

## Araştırma Makalesi

# Trakya'da partiküler madde kirliliği ve mortalite ilişkisinin değerlendirilmesi

 Aziz Altunok<sup>a</sup>,  Muzaffer Eskiocak<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Arş.Gör.Dr., Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye.

<sup>b</sup> Prof.Dr., Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye.

Geliş tarihi: 19.12.2019, Kabul tarihi: 05.12.2020


## Öz

**Amaç:** Hava kirliliğine maruz kalmanın etkileri uzun yıllardan beri araştırılmaktadır. Bu çalışmada Trakya'da 2015-2017 yılları arasındaki partiküler madde (PM) kirliliğini incelemek ve AirQ programı ile önlenebilir ölüm sayılarını hesaplamak amaçlanmıştır. **Yöntem:** Araştırmamız tanımlayıcı, ekolojik bir çalışmadır. TÜİK'in TR21 alt gruplamasında yer alan 3 il olan Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde yer alan ve hava kalitesi ölçümü yapılan il ve ilçe merkezleri çalışmamıza dâhil edilmiştir. Yıllık PM ortalamalarını hesaplamak için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın internet sitesi [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) sitesinden elde edilen 01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik PM10 ölçüm verileri kullanılmıştır. AirQ ile illerde, kirlilik DSÖ limitlerine indirildiğinde önlenebilecek ölüm sayıları hesaplanmıştır. **Bulgular:** Tüm istasyonlarda yıllık ortalamalar DSÖ yıllık üst limitinin ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en az 2 katıdır. AirQ ile il geneli için yapılan hesaplamalarda; Edirne ilinde 2015 yılında 655 (%19.45), 2016 yılında 518 (% 16.06) ve 2017 yılında 544 (%16.15); Kırklareli'nde 2015'te 333 (% 11.79), 2016'da 392 (% 14.83) ve 2017'de 363 (% 12.98); Tekirdağ'da 2015 yılında 870 (%18.38), 2016 yılında 995 (% 20.37) ve 2017 yılında da 831 (% 16.75), 30 yaş üstü doğal ölüm hava kirliliğine atfedilmektedir. **Sonuç:** PM kirliliği Trakya'da ciddi boyutlardadır ve önlenebilir pek çok ölüme sebep olmaktadır. Sağlık üzerindeki tüm riskleri tam olarak değerlendirmek için, havadaki kirleticilerin sağlık etkileri, bireysel düzeyde daha fazla araştırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Hava kirliliği, partiküler madde, mortalite, AirQ Programı

**Sorumlu yazar:** Aziz Altunok, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim dalı, Edirne, Türkiye. **E-mail:** aziz\_altunok@hotmail.com; Tel: +90 530 145 61 62

Copyright holder Turkish Journal of Public Health

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.  This is an open Access article which can be used if cited properly.

# Evaluation of particulate matter pollution in thrace and the relationship with mortality

## Abstract

**Objective:** The effects of exposure to air pollution have been investigated for many years. In this study, it is aimed to investigate the particulate matter (PM) pollution in Thrace between 2015-2017 and to calculate the preventable deaths with AirQ program. **Methods:** Our research is a descriptive, ecological study. Provincial and district centers measuring air quality in Edirne, Tekirdağ and Kırklareli, which are the three provinces in the TR21 sub-grouping of TURKSTAT, were included in our study. Between 01.01.2015-31.12.2017, hourly PM10 measurement data, which has taken from the website of the Ministry of Environment and Urbanization, www.havaizleme.gov.tr, was used to calculate the annual PM averages. With the AirQ, the number of deaths that can be avoided in cities is calculated, if pollution is reduced to WHO limits. **Results:** Annual averages at all stations are at least 2 times the WHO upper limit (20 µg/m<sup>3</sup>). In the calculations made for the province with AirQ; in Edirne, in 2015, 655 (19.45%), in 2016, 518 (16.06%) and in 2017, 544 (16.15%); In Kırklareli, in 2015, 333 (11.79%), in 2016, 392 (14.83%) and in 2017, 363 (12.98%); in Tekirdağ, in 2015, 870 (18.38%), in 2016, 995 (20.37%) and in 2017, 831 (16.75%) natural deaths above 30 years of age are attributed to air pollution. **Conclusion:** PM pollution is serious in Region Thrace and causes many preventable deaths. To fully assess all risks to health, the health effects of air pollutants should be further investigated at the individual level.

