

# KARA RAPOR

2020

Hava Kirliliği ve  
Sağlık Etkileri

## **Temiz Hava Hakkı Platformu Hakkında**

Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) doğa koruma ve sağlık alanında alışan 16 Sivil Toplum Kuruluşunun bir araya gelmesiyle 2015 Haziran ayında çalışmalarına başlamıştır. Platformun amacı, öncelikle kömürlü termik santraller olmak üzere çevresel kirleticilere bağlı olarak ortaya çıkan hava kirliliğinin azaltılması, halk sağlığının korunması ve temiz hava hakkının savunulması için çalışmalar yapmaktır.

## **Temiz Hava Hakkı Platformu'nun Bileşenleri**

Avrupa İklim Ağı (CAN Europe)  
Çevre için Hekimler Derneği  
Greenpeace Akdeniz  
Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER)  
İş ve Meslek Hastalıkları Uzmanları Derneği (İMUD)  
Pratisyen Hekimlik Derneği  
Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL)  
Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA Vakfı)  
Türk Nöroloji Derneği  
Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği (TÜSAD)  
Türk Tabipleri Birliği (TTB)  
Yeşil Baş Hukuk Derneği  
Yeşil Düşünce Derneği  
Yuva Derneği  
350.org  
WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı)

**Yayımlanma Tarihi:** Ağustos 2020

## **Hazırlayanlar**

Prof. Dr. Ali Osman Karababa (Çevre için Hekimler Derneği)  
Buket ATLI (Temiz Hava Hakkı Platformu)  
Prof. Dr. Çiğdem Çağlayan (HASUDER)  
Doç. Dr. Gamze Varol (Türk Tabipleri Birliği)  
Gökhan Ersoy (Greenpeace Akdeniz)  
Funda Gacal (Sağlık ve Çevre Birliği - HEAL)  
Prof. Dr. Nilay Etiler (Türk Tabipleri Birliği)  
Dr. Pınar Özfrat (Yuva Derneği)  
Doç. Dr. Semih Ayta (Türk Nöroloji Derneği)

**Kapak Fotoğrafı:** © Mustafa Ertekin

**Grafik Tasarım:** TASARIMHANE Tanıtım Ltd. şti.

**Basım Yeri:** Printworld Matbaa San.ve Tic. A.ř.

AirQ+ hesaplamalarındaki katkılarında dolayı Dr. Mehmet Ertan Güner, Dr. Enes Hakyemez , Dr. Betül Kobya Kilci, Dr. Uğur Ülgen, Dr. Nurdamla Yakışan'a ve uydu verileri ile ilgili katkılarında dolayı Enerji ve Temiz Hava Araştırmaları Merkezi (CREA) ekibinden Hubert Theriot'a teşekkür ederiz.

# KARA RAPOR

2020

Hava Kirliliği ve  
Sağlık Etkileri





## İÇİNDEKİLER

**Yönetici Özeti 6**

**Bölüm 1 11**  
Hava Kirliliği Nedir?

**Bölüm 2 21**  
Türkiye'nin 4 Yıllık Hava Kirliliği Karnesi

**Bölüm 3 57**  
Hava Kirliliğinin Sağlık Etkileri

**Bölüm 4 73**  
Hava Kirliliği ve Önlenebilir Ölüm  
(2017- 2019)

**Bölüm 5 81**  
Türkiye'de Hava Kalitesi Mevzuatı

**Bölüm 6 89**  
Sonuç ve Öneriler

**Ekler 94**

# Yönetici Özeti

Yıllardan beri vurguladığımız Anayasa'nın 56. Maddesi'nde belirtilen '**sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı**' ve temiz hava soluma talebinin pek çok kişi tarafından yüksek sesle tüm ülkede dile getirildiğine şahit olduk. Özellikle Zonguldak, Çanakkale, Kütahya, Kahramanmaraş, Sivas, Manisa, ve Muğla gibi illerimizde yaşayanlar başta olmak üzere binlerce kişi karar vericilere telefon, e-posta ve sosyal medya yoluyla ulaşarak '**Temiz Hava Haktır**' dedi. Tam da bu sebeple, özelleştirilen ve 6 yıl boyunca çevre mevzuatından muaf tutulmuş kömürlü termik santrallere gerekli yatırımları yapmaları için süre uzatımı öneren Yasa Teklifi maddeleri (Madde 45 ve Madde 50) yasalaşmadı. Kasım 2019'da TBMM'ye gelen Madde 50 kabul edilmesine rağmen, Cumhurbaşkanı tarafından veto edilerek meclise geri gönderildi ve ardından çevre mevzuatına uymayan kömürlü termik santraller 1 Ocak 2020 itibarıyla kapatıldı.

Temiz hava solumanın önemi giderek daha fazla anlaşılrsa da, Türkiye'de hava kirliliğinin oluşturduğu sağlık yükü de giderek artıyor. Tüm dünyada geniş bir saha çalışması ile yürütülen Küresel Hastalık Yüğü<sup>1</sup> raporunun güncel verilerine göre, Türkiye'de ölüm ve sakatlığa sebep olan bir risk faktörü olarak hava kirliliği 2007-2017 yılları arasında %174 artış göstermiş. Başka bir deyişle, **Türkiye'de en çok ölüm ve hastalığa sebep olan risk faktörü sıralamasında hava kirliliği 2007'de 7.sıradayken, 2017'de 6.sıraya yükseldi.** Temiz Hava Hakkı Platformu olarak geçtiğimiz yıl hazırladığımız Kara Rapor çalışması da, 2017 yılında hava kirliliği Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği seviyelere indirilebilseydi trafik kazalarının **7 katı kadar kişinin (yaklaşık 52.000) ölümünün önlenebileceğini** ortaya koyuyor<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> IHME, Global Burden of Disease. <http://www.healthdata.org/turkey> erişim: 27.07.2020.

<sup>2</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019), Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor. <https://www.temizhavahakki.com/kara-rapor/>

2019 yılının son aylarında hayatımıza giren COVID-19 virüsü pandemisi de halk sağlığı ve çevre ilişkisinin önemini tekrar ortaya koydu. Yapılan çalışmalar, uzun süreli hava kirliliğine maruz kalan kişilerin, ortaya çıkan kronik hastalıklar nedeniyle COVID-19 gibi virüslere yakalanma ve olumsuz etkilenme riskinin daha yüksek olduğunu belirtiyor. **Tüm bu gelişmelerin ardından, hava kalitesi yönetimi dünyada her geçen gün hem vatandaşlar hem de karar vericiler için daha da önemli bir konu haline geliyor.**

COVID-19 salgınıyla mücadelede ön saflarda yer alan sağlık çalışanlarının da aralarında bulunduğu, Türkiye de dahil 90 farklı ülkeyi temsilen bir araya gelen **40 milyondan fazla doktor, hemşire ve sağlık uzmanı**, karar vericilere **'Sağlıklı Toparlanma'** isteklerini belirten bir mektup gönderdi. Sağlık çalışanları; gelecekte oluşabilecek krizlerden kaçınmak ve dayanıklılığı artırmaya yardımcı olmak için, halk sağlığının ekonomik toparlanma paketlerinin merkezine konulmasını talep ediyor.

Temiz Hava Hakkı Platformu, Türkiye'de sağlık ve doğa koruma alanında çalışan 16 kurumun hava kalitesini iyileştirmek ve korumak amacıyla bir araya gelmesiyle kurulan ilk çatı kuruluştur. Platformun, 2015 yılından beri hava kirliliğinin sağlık etkisi alanında ürettiği çok sayıda uzman görüşü ve rapor bulunmaktadır.

Elinizde tuttuğunuz Kara Rapor 2020, Platform'un 2015 yılından beri hava kalitesi analizi için yaptığı üçüncü çalışmasıdır. Rapor, hava kirliliği ve sağlık etkileri hakkında detaylı bilgi arayanlar için bir giriş niteliğindedir. Raporda ayrıca; 2019 yılı özelinde resmi hava kalitesi verilerinin ve 2016 – 2020 yılları arasında hava kalitesi durumunun genel bir incelemesi yapılıyor. Bunun yanı sıra, 2017 - 2019 yıllarında Türkiye'de hava kirliliği Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınır değerlerine indirilseydi önlenebilecek ölüm sayısı hesaplandı. Raporda ayrıca, hava kirliliği konusunda Türkiye'de eksik olan yasal düzenlemeler belirtiliyor ve son olarak Türkiye'de hava kalitesinin iyileştirilmesi için öneriler sunuluyor.



