ve  $p=0,000<0,05$ ). Buna karşın, Türkiye de incelenen dönem (1995-2004), kirleticilerin içinde  $SO_x$  ve VOC (havadaki uçucu maddeler) değişkenlerinin incelenen hastalıkların geneli üzerinde (HAST\_GENEL) etkilerinin olduğu tespit edilirken, beklenenin aksine CO ve  $NO_x$  bileşenlerinin (HAST\_GENEL) üzerinde anlamlı etkilerinin olmadığı görülmüştür. Bu iki kirleticinin incelenen hastalıkların geneli üzerinde etkin olmadığı sonucunun Tablo 3'te yer alan korelasyon değerlerinden de anlaşılacağı üzere, hava kirleticilerinin birbirleri ile olan kuvvetli ilişkilerinden kaynaklanması muhtemeldir. Nitekim  $NO_2$  ve  $CO_2$  arasındaki ilişki daha farklı bir ifadeyle beraber değişme düzeyinin -%93,9 gibi çok yüksek oranda ve farklı yönlerde (negatif yönlü ilişki) olduğu tespit edilmiştir. Buna

**TABLO 4:** Seçili hava kirleticileri ile ilgili hastalıkların geneli üzerindeki etkilerine ilişkin doğrusal regresyon sonuçları.

Bağımsız Değişkenler	B Tahmini	Standart Hata	t Test İstatistiği	P Değeri	Tolerans Değeri	VIF Değeri
Regresyon Sabiti	-1,971,610,276	754,577,849	-2,613	0,048		
$SO_x$	-233,268	79,736	-2,926	0,033	0,006	181,585
CO	76,873	48,210	1,594	0,172	0,080	12,545
$NO_x$	3,376	7,630	0,444	0,676	0,116	8,630
VOC	4,360,572	1,656,358	2,633	0,046	0,004	281,433
Model Bilgileri	R	R <sup>2</sup>	Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	Tahminlerin Standart Hatası	F Test İstatistiği	F için P Değeri
	0,990	0,98	0,963	4,024,970	59,876	0,000

Bağımlı Değişken: HAST\_GENEL (Seçili hastalıkların tümünden yatarak tedavi gören, taburcu edilen ve ölen hastaların ortalaması).



göre kirleticiler bazında ilgili hastalıklara dair çözüm arayışlarında her iki kirletici için ortak bir irdelemenin gerekli olduğu ve katkı sağlayacağı söylenebilir. Zira çalışmamızda ele alınan ileri analizlerden elde edilen düşük tolerans ve yüksek varyans artış faktör [Variance Inflation Factor (VIF)] değerleri, bu kirleticilerin çoklu doğrusal bağıntıya sahip olduğunu, daha genel bir ifadeyle, (bir biri ile ilişkili olup) birbirlerini etkilediğini ve birbirlerinin gerçek etkilerini farklılaştırdığını göstermektedir.<sup>20</sup> Yanı sıra kirleticilerin seçili hastalıklar geneline göre değil, hastalık bazında etkilerinin olabilmesi de bu sonucun sebepleri arasında yer alabilir. Bu sonuca göre havadaki kirleticilerin insan sağlığı (hastalıklar) üzerindeki etkilerinin, bir arada olduklarında farklılaşabilme ya da doğrusal olmayan bir özellik gösterebilme şeklinde yorumlanması muhtemeldir. Veri setlerinde de görüleceği üzere (Ek 1), bu kirletici değerlerinde genel anlamda 2000 yılı sonrası oluşan azalma veya değişimlerin (buna dair çabaların) etkin olması mümkündür. Bu kapsamda 2004 yılı sonrası verilerin de dâhil edilerek ele alınacağı çalışmalarla, daha detaylı sonuçların elde edilebilmesi önem arz etmektedir. Böylelikle ülke içi ve dışı gelişmelere de dayalı olarak ortaya çıkan sağlık değişim programları ve benzeri girişim etkilerinin de daha detaylı analizi söz konusu olabilecektir.

Bu çalışmada kullanılan 1995-2004 dönemine ait mevcut veri setlerinin her biri, zamana bağlı ola-

rak, diğer bir deyişle tek tek ve 10 yıllık bir zaman diliminde incelenmiş ve söz konusu hastalık türleri ile kirleticilerin farklı trend fonksiyonlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre hastalık türleri ile kirleticiler arasındaki (zaman verisi temelli) ilişkilerin analizinde farklı fonksiyon tiplerinin dikkate alınması katkı sağlayıcı olabilecektir (Şekil 4).

