

KONYA İLİNDE 2016-2019 YILLARI ARASINDA NO₂ KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN MORTALİTEYE ETKİSİNİN AIRQ+ YAZILIMI ARACILIĞIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Evaluation of the Effect of NO₂ Originated Air Pollution on Mortality in Konya Province Between 2016-2019 by Using AirQ+ Software

Elif Nur YILDIRIM ÖZTÜRK¹, Mehmet UYAR², Mustafa ÖZTÜRK³

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı, azot dioksit (NO₂) kaynaklı hava kirliliğinin Konya'daki etkisini araştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Araştırma ekolojik tiptedir. Konya iline ait 2016, 2017, 2018 ve 2019 yılı nüfus ve ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan elde edilmiştir. Hava kalitesi ölçüm istasyonu verilerinden NO₂ değerlerine 01.01.2016-31.12.2019 tarihlerini kapsayacak biçimde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait internet sayfasından ulaşılmıştır. AirQ+ yazılımının NO₂ için önerdiği rölatif risk değeri (1041 %95 Güven Aralığı 1019-1064) kullanılmıştır. NO₂ sınır değeri olarak HRAPIE projesinde önerilen yıllık limit değer olan 20 µg/m³ sınır değer kabul edilmiştir.

Bulgular: Konya'da 2016 yılı için ortalama NO₂ düzeyi 48,61, 2017 yılı için 71,50, 2018 yılı için 72,03 ve 2019 yılı için 44,84 µg/m³ idi. NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızı 2016'da %10,86, 2017'de %18,69, 2018'de %18,87 ve 2019'da %9,5 idi. NO₂ kirliliğine atfedilen tahmini ölüm sayısı 2016'da 1141, 2017'de 2038, 2018'de 2043 ve 2019'da 1041 idi.

Sonuç: Araştırma sonucunda Konya'da 2016-2019 yılları arası dört yıllık süreçte NO₂ değerleri 40 µg/m³'ün üzerindedir. NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızları literatürdeki diğer ülke ve şehirlerin değerlerinin üzerindedir. Hava kirliliği ilişkili morbidite ve mortalite önemli bir halk sağlığı sorunudur. Hava kirliliği değerlerinin takibi hem alınacak önlemlerin seçimi hem de alınan önlemlerin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği; NO₂; AIRQ+; Mortalite hızı

ABSTRACT

Objective: The objective of this research was to investigate the impact of nitrogen dioxide (NO₂) originated air pollution in Konya, Turkey.

Material and Methods: The study is of ecological type. The population and death data for the Konya province based on 2016, 2017, 2018 and 2019 are obtained from the Turkish Statistical Institute. NO₂ values from the air quality measurement station data were obtained from the website of the T.R. Ministry of Environment and Urbanization, based on dates between 01.01.2016-31.12.2019. The relative risk value (1041 95% CI 1019-1064) suggested by the AirQ+ software for NO₂ was used. As the NO₂ limit value, 20 µg/m³, which is the annual limit value recommended in the HRAPIE project has been accepted.

Results: The mean NO₂ level in Konya for 2016 was 48.61, 71.50 for 2017, 72.03 for 2018 and 44.84 µg/m³ for 2019. The death rate attributed to NO₂ pollution was 10.86% in 2016, 18.69% in 2017, 18.87% in 2018 and 9.5% in 2019, respectively. The estimated number of deaths attributed to NO₂ pollution was 1141 in 2016, 2038 in 2017, 2043 in 2018 and 1041 in 2019.

Conclusion: As a result of the research, NO₂ values are over 40 µg/m³ in the four-year period between 2016-2019 in Konya. Death rates attributed to NO₂ pollution are above the values of other countries and cities in the literature. Air pollution-related morbidity and mortality is an important public health problem. Monitoring of air pollution values is important both for the selection of actions to be taken and for the evaluation of actions taken.