**Kara Rapor 2020'nin sunduğu bazı çarpıcı bilgiler şu şekildedir:**

- Mevzuatımızda Partikül Maddeler (PM) kirliliği açısından başta kanser hastalığı olmak üzere sağlığa en çok zarar veren  $PM_{2.5}$  için sınır değerler belirlenmemiştir.
- Yapılması planlanan endüstri, altyapı, enerji gibi tesislerinin izin süreçlerinde sağlık etki değerlendirmesi yapılmamaktadır.
- 2019 yılında, **30 ile ait yeterli** (%90 gün ve üzeri) hava kalitesi ( $PM_{10}$ ) verisi yoktur. Ayrıca **60 ilde** de kanserojen bir madde olan ince partikül madde ( $PM_{2.5}$ ) ölçümleri ile ilgili de yeterli veri yoktur.
- 2019 yılında, 30 ilde yaşayan yaklaşık **18 milyon kişi (nüfusun %21'i)** yıl boyunca soluduğu havanın kalitesine dair yeterli veriye sahip değildir.
- Toplam **2 milyon 196 bin kişinin yaşadığı Eskişehir, Muş, Uşak ve Şırnak** illerinde 3 yıldır asgari düzeyde bile hava kalitesi bilinmiyor.
- 2019 yılında, Türkiye'de hava kirliliğine dair yeterli veri bulunan 51 ilin, **%98'inde** Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün sınır değerlerinin ve %70'inde ise ulusal sınır değerlerin üzerinde gerçekleşti.
- **Amasya, Bursa, Iğdır, Manisa**'da yaşayanlar son 4 yıldır düzenli olarak **yılın en az %68'inde** mevzuatta belirtilen günlük sınır değerinin üzerinde kirliliğe maruz kalıyor.
- 2019 yılında sadece 55 ilde ölçülen kükürtdioksit ( $SO_2$ ) seviyesi, Soma Soma Kömürlü Termik Santrali'nin de içinde bulunduğu **Manisa** ilinde en yüksektir.
- Son 4 yıl boyunca düzenli olarak yüksek derecede kirliliğe maruz kalan **Iğdır, Düzce, Manisa, Bursa, Kahramanmaraş, ve Afyon**'da hava kirliliği sorunu çözülemeyen **kronik bir sorun** haline gelmiştir.
- **Ardahan, Tunceli, Rize, Artvin, Bitlis** 3 yıl üst üste hava kirliliği en düşük iller arasında olsalar da, hava kirliliği seviyeleri nadiren Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği kılavuz değerlerin üzerindedir.
- **2020 yılının ilk yarısında hava kalitesinde iyileşme olmuştur. Kahramanmaraş, Kütahya ve Zonguldak** illerinde Ocak ayında kapatılan kömürlü termik santrallerin ve Mart ayında COVID-19 salgını ile ilgili alınan tedbirler nedeniyle azalan trafik sonucu **5 büyükşehirde** hava kalitesi iyileşmiştir. Fakat santrallerin tekrar açılması ve kaldırılan seyahat yasakları sonucunda artan hareketlilik nedeniyle **Haziran 2020'de hava kirliliği tekrar artmaya başlamıştır.**
- Türkiye'de hava kirliliği Dünya Sağlık Örgütü kılavuz değerine indirilseydi; 2019 yılında tüm ölümlerin **%7,9'u (31.476 ölüm)** ve 2018 yılındaki tüm ölümlerin **%12.13'ü (45.398 ölüm)** önlenbilirdi.
- İstanbul, 2017 yılından beri hava kirliliğine bağlı ölüm sayısının en fazla olduğu ildir.
- 2019 yılında hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının en fazla olduğu üç il sırasıyla **İstanbul, İzmir ve Manisa** olmuştur.
- Önceki yıllarda olduğu gibi 2019 yılında da tüm ölümler içinde hava kirliliği nedeniyle yaşanan **ölüm yüzdesinin** en fazla olduğu il %33,5 ile **Iğdır** olmuştur.
- 2017 - 2019 yılları arasında hava kirliliği nedeniyle **trafik kazalarının neredeyse 6-7 katı kadar ölüm** yaşanmıştır.




**COVID-19 pandemisinin ardından**, benzer krizleri ileride tekrar yaşamamak için halkın sağlığını temel alan '**sağlıklı toparlanma**' politikaları oluşturmak gerekiyor. Önümüzdeki süreç; öncekinden daha yeşil, adil, doğa dostu ve halkın sağlığını savunan politikalara öncelik vermek için büyük bir fırsat sunuyor. **Temiz Hava Hakkı Platformu** olarak gelecek kuşakların da sağlıklı bir çevrede yaşam hakkını savunuyor ve yeniden dönüşümün bilimsel temelli yaklaşımla ve toplum sağlığı önceliğiyle; bütün insani, ekonomik ve sosyal gereksinimlerin karşılanacağı adımları içermesi gerektiğini düşünüyoruz. Bu dönüşümün gerçekleşmesi için; karar vericilerin sağlıklı beslenme, yenilenebilir enerji, yürüyüş, bisiklet ve sıfır emisyonlu toplu taşıma ile doğanın radikal şekilde yenilenmesini içerek değişiklikleri teşvik etmesi oldukça önemli. Bu teşvikler; insanların, ekonominin ve gezegenin sağlığını destekleyen diğer olumlu değişikliklere de yol açacaktır.

Bu rapor ile, bütün bu taleplere ek olarak, Türkiye'de de hava kalitesinin iyileştirilebilmesi için hava kalitesi ölçüm verilerinin iyileştirilmesi, illerde **Temiz Hava Eylem Planlarının** uygulanması, kanserojen olan **ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>)** ölçüm istasyonlarının artırılması, mevzuatla yasal sınır belirlenmesi ve sanayi projelerinin izin süreçlerinde **sağlık etki değerlendirmesi** yapılması gibi konularda ilerlemeler kaydetmek için tüm yetkililer, vatandaş ve sivil toplum kuruluşlarının birlikte çalışmasına aracı olmayı umuyoruz.

<sup>3</sup><https://www.temizhavahakki.com/liderlere-mektup/>







**BÖLÜM 1**  
**HAVA KİRLİLİĞİ**  
**NEDİR?**

**Hava kirliliği, zararlı maddelerin miktarının artması sonucu hava kalitesinin canlılara zarar verecek seviyeye inmesidir.**

## HAVA KİRLİLİĞİ VE NEDENLERİ

Kirli havanın içerisinde; insan sağlığına ve diğer canlılara zarar verecek seviyede istenmeyen madde bulunur. Bazı kirleticiler, kaynaktan atıldığında doğrudan havayı kirletir ya da atmosferde iki kirleticinin tepkimeye girmesiyle yeni bir kirletici oluşabilir. Sıcaklık ve nem gibi (meteorolojik) koşullar kirleticilerin dönüşmesinde etkili olur. Genelde gözle görmediğimiz veya koklayamadığımız **partikül maddeler (PM)**, **kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>)**, **azot oksitler (NO<sub>x</sub>)** ve **ozon (O<sub>3</sub>)** gibi kirleticiler çoğu zaman biz fark etmeden soluduğumuz havayı kirletir.

Hava kirliliği; çöl tozu ve yanardağ patlamaları gibi doğal kaynaklardan ortaya çıkabileceği gibi, insan faaliyetlerinden de kaynaklanmaktadır. **Isınma, trafik, elektrik üretimi, sanayi, madencilik, inşaat, endüstriyel tarım ve orman yangınları** gibi insan faaliyetlerinin neden olduğu emisyonlar ana kirlilik nedenleri olmakla beraber önlemlerle engellenebilir.

Dünyadaki ülkelerin yarısının hava kalitesi verilerine erişimi olmaması, en büyük halk sağlığı tehditlerinden olan hava kirliliğiyle mücadele çabalarını engelliyor<sup>4</sup>.

**Şekil 1 - İnsan Faaliyetlerine Bağlı Başlıca Hava Kirliliği Kaynakları**



<sup>4</sup> OpenAQ (2020), 'Open Air Quality Data: The Global State of Play'.  
[https://openaq.org/assets/files/2020\\_OpenData\\_StateofPlay.pdf](https://openaq.org/assets/files/2020_OpenData_StateofPlay.pdf) erişim: 29.07.2020

Özellikle sanayiden kaynaklanan kirlleticiler; iklim değişikliği, asit yağmurlarının yanı sıra, bacalardan çıkan ve saç telinden daha ince partikül maddelerin kana karışabilmesi nedeniyle pek çok sağlık ve çevre sorununa neden olurlar.