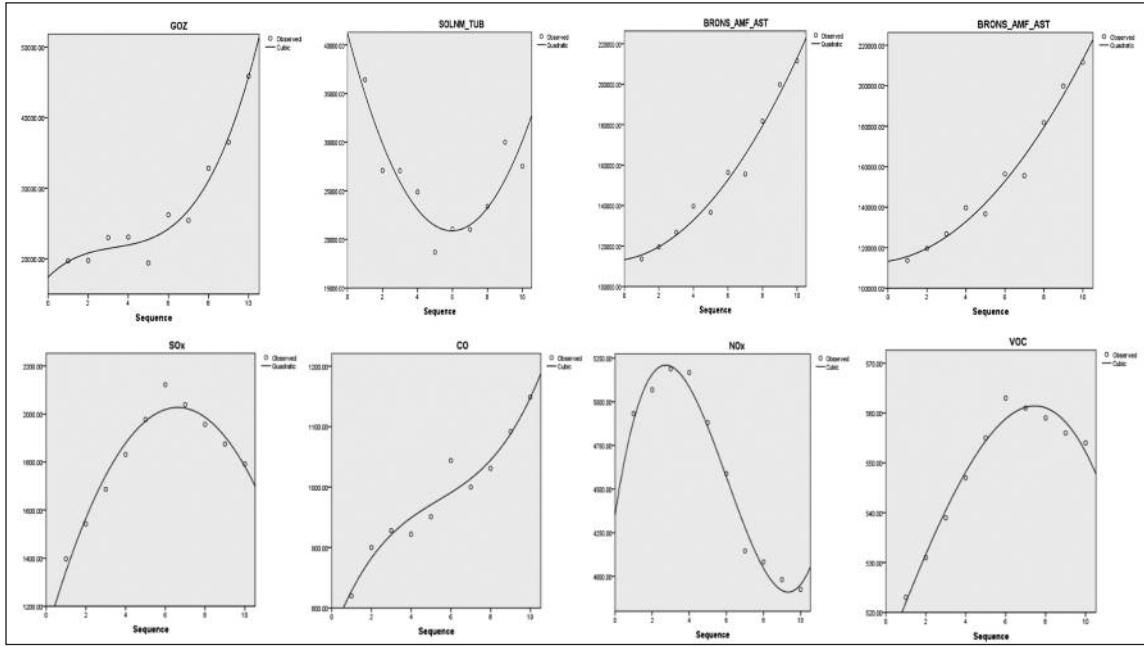
Nitekim Şekil 4 üzerinde fark edilebileceği üzere gerek seçili hastalık, gerekse hava kirleticilerinin zaman içinde birinci dereceden bir doğru olarak değil, aksine eğri olarak, parabolik veya hiperbolik bir yapıda hareket ettiği görülmektedir. Dolayısıyla analizlere konu olan değişkenlerin uygun dönüşümler vasıtasıyla yeniden incelemeye dâhil edilmesi, regresyon sonuçların daha fazla anlamlı ve daha rahat yorumlanabilir olmasına katkı sağlayabilecektir.<sup>21</sup> Bu konunun farklı bir çalışmada daha detaylı ele alınabileceği düşüncesinden hareketle, ilgili değişkenlerin zaman içindeki seyirleri ve trend-fonksiyon tipleri yukarıdaki gibidir.<sup>22</sup> Nitekim Şekil 4 üzerinde hastalık türleri ile hava kirleticilerinin 10 yıllık bir dönemde farklı seyirler gösterdiği net olarak gözlenebilmektedir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Hava bileşenleri kapsamında yer alan hava kirleticileri, kaynaklarına ve içerdikleri maddelere göre gruplanarak ele alınmaktadır. Hava kirleticilerinin diğer bir ifadeyle kalitesi bozulmuş havanın, canlı ve cansız nesnelere üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği farklı çalışmalarda ele alınarak belirlenmiştir.

**EK 1:** Değişken gruplarında yer alan değişkenler ve değerleri (Seçili hastalıkların tümünden yatarak tedavi gören, taburcu edilen ve ölen hastaların ortalaması/ppm).

Yıl	GOZ	SOLNM_TUB	BRONS-AMF-AST	SOLNM_DIGER	HAST_GENEL	SO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	VOC	KRLTICI_GENEL
1995	19690	36432	113647	88434	64550,75	1397	820	4933	523	1918,14
1996	19754	27091	119584	100913	66835,5	1542	900	5068	531	2010,24
1997	23006	27073	126832	126634	75886,25	1687	928	5188	539	2085,39
1998	23074	24881	139717	123740	77853	1832	922	5167	547	2116,9
1999	19417	18685	136661	110488	71312,75	1977	951	4881	555	2090,9
2000	26224	21062	156354	142660	86575	2122	1044	4588	563	2078,94
2001	25431	21014	155594	151452	88372,75	2039	1000	4146	561	1936,59
2002	32839	23384	181720	179853	104449	1957	1031	4082	559	1907,19
2003	36511	29999	199852	192480	114710,5	1875	1092	3981	556	1876,03
2004	45853	27521	211545	218373	125823	1792	1149	3925	554	1855,23



ŞEKİL 4: Seçilmiş ilgili hastalık türleri ve hava kirleticilerine ait uygun trend fonksiyonları (Türkiye;1995-2004).