**Keywords:** Air pollution, particulate matter, mortality, AirQ Program

## Giriş

Hava, insanlar da dâhil olmak üzere hayvanlar ve bitkilerin de paylaştığı, yaşamın devamı için gerekli olan ve çevreyi oluşturan en önemli maddelerdendir.<sup>1</sup> Tüm canlıların hayatı, soludukları havadaki oksijeni kullanarak enerji üretme yeteneğine bağlıdır. Hayatı boyunca, bir insan yaklaşık 300 ton ağırlığa denk olan, 250 milyon litre hava solumaktadır.<sup>2</sup>

Hava kirliliği, çoğunlukla insan faaliyetlerinin bir neticesi olarak ortaya çıkan, insan sağlığını tehdit eden ve ekosistemlere zarar veren, istenmeyen, genellikle tehlikeli maddelerin havada yer almasıdır.<sup>3</sup> Başka bir deyişle hava kirliliği, bir veya daha fazla zararlı maddenin, olumsuz bir etki meydana getirme potansiyeli olan bir konsantrasyonda veya doğal seviyelerinin üzerinde bir süre boyunca, soluduğumuz havada bulunmasıdır.<sup>4</sup> Hava da çevreyi oluşturan su, toprak vb. maddeler gibi kirlenebilir ancak, insan açlığa 2 ay,

susuzluğa 1 hafta dayanabilirken havasızlığa ancak birkaç dakika dayanabilir. Bu sebeple kirlenmemiş, doğal yapısındaki temiz hava yaşam için en önemli hak ve kaynaktır.<sup>5</sup>

Tüm dünyada, hem canlılar hem de cansızlar için önemli bir sorun olan dış ortam hava kirliliğini oluşturan birçok sebep vardır. Kirlenme sebebi ne olursa olsun atmosfere bir takım kirleticiler bırakılmaktadır ve kirliliğin başta sağlık etkisi olmak üzere hemen bütün etkilerinden bu kirleticiler sorumludur.<sup>6</sup> Sağlık etkileri açısından en güçlü kanıtları olan kirleticiler: PM, ozon (O<sub>3</sub>), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ve nitrojen dioksittir (NO<sub>2</sub>).<sup>7</sup>

PM, soluduğumuz havada asılı olarak yer alan katı ve sıvı haldeki, organik ve inorganik parçacıkların bir karışımı olan, yaygın bir hava kirleticisidir. Mikroskopla görülebilecek kadar küçük partiküllerden, toz ve duman gibi gözle de görülebilecek partiküllere kadar çok geniş bir boyut aralığı vardır. Aerodinamik çaplarına göre PM'leri 3

şekilde sınıflandırabiliriz. PM10; çapı 10 µm'den, PM2.5; çapı 2.5 µm'den ve PM0.1; çapı 0,1 µm'den küçük olan parçacıklardır. PM10 kaba partiküller, PM 2.5 ince partiküller ve PM0.1 ultra ince partiküller olarak da adlandırılmaktadır.<sup>8,9</sup>

PM'nin vücut üzerindeki etkileri, aerodinamik çapına da bağlıdır. PM10, 10 µm'den küçük bir çapa sahiptir ve sıklıkla burun boşluğu ile üst solunum yollarında tutulur. Bununla birlikte, PM2.5 akciğer alveollerine nüfuz edip birikebilir ve PM0.1 ise, alveollerden intrakapiller aralığa geçerek doğrudan kan dolaşımına girebilir. Ayrıca, hayvan modellerinde yapılan çalışmalar PM2.5'in alveolar makrofajlar ve endotel hücreleri tarafından alınabildiğini, bu da hava kirliliğinin doğrudan sağlık etkilerine sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla üst solunum yollarındaki savunma engellerini aşabildiği ve solunum sisteminin daha derinlerine nüfuz edebildiği için PM0.1 ve PM2.5, PM10'a göre çok daha tehlikelidir.<sup>10,11</sup>

Hava kirliliğine maruz kalmanın etkileri uzun yıllardan beri araştırılmakta ve bununla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Başta KOAH, alt solunum yolu enfeksiyonları gibi solunum sistemi hastalıkları ile iskemik kalp hastalığı, miyokard infarktüsü (MI) gibi kardiyovasküler sistem (KVS) hastalıkları olmak üzere; kanserler ve nörolojik hastalıklar nedeniyle morbidite ve prematür mortaliteye yol açabileceği kanıtlanmıştır. Hava kirliliği tüm dünyayı etkilediği için kirlilik boyutu hafif bile olsa etkilenen kişi sayısı fazla olabileceğinden halk sağlığı açısından çok önemli bir sorundur.<sup>12</sup>

Çalışmamızın amacı Trakya'da önemli bir sorun olan hava kirliliğinin etkilerini ortaya koyabilmek açısından 2015-2017 yılları arasında PM kirliliğini incelemek ve AirQ programı ile önlenemez ölüm sayılarını hesaplamaktır. Ayrıca, kirliliğin yüksek olduğu yerlerde, bu durumun halk sağlığı açısından önemini, çevre ve sağlık etkilerini gerekli kurum ve kuruluşlarla paylaşarak farkındalığı artırmak, alınması gereken önlemlerin bir an önce alınmasını sağlamak, hava kirliliğini ve kirliliğe bağlı morbidite ve mortaliteyi azaltmaktır.

