

DÜNDEN BUGÜNE ÜLKEMİZDE YAPILAN DIŞ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ SAĞLIK ETKİLERİ ARAŞTIRMALARI

Pınar BOSTAN¹ | Sabri Serhan OLCAY²

¹*İstanbul Bilgi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü*

²*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları A.D.*

*Sorumlu Yazar; Pınar BOSTAN, E-Posta: pinar.bostan@bilgi.edu.tr

ÖZET

Anahtar Kelimeler

- Hava kirliliği
- Halk sağlığı
- Hava kalitesi

Makale Hakkında

Derleme Makale

Gönderim Tarihi

11.11.2022

Kabul Tarihi

05.12.2022

Atmosferin doğal niteliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik madde tarafından iç veya dış ortamın kirlenmesi hava kirliliği olarak tanımlanır. Partikül madde (PM), karbon monoksit (CO), ozon (O₃), nitrojen dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂), halk sağlığını tehlikeye attığına dair en fazla kanıtla sahip kirleticilerdir. Ülkemizde hava kirliliği konusunda yapılan araştırmalar, 1960'lı yıllarda "Ankara'nın hava kirliliği" sorunu ile başlamış, daha sonra hava kirliliği sorununun diğer kentlere de yayılmasıyla yaygınlaşmıştır. 2000'li yıllara dek, daha çok tez çalışması veya kongre bildirisi şeklinde olan araştırmalar, sonraki yıllarda, kirleticilerin havayolu üzerine etkilerine dair daha spesifik araştırmalara evrilmiştir. 2016-2019 yılları arasında Türkiye'de partikül madde kaynaklı hava kirliliğinin belirgin bir şekilde gerilemediği; aksine bazı illerde hava kirliliğinin kalıcılık kazandığı tespit edilmiş ve bazı istasyonların, yetersiz ölçüm faaliyetleri nedeniyle hava kalitesi izlemede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 11 Mart 2020 tarihinde pandemi ilan etmesi ile birlikte yüzyıla damgasını vuran Covid-19 pandemisinin hava kirliliği ile ilişkisini inceleyen makaleler, 2020 yılının ikinci yarısından itibaren ülkemizden de yayınlanmaya başlamıştır. Bu derlemenin amacı, ülkemizdeki hava kirliliğinin sağlık üzerine etkisi konusunda önemli sonuçlara ulaşmış ulusal araştırmaları, kronolojik sırayla ortaya koymak, günümüzde yapılacak olan araştırmalara ışık tutmaktır.

OUTDOOR AIR POLLUTION HEALTH EFFECT RESEARCHES IN OUR COUNTRY FROM PAST TO PRESENT

Pınar BOSTAN^{1*} | Sabri Serhan OLCAY²

*Corresponding Author; Pınar BOSTAN, E-Posta: pinar.bostan@bilgi.edu.tr

ABSTRACT

Keywords

- Air pollution
- Public health
- Air quality

Article Info

Review article

Received

11.11.2022

Accepted

05.12.2022

Studies on air pollution in our country began in the 1960s with the topic of "air pollution in Ankara," and then grew widespread as the problem extended to other cities. Prior to the turn of the millennium, the majority of research on the effects of pollutants on the airway took the form of thesis studies or congress papers. In the years that followed, the focus shifted to more focused investigations on the topic. Between the years 2016-2019, air pollution caused by particulate matter has not decreased significantly in Turkey; On the contrary, it has been determined that air pollution has become permanent in some provinces and it has been determined that some stations are insufficient in air quality monitoring due to insufficient measurement activities. As 2020 approaches, the number of research demonstrating that pollutants have a direct effect on the development of diseases. With the proclamation of a pandemic by the World Health Organization on March 11, 2020, publications analyzing the relationship between the century-defining Covid-19 epidemic and air pollution began to be published in our country in the second half of 2020. The purpose of this review is to provide, in chronological order, the national studies that have yielded significant findings on the health impacts of air pollution in our country and to shed light on the ongoing research.

GİRİŞ

Ülkemizde havakirlililiği konusunda yapılan araştırmalar, 1960'lı yıllarda "Ankara'nın hava kirliliği" sorunu ile başlamış, daha sonra hava kirliliği sorununun diğer kentlere de yayılmasıyla yaygınlaşmıştır. 1972 ve 1977 yıllarında ısıtma ve buhar tesislerinin yakıt tüketiminde ekonomi sağlanması ve şehirlerde ısıtma tesislerinin sebep olduğu hava kirliliğinin azaltılmasına dair yönetmelikler yayınlanmış ancak 1973 yılına ait Der Spiegel dergisinde olduğu üzere "Ankara muhtemelen dünyanın en ölümcül şehri" şeklindeki haberlerin varlığını engelleyecek bir gelişme sağlanamamıştır (1). Ülkemizin ilk Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği 1986 yılına aittir ancak; örneğin 1989 yılında Aliğa Termik Santralının kurulmasına karşı çıkan Yeşiller Partisi Genel Başkanı ve Ankara Üniversitesi öğretim üyesi Prof Dr. Celal Ertuğ'un bu konudaki girişimleri yönetmeliğin varlığına rağmen başarıya ulaşamamıştır (2). Ülkemizin nüfusu en yoğun ili olan İstanbul'da hava kirliliği sorunu, özellikle 1990 yılından itibaren tehdit edici boyutlara ulaşmış; kirletici konsantrasyonları hava kalitesi standartlarının birkaç kat üzerine çıkması üzerine; 2004-2009 yılları arasında tüm kirletici kaynaklarına yönelik yönetmelikler de peşpeşe yayınlanmıştır: Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (2004), Benzin ve Motorin Kalitesi Yönetmeliği (2004), Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (2005), Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (2006), **Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (2008)**, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (2009), Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliğidir (2009) (3).