Yanı sıra kullanılan/tüketilen ürünlerle beraber yaşanan mekânların veya bu mekanlardaki tutum ve davranışların da hava kirliliğine, yani hava bileşiminde yer alan hava kirletici değerlerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Dünya genelinde ve Türkiye’de yapılan analizlerde, hava kirliliğinde artışların diğer canlılar gibi insan sağlığını da önemli derecede tehdit eder seviyeye geldiği ve DSÖ tarafından, dünya genelinde toplam kalıtsal hastalık kaynaklı ölümler içinde %16’lık bir grubun hava yoluyla direkt ilişkili olduğu saptanmıştır. Nitekim iç ve dış hava olarak farklı kirletici türleriyle farklı hastalıklara sebep olabilen hava kirleticileri, dünyadaki diğer ülkeler gibi Türkiye’de de ekonomik, çevresel, sosyal maliyetleriyle beraber, birey ve toplum sağlığı bazında önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Hava kirliliği ve bunun insan sağlığı üzerindeki etkileri ciddi ve giderek artan tehditler niteliğindedir. Yanı sıra, bu sorun dünyada olduğu gibi ülkemizde de yönetimsel bir problem olarak kendini göstermektedir.

Türkiye’de özellikle 2000 yılıyla beraber hava kirletici değerleri ve ilgili hastalık sayılarında ortaya çıkan değişimler, 2003 yılı sağlık dönüşüm politikaları, 2005 yılı kısıtlamaları, 2009 yılı Türkiye kronik hava yolu hastalıklarını önleme ve kontrol

programı-2009-2013, gibi programların uygulamaya konmasıyla, sebep ve sonuçlar bazında dikkat çekici bir yapı arz etmiştir.

Mevcut çalışmada söz konusu durum analizlerinin ötesine geçilmeye ve dünyadaki değişim genel sayısal bir değerlendirme boyutunda ele alınmaya çalışılırken, bilhassa Türkiye için 1995-2004 dönemine yönelik özel ve detaylı sayısal analizler gerçekleştirilmiştir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda Türkiye’de söz konusu 10 yıllık verilerden hareketle, hava kirleticileri ile ilgili hastalıklar arasında yüksek ve istatistiki açıdan anlamlı ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız kapsamında uygulanan korelasyon analizi sonuçlarına göre havadaki kirletici miktarları ile ilgili hastalıklara sahip bireylerin sayıları arasında (ortalamalar boyutunda) %66,6 düzeyinde ilişki saptanmıştır. Solunum sistemi tüberkülozu hasta sayıları ile havadaki kükürt oksit miktarları arasında %83,6 ve uçucu bileşenlerle %73,6 düzeyinde bir ilişki analiz edilmiştir. Ayrıca CO ile bronşit-amfizem ve astım arasında %95,2 ve diğer solunum hastalıkları ile %89,4 düzeyinde kuvvetli ilişkiler analiz edilmiş; azot oksitler ile bronşit-amfizem ve astım arasında %90, diğer solunum hastalıkları ile %87,9 ve göz hastalıkları ile %83,14 düzeyinde kuvvetli iliş-

kiler saptanmıştır. Keza çalışmamızda havadaki uçucu maddeler ile söz konusu hastalıklar arasındaki ilişkilerin de istatistiksel anlamlılık içerdiği de başka bir sonuç olarak elde edilmiştir. Mevcut çalışmamızda, Türkiye için 1995-2004 dönemine ait uygulanan klasik doğrusal regresyon analizleri sonucunda ise, SO<sub>x</sub> ve VOC kirleticilerinin hastalıklar üzerinde (hastalık geneli bağlamında) önemli ve anlamlı etkilerinin olduğu ayrıca analiz edilmiştir. Yanı sıra bu çalışmada uygulanan istatistiksel analizlerle hastalık ve kirleticilerin zaman içindeki seyirlerinin farklılaşmalar gösterdiği de ayrı bir sonuç olarak elde edilmiştir. Bu bağlamda uygulanacak sayısal analizlerin doğru modellerle gerçekleştirilmesine katkı sağlayabilecek uygun fonksiyon tiplerinin analizleri de ayrıca ele alınmaya çalışılmıştır.