## **Yöntem**

Araştırmamız tanımlayıcı tipte, ekolojik bir çalışmadır. TÜİK'in TR21 alt gruplamasında yer alan 3 il olan Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da yer alan ve hava kalitesi ölçümü yapılan il ve ilçe merkezleri çalışmamıza dâhil edilmiştir.

Edirne Karaağaç istasyonu ve Kırklareli Limanköy istasyonu kırsal olmaları sebebiyle, Kırklareli Vize istasyonunda PM ölçümü yapılmadığı için ve Çorlu merkezdeki ve organize sanayi bölgesindeki MTHM istasyonlarında kirlilik ölçümleri 2017 kasım ayından sonra başladığı için çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Aylık ve yıllık ortalamaları hesaplamak için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın internet sitesi olan [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) sitesinden elde edilen 01.01.2015-31.12.2017 tarihleri arasındaki saatlik PM10 ölçüm verileri kullanılmıştır. Aylık ölçülmesi gereken 720 (30 gün için) ve yıllık ölçülmesi gereken 8760 adet (365 gün için) ölçümden en az %75'i (540 ve 6570 ölçüm) gerçekleştirilen yılların ortalaması alınarak, yıllık ortalama PM10 değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar DSÖ'nün yıllık PM10 ortalama üst limit değeri ile karşılaştırılmıştır.

AirQ yazılımı özellikle DSÖ Avrupa bölgesi için geliştirilen çeşitli sağlık etkilerinin hesaplanabildiği bir programdır. Bu program kullanılarak PM2.5 ortalamaları ile bir bölgede hava kirliliğine atfedilebilecek 30 yaş üstü ölüm sayıları başta olmak üzere, 30 yaş üstü erişkinlerde akciğer kanseri ve KOAH'a, 25 yaş üstü iskemik kalp hastalıkları ve inmeye, 5 yaş altı çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarına bağlı ölüm sayıları hesaplanabilir. Ayrıca PM10 ortalamaları ile hava kirliliğine atfedilebilecek, çocuklarda bronşit prevalansı, erişkinlerde kronik bronşit insidansı ve postneonatal infant mortalite sayıları hesaplanabilmektedir.

Çalışmanın yapıldığı yıllarda ölçüm olan istasyonlardan sadece 2'sinde PM2.5 ölçüm verisi mevcut olduğundan, programın kendisinin de otomatik bir şekilde yapabildiği gibi; PM10'dan PM2.5'e çevrim, DSÖ'nün Türkiye için önerdiği 0.67 katsayısıyla yapılarak ortalama PM2.5

değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplanan PM2.5 ortalamalarıyla gerekli veriler programa girilerek her bölge için, kirlilik DSÖ limitlerine indirildiğinde önlenebilecek ölüm sayıları, yüzdeleri ve yüz binde olarak ölüm oranları hesaplanmıştır.

Çalışmamızın bağımlı değişkenleri ölüm sayıları ve PM10 (PM2.5) ortalamalarıdır. Çalışmamızın bağımsız değişkenleri PM10 ölçümü yapılan il ve ilçe merkezleridir.

Araştırmanın yürütülebilmesi için, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 18.06.2018 tarihinde gerekli izinler alınmıştır.