Hava kirliliğini **iç ortam ve dış ortam hava kirliliği** olarak ikiye ayırabiliriz. Çok sayıda hava kirleticisi kapalı ortamlarda da bulunmaktadır. Bunlar yerleşim yerlerine, binalara, hatta aynı ev içinde farklı odalara göre bile değişiklik göstermektedir. Bazı kapalı ortam kirleticileri temel olarak dış ortamdan kaynaklanırken, bazılarının aynı zamanda ocak gibi ev içi kaynakları da vardır. Havada asılı olan parçacıklar, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), fotokimyasal oksidanlar, kurşun ve bazı oksidanlar bunlar arasında sayılabilir. Mikrobiyolojik kirlilik; partikül madde, kimyasal madde, yapı malzemesi ve dış ortam olarak belirlenmiştir<sup>5</sup>.

**Düşük gelirli bölgelerde yaşayan yaklaşık 3 milyar insan, yemek ve ısınma için yakılan sobalar nedeniyle iç ortam hava kirliliğine maruz kalıyor.**<sup>6</sup>

İç ortam hava kirliliği düşük gelirli bölgelerde çok daha fazla kişinin sağlığını tehdit ediyor. Dünyada yaklaşık 3 milyar kişi, açık ateşte veya gaz yağı, odun, hayvan gübresi ve kömür yakılan sobalar kullanarak yemek pişiriyor<sup>7</sup>.

Özellikle COVID-19 virüsü pandemisi temiz hava solumanın ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Kuaför salonları, alışveriş merkezleri, okullar ve evlerdeki hava kalitesi ile ilgili yapılan pek çok çalışma mevcuttur. Amerika'da yapılan çalışmalarda, trafik emisyonları ve yangınlarla ilgili dış hava kirliliğinin, örneklenen 28 düşük gelirli evde sızma ve doğal havalandırma nedeniyle iç mekan hava kirleticisi konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir<sup>8</sup>.

**Şehirlerde sanayi ve trafik kaynaklı dış ortam hava kirliliği, iç ortam hava kalitesini de düşürmektedir.** 2006 yılında İstanbul'da beş ilkokulda yapılan bir çalışmada, yüksek trafik yoğunluğuna sahip yolların yakınında bulunan dört okulda Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> maksimum sınırlarının önemli ölçüde aşıldığını göstermiştir<sup>9</sup>.

**İklim değişikliği ve hava kirliliği fosil yakıtlardan kaynaklanan ve birlikte ele alınması gereken 21. yüzyılın en büyük çevre sorunlarıdır.** Ağustos 2019'da Birleşmiş Milletler Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve İklim ve Temiz Hava Koalisyonu (CCAC), **Temiz Hava Girişimi**'ni kamuoyuyla paylaştı ve **hükümetlere iklim ve hava kirliliği krizlerinin birlikte ele alınması çağrısında bulundu.** Girişim, ulusal ve yerel yönetimlere; **2030 yılına kadar vatandaşlarını güvenli seviyede hava kalitesine ulaştırmaları ve iklim değişikliği ile hava kirliliği politikalarını uyumlaştırmaları yolunda çağrıda bulundu.**

<sup>5</sup> <http://marmara.gov.tr/kentsel-alanlarda-hava-kalitesi-konusuldu-23451> erişim: 30.07.2020

<sup>6</sup> <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> erişim: 30.07.2020

<sup>7</sup> <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> erişim: 30.07.2020

<sup>8</sup> Shrestha, P. M., Humphrey, J. L., Carlton, E. J., Adgate, J. L., Barton, K. E., Root, E. D., & Miller, S. L. (2019). Impact of Outdoor Air Pollution on Indoor Air Quality in Low-Income Homes during Wildfire Seasons. International journal of environmental research and public health, 16(19), 3535. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193535>

<sup>9</sup> Ekmekcioglu D., Keskin S. (2007), Characterization of Indoor Air Particulate Matter in Selected Elementary Schools in Istanbul, Turkey, Indoor and Built Environment, 16; 169.



**Paris Anlaşması'nın iklim değişikliği hedeflerine uyulursa; hava kirliliği de azaltılarak 2050 yılına kadar yılda bir milyondan fazla hayat kurtarılabilir.**

Paris Anlaşması'nın iklim değişikliği hedefleri, hava kirliliğini azaltma yoluyla 2050 yılına kadar yılda bir milyondan fazla hayat kurtarmaya imkan sağlıyor. Bu hedefler aynı zamanda yaklaşık 54,1 trilyon dolar değerinde sağlık maliyetinin de ortadan kalkması demek.

Başlıca hava kirlleticileri ve sağlık etkileri aşağıda listelenmiştir:

#### a. Partikül Madde

**Partikül maddeler (PM), havada asılı katı ve sıvı parçacıkların karışımından oluşan bir hava kirleticisidir.** Partikül maddeler doğrudan doğruya havaya yayılabilir (birincil PM) veya çeşitli gazlar sonucunda atmosferde oluşabilir. Ayrıca atmosferdeki olaylar ve genelde sanayiden kaynaklı diğer gazlarla birleşerek ikincil partikül madde de ortaya çıkabilir ve kilometrelerce mesafe yol alabilir.

Hava kirliliğinin en zararlı bileşenleri, çapı 10 µm (mikrometre) veya daha düşük olan partikül maddelerdir (PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub>). PM, tek bir toksik madde değildir; karbon, ağır metaller, inorganik iyonlar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve yerküre kökenli elementlerden oluşur. Çapı 2.5-10 µm arasındakiler (PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub>) kaba ('coarse'), 2.5 µm ve daha küçük çaplılar ince ('fine') olarak isimlendirilirler<sup>10</sup>. İkisi de akciğerlerde lokal inflamasyona neden olurlar. PM<sub>2.5</sub>'in alveolleri geçip kana karışabilir<sup>11</sup>.

Şekil 2 - Partikül Maddenin Boyutları



**Saç telinin yaklaşık 1/30'u kadar küçük olan ince partiküller (PM<sub>2.5</sub>), akciğerlerden geçip doğrudan kana karışabildiği için sağlık açısından daha risklidir ve kanserojendir.**

**En tehlikeli kirleticilerden olan ince partiküller (PM<sub>2.5</sub>) her ilde ölçülüyor ve ulusal mevzuatımızda belirlenmiş bir sınır değeri yoktur.**

<sup>10</sup> İngilizce kaynaklarda çapı 2.5-10 µm arasındaki partikül maddeler (PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub>) 'coarse', 2.5 µm ve daha küçük çaplılar ince 'fine' olarak isimlendirilmektedir.

<sup>11</sup> EPA <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics> erişim: 30.07.2020

Partikül madde mikrometre ile ölçülür ve boyutlarına göre isimlendirilir. Saç telinden bile küçük olan ve 2.5-10 mikrometre çapındaki partikül maddelerin temel kaynakları insan kaynaklı olan sanayi (inşaat, madencilik vb.), ulaşım ve ısınma için kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yakılması ve volkan patlaması, yangınlar, toz fırtınası, okyanuslar gibi doğal kaynaklardır<sup>12</sup>.

Partikül maddelerin daha büyük boyutlu olanları hızla yere çökerken, saç telinin yaklaşık 1/30'u kadar küçük olan bazı parçacıklar (PM<sub>2.5</sub>) meteorolojik olaylar sonucunda ülkeler arası sınırların ötesinde kilometrelerce yol alabilirler. Özellikle PM<sub>2.5</sub> daha tehlikelidir çünkü solunduğunda akciğerler içindeki gaz alışverişine müdahale edebilir ve kana karışabilirler.

Saç telinden bile küçük olduğundan göremediğimiz ve **2,5-10 mikrometre çapındaki partikül maddelerin** temel kaynakları daha çok insan faaliyetlerine dayalı **ısınma, ulaşım, sanayi, elektrik üretimidir**<sup>13</sup>.

PM<sub>10</sub> doğal kaynaklardan gelen tozu da barındırırken, **PM<sub>2.5</sub> çoğunlukla yakma kaynaklı tozdur ve insan kaynaklı kirliliği anlamak için temel göstergedir**. PM<sub>2.5</sub> dünya genelinde PM<sub>10</sub>'un %70'ini oluşturmakta, DSÖ tarafından Türkiye için bu değer %67 olarak belirlenmiştir.

DSÖ'nün 2005 yılında duyurduğu hava kalitesi kılavuzundan sonra PM<sub>2.5</sub> tüm dünyada yaygın olarak ölçülmeye başlamıştır. Böylece PM<sub>2.5</sub>'in birim başına sağlık ve ölüm verilerini rakamlarla ortaya koyan birçok sağlık araştırması yapılmış, modeller üretilmiştir. PM<sub>2.5</sub> ve sağlık etkisi konusunda yapılan en temel çalışmalardan biri de yine DSÖ'nün Küresel Sağlık Yükü çalışmasıdır<sup>14</sup>. Ancak ülkemizde PM<sub>2.5</sub>'in ölçümü her ilimizde yapılmadığı gibi hava kirliliğinin neden olduğu sağlık etkileri de değerlendirilmemektedir.