Yönetmeliklere ve sivil çabalara rağmen ülkemizdeki hava kirliliği sorununun devam etmesi, sağlık etkilerinin görünür ve bilinir olmasıyla birlikte, ülkemizde de dünden bugüne pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaktadır. Hava kirliliği, "atmosferin doğal niteliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik madde tarafından iç veya dış ortamın kirlenmesi" olarak tanımlanır. Bugün biliyoruz ki; partikül madde (PM), karbon monoksit (CO), ozon (O₃), nitrojen dioksit (NO₂) ve kükürt dioksit (SO₂), halk sağlığını tehlikeye attığına dair en fazla kanıta sahip kirleticilerdir (4,5). PM, sülfat, nitrat, amonyum, sodyum klorür, siyah karbon, mineral tozu veya sudan oluşan solunabilir parçacıkları ifade eder. PM₁₀ ve PM_{2.5}, iyi bilinen sağlık tehlikeleriyle ilişkilidir (6). Partikül maddeye hem uzun süreli hem de kısa süreli maruz kalma, kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıkları morbidite ve mortalitesi ile bağlantılıdır. NO₂, astım ve diğer solunum problemleriyle yakından ilişkili bir kirletici olan ozonun önemli bir öncüsüdür. Atmosfere salınan NO₂ emisyonlarının birincil kaynağı, ısıtma, ulaşım ve elektrik üretimi dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere çeşitli nedenlerle yakıtların yanmasıdır (4,5,6). Bu derlemenin amacı, ülkemizdeki hava kirliliğinin sağlık üzerine etkisi konusunda önemli sonuçlara ulaşmış ulusal araştırmaları, kronolojik sırayla ortaya koymak, günümüzde yapılacak olan araştırmalara ışık tutmaktır.

1994 yılında yani hava kirliliğinin oldukça tehlikeli boyutlarda yaşandığı zaman diliminde, İstanbul'un kirleticilerin varlığı açısından farklılık gösteren iki ilçesinde alerjik rinit sıklığına bakılmış; Bayrampaşa'daki alerjik rinit prevalansı (%22,8), Beykoz'daki prevalanstan (%6) anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir (p<0,05) (7). Aynı araştırmacılar, yine İstanbul'un hava kirliliği yoğunluğu farklı olan iki farklı ilçesinde atopi sıklığını incelemişler ve alerjik semptom sıklığının hava kirliliğinin yoğun yaşandığı bölgede anlamlı derecede arttığını saptamışlardır (OR = 4,6; %95 CI = 2,3-9,0) (8). 1991-1994 yılları; 1994-1995 yılları ve 1994-1998 yılları arasında İstanbul'da yapılan üç önemli araştırmada, ülkemizde de günlük SO₂, toplam asılı partikül (TAP) ve PM düzeyleri ile hastane başvuruları ve mortalite arasında ilişki gösterilmiştir (9,10,11). Kirliliğin artışına paralel olarak bronşit, sinüzit, larenjit ve pnömoni olgularının artmış olduğu ve bu hastalıklar nedeniyle hastanede yatış sürelerinde de

uzama olduğu saptanmıştır. Hava kirliliğinin yoğun yaşandığı kış mevsimlerinde 0-2 yaş grubundaki çocuklarda solunum sistemi hastalıklarındaki mortalitede %8'lik bir artış olduğu bildirilmiştir (9).

Aynı tarihlerde Eskişehir'de (12) ve İzmit'te (13) yapılan çalışmalarda, günlük SO₂ düzeyleri ile; Denizli'de (14,15) ve İzmir'de (16) yapılan çalışmalarda SO₂ ve PM ortalamaları ile; solunum yolu enfeksiyonları, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) ve astım nedeniyle olan acil başvuruları arasındaki ilişki incelenmiştir. Hava kirliliği parametrelerindeki artışlarla birlikte solunum yolu hastalarının acil başvurularının ve hastane yatışlarının arttığı gösterilmiştir. Hava kirliliğinin, persistan semptomları olan astımlılarda yaşam kalitesine etkisinin incelendiği Gaziantep'te yapılan bir başka çalışmada ise hava kirliliğinin yoğun olduğu dönemlerde, kronik havayolu hastalığı olanların, kurtarıcı β-2 agonist (bronkodilatatör) ihtiyaçlarının ve semptomlarının arttığı saptanmıştır (17).