## Bulgular

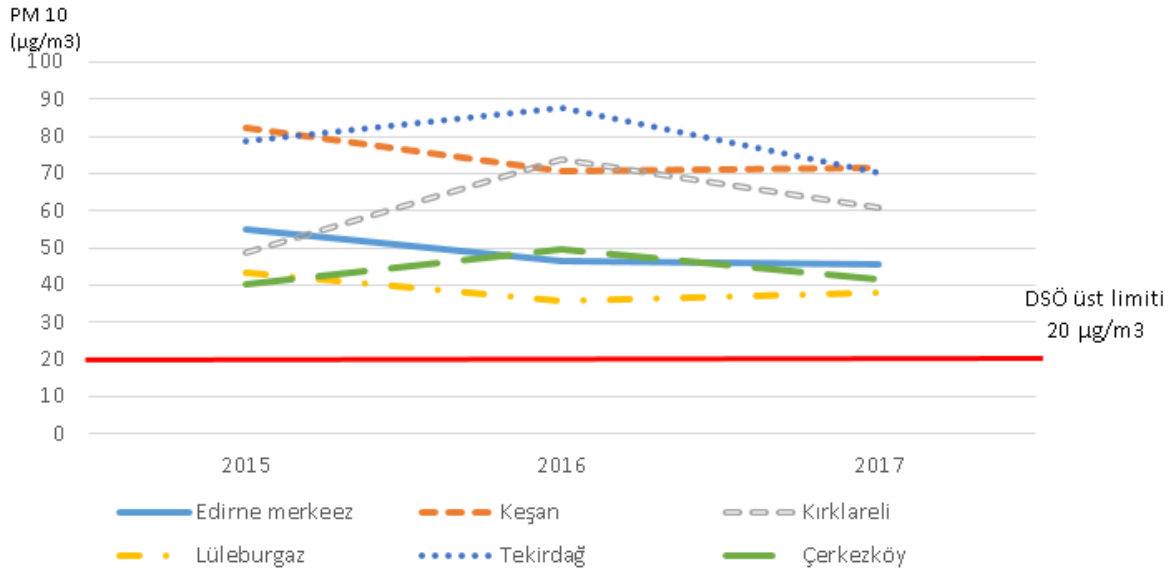
Yıllık PM10 ortalamaları 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla; Edirne Merkez

ilçede 55.03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 46.26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 45.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Keşan'da 82.20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 70.49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 71.61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli Merkez ilçede 48.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 73.86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 60.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Lüleburgaz'da 43.44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 35.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 38.12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ Merkez ilçede 78.74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 87.68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 69.99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Çerkezköy'de 39.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 40.76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve 41.66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunmuştur. 3 yıllık PM10 ortalaması Edirne merkez ilçede 48.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Keşan'da 74.58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kırklareli Merkez ilçede 61.07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Lüleburgaz'da 39.01  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tekirdağ Merkez ilçede 78.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve Çerkezköy'de 40.80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tüm istasyonların yıllık ve 3 yıllık PM ortalamaları DSÖ'nün PM10 için önerdiği yıllık üst limitinin (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en az 2 katı olup, Kırklareli Merkez ilçede 3, Keşan'da ve Tekirdağ Merkez ilçede yaklaşık 4 katına ulaşmıştır (Şekil 1).

**Tablo 1. İstasyonlara göre yıllık ve 3 yıllık PM10 ortalamaları**

İstasyonun Yeri	Yıl	PM10 Ortalaması (min-max)	3 Yıllık PM10 ortalaması
Edirne Merkez İlçe	2015	55.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2.60 – 728.12)	48.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	46.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.48 – 402.03)	
	2017	45.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4.37 – 341.91)	
Keşan	2015	82.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5.47 – 845.40)	74.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	70.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.20 – 664.73)	
	2017	71.61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.21 – 470.80)	
Kırklareli Merkez İlçe	2015	48.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.01 – 724.93)	61.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	73.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.41 – 787.09)	
	2017	60.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.42 – 499.61)	
Lüleburgaz	2015	43.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.05 – 517.60)	39.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	35.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.99 – 485.67)	
	2017	38.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2.15 – 326.92)	
Tekirdağ Merkez Süleymanpaşa İlçesi	2015	78.74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.83 – 829.58)	78.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	87.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.07 – 797.56)	
	2017	69.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5.28 – 699.04)	
Çerkezköy	2015	39.97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.80 – 683.20)	40.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2016	40.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.77 – 627.80)	
	2017	41.66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.29 – 431.76)	



Şekil 1. İstasyonlarda yıllara göre PM10 trendleri

İl geneli olarak değerlendirdiğimizde yıllık PM10 ortalamaları 2015, 2016 ve 2017 yılları için sırasıyla Edirne'de 68.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 58.47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 58.58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Kırklareli'nde 46.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 54.49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 48.91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Tekirdağ'da 65.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 71.51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,

60.53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (Tablo 2). DSÖ'nün yıllık PM10 ortalaması üst limiti olan 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük değerle kıyaslandığında, 3 ilde de her yıl ortalamaları DSÖ limitinin en az yaklaşık 2.5 katıdır.