**İnce partikül (PM<sub>2.5</sub>) hava kirliliği kaynaklı hastalık yükü ve ölüm sayısı hesaplanması için kullanılan en temel göstergedir.**

**Hava kirliliği ile iklim değişikliği arasında da güçlü bir bağlantı vardır. Siyah karbon**, fosil yakıtlar, odun ve diğer yakıtların eksik yanmasıyla oluşan partikül maddenin güçlü bir iklim ısınması bileşenidir. Tam yanma, yakıttaki tüm karbonu karbondioksit (CO<sub>2</sub>) dönüştürür, ancak yanma asla tamamlanmaz ve süreçte CO<sub>2</sub>, karbonmonoksit, uçucu organik bileşikler, organik karbon ve siyah karbon partikülleri oluşur. Eksik yanmadan kaynaklanan karmaşık partikül madde karışımına genellikle kurum denir<sup>15</sup>.

Siyah karbon, atmosferde salındıktan sadece günler ve haftalar sonra kısa ömürlü bir iklim kirleticisidir. Bu kısa sürede siyah karbonun iklim, buzul bölgeleri, tarım ve insan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri olabilir. Birçok çalışma, siyah karbon emisyonlarını önlemek için alınan önlemler sayesinde; iklimin kısa süreli ısınmasının azaltılabileceğini, mahsul veriminin artarak ve erken ölümlerin önlenebileceğini göstermiştir<sup>16</sup>.

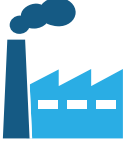
<sup>12</sup> [http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/documents/hava\\_kirliligi\\_ve\\_kirleticiler\\_rapor1.pdf](http://www.sahakk.sakarya.edu.tr/documents/hava_kirliligi_ve_kirleticiler_rapor1.pdf)

<sup>13</sup> <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/huff-particle.pdf> erişim: 30.07.2020

<sup>14</sup> DSÖ; "Küresel Sağlık Yükü" (Global Burden of Diseases) [https://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/about/en/](https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/about/en/) erişim: 30.07.2020

<sup>15</sup> <https://www.ccacoalition.org/en/slcps/black-carbon> erişim: 30.07.2020

<sup>16</sup> <https://www.ccacoalition.org/en/slcps/black-carbon> erişim: 30.07.2020



## b. Kükürt ve Azot Kirliliği

**Kömürlü termik santraller ve fosil yakıt kullanan sanayiler insan kaynaklı kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) emisyonlarının 1/3'ünden sorumlu.**

### Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>)

Kükürtdioksit renksiz, alev-almaz ve keskin bir kokusu olan gazdır. Genelde sanayide fosil yakıtların (kömür ve fuel oil) yakılması sonucunda ve kükürt içeren mineral cevherlerinin tasfiyesi sonucunda elde edilmektedir<sup>17</sup>. SO<sub>2</sub>'nin daha ileri safhada oksidasyonu ve genellikle NO<sub>2</sub> benzeri bir katalizörün ortamda bulunması sonucunda sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve sonucunda **asit yağmuru** oluşmaktadır. Kükürtdioksit emisyonları da aynı zamanda atmosferdeki partiküller için öncü olmaktadır<sup>18</sup>. Kükürtdioksit sadece kömürlü termik santraller veya sanayinin bulunduğu bölgelerde yer almıyor, rüzgar yoluyla farklı bölgelere de taşındığından uzay verileri de ile takip edilebiliyor.

Hava kirliliği yaratan kükürtdioksit, ölümlere ve hastalıklara yol açan kirleticiler arasında yer alıyor. Kükürtdioksit başta **solunum sistemi** rahatsızlıkları olmak üzere çok önemli sağlık etkileri olan zehirli bir maddedir. Akut sağlık etkileri akut bronşit, hırıltılı solunum ve nefes darlığı, bronkospazm ve havayolu aşırı duyarlılığı olarak sıralanabilir. Uzun süreli veya kronik etkileri kronik bronşit, kronik tıkayıcı akciğer hastalığı, astım ve solunum fonksiyonlarında azalmadır. Uzun süreli kükürt dioksit maruziyeti, **kalp ve dolaşım sistemindeki sorunların yanı sıra; üreme sağlığı** ile ilgili sorunlara da yol açar ve ölümleri artırır<sup>19</sup>.

**Genelde fosil yakıtların yanmasıyla oluşan SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> gibi gazların atmosferdeki su molekülleri ile birleşerek oluşturduğu asitler, yeryüzüne yağış olarak inebilir<sup>20</sup>.**

Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> gibi gazlar atmosferdeki su molekülleri ile birleşerek oluşturduğu asitleri içeren ve yeryüzüne inen yağışlara asit yağmurları denir<sup>21</sup>. Kirletici maddeler iki ile yedi gün havada asılı kalabildikleri gibi reaksiyonlara girebilir ve rüzgarlarla yüzlerce kilometre uzağa taşınabilirler. Asit yağmurları göllere, nehirlere, okyanuslara, ormanlara, yerleşim ve tarım alanlarına yağar. Bu yağışlar yerüstü ve yer altı suları kirletmekte, bir çok canlı türünü yok etmekte, tarım alanlarını, doğal örtüyü, yerleşim birimlerini tarihi eserleri tahrip ederek canlı cansız her şeye zarar vermektedir<sup>22</sup>.

<sup>17</sup> Kükürtdioksit ve karbon monoksit konusunda buradan alıntı yapılmıştır: <http://bianet.org/bianet/print/171256-hava-kirliliginin-saglik-etkileri>

<sup>18</sup> WHO Health effects of particulate matter,

[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)

<sup>19</sup> ATSDR Toxicological Profile for Sulfur Dioxide, <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=253&tid=46> erişim: 29.07.2020

<sup>20</sup> Kant, C. Kızıoğlu, T. (2003), Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (2), 217-221.

<sup>21</sup> Kant, C. Kızıoğlu, T. (2003), Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (2), 217-221.

<sup>22</sup> Kant, C. Kızıoğlu, T. (2003), Asit Yağmurlarının Canlılar Üzerine Etkileri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (2), 217-221.





**Azot Dioksit (NO<sub>2</sub>)**

**Araçlar ve sanayide kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan NO<sub>2</sub> ve diğer NO<sub>x</sub>, havadaki diğer kimyasallarla reaksiyona girerek sağlığa zararlı olan hem partikül madde hem de ozon oluşturur<sup>23</sup>.**

Azot dioksit (NO<sub>2</sub>) temel olarak fosil yakıtların yakılmasıyla atmosfere karışır. NO<sub>2</sub> araba, kamyon, otobüs, termik santral ve arazi ekipmanlarından çıkan emisyonlardan oluşur<sup>24</sup>. Yüksek konsantrasyonda NO<sub>2</sub> içeren havanın solunması, insan solunum sistemindeki hava yollarını tahriş edebilir. Kısa süreli maruziyet solunum hastalıklarını, özellikle astımı şiddetlendirebilir, solunum semptomlarına (öksürük, hırıltılı solunum ve nefes almada zorluk gibi) bağlı olarak hastaneye yatışa yol açabilir. Yüksek NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına daha uzun süre maruz kalmak astım gelişimine katkıda bulunabilir ve solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlığı artırabilir. Astımlı insanlar, çocuklar ve yaşlılar genellikle NO<sub>2</sub>'nin sağlık etkileri için daha büyük risk altındadır<sup>25</sup>.

**Azot ve Kükürt Oksitler (NO<sub>x</sub> ve SO<sub>x</sub>)**

Nitrojen oksitler, toprağın asitleşmesine ve yüzey sularında nitrojen doygunluğuna, ötrofikasyona neden olur. Bu sebepler ile ekosistem çeşitliliğine yol açabilir. Sülfür oksitler ise toprağın ve yüzey sularının asitleşmesine ve sulak alanlarda cıva metilasyonuna neden olur. Ayrıca, sucul ve karasal sistemlerde bitki örtüsüne ve tür kaybına sebebiyet verir ve sülfat parçacıklarının oluşmasına katkı sağlar. Bu sülfat parçacıkları atmosferin soğumasına katkı sağlar<sup>26</sup>.

**c. Ozon Kirliliği**

**Hava kirliliği sadece kış aylarında olmuyor. Sıcak havalarda ve güneş ışığı altında, sanayi ve trafik kaynaklı kirleticilerin güneş ışığı altında reaksiyona girmesi ile yer seviyesi ozonu kaynaklı ozon kirliliği oluşur.**

Atmosferin üst tabakalarında (stratosferde) bulunan ozon güneşten gelen tehlikeli ultraviyole ışınları süzdüğü için insan sağlığı ve canlı yaşam için faydalı bir gazdır. Ancak aynı ozon gazı, soluk alıp verdiğimiz yer seviyesinde oluştuğu zaman tehlikeli bir kirletici haline alır<sup>27</sup>. Ozon (O<sub>3</sub>), azot oksitler, uçucu organik bileşikler (VOC) ve karbonmonoksit gibi farklı kaynaklardan ortaya çıkan kirleticilerin güneş ışığı altında foto-kimyasal reaksiyona girmesiyle oluşan bir ikincil kirleticidir.