2000'li yıllara dek daha çok tez çalışması veya kongre bildirisi şeklinde olan araştırmalar, sonraki yıllarda, kirleticilerin havayolu üzerine etkilerine dair daha spesifik araştırmalara evrilmiştir. Gaziantep'te sağlıklı gönüllülerde yapılan bir çalışmada (18) farklı düzeylerde hava kirliliğinin yaşandığı iki ayrı günde aerobik kapasite ve solunum fonksiyon testleri ölçülmüş; maksimal oksijen tüketiminin hava kirliliğinden etkilenmediği ancak havanın kirli olduğu günlerde, solunum fonksiyon parametrelerinden FEV₁ ve FEV₁/FVC değerlerinde anlamlı düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bayram ve arkadaşları, hava kirleticilerinin, solunum yolundaki epitel hücrelerine zarar vererek epitelde geçirgenliği arttırdığını ve inflamatuvar hücre göçü, sitokinlerin artışı gibi bir dizi inflamatuvar olaya yol açtığını göstermiştir (19). Samsun'da, hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklarla ilişkisinin modellendiği bir çalışmada, hava kirliliğindeki aylık değişimlerin, akciğer hastalıklarının öksürük, nefes darlığı ve balgam gibi hastalık belirtilerinde değişime neden olduğu ve hava kirliliği arttıkça bu rahatsızlıkların arttığı gösterilmiştir (20). Kara ve arkadaşları (21), Niğde'de çevresel havada SO₂'nin 30 µg/m³ ve daha yüksek miktarda bulunduğu durumlarda daha fazla sayıda astım tanısı alan vaka rapor edildiğini göstermişler; 45-64 yaş arasındaki erkek hastalara koyulan astım tanısının çevresel SO₂ ile korele olduğunu saptamışlardır. Aynı tarihlerde yapılan 3 ulusal araştırma, artan ozon konsantrasyonlarının okul çağındaki çocukların akciğer fonksiyonlarında subakut bir bozulmaya neden olabileceğini göstererek ozona, ısınma kaynaklı kirleticilere ve asılı hava partiküllerinin ağır metal içeriğine dikkat çekmiştir (22,23,24). Demirel ve arkadaşları ise Eskişehir'de "ilkokul çocuklarının NO₂ ve ozona kişisel maruziyeti" konulu çalışmalarında; şehir merkezinde yaşayan çocuklarda kanser sıklığı risk düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir (25). Takip eden yılda Kütahya'da yapılan hava kirliliği ve hava koşullarının akut miyokard enfarktüsü (MI) insidansına etkisini araştıran bir çalışmada; 55 yaş altı hastalarda akut MI oluşumu ile SO₂ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuş ve MI sıklığı sonbahar mevsiminde en düşük iken, akut MI vaka sayısının en yüksek kış mevsiminde olduğu görülmüştür (26). Kocaeli'nde yapılan bir çalışmada ise bu çalışmayı destekler şekilde kışın ölçülen iç ve dış NO₂ ve SO₂ konsantrasyonlarının yaz aylarında ölçülen seviyelerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (27). Çapraz ve arkadaşlarının 2015 yılına ait araştırmasında; 2007-2012 yılları arasında şehirdeki hava kirliliğine kısa süreli maruz kalmanın artmış kardiyovasküler, solunumsal ve toplam kaza dışı ölümlle ilişkili olduğunu göstermiş; çalışmada etkisi incelenen üç kirletici (PM₁₀, SO₂ ve NO₂) arasında özellikle SO₂ nin kardiyovasküler hastalık, solunum hastalığı ve toplam ölümler için en büyük riski (RR:1,16) yarattığı ortaya konmuştur (28).

2009-2016 yılları verilerini kapsayan tez çalışmasında; ülke genelinde kurulu bulunan 210 hava kalitesi izleme istasyonuna ait verilerle, hava kirletici parametreleri ele alarak, ortamdaki hava kirliliğine uzun veya kısa süreli maruz kalmanın sağlık etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan DSÖ tarafından geliştirilmiş bir yazılım (AirQ+) kullanılmıştır. Partiküler maddenin (PM) uzun dönem sağlık etkileri arasında yer alan yetişkinlerde kronik bronşit sıklığının, Türkiye geneli için %39,4 olan

hava kirliliğine atfedilebilir oranının, PM seviyelerinin Avrupa Birliği (AB) limitlerine çekilmesi halinde %28,3 oranına; Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) limitlerine çekilmesi halinde %10,5 oranına düşeceği bildirilmiştir. Yine PM'nin kısa dönem sağlık etkilerinden olan astımlı çocuklarda semptomların görülme sıklığının AB limitlerine uyulduğu takdirde, %32,5 oranında azalması beklenirken, DSÖ limitlerine uyum halinde mevcut atfedilebilir oranın dörtte bir oranına kadar düşmesinin beklendiği hesaplanmıştır (29).