Tablo 2. İllere göre yıllık PM10, PM2.5 ve 3 yıllık PM10 ortalamaları

Şehir	Yıl	PM10 Ortalaması ±SS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM2.5 Ortalaması* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3 yıllık PM10 ortalamaları ±SS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Edirne	2015	68.36±55.49	45.80	61.77±49.66
	2016	58.47±48.52	39.17	
	2017	58.68±43.12	39.31	
Kırklareli	2015	46.09±46.05	30.88	49.87±40.85
	2016	54.49±43.88	36.50	
	2017	48.91±30.04	32.76	
Tekirdağ	2015	65.60±55.49	43.95	65.82±55.88
	2016	71.51±60.74	47.91	
	2017	60.53±50.63	40.55	

\*PM10 üzerinden çevrimle hesaplanmıştır.

AirQ ile il geneli için yapılan hesaplamalarda; Edirne ilinde 2015 yılında 655 (%19.45), 2016 yılında 518 (% 16.06) ve 2017 yılında 544 (%16.15) 30 yaş üstü doğal ölüm hava kirliliğine atfedilebilir. Kırklareli ilinde hava kirliliğine atfedilebilecek ölüm

sayıları 2015'te 333 (% 11.79), 2016'da 392 (%14.83) ve 2017'de 363'tür (% 12.98). Tekirdağ'da 2015 yılında 870 (% 18.38), 2016 yılında 995 (% 20.37) ve 2017 yılında da 831 kişi (% 16.75) kirliliğe atfedilebilecek nedenlerle hayatını kaybetmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İllerde yıllara göre hava kirliliğine atfedilen ölümler

İstasyonlar	Yıl	Atfedilebilir Tahmini	Atfedilebilir	Risk altındaki
		Ölüm sayısı (min-max)	Tahmini Ölüm oranı (%) (min-max)	100000 kişiye atfedilebilir tahmini ölüm sayısı (Yüz binde) (min-max)
Edirne	2015	655	19.45	264.54
		(443-839)	(13.15-24.93)	(178.90-339.03)
	2016	518	16.06	207.15
		(348-668)	(10.79-20.71)	(139.14-267.13)
	2017	544	16.15	214.78
		(365-701)	(10.85-20.82)	(144.29-276.92)
Kırklareli	2015	333	11.79	155.59
		(222-443)	(7.85-15.32)	(103.65-202.18)
	2016	392	14.83	179.41
		(262-506)	(9.94-19.16)	(120.22-231.87)
	2017	363	12.98	163.6
		(242-471)	(8.67-16.84)	(109.23-212.12)
Tekirdağ	2015	870	18.38	167.29
		(587-1118)	(12.41-23.61)	(112.89-214.81)
	2016	995	20.37	183.35
		(674-1273)	(13.8-26.06)	(124.22-234.57)
2017	831	16.75	147.42	
		(559-1070)	(11.27-21.58)	(99.15-189.86)

### Tartışma

Temiz Hava Hakkı Platformu'nun 2019 yılındaki hava kirliliği ve sağlık etkileri raporuna göre Türkiye'de 2016 yılında yıllık PM10 ortalaması en yüksek hesaplanan 3 şehir Muş ( $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Iğdır ( $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Düzce ( $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olarak belirtilmiştir. 2017 yılında yıllık PM10 ortalamalarının en yüksek olduğu iller Kahramanmaraş ile Iğdır ( $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ve Bursa ( $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ile Afyon'dur ( $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). DSÖ'nün ortalama yıllık PM10 üst limit değeri olan  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altına 2016 yılında yalnızca Artvin ve Tunceli illerinin yıllık ortalamaları inebilmişken, 2017 yılında

81 şehrimizin hiçbirinin yıllık PM10 düzeyi DSÖ üst limitinin altında değildir.<sup>13</sup> 2015-2017 yıllarında çalışmamıza dâhil ettiğimiz tüm merkezlerde yıllık PM10 ortalamaları DSÖ'nün yıllık ortalama PM10 limitinin ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) yaklaşık en az 2 katı civarındadır ve en yüksek ortalama Keşan ve Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesinde ölçülmüştür.