<sup>23</sup> ÇMO(2020), Hava Kirliliği Raporu 2019

EPA <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects>

<sup>24</sup> EPA <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2> erişim: 30.07.2020

<sup>25</sup> ÇMO(2020), Hava Kirliliği Raporu 2019

EPA <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects>

<sup>26</sup> ÇMO(2020), Hava Kirliliği Raporu 2019

EPA <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#effects> erişim: 30.07.2020

<sup>27</sup> Day DB, et al. Association of Ozone Exposure with Cardiorespiratory Pathophysiologic Mechanisms in Healthy Adults. JAMA Internal Medicine 177(9):1344-1353, 2017.

Levitan D. Ozone Pollution Grows, But It Can Be Fixed. Scientific American, 2018.

World Health Organization. IARC Monographs, Vol 109: Outdoor Air Pollution, 2016.



Ozon kirliliği özellikle termik santraller (kömür ve doğal gaz), sanayi tesisleri ve motorlu araçlardan kaynaklanıyor. Trafikte dizel araçlar azot oksitlerin, benzinli araçlar ise ozon kirliliğine neden olan kirleticilerden uçucu organik bileşiklerin ve karbonmonoksitin daha fazla havaya salınmasına neden oluyor. Ayrıca fabrikalar ve petrol rafinerileri de önemli ozon kirliliği kaynakları arasında.

Ozon, solunum yolları hastalıklarına, astım ataklarına, damar tıkanıklığına ve diğer sağlık sorunlarına neden olan önemli bir kirleticidir. Dünyada her yıl 30 yaş üzerinde 1-1,5 milyon kişinin ozon kirliliği ile ilişkili solunum hastalıklarına bağlı olarak öldüğü tahmin edilmektedir<sup>28</sup>.

Okside edici bir gaz olan ozon (O<sub>3</sub>), solunum yollarında tahrişe neden olarak akciğerde ve soluk borusunda inflamasyon oluşturur, solunum fonksiyonlarını bozar ve astım ataklarını tetikler. Bu etkiler KOAH, astım gibi kronik akciğer hastalıklarına yakalanmış kişilerde, yaşlılarda ve çocuklarda daha çok görülür. Ozona uzun süre tekrarlayan bir şekilde maruz kalan **çocuklarda akciğer gelişimi bozulabilir ve astım gelişimi tetiklenebilir.**

**Ozon kirliliği ve iklim krizi sonucu sıklıkla ortaya çıkan aşırı sıcaklar aynı risk grupları üzerinde (özellikle KOAH, astım, yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalığı gibi hastalıkları olan kişilerde, yaşlılarda ve çocuklarda) birbirlerinin etkisini güçlendirerek ve daha tehlikeli hale gelmektedir<sup>29</sup>. Ayrıca bitkilerde de çeşitli zarar ve reelte düşüşüne sebep olmaktadır.**

Ozon ayrıca damar fonksiyonlarını bozarak ve kan basıncını yükselterek kalp-damar hastalıklarında artışa neden olabilmektedir. Ozon aynı zamanda merkezi sinir sisteminin fizyolojisini bozan, çeşitli nörotoksik etkilere neden olan bir kirleticidir. Kesin bulgular olmamakla birlikte, ozon kirliliği ile otizm, demans (bunama) ve depresyon arasında ilişki bulunabileceğine dair çalışmalar vardır<sup>30</sup>.

Özellikle kükürtdioksit ve ozon gibi hava kirleticileri ve hava kirliliği kaynaklı ağır metal birikimi bitkilerde oksidatif stres oluşturarak çeşitli zararlar vermektedirler. Bitkilerin ozon kirliliğine en hassas olan ve etkilenen organı yapraklardır. Yapraklardaki stomalar vasıtasıyla yaprak bünyesine giren bu gazlar yapraktaki klorofillerin yapısını bozmaktadırlar. Ayrıca yanık etkisi, serbest asit halinde yüzeysel olarak da ortaya çıkabilmektedir.

Bitkiler üzerinde kirletici etkisiyle ortaya çıkan zararlar üç ayrı boyutta görülebilmektedir. Bunlar akut, kronik ve gizli zararlardır. Akut zararlaşmaya uğrayan bitkiler derhal ölmekte, kronik zararlaşma öldürücü olmamakla birlikte bitki kalitesini büyük oranda bozmaktadır. Görünmeyen (gizli) zarar ise zaman içinde ortaya çıkmaktadır. Hava kirliliği, hem tarımda hem de bahçe bitkilerinde vejetatif aksamların gelişmesini, döllenme biyolojisini, meyve tutumunu, verim ve kalitelerini önemli ölçüde etkilemektedir<sup>31</sup>.

<sup>28</sup> Malley CS, et al. Updated Global Estimates of Respiratory Mortality in Adults ≥30 Years of Age Attributable to Long-Term Ozone Exposure. Environmental Health Perspectives. doi.org/10.1289/EHP1390, 2017.

<sup>29</sup> Meehl GA, et al. Future Heat Waves and Surface Ozone. Environmental Research Letters 13: 064004, 2018.

<sup>30</sup> Zhao T, et al. Ambient Ozone Exposure and Mental Health: A Systematic Review of Epidemiological Studies. Environmental Research 165: 459–472, 2018.

<sup>31</sup> Turalhoğlu, S. Bitkilere Zararlı Olan Ozon, Azot Dioksit ve Kükürt Dioksit'in Erzurum Atmosferindeki Değişimleri, GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 28(1), 73-77





#### d. Karbonmonoksit (CO)

**Karbonmonoksit genelde karbon içeren yakıtlar tam yanmazsa oluşan iç ortam kirliliğinden kaynaklanır.**

Karbonmonoksit (CO) renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olup, havadan biraz daha hafif olan bir gazdır. Gaz, insan ve hayvanlar için yüksek miktarda bulunduğu yüksek oranda toksik olup, aynı zamanda normal hayvan metabolizmalarında düşük oranlarda üretilmekte ve bunun normal bazı biyolojik fonksiyonlara sahip olduğu düşünülmektedir. Karbonmonoksit genelde iç ortam kirliliğinden kaynaklanır. CO, karbon içeren yakıtlar yakıldığında ve düşük miktarda oksijen bulunduğu üretilmektedir. Sobalı evlerde sıklıkla karşılaşılan zehirlenme vakalarının temel sebebidir. Yeterli miktarda oksijen beslemesinin bulunduğu ortamlarda, yanma esnasında oluşan karbonmonoksit önemli bir kısmı oksidize olarak derhal karbondioksit (CO<sub>2</sub>) dönüşmektedir<sup>32</sup>.

CO kalp ve beyin gibi organlara ve dokulara oksijen dağıtımını azaltarak zararlı etkilere yol açabilen bir maddedir; yüksek düzeyde solunması halinde ölümle sonuçlanabilir. CO maruziyeti insanlarda kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır; bu durum kalbin yeterince kanlanamamasına, göğüs ağrısına ve yüksek düzeyde maruz kalınması halinde ise ölüme yol açabilir<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> WHO Health effects of particulate matter, [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) erişim: 28.07.2020

<sup>33</sup> EPA <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/carbon-monoxides-impact-indoor-air-quality> erişim: 29.07.2020





## **BÖLÜM 2**

# **TÜRKİYE'NİN DÖRT YILLIK HAVA KİRLİLİĞİ KARNESİ**

**2019 yılında  
30 ilde yeterli hava  
kalitesi (PM<sub>10</sub>)  
verisi yoktur.**

## **TÜRKİYE'NİN DÖRT YILLIK HAVA KİRLİLİĞİ KARNESİ**

Bu bölümde, 2020 yılının ilk yarısı hava kalitesi ölçüm istasyonları ve uydu verileri dahil edilerek incelenmiştir. 2019 yılına ait hava kalitesi ölçüm istasyonları verileri ise, iller ve istasyonlar bazında Türkiye ve Dünya Sağlık Örgütü'nün sınır değerlerine göre analiz edilmiştir. Ayrıca, 2016 - 2018 yılları arasında ölçülen kirlilik düzeyleri ile de karşılaştırma yapılmıştır. Bu bölümdeki değerlendirmede, temel olarak Türkiye'de en düzenli ve yaygın ölçülen kirleticilerden biri olan PM<sub>10</sub> düzeyleri kullanılmıştır. PM<sub>10</sub> verileri kullanılarak veya olan yerlerde PM<sub>2.5</sub> ölçümlerinde faydalanarak elde edilen ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>) düzeyleri ise hava kirliliğinin sağlık etkilerini hesaplamak amacıyla dördüncü bölümde kullanılmıştır.