Keywords: Air pollution; NO₂; AIRQ+; Mortality rate

¹Konya Akşehir İlçe Sağlık Müdürlüğü
²Necmettin Erbakan Üniversitesi
Meram Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı Anabilim Dalı,
Konya,
Türkiye.
³Konya Akşehir Devlet Hastanesi

Elif Nur YILDIRIM ÖZTÜRK, Uzm. Dr.
(0000-0003-1447-9756)
Mehmet UYAR, Doç. Dr.
(0000-0002-3954-7471)
Mustafa ÖZTÜRK, Uzm. Dr.
(0000-0002-4514-2729)

İletişim:

Uzm. Dr. Elif Nur YILDIRIM ÖZTÜRK
Seyran Mahallesi Sağlık Sokak No:12
Akşehir/Konya/Türkiye

Geliş tarihi/Received: 02.09.2021
Kabul tarihi/Accepted: 07.01.2022
DOI: 10.16919/bozoktip.990235

Bozok Tıp Derg 2022;12(1):11-16
Bozok Med J 2022;12(1):11-16

Giriş

Hava kirliliği sağlık üzerinde büyük etkiye sahiptir. Dünya çapında hava kirliliğine bağlı olarak her yıl yedi milyon kadar insan yaşamını kaybetmektedir. Bu ölümlerin dört milyonundan fazlasından dış ortam hava kirliliği sorumlu tutulmaktadır. Dünya üzerinde yaşayan her on kişiden dokuzu, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlediği hava kirliliği limit değerlerinin aşıldığı yerlerde yaşamını sürdürmektedir. Düşük ve orta gelirli ülkelerde hava kirleticilerine maruziyet daha fazladır (1). Hava kirliliğinden uzun ve kısa etkileniminin sağlık etkileri olmaktadır. Temel olarak solunum sistemi ve kardiyovasküler sistem etkilenmektedir (2). Hava kirliliği, kanser, koroner arter hastalıkları, solunum sistemi enfeksiyonları, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), astım, göz iritasyonu gibi sağlık sorunları risklerini arttırmaktadır. Hava kirliliği çocuklarda düşük doğum ağırlığı, ani bebek ölümü sendromu, astım, bronşit, pnömoni riskini arttırmaktadır (3). Ciddi etkiler hali hazırda bir hastalığı bulunan kişilerde daha sık ortaya çıkmaktadır. Ayrıca çocuklar, yaşlılar ve yoksullar hava kirliliğinden daha fazla etkilenmektedir (2). DSÖ verilerine göre 2016 yılı için dış ortam hava kirliliğine atfedilen ölümler yüz bin kişide her iki cinsiyette yaşa standardize olarak Rusya için 46,24 (36,87-57,21), ABD için 13,31 (9,51-17,78), Kanada için 6,96 (4,63-9,80), Brezilya için 24,06 (19,30-30,22), Çin için 66,73 (57,74-75,79), Hindistan için 109,4 (96,73-124,20), Türkiye için 46,57 (40,17-53,31), İtalya için 14,96 (11,35-19,80), Almanya için 16,00 (11,95-20,68), Fransa için 9,71 (7,31-12,89) ve İsveç için 7,16 (4,49-10,94)'dir (4). Hava kirliliğine sebep olan belli başlı kirleticiler partiküler madde, ozon, sülfür dioksit ve azot dioksittir (NO₂) (5). Yaygın hava kirleticilerden biri olan NO₂ ana kaynağı otomobil, otobüs, kamyon egzoz emisyonları ve santrallerdir. Solunum havasındaki yüksek konsantrasyonlar solunum yollarının iritasyonuna neden olur. Kısa süreli maruziyetler astımı agra ve eder ve öksürük, nefes darlığı, hışıltı gibi solunum semptomlarına neden olarak acil servis ziyaretlerini arttırır. Uzun süreli NO₂ maruziyetleri astıma ve artmış solunum yolu enfeksiyonu riskine sebep olur (6). NO₂ için DSÖ tarafından belirlenen yıllık limit değeri 40 µg/m³, Eylül 2021 itibariyle 10 µg/m³ olarak güncellenmiştir (5). Avrupa Birliği (AB) de aynı

değerleri limit olarak kabul etmektedir (7). 2013 yılında gerçekleştirilen 'Health Risks of Air Pollution in Europe' (HRAPIE) projesinde NO₂ için yıllık değer 20 µg/m³ olarak önerilmiştir (8). Türkiye'de yıllık NO₂ limit değeri 40 µg/m³'tür. Türkiye'de hedef limit değere ulaşmak için son tarih 2024 olarak belirlenmiştir (9).