Gelinen noktada Türkiye için daha fazla sayıda değişken ve daha uzun dönemli gözlemlere dayalı sayısal çalışmaların gereği aşikârdır. Nihayetinde çalışmamızda, soruna disiplinler arası bir anlayış ve kantitatif temelli yaklaşımla bakılmasının bir zorunluluk olduğu görülmüştür. Bu anlayış ve yaklaşımla gerçekleştirilecek analiz ve sonuçlarının, stratejik değerlendirmelerle ele alınması ise önemli katkılar sağlayabilecek bir diğer gereksinim olacaktır.

## KAYNAKLAR

- İbret BÜ, Aydınöz D. [A sample for the effect of the wrong settlement choice in urbanization on air pollution: city center of Kastamonu]. İ.Ü Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 2009;18(2009):71-88.
- Atımtay A, Bayram H, Can A, Çımrın AH, Demiral B, Elçi MA, et al. [Ambient air pollution]. Erkoç Y, Çom S, Keskinliç B, Yardım N, Gökteş E, Gündoğan A, editörler Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No; 811. Ankara: Anıl Matbaacılık; 2010. p.78.
- Can A, Eryener D. [Air pollution, ASA result of modern life, is essentially occurs by burning the solid, liquid and gas fuels and comes from industrial protection, transport and industrial studies to obtain heat and light]. Ekoloji Dergisi 1997;24 (Temmuz-Ağustos-Eylül):6-12.
- Yazıcı H. [Investigation of air pollution change of Manisa city on between years 2001-2004]. Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Teknik-Dergisi 2011;10(3):227-40.
- Çiçek İ, Türkoğlu N, Gürgen G, [Statistical analysis of air pollution in Ankara]. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2004;14(2):1-18.
- Karpuzcu M. [Air pollution]. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. 9. Baskı. İstanbul: Özal Matbaası-Kubbealtı Neşriyatı; 2007. p.168-70.
- Saral A. [What is air pollution? Some cases in Turkey]. Bilim ve Akıl Aydınlığında Eğitim Dergisi 2011;135: 34-41.
- İlkılıç C, Behçet R. [Effect of air pollution on people health and environment]. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi 2006; 5(1):66-72.
- Eğri M, Güneş G, Pehlivan E, Genç M. [Investigation on trends of air pollution in malatya city center in recent five years period]. Journal of Turgut Özal Medical Center 1997;4(4):375-9.
- Bayram H. [Air pollution problem in Turkey: Sources, measures taken and the present status]. Turkish Thoracic Journal 2005;6(2):159-65.
- Tecer LH. [Air pollution and our health]. Bilim ve Akıl Aydınlığında Eğitim Dergisi 2011; 135:15-29.
- MacKerron G, Movrato S. Life satisfaction and air quality in London. Ecological Economics 2009;68(5):1441-53.
- Bayram H, Dörtbudak Z, Fişekci F, Kargın M, Bülbül B. [The impacts of air pollution on human health, the problem of air pollution in the world, our country and our region]. Dicle Medical Journal 2006;33(2):105-12.
- Sağlık Bakanlığı Temel Hizmetler Genel Müdürlüğü. Kronik Hava Yolu Hastalıkları. [Republic of Turkey Ministry of Health, The Turkish Programme for the Prevention and Monitoring of the Chronic Airway Diseases (Asthma - COPD) 2009-2013: Action Plan]. Ankara: Anıl Press; 2009. p.17.
- Bayram H, Dikensoy Ö. [Effects of air pollution on respiratory health]. Tuberculosis and Thorax 2006;54(1):80-9.
- Republic of Turkey Ministry of Health Refik Saydam Hygiene Center Presidency School of Public Health. In: Ünüvar N, Mollahaliloğlu S, Yardım N, eds. [A Study of Turkey Disease Burden 2004]. 1<sup>st</sup> ed. Ankara: Aydoğdu Press; 2007. p.6-8.
- Çobanoğlu N, Kiper N. [The dangers of air inhaled indoors]. Turkish Pediatric Journal 2006;49(1):71-5.
- Taner S, Özdemir U. [The effects of air pollution on workers' health in different work]. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi-Özel Sayı 2012;1(4):190-8.
- Dikmen N. [Multiple Linear Regression]. Ekometri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. 2. Baskı. İstanbul: Dora Yayıncılık; 2012. p.91-7.
- Stock JH, Watson MW. [Linear Regression with Multiple Explanatory Variables]. Saraçoğlu B, çeviri editörü. Ekonometriye Giriş. 1. Baskı. Ankara: Efil Yayınevi; 2011. p.203-11.
- Alpar R. [Standardization]. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. 3. Baskı. Ankara: Detay Yayıncılık; 2011. p.93-100.
- Kohler H. Time Series and Forecasting. Statistics for Business and Economics. 3<sup>rd</sup> ed. Chicago: HarperCollins College Publishers; 1994. p.819-44.