Hem çalışmamızı yaptığımız illerde hem de Türkiye'de hemen her şehrimizde yüksek ortalamaların görülmesinin sebebi, Türkiye'deki ısınma ve enerji politikalarının ulusal düzeyde benzer etkilere sebep olması ve yüksek PM10 düzeylerine yol açması

olabilir. Ayrıca, kirlilik düzeylerini DSÖ üst limiti baz alınmayarak, sadece Türkiye'deki mevzuata göre PM10 yıllık üst limitinin kademeli olarak düşürüldüğü, en son 2019 yılında  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olan düzeye indirme çabaları olabilir. Ayrıca Türkiye'de birçok ilde ve çalışmamızda da başta Keşan'da olmak üzere, ısınma amaçlı kullanılan düşük kalite yakıtlar, Tekirdağ'da ise yine kullanılan yakıtlar ile beraber, sanayi ve bölgenin topografik yapısının buna sebep olması muhtemeldir. Keşan'da 2017 yılında doğalgaz kullanımının başlaması ve kalitesiz yakıt kullanımına yönelik alınan çeşitli önlemler ve Tekirdağ'da da hava kirliliğinin birinci öncelikli çevresel sorun olarak nitelendirilip, buna yönelik çalışmaların yapılması ve önlemlerin alınmasıyla birlikte, özellikle kış dönemi ortalamaları başta olmak üzere yıllık PM10 ortalamalarında düşüşler meydana gelmesi olasıdır.

Temiz Hava Hakkı Platformu raporunda Tekirdağ ili 2016-2017 yıllarında PM10 ortalamaları ve kirliliğe atfedilebilecek ölüm sayıları bizim çalışmamızdakiyle benzerken, Kırklareli ili için 2016 ve 2017 yıllarında PM10 ortalamaları ile kirliliğin neden olduğu ölümler, çalışmamızdan daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni Kırklareli'nin Limanköy'de yer alan, kırsal bir istasyon olması nedeniyle çalışmamıza dâhil etmediğimiz, MTHM istasyonunun yıllık PM10 ortalamalarının Merkez ilçe ve Lüleburgaz'dan daha düşük olması nedeniyle, Kırklareli il geneli için hesaplanan yıllık PM10 ortalamasını düşürmesi olabilir. AirQ programı ile PM10 üzerinden çevrimle hesaplanan PM2.5 ortalamaları da daha düşük olmuş ve buna bağlı olarak hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı daha az olmuştur.

Lehtomaki ve ark. Finlandiya'da yaptıkları araştırmaya göre 2015 yılında hava kirliliği nedeniyle yaklaşık 2000 kişi hayatını kaybetmiş olup, bunun % 80'i (1600 ölüm) PM2.5 kirliliğine atfedilmiştir. Bu ölümlerin de %98'inden fazlası 30 yaş üstü yaş grubunda meydana gelmiştir.<sup>14</sup> 2015 yılında 5 milyondan fazla nüfusu olan Finlandiya'da PM2.5 kaynaklı hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının az olmasının nedeni Finlandiya'nın yıllık PM2.5 ortalamasının düşük olması ( $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olabilir. Pinichka ve ark. Tayland'da

yaptığı bir çalışmada, 2009 yılında 30 yaş üzerinde yaklaşık 26990 ölüm PM2.5 kirliliğine atfedilmiştir. Yıllık ortalaması PM10 üzerinden hesapla  $27.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulunan PM2.5 ortalamasının %20 azaltılmasıyla tüm ölümlerde % 22'lik bir azalma (5980) meydana geleceği tahmin edilmiştir.<sup>15</sup> Dimovska ve ark. Makedonya'da yaptıkları bir çalışmada 2012-2016 yıllarındaki 5 yıllık PM2.5 ortalaması Üsküp'te  $41.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tetovo şehrinde  $81.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve Makedonya ülke genelinde  $45.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır. PM2.5 için DSÖ üst limiti olan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  üstüne atfedilen 30 yaş üstü doğal ölüm riski (RR) Üsküp'te 1.29, Tetovo'da 1.64 ve Makedonya'da 1.32'dir.<sup>16</sup>

Ansari ve ark. Tahran'da yaptıkları bir çalışmada, AirQ programı ile hesaplamalarına göre Mart 2017-2018 arası 1 yıllık süreçte 30 yaş üstü 6710 ölüm (% 12.97) başka bir deyişle 100.000'de 128 ölüm PM2.5 kaynaklı hava kirliliğine atfedilmiştir.<sup>17</sup> Kowalski ve ark. Polonya'da yaptıkları çalışmalarında, 2012 yılında PM2.5 ortalamaları  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanan 2 farklı şehirde, ortalamaların  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düşürülmesi durumunda 30 yaş üstü ölümlerde 100.000'de 128.1 ve 75.6 azalma olacağını belirtmişlerdir.<sup>18</sup> Li ve ark. 2010'da Birleşik Arap Emirlikleri'nde yaptıkları çalışmada, 30 yaş üstü yetişkinlerde PM kirliliğine atfedilen ölümler 2007 yılında 542 olarak hesaplanmıştır.<sup>19</sup>