Bu çalışmada Konya ilinde 2016-2019 yılları arasındaki dört yıllık süreç içinde NO₂ kaynaklı hava kirliliğinin mortaliteye etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırma ekolojik tipte bir epidemiyolojik çalışmadır. Araştırma için Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (Sayı: 2021/3466, Tarih: 05.11.2021).

Araştırma için Konya iline ait 2016, 2017, 2018 ve 2019 yılı nüfus ve ölüm verileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan bilgi edinme talebiyle elde edilmiştir. Bahsi geçen dört yılda gerçekleşen ölümlerden, zehirlenme ve yaralanma nedeni olanlar dışlandıktan sonra, yüz binde kaba ölüm hızı hesaplanmıştır. Hava kalitesi ölçüm istasyonu verilerinden NO₂ değerlerine 01.01.2016-31.12.2019 tarihlerini kapsayacak biçimde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait resmi internet sayfasından ulaşılmıştır (10). Çalışmada NO₂ ölçüm sayıları yıl boyunca %50 ve üzerinde olan hava kalitesi ölçüm istasyonlarının verileri kullanılmıştır.

DSÖ Avrupa Bölge Ofisi hava kalitesinin mortalite ve morbidite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla AirQ+ isimli bir yazılım geliştirmiştir. AirQ+, hava kirliliğinin, belirlenmiş bir nüfusun sağlığı üzerindeki etkilerinin niceliğini hesaplamak amacıyla kullanılmaktadır. Yazılım ile dış ortam hava kirliliğine uzun ve kısa süreli maruziyet ve iç ortam hava kirliliğine uzun süreli maruziyetin etkileri değerlendirilebilmektedir. AirQ+ yazılımı ile gerçekleştirilen tüm hesaplamalar epidemiyolojik çalışmalarla oluşturulan metodolojilere ve konsantrasyon-yanıt fonksiyonlarına dayanmaktadır. Baz alınan konsantrasyon-yanıt fonksiyonları sistematik derleme ve meta analiz çalışmalarından temel almaktadır (11).

AirQ+ yazılımının ihtiyaç duyduğu verilerden NO₂ düzeylerinin yıllık ortalamalarına erişmek amacıyla, %50 ve daha fazla ölçüm yapmış olan istasyonların ilgili yıldaki NO₂ düzeyleri toplanarak istasyon sayısına

bölünmüştür. Ayrıca ilgili yıldaki risk altındaki nüfus ve yüz binde kaba ölüm hızı yazılıma girilmiştir. AirQ+ yazılımının NO₂ için önerdiği rölatif risk değeri (1041 %95 Güven Aralığı 1019-1064) kullanılmıştır. NO₂ sınır değeri olarak HRAPIE projesinde önerilen yıllık limit değer olan 20 µg/m³ sınır değer kabul edilmiştir (8). DSÖ'nün Eylül 2021 itibariyle güncel değeri olan 10 µg/m³, araştırma kapsamındaki verilerin tarihinden sonra belirlendiğinden limit değer olarak kullanılmamıştır. Çalışmaya ilişkin analizlerden tanımlayıcı istatistikler manuel yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Diğer istatistikler AirQ+ yazılımı aracılığıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Kategorik verilerinin özetlenmesinde sayı ve yüzdeler, sayısal verilerin

özetlenmesinde ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri kullanılmıştır. NO₂ kaynaklı hava kirliliğine atfedilen mortaliteyle ilişkili hesaplamalar AirQ+ yazılımının kendi metodolojisi üzerinden yapılmıştır.

BULGULAR

Konya ilinde bulunan ve 01.01.2016-31.12.2019 tarihleri arasında aktif olarak ölçüm yapmakta olan 3 hava kalitesi ölçüm istasyonu vardı. Bu istasyonlardan %50 ve üzerinde ölçüm yapmış olan istasyonların 2016 yılı için ortalama NO₂ düzeyi 48,61, 2017 yılı için 71,50, 2018 yılı için 72,03 ve 2019 yılı için 44,84 µg/m³ idi. İstasyonlara ait ölçümlerin detayları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Konya ili 2016-2019 yılları arası NO₂ düzeyleri ve istasyonların ölçüm yüzdeleri

Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu	Yıllar	NO ₂ Ortalama (µg/m ³)±standart sapma (Min-Max)	Ölçüm yüzdesi
Karatay	2016	48,15±26,72 (4,22-161,37)	91,8
	2017	84,84±70,39 (18,21-338,29)	88,8
	2018	63,25±54,06 (16,80-345,00)	51,5
	2019	35,92±47,34 (3,34-392,97)	86,8
Meram	2016	0	0*
	2017	0	0*
	2018	0	0*
	2019	59,32±17,49 (25,60-97,70)	16,7*
Selçuklu-Belediye	2016	49,07±27,34 (8,76-148,36)	54,9
	2017	58,16±38,74 (9,93-308,78)	66,8
	2018	80,81±74,23 (19,35-353,76)	58,9
	2019	53,75±23,45 (11,88-122,85)	70,1
%50 ve üzerinde ölçüm yapılmış istasyonlar	2016	48,61 (4,22-161,37)	
	2017	71,50 (9,93-338,29)	
	2018	72,03 (16,80-353,76)	
	2019	44,84 (3,34-392,97)	

*Hesaplamaya dâhil edilmeyen istasyon verilerini göstermektedir.

Konya ilinde NO₂ kirliliğine atfedilebilen ölüm sayısı 2016 yılı için 1141 (551-1708), 2017 yılı için 2038 (1007-2981), 2018 yılı için 2043 (1010-2987) ve 2019 yılı için 1041 (501-1565)'di. NO₂'den kaynaklanan hava kirliliğine atfedilebilecek ölüm sıklıkları 2016 yılında 10,86 (5,24-16,26), 2017 yılında 18,69 (9,24-27,35), 2018 yılında 18,87 (9,33-27,59) ve 2019 yılında 9,5 (4,57-14,28) idi (Tablo 2).

TARTIŞMA

NO₂'ye maruziyetin morbidite ve mortaliteyle ilişkisini ortaya koyan pek çok epidemiyolojik kanıt vardır. Endonezya'da 0-3 yaş grubu 4931 çocuğu içine alan bir çalışmada NO₂'ye maruziyetin akut solunum yolu enfeksiyonlarını arttırdığı belirlenmiştir (12). NO₂ ile akciğer kanseri ilişkisini araştıran bir meta-analizde NO₂ maruziyetinin akciğer kanseri riskini arttırdığı bulunmuştur (13). Yirmi sekiz araştırmanın dâhil edildiği bir meta-analiz çalışmasında NO₂'deki 10 µg/m³'lük artışın KOAH riskini %2 arttırdığı saptanmıştır (14). Japonya'da 73.970 kişiyle yapılan bir çalışmada NO₂ maruziyetinin tüm ölüm nedenleriyle ve akciğer kanserinden ölümlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir (15). Otuz dört çalışmanın dâhil edildiği bir meta-analizde NO₂'deki 10 µg/m³'lük artışın tüm ölüm nedenlerinden ölüm riskini ve kardiyovasküler ve solunum sistemi ilişkili ölüm riskini arttırdığı bulunmuştur (16). Çin'de 73 yetişkin üzerinde yapılan bir çalışmada trafik kaynaklı hava kirliliğine maruz kalmanın insülin direncini artırabileceği sonucuna ulaşılmıştır (17). Çin'de 25.493 tekil gebe kadının dâhil edildiği bir kohortta NO₂'nin özellikle üçüncü trimester maruziyetlerinin erken doğuma yol açabileceği belirlenmiştir (18). Çin'de yapılan bir çalışmada NO₂'nin kardiyovasküler mortalite üzerindeki etkisini soğuk mevsimin ve düşük sıcaklıkların önemli ölçüde arttırabildiği bulunmuştur

(19). İspanya'da 18 ilköğretim okulu bölgesinde yapılan NO₂ düzeylerinin sağlık etkisinin değerlendirildiği çalışmada NO₂ ile astım ilişkilendirilmiştir (20). Romanya'da iki kentsel bölgede yapılan bir değerlendirmeye göre trafik ve endüstri kaynaklı NO₂ düzeylerinin, 2016 ve 2017 yılları için 40 µg/m³'ün üzerinde olduğu belirlenmiştir (21). Ayrıca Çin'de yapılan bir çalışmada iç ortamlardaki yüksek NO₂ düzeylerinin Covid-19 bulaşını artırabileceği sonucuna ulaşılmıştır (22).