2016 yılında Bodrum'da ortaokul ve lise öğrencilerinde çevre bilincinin belirlenmesini amaçlayan çok önemli bir araştırma gerçekleştirilmiş; lise öğrencileri için "çok zararlı" olarak belirlenen ilk üç çevre sağlığı sorununun "sigara, santrallerden kaynaklanan hava kirliliği ve ozon tabakasının incelenmesi" olduğu görülmüştür (30). Tütünün yarattığı tehlikenin yanısıra, ekolojik tehlikeler konusunda farkındalığın artmasıyla birlikte konuyla ilgili bilimsel araştırmalar da kirlenici kaynaklarına göre çeşitlenmiş ve daha spesifik araştırma soruları ile yürütülmeye başlamıştır. 2017 yılında yayınlanan 2013-2015 yılları arasında İstanbul'da hava kirliliğinin hastane başvurularına etkisi inceleyen bir araştırmada PM₁₀, PM_{2.5} ve NO₂'ye kısa süreli maruziyetin, hastane başvurularının artmasıyla ilişkili olduğu ve PM_{2.5}' un en güçlü etkiye sahip olduğu tespit edilmiş; kadınların ve yaşlıların, hava kirliliğinin yarattığı solunum risklerine karşı daha duyarlı olduğu görülmüştür (31). Saygın ve arkadaşlarının Isparta'da yaptığı "Hava Kirliliğinin (PM₁₀ ve SO₂) Solunum Hastalıkları Astım ve Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması" isimli çalışmasında da PM₁₀ ile KOAH nedenli hastane viziti arasında güçlü bir korelasyon (r=0.59, p<0.01) tespit edilmiştir (32). Aynı yıl Kütahya'da yapılan "Türkiye'nin bir sanayi bölgesinde hava kirlenici konsantrasyonlarının modellenmesi" çalışması sonucunda; endüstriyel tesislerin SO₂, NO_x ve PM₁₀ emisyonlarına; konut ısıtma ve karayolu trafiğinin ise CO emisyonlarının artışına en fazla katkıda bulunan sektörler olduğu gösterilmiştir. Bölgedeki toplam 10 milyon ton yıllık linyit tüketimine sahip üç büyük enerji santrali, yüksek SO₂ konsantrasyonlarının ana kaynakları iken; yüksek PM₁₀ konsantrasyonlarının, esas olarak iki büyük açık ocak linyit madeninden kaynaklanmakta olduğu gösterilmiştir. Yüksek NO_x ve CO konsantrasyonlarının başlıca nedenleri olarak; otoyollar ve kentsel sokaklar dahil trafik, kentsel alanlarda yüksek linyit tüketimi ve konut ısıtması belirtilmiştir (33). Düzce'de yapılan benzer bir çalışmada ise hava kirlenicilerinin başlıca kaynaklarının trafik, metal endüstrisi ve fosil yakıt yanması ilgili emisyonlar olduğunu göstermiştir (34). Nitekim Cesur ve arkadaşlarının yaptığı araştırma, 2001 yılından 2016 yılına kadar Türkiye'de doğal gazın yaygınlaşmasının hem yetişkinlerdeki hem de yaşlılardaki ölüm oranlarında önemli azalmalara neden olduğunu gösterilmiştir (35).

2020 yılına doğru kirlenicilerin kalp ve akciğer hastalıklarında akut kötüleşme yaratmasının yanısıra, hastalıkların oluşumunda da doğrudan etkili olduğunu gösteren araştırmalar artış göstermiştir. Örneğin Düzce'den bir makalede bölgede PM₁₀'un, Obstrüktif Uyku Apne Sendromu için göreceli riski önemli ölçüde artıran bir parametre olduğu öne sürülmüştür (36). 2020 yılında Ereğli'de yapılan bir araştırmada, demir-çelik fabrikasına ev sahipliği yapan bölgede, kırsal şehirle karşılaştırıldığında, iki kattan daha fazla Multiple Skleroz (MS) prevalansı olduğu gösterilmiştir. Bu durum, hava kirliliğinin MS için olası bir etiyolojik faktör olabileceği hipotezini desteklemektedir (37). Karagün ve arkadaşlarının çalışmasında, egzama için poliklinik ziyaretlerinin, PM₁₀ seviyelerindeki değişikliklerle güçlü pozitif ilişkisi olduğu bulunmuştur (38). Bogan ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada, çöl tozu fırtınalarının, Gaziantep'te artan gebelik toksemisi riskinde bir etkisi olduğunu gösterilmiştir (39). Hava kirliliğinin etkilerinin başka bir boyutunu ele alan Kara ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada Niğde'de ortam hava kirliliğinin tetiklediği kanser ve kronik obstrüktif akciğer hastalığını tedavi etmek için gereken fonun sadece şehir merkezi dikkate alındığında bile yılda 9 milyon doları aşacağını tespit etmiştir (40).