### **METODOLOJİ VE VERİ KAYNAKLARI**

Değerlendirmede kullanılan hava kirliliği verileri **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB)**'na ait Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı Web Sitesi'nin **havaizleme.gov.tr** adresinde bulunan Veri Bankası bölümünden indirilmiştir. İndirme işlemi yapılmadan önce, ÇŞB Çevre Referans Laboratuvarı ile iletişime geçilerek 2019 yılına ait verilerin validasyonun tamamlanması beklenmiştir. Yine de; SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve O<sub>3</sub> verilerinde karşılaşılan eksi değerler olan istasyonların verileri geçersiz olarak sayılmış ve hesaplama dahil edilmemiştir. Çalışmaya temel olan günlük PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> verileri tüm istasyonlarda excel tablosu şeklinde 24 saatlik ortalamalar temel alınarak 05.03.2020 tarihinde topluca indirilmiştir.

İstasyon bazında indirilen 24 saatlik PM<sub>10</sub> ölçümlerden Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yeterli veri olan istasyonların (yılıda %90'dan fazla gün ölçüm yapılan) ortalaması alınarak, yıllık PM<sub>10</sub> ortalama değerleri hesaplanmıştır. Fakat yıl boyunca sadece 51 ilde **%90 ve üzeri gün ölçüm yapılması ve geriye kalan 30 il için yeterli veri yoktur. %90 üstü gün boyunca yeterli PM<sub>10</sub> verisi olmayan illerde, Avrupa Çevre Ajansı (EEA)'nın da yeterlilik tanımına uygun olarak yıl içinde %75'ten fazla gün ölçüm yapılan veriler kullanılarak yıllık ortalama hesaplanmıştır**<sup>34</sup>.

Ayrıca hava kirliliği ile ilgili dönemsel yorum yapabilmek için Enerji ve Temiz Hava Araştırmaları Merkezi (CREA) ekibinin yardımı ile **uydu verilerinde** de yararlanılmıştır. Raporla, uzaktan algılama ve yere dayalı ölçümler olmak üzere iki farklı veri kaynağı türü kullanılmıştır. Uzaktan algılama, uydular üzerine yerleştirilen ve aerosoller ve hava bileşimi hakkında bilgi toplayan sensörleri ifade eder. NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> tahminleri için benimsenen en yaygın iki sensörü, yani OMI ve TROPOMI'yi kullanılmıştır. OMI ve TROPOMI sırasıyla 13 x 24km<sup>2</sup> ve 3.5 x 7 km<sup>2</sup> uzamsal çözünürlüğe ve günlük küresel kapsama alanına sahip pasif güneş geri saçılım spektrometreleridir. Hem OMI hem de TROPOMI verileri için Seviye 3 verileri kullanılmıştır<sup>35</sup>.

Amacımız emisyon verilerini tam olarak hesaplamaktan ziyade, hava kirleticilerin artması veya azalmasına neden olan bazı olayların etkilerini gözlemlenmek olduğundan hava koşullarındaki farklılıkları hesaba katmadan uydu verilerini karşılaştırmak sorun yaratmamaktadır. Uydu verileri, alt atmosferdeki kirletici miktarını kaynaktan çıkan tüm yönlerde ölçtüğünden dolayı rüzgar yönü ve dikey karıştırmanın etkisi çok daha azdır; yerdeki ölçüm istasyonlarına göre meteorolojik olaylara çok daha az duyarlıdır. NASA ve EPA da Korona pandemisi döneminde özellikle Çin gibi ülkelerde azalan kömür üretimi ile doğru orantılı olarak azalan hava kirliliğini göstermek için uydu verilerini kullanmıştır.

<sup>34</sup> EEA [https://ftp.eea.europa.eu/www/aqereporting-3/AQeReporting\\_products\\_2018\\_v1.pdf](https://ftp.eea.europa.eu/www/aqereporting-3/AQeReporting_products_2018_v1.pdf) erişim: 07.07.2020

<sup>35</sup> Raporla kullanılan uydu veri kümeleri hakkında detaylı bilgi için: OMI SO<sub>2</sub>, TROPOMI SO<sub>2</sub>, TROPOMI NO<sub>2</sub> sayfalarını ziyaret edebilirsiniz.



Uydu verisi ile birleştirilen yerdeki hava kalitesi istasyon ölçümleri verileri, ÇŞB tarafından toplanan ve havaizleme.gov.tr adresinde paylaşılan hava kalitesi istasyonlarından elde edildi. Veriler, 15.07.2020 tarihinde indirildi ve şehir düzeyinde toplanmadan önce bir MAD (Medyan mutlak sapması) filtresi kullanılarak aykırı değerler ve negatif değerler için filtrelendi.

**2019 yılında 60 ilde yıl boyunca yeterli PM<sub>2.5</sub> verisi ölçülmemiştir.**

Raporumuzun 2018 - 2019 yılı hava kirliliğinin sağlık etkilerini inceleyen 4. bölümünde PM<sub>2.5</sub> verileri kullanılmıştır. İstasyon bazında indirilen 24 saatlik PM<sub>2.5</sub> ölçümlerden Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre yeterli veri olan istasyonların (yılıda %90'dan fazla gün ölçüm yapılan) ortalaması

alınarak, yıllık PM<sub>2.5</sub> ortalama değerleri hesaplanmıştır. Fakat 2019 yılında 60 ilde yıl boyunca mevzuata göre yeterli PM<sub>2.5</sub> verisi yoktur. **PM<sub>2.5</sub> tüm dünyada hava kirliliği kaynaklı sağlık sorunlarını incelerken kullanılan gösterge bir kirleticidir.** Türkiye'de PM<sub>2.5</sub> istasyonları yaygın olmadığından; illerin %74'ü ile ilgili hava kirliliğinin sağlık etkisi ile ilgili yorum yapmak mümkün olmamaktadır. Halk sağlığı açısından bunun oluşturacağı büyük sıkıntı göze alınarak, mümkün olduğunca veri sorunu yaşayan diğer ülkelerde de kabul gören yöntemler dahilinde %75 gün ve üzeri yapılan ölçümlerin verileri de kullanılmak zorunda kalmıştır.

2019 yılı için PM<sub>2.5</sub> verisi %90 ve üzeri gün yeterli ölçüm yapılmamış illerde, %75 ve üzeri gün ölçüm yapılan PM<sub>2.5</sub> verileri kullanılmıştır. Onun da olmadığı illerde, yılın %90 ve üzeri PM<sub>10</sub> ölçümü yapan istasyonların verileri **Dünya Sağlık Örgütü dönüşüm katsayısı (0,66327)** ile çarpılarak PM<sub>2.5</sub> değerleri elde edilmiştir. Son olarak, yılın %90 ve üzeri PM<sub>10</sub> ölçüm yapılmayan ve PM<sub>2.5</sub> verisi hesaplanamayan illerde, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)'nın da yeterlilik tanımına uygun olarak %75 ve daha fazla gün PM<sub>10</sub> ölçümü verileri Dünya Sağlık Örgütü tarafından verilen dönüşüm katsayısı ile çarpılarak PM<sub>2.5</sub> verileri elde edilmiştir.

2016-2018 yılları için, 2019 yılında Temiz Hava Hakkı Platformu tarafından yayınlanan Kara Rapor'daki veriler kullanılmıştır. Bu veriler, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)'nın da yeterlilik tanımına uygun olarak %75 ve üzeri gün ölçüm yapan istasyonların PM<sub>2.5</sub> ölçüm değerlerinden elde edilmiştir. Veri olmayan iller için %75 ve üzeri gün ölçüm yapan PM<sub>10</sub> verileri Dünya Sağlık Örgütü tarafından verilen dönüşüm katsayısı ile çarpılarak PM<sub>2.5</sub> verileri elde edilmiştir<sup>36</sup>.