Washington Üniversitesi Sağlık Ölçümleri ve Değerlendirme Enstitüsü'nün (WÜSÖDE) Küresel Hastalık Yükü çalışması bağlamında geliştirdiği GBD Compare Tool isimli araca bakıldığında, 2019 yılında hava kirliliğinin iskemik kalp hastalığına bağlı ölümlerin %20,17'sinden, inmeyle ilgili ölümlerin %25,97'sinden, trakea, bronş ve akciğer kanserine bağlı ölümlerin %18,96'sından, Diyabetes Mellitus ilişkili ölümlerin %18,86'sından, KOAH'a bağlı ölümlerin %39,92'sinden, alt solunum yolu enfeksiyonu nedeniyle ölümlerin %30,04'ünden ve neonatal hastalıklara bağlı ölümlerin %19,79'undan sorumlu olduğu görülmektedir (23). WÜSÖDE verilerine göre 2009-2019 arası dönemde Türkiye'de hava kirliliği %3,5 oranında artarak, 2019 yılı için en sık ölüm ve hastalık nedeni olan beşinci faktör olmuştur (24).

Çalışmamızda Konya için 2019 yılında NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızı %9,5, 2018 yılında %18,87, 2017 yılında %18,69 ve 2016 yılında %10,86 olarak bulunmuştur. Kavuncuoğlu ve arkadaşlarının Erzurum'da yaptıkları benzer bir çalışmada NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızları 2018 için %8,54, 2017 için %12,82 ve 2016 için %10,61'dir (25). Önal ve arkadaşlarının Marmara Bölgesi'nde yer alan illeri değerlendirdikleri çalışmada 2018 yılı için NO₂'den kaynaklı hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi İstanbul için %8,94, Kocaeli

Tablo 2. Konya ilinde yıllara göre NO₂ kaynaklı hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları

Yıllar	Atfedilen Tahmini Ölüm Sayısı (Min-Maks)	Yüz Binde Atfedilen Tahmini Ölüm Sayısı (Min-Maks)	Atfedilen Tahmini Ölüm Yüzdesi (Min-Maks)
2016	1141 (551-1708)	52,78 (25,48-79,04)	10,86 (5,24-16,26)
2017	2038 (1007-2981)	93,46 (46,19-136,74)	18,69 (9,24-27,35)
2018	2043 (1010-2987)	92,63 (45,80-135,45)	18,87 (9,33-27,59)
2019	1041 (501-1565)	46,64 (22,43-70,12)	9,5 (4,57-14,28)

için %5,57, Sakarya için %3,98 ve Bilecik için %2,61 olarak hesaplanmıştır (26). Çin'in kuzeybatısında yapılan bir araştırmada NO₂'ye atfedilen ölümlerin oranı %1,57'dir (27). İran'da yapılan, Meşhed metropolünün değerlendirildiği çalışmada NO₂ ilişkili ölümlerin sıklığı %2,08 ve İsfahan'ın değerlendirildiği bir başka çalışmada %0,36 olarak bulunmuştur (28,29). İtalya'nın kuzeyinde yapılan bir araştırmada NO₂ ile ilişkilendirilen ölümlerin sıklığı %1,8'dir (30). Temiz Hava Hakkı Platformu tarafından yayımlanan Kara Rapor 2020'ye göre 2019 yılında hava kirliliği değerleri DSÖ kılavuz değerlerine indirilseydi; Türkiye'deki tüm ölümlerin %7,9'u (31.476 ölüm) ve 2018 yılındaki tüm ölümlerin %12,13'ü (45.398 ölüm) önlenemez niteliktedir (3). Türkiye'nin hem doğusundan hem de batısından yerlerin NO₂'ye atfedilen ölüm hızlarının Türkiye'deki hızlara kıyasla daha düşük bulunmuş olması düşündürücüdür. Bu durum ölçüm kalitesiyle ilişkilendirilebileceği gibi, ülkelerin ve şehirlerin hava kirliliğini azaltmaya yönelik uyguladıkları politikalarla, trafik yoğunluğu ve enerjinin elde edilme biçimiyle ilişkili olabilir. Araştırmanın bazı güçlü yönleri bulunmaktadır. Bu çalışma Konya ilinin hava kalitesinin değerlendirildiği literatürdeki ilk çalışmadır. Ayrıca AIRQ+ yazılımı aracılığıyla Türkiye'de yapılan birkaç çalışmadan biridir. Araştırma 2016-2019 yılları arasında yapıldığından pandemi ve sokağa çıkma kısıtlamaları etkisiyle ortaya çıkması muhtemel NO₂ düzeyi düşüklüğünden etkilenmemiştir.

Araştırmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Araştırma ekolojik türde olduğundan birey değil toplum bazlıdır. Konya'daki hava kalitesi istasyonları yılın %90 ve üzeri veya %75 ve üzeri sayıda günde kayıt yapmamaktadır. Bu durum çalışmadaki veri kalitesini etkileyebilir. Ancak Temiz Hava Hakkı Platformu tarafından yayımlanan Kara Rapor 2020'de ülkemizde 30 ile ilişkin yeterli hava kalitesi verisi bulunmadığı ve bu illerde yaşayan yaklaşık 18 milyon kişinin soluduğu havanın nitelik ve niceliklerinden habersiz olduğu bildirilmektedir (3). Bu illerden biri de Konya'dır. Eldeki mevcut veriyle ilin hava kalitesi değerlendirilmeye ve NO₂ ilişkili ölümlere dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

SONUÇ

Araştırma sonucunda Konya'da 2016-2019 yılları arası dört yıllık süreçte NO₂ değerleri 40 µg/m³'ün

üzerindedir. Konya'da NO₂ kirliliğine atfedilen ölüm hızı 2016'da %10,86, 2017'de %18,69, 2018'de %18,87 ve 2019'da %9,5'tur. Buna göre 2016'da 1141, 2017'de 2038, 2018'de 2043 ve 2019'da 1041 kişi NO₂ kirliliğine bağlı olarak yaşamını kaybetmiştir.

Hava kirliliği ilişkili morbidite ve mortalite giderek daha önemli hale gelen bir halk sağlığı sorunu olup, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, kaliteli yakıt kullanımı, yerleşkelerin otoyollardan uzağa kurulması, tesislerin ve taşıtların düzenli olarak denetlenmesi gibi önlemlerle azaltılabilir. Hava kirliliği değerlerinin takibi hem alınacak önlemlerin seçimi hem de alınan önlemlerin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Hava kalitesi ölçüm istasyonlarının kuruldukları yer itibarıyla yerleşim birimini temsil etmesi ve yıllık ölçüm yapılan gün sayısının artırılması gerekmektedir.

TASDİK VE TEŞEKKÜR

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığı yazarlar tarafından bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. WHO. Air pollution. Available at https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (Access date: 18.08.2021)
2. WHO. Air Quality&Health Questions and Answers. Available at https://www.who.int/phe/air_quality_q&a.pdf (Access date 19.08.2021)
3. Temiz Hava Hakkı Platformu. Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri. Erişim adresi <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2020/09/Kara-Rapor-2020-Son27082020.pdf> (Erişim tarihi: 18.08.2021)
4. WHO. The Global Health Observatory Ambient air pollution attributable death rate (per 100 000 population, age-standardized). Available at [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-air-pollution-attributable-death-rate-\(per-100-000-population-age-standardized\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-air-pollution-attributable-death-rate-(per-100-000-population-age-standardized)) (Access date: 18.08.2021)
5. WHO. Ambient (Outdoor) Air Pollution. Available at [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (Access date: 25.09.2021)
6. United States Environmental Protection Agency. Nitrogen Dioxide (NO₂) Pollution. Available at <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2> (Access date: 19.08.2021)
7. European Environment Agency. Air Quality Standards. Available at

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-concentrations/air-quality-standards> (Access date: 19.08.2021)

8. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013: p10. Available at https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf (Access date: 27.07.2021)

9. 06.06.2008 tarih ve 26898 sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. Erişim adresi <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim tarihi:19.08.2021)

10. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Hava Kalitesi Veri İndirme. Erişim adresi https://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownloadNew (Erişim tarihi: 09.07.2021)

11. WHO Regional Office for Europe. AirQ+: Software tool for health risk assessment of air pollution. Available at <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution> (Access date: 07.07.2021)

12. Suryadhi MAH, Abudureyimu K, Kashima S, Yorifuji T. Nitrogen dioxide and acute respiratory tract infections in children in Indonesia. Archives of Environmental&Occupational Health. 2020; 75: 274-80.