2021 yılında yayınlan iki makale, ulusal hava kirliliği verilerimiz açısından çok önemli sonuçlar bildirmektedir. Kayıhan Pala ve arkadaşlarının “Türkiye’de PM_{2.5} kirleticisine uzun süre maruz kalmaya bağlı erken ölümler” başlıklı makalesinde, 2018 yılında Türkiye’de PM_{2.5} maruziyeti nedeniyle toplam 44.617 kişinin (%95 GA: 29.882-57.709) erken öldüğü ortaya konmuştur (41). Ayrıca Aykaç ve Yasin’e ait başka bir araştırmada, Avrupa ülkelerinde kirleticiler açısından azalmalar söz konusu iken, 2016-2019 yılları arasında Türkiye’de partikül madde kaynaklı hava kirliliğinin belirgin bir şekilde gerilemediği aksine, bazı illerde hava kirliliğinin kalıcılık kazandığı tespit edilmiş ve bazı istasyonların, yetersiz ölçüm faaliyetleri nedeniyle hava kalitesi izlemede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir (42). Yine Aykaç ve arkadaşlarına ait İstanbul’daki hava kirliliğinin beş yıllık izlem sonuçlarını sunan araştırmada, 2016-2020 yılları arasındaki 5 yıllık dönemde hava kirleticilerinde belirgin bir azalma görülmemiştir (43). 2020 yılına değin dış ortam hava kirliliğinin sağlık etkileri üzerine yapılan ulusal araştırmalar ve sonuçları Tablo 1 de özetlenmiştir.

Tablo 1. 2020 yılına dek dış ortam hava kirliliğini sağlık etkilerini değerlendiren araştırmalar

ARAŞTIRMA	HAVA KİRLİLİĞİ SAĞLIK ETKİSİ SONUÇLARI
Keleş N, 1999 (7)	Alerjik rinit sıklığı artışı
Keleş N, 1999 (8)	Allerjik semptom artışı
Olgun Ç, 1996 (9)	0-2 yaş grubunda mortalite artışı
Dağlı E, 1996 (10)	Solunum yolu hastalıkları artışı
Şahin Ü, 2000 (11)	Mortalite artışı
Ünsal A, 1999 (12)	Solunum yolu hastalarının acil başvuruları artışı
Çelikoğlu M, 1999 (13)	Astım hastalarının acil servis başvurunda artış
Fişekçi F, 1999 (14)	KOAH acil başvuruları artış
Fişekçi F, 2000 (15)	Astım acil başvuruları artış
Çelikten E, 1998 (16)	KOAH hastaneye yatışta artış
Bozkurt Aİ, 1998 (17)	Astımlılarda semptom ve kurtarıcı ilaç kullanımı artışı
Ergenoğlu T, 2001 (18)	FEV ₁ ve FEV ₁ /FVC değerlerinde anlamlı düşüş
Bayram H, 2013 (19)	Solunum yolundaki epitel hücre hasarı, epitelde geçirgenlik artışı
Cengiz M, 2013 (20)	Solunumsal semptomlarda artış
Kara E, 2013 (21)	Çevresel SO ₂ atışı ile astım tanısı artışı
Altuğ H, 2013 (23)	Okul çağındaki çocukların akciğer fonksiyonlarında subakut bozulma
Demirel G, 2014 (25)	Şehir merkezinde yaşayan çocuklarda kanser sıklığı risk düzeylerinin yüksekliği
Sen T, 2016 (26)	55 yaş altı hastalarda akut MI oluşumu ile SO ₂ arasındaki ilişki
Çapraz Ö, 2015 (28)	hava kirliliğine kısa süreli maruz kalmanın artmış kardiyovasküler, solunumsal ve toplam kaza dışı ölümle ilişkisi
Tosun E, 2017 (29)	AirQ+ yöntemi ile hava kirliliğine atfedilebilir hastalık ve ölüm oranları
Çapraz Ö, 2017 (31)	PM ₁₀ , PM _{2.5} ve NO ₂ 'ye kısa süreli maruziyetin, hastane başvurularının artmasıyla ilişkili
Saygın M, 2017 (32)	PM ₁₀ ile KOAH nedenli hastane viziti arasında güçlü korelasyon
Cesur R, 2018 (35)	2001 yılından 2016 yılına kadar Türkiye’de doğal gazın yaygınlaşmasıyla hem yetişkinlerdeki hem de yaşlılardaki ölüm oranlarında önemli azalma

Tablo 1. (Devamı)

Yıldız Gülhan P, 2020 (36)	PM ₁₀ Obstrüktif Uyku Apne Sendromu için göreceli riski önemli ölçüde artıran bir parametre
Türk Börü Ü, 2020, (37)	Hava kirliliği MS için olası bir etiyolojik faktör
Karagün E, 2021, (38)	Egzama için poliklinik başvuruları ve PM ₁₀ seviyelerindeki değişikliklerle ilişkisi
Bogan M, 2021, (39)	Çöl tozu fırtınaları ile artan gebelik toksemisi riski
Kara E, 2021, (40)	Hava kirliliğinin tetiklediği kanser ve kronik obstrüktif akciğer hastalığını tedavi etmek için gereken fon yılda 9 milyon dolar

COVID-19 Pandemisi döneminde dış ortam hava kirliliği değişimini ve etkilerini değerlendiren ulusal araştırmalar:

Dünya Sağlık Örgütü'nün 11 Mart 2020 tarihinde pandemi ilan etmesi ile birlikte, yüzyıla damgasını vuran Covid-19 pandemisinin hava kirliliği ile ilişkisini inceleyen makaleler, 2020 yılının ikinci yarısından itibaren ülkemizden de yayınlanmaya başlamıştır. Aydın ve arkadaşları, Aralık 2019'dan Mayıs 2020'ye kadar Türkiye'de kapanma dönemlerinin hava kalitesi üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmalarında, PM_{2.5} düzeyinin çoğu şehirde azaldığını fakat ozon düzeyinin arttığını tespit etmiştir. Ozondaki artış, güneş ışığı penetrasyonunu artıran ve buna bağlı olarak NO_x'in parçalanmasını artıran PM'deki azalmadan kaynaklanmaktadır (44). Orak ve arkadaşlarının "COVID-19 karantinasının PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonları üzerindeki etkileri ve Türkiye genelinde insan hareketliliği ile ilişkisi" isimli çalışmasında PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyonları, önceki beş yıla (2015-2019) göre Nisan 2020'de sırasıyla şehirlerin %67'sinde ve %59'unda daha düşük tespit edilmiştir. Korelasyon sonuçları ise restoran/kafe, transit ve işyerleri hareketliliğinin, Türkiye'deki PM₁₀ ve SO₂ konsantrasyon seviyeleri ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir (45). Öte yandan İstanbul'da yapılan bir araştırmada, COVID-19 kapsamında 2020 yılında uygulamaya konulan iki günlük fiziki hareket kısıtlamalarının kirleticiler üzerinde olumlu bir etkisi izlenmemiştir. Ancak 23-26 Nisan, 1-3 Mayıs ve 23-26 Mayıs tarihlerinde gerçekleştirilen kapanma dönemlerinde partikül madde, nitrojen oksit ve nitrojen dioksit konsantrasyonlarında sırasıyla ortalama %33,4, %59,6 ve %52,6 oranında düşüş saptanmıştır (43).

Aykaç ve Etiler'e ait araştırmada, İstanbul'da, sosyoekonomik durum, hane halkı büyüklüğü ve yaşlı nüfus oranı ile COVID-19 ölüm oranı ilişkili bulunmuş ve COVID-19 ölüm oranı, PM₁₀, SO₂ ve NO₂ hava kirleticilerindeki artışla ilişkilendirilmiştir (46). Saygın ve arkadaşları, ülke çapında yaptıkları bir araştırmada, SARS-CoV-2'nin ortamdaki partiküller tarafından taşınabileceğini ve bu nedenle halkın, hastane çevresi gibi "sıcak nokta" alanlarında açık hava etkinlikleri sırasında yüz maskeleri gibi kişisel koruyucu ekipmanları kullanmalarını önermiştir (47).

SONUÇ

Sonuç olarak, ülkemizde hava kirliliğinin sağlık üzerine etkilerini ortaya koymak konusunda 90'lı yıllardan bu yana pek çok çaba söz konusu olsa da; O₃, VOC, NO_x, PM_{2.5} gibi kirleticilerin ölçümlerinin halen yaygın bir şekilde yapılmıyor olması, ölçümleri yapılan kirleticilerin maruziyet-hastalık fonksiyonlarının iklim ve coğrafi değişkenlere göre modellenerek değerlendirilememiş olması, standardize epidemiyolojik çalışmalar için uygun bilgi ağı ve kayıt sisteminin mevcut olmaması, istasyonların sayısının ve veri kalitesinin yetersizliği gibi birçok sebeple bu konudaki çabalar halen hedefine tam olarak ulaşamamıştır.