Pascal ve ark. tarafından yapılan, hava kirliliğinin 25 Avrupa kentinde sağlık etkilerini inceledikleri Aphekom projesinin sonuçlarına göre; PM2.5 kirliliğine atfedilen ve PM2.5 ortalamasının DSÖ'nün PM2.5 için üst limiti olan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düşürülmesiyle önlenebilecek ölüm sayıları Atina'da 3100, Barselona'da 1437, Bükreş'te 3211, Budapeşte'de 2954, Londra'da 880, Viyana'da 1024 olarak hesaplanmıştır.<sup>20</sup> Nüfusu yaklaşık 400.000 olan Edirne'de PM2.5 kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, nüfusu Edirne'nin 2 katına yakın olan Marsilya, Valencia gibi şehirlerden 2 kat daha fazladır. Aynı şekilde nüfusu kendisine yakın olan Brüksel, Lille ve Marsilya'yla kıyasla Tekirdağ'da hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları 2-3 kat daha fazladır. Bunun nedeni, illerimizdeki PM10 üzerinden hesapladığımız

PM2.5 kirlilik düzeylerinin ismi geçen Avrupa şehirlerine kıyasla yüksek olmasıdır.

Partiküler madde kirliliği Trakya'da ciddi boyutlardadır ve bu durum önemli bir halk sağlığı sorunudur. Özellikle Keşan ve Tekirdağ merkez Süleymanpaşa ilçesi başta olmak üzere çalışmamızı yaptığımız tüm merkezlerde PM kirliliği DSÖ üst limitinin en az 2 katıdır. Çalışmamızda hava kirliliğinin boyutlarını göstermiş olmakla birlikte, AirQ programı ile hava kirliliğine atfedebileceğimiz ölüm sayılarını da hesaplamış bulunmaktayız. Ancak kirlilik nedenlerine yönelik herhangi bir çalışmamız olmamıştır. Kirliliğe hangi etkenlerin ne kadar sebep olduğuna dair araştırmalar yapılmalı ve kirliliğin gerçek sebepleri ortaya konulmalıdır. Özellikle kışın ısınma kaynaklı kirliliğin önüne geçebilmek adına, enerji düzeyi düşük, kükürt oranı yüksek kalitesiz kömür kullanımı yerine, doğalgaz kullanımına en kısa sürede geçilmelidir.

Ülkemizce belirlenen ve DSÖ üst limitlerine kıyasla çok yüksek olan, kirleticilere ait üst limitler en kısa zamanda DSÖ üst limitleri ile benzer değerlere getirilmelidir. Mevzuatımızda hali hazırda yer almayan ve özellikle solunum sistemi hastalıkları ve prematür doğumlarla güçlü ilişkisi kantlanmış olan PM2,5 için DSÖ standartlarına benzer bir üst limit belirlenmeli ve kirliliği önlemeye yönelik çalışmalar bu limitler dahilinde yapılmalıdır.

Çalışmamız ekolojik bir çalışma olup, hava kirliliğinin bireysel sağlık etkileriyle ilgili bir araştırma yapılmamıştır. Sağlık üzerindeki tüm riskleri tam olarak değerlendirmek için, havadaki kirleticilerin vücut üzerindeki etkileri bölgemizde daha fazla araştırılmalıdır. Solunumsal ve kardiyovasküler hastalıkların yanı sıra; demans, inme gibi nörolojik hastalıklar, kanser ve gelişmekte olan fetüs ile kirliliğin erken çocukluk dönemi üzerindeki sistemik etkilerini bir arada gösterecek araştırmalar bireysel düzeyde verilerle yapılmalıdır.

### **Kısıtlılıklar**

Araştırmada kullanılan saatlik PM10 değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı internet sitesinden elde edilen veriler olup,

doğrudan ölçümle elde edilmemiştir. Ölçülen PM10 değerlerinin adı geçen ilçeleri temsil ettikleri ve gerçek durumu yansıttığı varsayılmıştır. İl geneli ortalamalar hesaplanırken her ilçede hava kalitesi istasyonu bulunmadığından dolayı, ölçüm olan merkezlerin aritmetik ortalamaları hesaplanmış ve il geneli ortalamasının gerçek durumunu yansıttığı varsayılmıştır.