Birden fazla izleme istasyonu olan illerde, o ildeki bütün istasyonların 24 saatlik PM<sub>10</sub> düzeylerinin ortalaması, günlük il ortalaması olarak kabul edilmiştir. Seyyar istasyonlar da buldukları il sınırının içinde sayılmıştır. Ancak bir il içinde istasyonun konumuna göre daha fazla ve daha az kirlilik ölçülen istasyonlar bulunabilmektedir. Dolayısıyla ortalama, ilin her yeri için kirlilik düzeyini tam olarak yansıtamayabilir. **Bu nedenle daha doğru bir değerlendirme için istasyonların ve illerin yıllık PM<sub>10</sub> değerlerinin ortalamasının yanı sıra 50 µg/m<sup>3</sup>'ü bir yıl içinde 35 günden fazla aşan ölçüm kaydedilen istasyon ve iller de saptanmıştır<sup>37</sup>.**

Veriler, **Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kılavuz değerleri<sup>38</sup>** ve **Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği<sup>39</sup>**'nin (HKDYY) belirttiği sınır değerlere göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

<sup>36</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019), Hava Kirliliği ve Sağlık Etkisi: Kara Rapor

<sup>37</sup> 6 Haziran 2008 tarih ve 26898 sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin Ek-1'inde PM10 kirleticisinin 24 saatlik ortalaması için sınır değeri olarak belirtilen 50 µg/m<sup>3</sup> değerinin bir yılda 35 defadan fazla aşamayacağı belirtilmektedir.

<sup>38</sup> WHO (2005), WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf?sequence=1) erişim: 20.07.2020

<sup>39</sup> Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>



## KISITLAMALAR VE YETERSİZ ÖLÇÜM

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) Ek-2 "D) Veri kalitesi hedefleri ve hava kalitesi değerlendirme sonuçlarının derlenmesi" başlığı altındaki "I. Veri Kalitesi Hedefleri" altında yer alan tabloya göre, **sürekli sabit ölçüm yapılan istasyonlarda minimum veri alımının olması gereken değer %90 olarak belirtilmiştir.**

2019 yılında verileri indirilebilen Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarının sayısı 257'dir. Ancak bir merkezdeki verilerin hava kirliliğini değerlendirmede sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi için izleme istasyonunun yıl içindeki günlerin en az %75'inde veri üretmiş olması gerekir. Bu nedenle günlerin %74'ünde ve altında veri kaydetmiş olan istasyonlar "**Yetersiz Ölçüm Yapılan İstasyon**" (YÖ) olarak adlandırılmış ve değerlendirme kapsamı dışında bırakılmıştır.

**2019 yılında 30 ilde yeterli ölçüm yapılmadığı için hava kalitesi (PM<sub>10</sub>) bilinmemektedir.**

2019 yılında toplam istasyon sayısı 211'den 257'ye çıkması sevindirici bir gelişmedir. Ayrıca verilerin online yayınlandığı [havaizleme.gov.tr](http://havaizleme.gov.tr) sitesinin yapısının da iyileştirilmesi ile daha kullanıcı dostu olmuştur. Fakat geçici süreli olarak çözüle bile yine tüm istasyonların verilerini tek seferde yüklemenin mümkün olmaması konuyla ilgili izleme çalışması yapmayı oldukça güçleştirmektedir. **Ayrıca sanayi tesislerinin emisyon bilgileri hala kamuoyu ile paylaşılmamaktadır.**

Son dört yılda Türkiye'de verileri indirilebilen Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarının İstasyon bazında bakıldığında, %75 gün ve üzeri ölçüm kriterine uyan istasyon yüzdesinin ülke genelinde tüm illerdeki hava kalitesini hakkında eksiksiz analiz yapabilmek için yetersiz olduğu görülmektedir. Aslında HKDYY'de belirtilen %90 gün ve üzeri kriterini uygulandığında veri yüzdesi daha da endişe verici seviyelere düşmektedir. 2019 yılında %90 gün ve üzeri PM<sub>10</sub> verisi olmayan illerde, %75 ve üzeri gün yapılan ölçümler kullanılmış olmasına rağmen 21 ilde asgari düzeyde ölçüm yapılmamıştır. (Bakınız Tablo 1). Uzun yıllardır veri alnamayan bazı yerler arasında özellikle **Aliağa** gibi yoğun sanayileşme sebebiyle hava kirliliği riskinin yüksek olduğu bölgeler de vardır. Ayrıca 2018 yılında en yüksek PM<sub>10</sub> seviyelerinin ölçüldüğü **Kahramanmaraş ilindeki Afşin-Elbistan** istasyonunda, 2019 yılında yeterli veri alnamadığı için hava kalitesi takip edilememektedir.

**Tablo 1 - 2016 - 2019 yıllarında PM<sub>10</sub> ölçümlerinin yapıldığı istasyon sayıları**

Yıl	%75 ve Üzeri Ölçüm Yapılan İstasyon Sayısı ve Yüzdesi	Yetersiz Ölçüm Yapılan İstasyon Sayısı ve Yüzdesi	Toplam İstasyon Sayısı
2016	167 (%79)	44 (%21)	211
2017	185 (%88)	26 (%12)	211
2018	163 (%77)	48 (%23)	211
2019	152 (%59)	105 (%41)	257

Kaynak: Temiz Hava Hakkı Platformu tarafından oluşturulan 2019 ve 2020 yılında yayınlanan Kara Rapor çalışmalarının veri setidir.





## TÜRKİYE VE DÜNYADA HAVA KALİTESİ VERİSİ SORUNU

**Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), hava kirliliğinin "sağlık için en büyük çevresel risk" olarak tanımlamasına rağmen 1,4 milyarlık nüfusun yaşadığı dünyadaki ülkelerin yarısından fazlası hava kalitesi verilerini kamuoyuyla paylaşmıyor<sup>40</sup>.**

212 ülkeyi kapsayan küresel hava kalitesi verilerini içeren **OpenAQ** tarafından hazırlanan bir rapor, 1,4 milyar insanın hava kalitesi verilerine erişemediğini ortaya koyuyor. Yani dünyadaki ülkelerin yarısı, dış ortam kalitesini korumada en zayıf ülkeler arasında yer alıyor. Hava kirliliği küresel ölçekte her yıl **4,2 milyon erken ölüme** neden oluyor. Bu rakam Ebola, HIV/AIDS, tüberküloz ve sitma sebebiyle gerçekleşen ölümlerin toplamından (2,7 milyon) daha fazladır<sup>41</sup>.

Pakistan, Nijerya ve Etiyopya'nın da aralarında bulunduğu bazı ülkeler hiçbir hava kirliliği verisi üretmezken; Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Güney Afrika ve Türkiye gibi başka büyük ülkeler ise, hava kirliliği verilerini kamuoyuyla tam anlamıyla açık ve şeffaf şekilde paylaşmıyor.

OpenAQ'nun hava kalitesine tam şeffaf erişim için tanımladığı 4 kriter var<sup>42</sup>:

- Fiziksel veri,
- İstasyon bazlı ve koordinatlı veri,
- Detaylı zamansal veri,
- Programlı erişim.

**Türkiye, hava kalitesine tam şeffaf erişim için tanımlanan 4 kriterden sadece 1'ine tamamen (programlı erişim) uyuyor.**

Türkiye, hava kalitesi ile ilgili verilerin anlık ve açık paylaşımı için 3 yıldır yapılan çalışmalar sayesinde çok daha kullanıcı dostu olan bir altyapı ile **havaizlemegov.tr** sitesi üzerinden veri paylaşımı sağlamaktadır. Burada, ölçüm istasyonlarının koordinatları mevcut olsa da; bu istasyonların hangi kriterlere göre kurulduğunu belirten çalışmalar kamuoyu ile paylaşılmamaktadır. Ayrıca özellikle sanayi tesislerinin olduğu bölgelerdeki istasyon sayısının azlığı veya veri kalitesindeki yetersizlik büyük bir sorun olmaya devam etmektedir. Hava izleme istasyonlarından anlık gelen veriler görülmesine rağmen, bu verilerin valide olmadığı ve hatalar olabildiği söylendiği için anlık verilerin güvenilirliği ile ilgili soru işaretleri oluşmakta ve bu durum hava kirliliği ile ilgili doğru analiz yapmayı güçleştirmektedir. Her yılın ilk çeyreğinde geçen yıla ait verilerin valide edilmesini beklemek de ayrıca başka bir zorluk oluşturmaktadır. Ayrıca istasyonlara ait veriler toplu olarak indirilememekte, her bir istasyonu tek tek indirmek ve sonra birleştirmek oldukça büyük bir iş yükü oluşturmaktadır. **İstasyonların sayısı, ölçüm günü sayısı ve verilerin doğruluğu konusundaki sorunlar çözülmediği sürece tam ve açık veriye erişim sağlanamaması hava kalitesi konusunda analiz yapmayı oldukça güçleştirmektedir.**

50 milyondan fazla nüfusa sahip en kalabalık 13 ülke (4,2 milyar), gerçek zamanlı hava kalitesi verilerini üretiyor, ancak verilerin tamamına hükümet tarafından ulusal ölçekte erişim yapılamıyor.