KAYNAKLAR

1. Pest im Winter. Der Spiegel. 9 Nisan 1973. Sayı 16
2. Cumhuriyet senatörü ve milletvekili Celallettin Bedri Ertuğ'un Siyasi Hayatı. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi 2016; 4 (26): 1-23
3. Sümer GC: Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye'de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemelerin Ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. International Journal of Economic and Administrative Studies. Year:7 Number 13, Summer 2014 ISSN 1307-9832
4. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2020a) Nitrogen dioxide (NO2) pollution. [Basic Information about NO2 | US EPA](#), Accessed 23 August 2022
5. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2020b) Particulate matter (PM) pollution. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>, Accessed 23 August 2022
6. World Health Organization (WHO 2022). Health Topics. Air Pollution [Air quality and health \(who.int\)](#) (Accessed 23 August 2022)
7. Keleş N, İlicali C, Değer K. The effects of different levels of air pollution on atopy and rhinitis. Am J Rhinol 1999; 13 (3):185-190.
8. Keleş N, İlicali OC, Değer K. Impact of air pollution on prevalence of rhinitis in İstanbul. Arch Environ Health 1999; 54 (1): 48-51.
9. Olgun Ç. Hava Kirliliğinin 0-2 Yaş Grubunda Solunum Sistemi Enfeksiyonlarında Mortalite ve Morbidite Yönünden Etkisi (Tez) İstanbul.Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Hastanesi 1996.
10. Dağlı E, Erk M, Tutluoğlu B ve ark. İstanbul'da Hava Kirliliği ile Akut Solunum Yolu Hastalıkları Arasındaki İlişki. Toraks Derneği 1. Yıllık Kongresi, 6-10 Mayıs 1996; Nevşehir/Türkiye. Adana: Kemal Matbaası 31.
11. Şahin Ü. İstanbul'da 1994-1998 Hava Kirliliği Düzeyleri ile Mortalite Arasındaki İlişki (Tez) İstanbul. İstanbul Üniversitesi 2000
12. Ünsal A, Metintaş S, Öner S, İnan OÇ. Eskişehir'de Hava Kirliliği ve Bazı Hastalıklar Nedeniyle Acil Başvurularının İncelenmesi. Tüberküloz ve Toraks 1999; 47 (4): 449-455.
13. Çelikoğlu M. Kocaeli İli'nde Hava Kirliliği ve Meteorolojik Faktörlerin Astma Bronşiale Üzerine Etkisi (Tez) Kocaeli : Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi 1999.
14. Fişekçi F, Özkurt S, Başer S, Daloğlu G, Hacıoğlu M. Effect of Air Pollution on COPD Exacerbations. Eur Respir J 1999;14 (Suppl 30): 393s.
15. Fişekçi F, Özkurt S, Baser S, Daloğlu G, Hacıoğlu M. Air Pollution and Asthma Attacks. Eur Respir J 2000;16 (Suppl 31): 290s.
16. Çelikten E, Demir A, Taşdoğan N ve ark. KOAH nedeniyle hastane yatış ve eksitus sayıları ile hava kirliliği ilişkisi. Toraks Derneği 2. Kongresi, 6-10 Mayıs 1998 Antalya, 81.
17. Bozkurt Aİ, Bozkurt N, Filiz A. Hava kirliliğinin orta dereceli astımlıların yaşam kalitesi üzerine etkisi. Toraks Derneği 2. Kongresi, 6-10 Mayıs 1998; Antalya 47.
18. Ergeneoğlu, Hazar M, Beydağı H ve ark. Hava Kirliliğinin Aerobik Kapasite ve Solunum Fonksiyonları na Etkisi. T Klin Tıp Bilimleri 2001; 21: 29› 2-295.
19. Hasan Bayram, Fusun Fakili, Bülent Gögebakan, Recep Bayraktar, Serdar Öztuzcu, Öner Dikensoy, Kian Fan Chung, Effect of serum on diesel exhaust particles (DEP)-induced apoptosis of airway epithelial cells in vitro, Toxicology Letters, Volume 218, Issue 3, 2013, Pages 215-223,
20. Cengiz Ma, Şenel T, Terzi E, Savaş N, Terzi Y. Samsun Bölgesindeki Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıkların İstatistiksel Modellenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. 2013;3(8):27-36
21. Kara E, Özdilek HG, Kara EE. [Ambient air quality and asthma cases in Niğde, Turkey](#). Environ Sci Pollut Res Int. 2013 Jun;20(6):4225-34. doi: 10.1007/s11356-012-1376-0.

22. Sari D, Bayram A. [Quantification of emissions from domestic heating in residential areas of İzmir, Turkey and assessment of the impact on local/regional air-quality](#). Sci Total Environ. 2014 Aug 1;488-489:429-36. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.033.
23. Altuğ H, Gaga EO, Döğeroğlu T, Ozden O, Ormektekin S, Brunekreef B, Meliefste K, Hoek G, Van Doorn W. [Effects of air pollution on lung function and symptoms of asthma, rhinitis and eczema in primary school children](#). Environ Sci Pollut Res Int. 2013 Sep;20(9):6455-67. doi: 10.1007/s11356-013-1674-1.
24. Ergenekon P, Ulutaş K. Heavy metal content of total suspended air particles in the heavily industrialized town of Gebze, Turkey. Bull Environ Contam Toxicol. 2014 Jan;92(1):90-5. doi: 10.1007/s00128-013-1148-7.
25. Demirel G, Ozden O, Döğeroğlu T, Gaga EO. Personal exposure of primary school children to BTEX, NO₂ and ozone in Eskişehir, Turkey: relationship with indoor/outdoor concentrations and risk assessment. Sci Total Environ. 2014 Mar 1;473-474:537-48. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.12.034.
26. Sen T, Astarcioglu MA, Asarcikli LD, Kilit C, Kafes H, Parspur A, Yaymaci M, Pinar M, Tüfekcioglu O, Amasyali B. The effects of air pollution and weather conditions on the incidence of acute myocardial infarction. Am J Emerg Med. 2016 Mar;34(3):449-54. doi: 10.1016/j.ajem.2015.11.068.
27. Bozkurt Z, Doğan G, Arslanbaş D, Pekey B, Pekey H, Dumanoglu Y, Bayram A, Tuncel G. Determination of the personal, indoor and outdoor exposure levels of inorganic gaseous pollutants in different microenvironments in an industrial city. Environ Monit Assess. 2015 Sep;187(9):590. doi: 10.1007/s10661-015-4816-8.
28. Çapraz Ö, Efe B, Deniz A. Study on the association between air pollution and mortality in İstanbul, 2007–2012. Atmospheric Pollution Research 2016; 7 (1): 147-154
29. Tosun E. Türkiye'nin 2009-2016 Yılları Arasındaki Hava Kalitesi Verilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi 2017
30. Sevcancan F, Yavuz CI, Acar Vaizoğlu S. Environmental consciousness of students from secondary and high schools in Bodrum, Turkey. Environ Sci Pollut Res Int. 2017 Jan;24(3):3045-3053. doi: 10.1007/s11356-016-7969-2.
31. Çapraz Ö, Deniz A, Doğan N. Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in İstanbul, Turkey, 2013 to 2015. Chemosphere. 2017 Aug;181:544-550. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.04.105.
32. Saygın M, Gonca T, Öztürk Ö, Has M, Çalışkan S, Has ZG, Akkaya A. To Investigate the Effects of Air Pollution (PM10 and SO2) on the Respiratory Diseases Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Turk Thorac J. 2017 Apr;18(2):33-39. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2017.16016.
33. Tuygun GT, Altuğ H, Elbir T, Gaga EE. Modeling of air pollutant concentrations in an industrial region of Turkey. Environ Sci Pollut Res Int. 2017 Mar;24(9):8230-8241. doi: 10.1007/s11356-017-8492-9.
34. Bozkurt Z, O Gaga E, Taşpınar F, Arı A, Pekey B, Pekey H, Döğeroğlu T, Özden Üzmez Ö. Atmospheric ambient trace element concentrations of PM10 at urban and sub-urban sites: source apportionment and health risk estimation Environ Monit Assess. 2018 Feb 23;190(3):168. doi: 10.1007/s10661-018-6517-6.
35. Cesur R, Tekin E, Ulker A.J Can natural gas save lives? Evidence from the deployment of a fuel delivery system in a developing country. Health Econ. 2018 May;59:91-108. doi: 10.1016/j.jhealeco.2018.03.001.
36. Yıldız Gülhan P, Güleç Balbay E, Elverişli MF, Erçelik M, Arbak P. Do the levels of particulate matters less than 10 µm and seasons affect sleep? Aging Male. 2020 Mar;23(1):36-41. doi: 10.1080/13685538.2019.1655637.