13. Hamra GB, Laden F, Cohen AJ, Raaschou-Nielsen O, Brauer M, Loomis D. Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis. Environ Health Perspect. 2015; 123: 1107-12.

14. Zhang Z, Wang J, Lu W. Exposure to nitrogen dioxide and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in adults: A systematic review and meta-analysis. Environ Sci Pollut Res Int. 2018; 25: 15133-45.

15. Yorifuji T, Kashima S. Long-term exposure to nitrogen dioxide and natural-cause and cause-specific mortality in Japan. Science of The Total Environment. 2020; 741: 140465.

16. Huang S, Li H, Wang M, Qian Y, Steenland K, Caudle WM, et al. Long-term exposure to nitrogen dioxide and mortality: A systematic review and meta-analysis. Science of The Total Environment. 2021: 776; 145968.

17. Xu H, Liu S, Wang Y, Wu R, Yi T, Wang T, et al. The mediating role of vascular inflammation in traffic-related air pollution associated changes in insulin resistance in healthy adults. International Journal of Hygiene and Environmental Health.2022; 239: 113878.

18. Ji X, Meng X, Liu C, Chen R, Ge Y, Kane L, et al. Nitrogen dioxide air pollution and preterm birth in Shanghai, China. Environmental Research. 2019; 169: 79-85.

19. Duan Y, Liao Y, Li H, Yan S, Zhao Z, Yu S, et al. Effect of changes

in season and temperature on cardiovascular mortality associated with nitrogen dioxide air pollution in Shenzhen, China. Science of the Total Environment. 2019; 697: 134051.

20. Perelló J, Cigarini A, Vicens J, Bonhoure I, Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Large-scale citizen science provides high-resolution nitrogen dioxide values and health impact while enhancing community knowledge and collective action. Science of The Total Environment. 2021; 789: 147750.

21. Paraschiv S, Paraschiv LS. Analysis of traffic and industrial source contributions to ambient air pollution with nitrogen dioxide in two urban areas in Romania. Energy Procedia. 2019; 157: 1553-60.

22. Yao Y, Pan J, Liu Z, Meng X, Wang W, Kan H, et al. Ambient nitrogen dioxide pollution and spreadability of COVID-19 in Chinese cities. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2021; 208: 111421.

23. Institute for Health Metrics and Evaluation. GBD Compare Tool. Available at <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (Access date: 23.08.2021)

24. Institute for Health Metrics and Evaluation. Country Profiles: Turkey. Available at <http://www.healthdata.org/turkey> (Access date: 23.08.2021)

25. Kavuncuoğlu D, Yılmaz S, Koşan Z. Erzurum'da 2016-2018 yıllarında NO₂ düzeylerinin mortalite üzerine etkisi. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2021; 6: 114-22.

26. Önal AE, Palanbek S, Pacci SN, Çağlayan Ç. Marmara Bölgesi NO₂ değerlerinin mortalite üzerine etkisi. 3. Uluslararası 21. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi; 2019 Kasım 26-30; Antalya, Türkiye. 2019. pp.183-8.

27. Luo H, Guan Q, Lin J, Wang Q, Yang L, Tan Z, et al. Air pollution characteristics and human health risks in key cities of northwest China. Journal of Environmental Management. 2020; 269: 110791.

28. Miri M, Derakhshan Z, Allahabadi A, Ahmadi E, Conti GO, Ferrante M, et al. Mortality and morbidity due to exposure to outdoor air pollution in Mashhad metropolis, Iran. The AirQ model approach. Environ Res. 2016; 151:451-7.

29. Abdollahnejad A, Jafari N, Mohammadi A, Miri M, Hajizadeh Y. Mortality and morbidity due to exposure to ambient NO₂, SO₂, and O₃ in Isfahan in 2013-2014. Int J Prev Med. 2018 Feb 8;9:11.

30. Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, et al. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. Environ Res. 2011; 111: 1321-7.