AirQ programı çeşitli hesaplamaları yapabilmek için PM2.5 ve PM10 ölçüm değerlerini gerektirmektedir. Çalışmamızda, ölçümlerini hesapladığımız 2015, 2016 ve 2017 yıllarında, çalışmamıza dâhil ettiğimiz 6 merkezden sadece 2'sinde PM2.5 ölçümü olduğundan tüm istasyonlar için PM10 üzerinden çevrimle PM2.5 ortalamaları hesaplanmıştır ve gerçek durumu yansıttığı varsayılmıştır.

Çalışmamız ekolojik bir çalışma olduğu için; ölüm sayıları ile PM kirliliği arasında ilişki olsa da ilişkinin nedenselliği konusunda kesin bir fikir veremeyecektir.

**Çıkar çatışması:** Bu çalışma kapsamında herhangi bir çıkar çatışması veya çatışması yoktur.

**Finansal destek:** Çalışma için aynı katkı veya parasal destek alınmamıştır.

**Yazar katkısı:** Altunok A: Çalışmanın tasarımı, yazımı, istatistiksel analizini gerçekleştirmiştir. Eskiocak M: Çalışmanın tasarımı, istatistiksel analizi, gözden geçirmesini gerçekleştirmiştir.

### **Kaynaklar**

1. Mangır N. İstanbul'da 2010 Yılına Ait Hava Kirliliği Envanterinin Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi [tez]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2014.
2. Royal College of Physicians. Every Breath We Take: The Life long Impact of Air Pollution. Report of a Working Party. London: RCP;2016.
3. Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR et al. The Lancet Commission on pollution and health. Lancet. 2018;391:462-512.



4. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Outdoor Air Pollution vol. 109. Lyon: IARC; 2014.
5. Karahan Y. Marmara Bölgesi'nde Hava Kirliliği Erken Uyarı Sistemi Geliştirilmesi: Örnek Bir Çalışma [tez]. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
6. Güler Ç, Vaizoglu S. Halk sağlığı temel bilgiler kitabı. 3. baskı. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2015.
7. WHO [internet]. Ambient airpollution: Pollutants. Available from: <https://www.who.int/airpollution/ambient/pollutants/en/>. Accessed: 26.04.2019.
8. WHO [internet]. Health Effects of Particulate Matter. Available from: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf). Accessed: 26.04.2019.
9. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *The Lancet*. 2014;383(9928):1581-92.
10. Lee BJ, Kim B, Lee K. Air Pollution Exposure and Cardiovascular Disease. *Toxicological Research*. 2014;30(2):71-5.
11. Researchgate [internet]. Respiratory tract and particulate matter (PM) size classification. Available from: [https://www.researchgate.net/figure/Respiratory-tract-and-particulate-matter-PM-size-classification-Modified-from\\_fig14\\_321993233](https://www.researchgate.net/figure/Respiratory-tract-and-particulate-matter-PM-size-classification-Modified-from_fig14_321993233). Accessed:26.04.2019
12. European Environment Agency [internet]. Airquality in Europe 2018 report. Available from: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>. Accessed: 28.04.2019
13. Temiz Hava Hakkı Platformu [internet] Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor Availablefrom: <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2019/05/Hava-Kirlili%C4%9Fi-ve-Sa%C4%9Fl%C4%B1k-Etkileri-Kara-Rapor-2019.pdf>. Accessed: 27.05.2019
14. Lehtomaki H, Korhonen A, Asikainen A et al. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2018;15(4):736.
15. Pinichka C, Makka N, Sukkumnoed D, Charialertsak S, Inchai P, Bundhamcharoen K. Burden of disease attributed to ambient air pollution in Thailand: A GIS-based approach. *PloS one*. 2017;12(12):e0189909.
16. Dimovska M, Mladenovska R. Losing Years of Human Life in Heavy Polluted Cities in Macedonia. *Maced J MedSci*. 2019;7(3):428-34.
17. Ansari M, Ehrampoush MH. Meteorological correlates and AirQ+ health risk assessment of ambient fine particulate matter in Tehran, Iran. *Environmental research*. 2019;170:141-50.
18. Kowalski M, Kowalska K, Kowalska M. Health benefits related to the reduction of PM concentration in ambient air, SilesianVoivodeship, Poland. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2016;29(2):209-17.
19. Li Y, Gibson JM, Jat P et al. Burden of disease attributed to anthropogenic air pollution in the United Arab Emirates: estimates based on observed air quality data. *Science of the total environment*. 2010;408(23):5784-93.
20. Pascal M, Corso M, Chanel O et al. Assessing the public health impacts of urban airpollution in 25 Europe ancities: Results of theAphekomp Project. *Science of the Total Environment*. 2013;449:390-400.