37. Türk Börü Ü, Bölük C, Taşdemir M, Gezer T, Serim VA. Air pollution, a possible risk factor for multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand.* 2020 May;141(5):431-437. doi: 10.1111/ane.13223.
38. Karagün E, Yıldız P, Cangür Ş. Effects of climate and air pollution factors on outpatient visits for eczema: a time series analysis. *Arch Dermatol Res.* 2021 Jan;313(1):49-55. doi: 10.1007/s00403-020-02115-9.
39. Bogan M, Al B, Kul S, Zengin S, Oktay M, Sabak M, Gümüşboğa H, Bayram H. The effects of desert dust storms, air pollution, and temperature on morbidity due to spontaneous abortions and toxemia of pregnancy: 5-year analysis. *Int J Biometeorol.* 2021 Oct;65(10):1733-1739. doi: 10.1007/s00484-021-02127-8.
40. Kara E, Özdilek HG, Kara EE, Balcandı F, Mestav B. Ambient Air Quality and General Health Outcomes in Nigde (Turkey) between 2011 and 2017. *Iran J Public Health.* 2021 Oct;50(10):1963-1972. doi: 10.18502/ijph.v50i10.7496.
41. Pala K, Aykac N, Yasin Y. Premature deaths attributable to long-term exposure to PM2.5 in Turkey. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021 Oct;28(37):51940-51947. doi: 10.1007/s11356-021-13923-5.
42. Aykaç N, Yasin Y. Persistent Ambient Air Pollution in Turkey: A 4-Year Analysis. *Turk Thorac J.* 2021 Nov;22(6):482-488. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2021.21121.
43. Aykaç N, Bostan P, Olcay S, Ozturk B. Five-Year Analysis of Air Pollution in Istanbul Including Also the Impact of the COVID-19 Pandemic. *İzmir Göğüs Hastanesi Dergisi.* 2021; 35(3): 1 - 12. doi: 10.5222/IGH.2021.78941
44. Aydın S, Nakiyngi BA, Esmen C, Güneysu S, Ejjada M. Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perspective. *Environ Dev Sustain.* 2021;23(5):7573-7580. doi: 10.1007/s10668-020-00933-5.
45. Orak NH, Ozdemir O. The impacts of COVID-19 lockdown on PM10 and SO2 concentrations and association with human mobility across Turkey. *Environ Res.* 2021 Jun;197:111018. doi: 10.1016/j.envres.2021.111018.
46. Aykaç N, Etiler N. COVID-19 mortality in Istanbul in association with air pollution and socioeconomic status: an ecological study. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2022 Feb;29(9):13700-13708. doi: 10.1007/s11356-021-16624-1.
47. Kayalar Ö, Arı A, Babuççu G, Konyalılar N, Doğan Ö, Can F, Şahin ÜA, Gaga EO, Levent Kuzu S, Arı PE, Odabaşı M, Taşdemir Y, Sıddık Cindoruk S, Esen F, Sakın E, Çalışkan B, Tecer LH, Fıçıcı M, Altın A, Onat B, Ayvaz C, Uzun B, Saral A, Döğeroğlu T, Malkoç S, Üzmez ÖÖ, Kunt F, Aydın S, Kara M, Yaman B, Doğan G, Olgun B, Dokumacı EN, Güllü G, Uzunpınar ES, Bayram H. Existence of SARS-CoV-2 RNA on ambient particulate matter samples: A nationwide study in Turkey. *Sci Total Environ.* 2021 Oct 1;789:147976. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147976.