<sup>40</sup> OpenAQ (2020), Open Air Quality Data: The Global State of Play  
[https://openaq.org/assets/files/2020\\_OpenData\\_StateofPlay.pdf](https://openaq.org/assets/files/2020_OpenData_StateofPlay.pdf) erişim: 20.07.2020

<sup>41</sup> <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>

<sup>42</sup> OpenAQ (2020), Open Air Quality Data: The Global State of Play  
[https://openaq.org/assets/files/2020\\_OpenData\\_StateofPlay.pdf](https://openaq.org/assets/files/2020_OpenData_StateofPlay.pdf) erişim: 20.07.2020



Toplam 1 milyar insanın yaşadığı, dünyanın en kalabalık 13 ülkesinde ulusal ölçekte uzun vadeli dış ortam hava kalitesi ölçümü için kamu programı bulunmuyor. En az 30 ülkede gerçek zamanlı veri üretiliyor, ancak bu verilerin tamamı henüz kamuoyuyla paylaşılmıyor. Varolan bu verileri daha açık hale getirmek Çin, Hindistan, Rusya, Brezilya, Filipinler ve Japonya gibi ülkelerde yaşayan 4,4 milyar insanı etkileyecektir<sup>43</sup>.

**Türkiye, 50 milyondan fazla nüfusa sahip en kalabalık ve tam açık veri erişimi olmayan 13 ülke listesinde; Mısır ve Vietnam'ın ardından 10. sırada yer alıyor<sup>44</sup>.**

Tablo 2 - Tam Açık Hava Kirliliği Veri Kriterine Erişemeyen En Kalabalık 13 Ülke

	Ülke	Nüfus	Erişilen Tam Açık Hava Kalitesi Verisi Kriterleri			
			Fiziksel Veriler	İstasyon Seviyesi ve Koordinatlar	Detaylı Zamansal Veri	Programlı Erişim
1	Çin	1.4 milyar		X		X
2	Hindistan	1.3 milyar				X
3	Endonezya	274 milyon	X	X		X
4	Brezilya	213 milyon		X		X
5	Rusya Federasyonu	146 milyon	X	X		X
6	Japonya	126 milyon		X		X
7	Filipinler	110 milyon	X	X	X	X
8	Mısır	102 milyon	X	X	X	X
9	Vietnam	97 milyon	X	X		X
10	Türkiye	84 milyon				X
11	İran	84 milyon	X		X	X
12	Tayland	70 milyon				X
13	Güney Afrika	59 milyon				X

Kaynak: OpenAQ (2020), Open Air Quality Data: The Global State of Play / çalışmasından üretilmiştir.

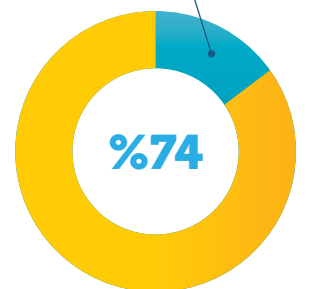
Dünyadaki ülke ve şehirlerdeki hava kalitesi indekslerini anlık olarak karşılaştırmalı olarak takip etmek için **World Air Quality Index**<sup>45</sup> sitesi takip edilebilir.

### TÜRKİYE'DE 2019 YILI HAVA KİRLİLİĞİ DÜZEYLERİ

İllerdeki ve istasyonlardaki hava kalitesi verileri karşılaştırılırken kullanılan sınır değerler Türkiye ve Avrupa Birliği mevzuatı yanı sıra Dünya Sağlık Örgütü kılavuz değerleridir. Maalesef PM<sub>2.5</sub> için Türkiye'de hala bir sınır değer belirlenmemiştir.

2019 yılı için yeterli veri yoktur denildiğinde, istasyonlarda **%90 ve üzeri gün ölçüm** yapılmadığı kast edilmektedir. Bu durumda, hava kalitesi hakkında yorum yapabilmek için **asgari değer olan %75** ve üzeri gün ölçüm yapan istasyonların de verilerine bakılmıştır.

**2019 yılında 60 ilde (%74) kanserojen olan ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>) miktarı hakkında yeterli veri yoktur.**

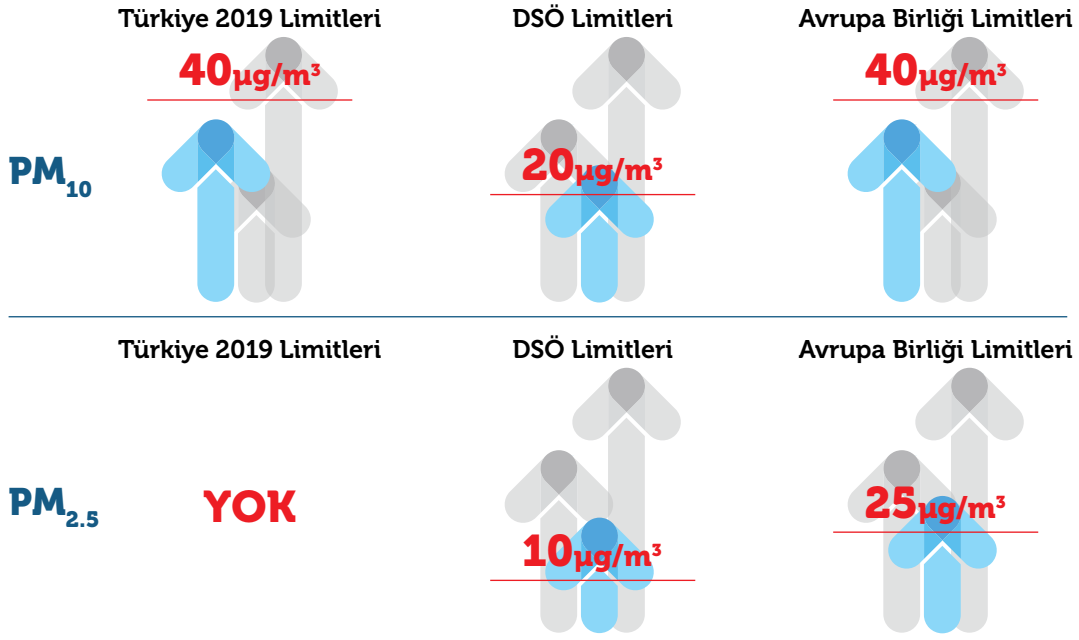


<sup>43</sup> OpenAQ (2020), Open Air Quality Data: The Global State of Play [https://openaq.org/assets/files/2020\\_OpenData\\_StateofPlay.pdf](https://openaq.org/assets/files/2020_OpenData_StateofPlay.pdf) erişim: 20.07.2020

<sup>44</sup> OpenAQ (2020), Open Air Quality Data: The Global State of Play [https://openaq.org/assets/files/2020\\_OpenData\\_StateofPlay.pdf](https://openaq.org/assets/files/2020_OpenData_StateofPlay.pdf) erişim: 20.07.2020

<sup>45</sup> <https://waqi.info/>

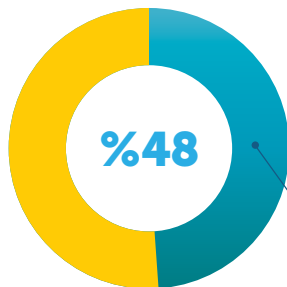
Şekil 3 - Partikül Madde Sınır Değerleri Karşılaştırması



2019 yılında, 257 istasyondan %48'inde (124 istasyon) mevzuatımıza göre yeterli veri alınamamıştır. Bu, istasyonların yarısına yakınında, yönetmelikte tanımlı olan yılın %90 ve üzeri gün boyunca yeterli veri alınamadığı anlamına gelir. Ayrıca 2019 yılında, 30 ilimizde yıl boyunca mevzuata göre yeterli hava kalitesi verisi ölçülmemiştir. 2019 yılında Türkiye nüfusunun %21'i olan 17.878.224 kişinin soluduğu hava kalitesi ile ilgili yeterli veri yoktur<sup>46</sup>.

Ayrıca istasyonların %41'inde yılın %75'i kadar gün boyunca asgari miktarda bile ölçüm yapılmamıştır. Aslında ilgili yönetmelikte de belirtildiği gibi, bu verilerle sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi için PM<sub>10</sub> ölçümlerinin %90 ve üzeri gün ölçüm yapılması gerekir. 2019 yılında %90 gün ve üzeri yeterli PM<sub>10</sub> verisi olmayan illerde, %75 ve üzeri gün yapılan PM<sub>10</sub> ölçümleri kullanılmış olmasına rağmen; 21 ilde en minimum seviyede bile ölçüm yapılmadığı için hava kalitesi konusunda bir yorum yapmak mümkün olmamıştır.

2018 yılında, toplam ölçüm istasyonu sayısı (211) daha az olmasına rağmen hiç veri olmayan il sayısının 8 iken; 2019 yılında veri alınan istasyon sayısı 257'ye çıkmasına rağmen, istasyonlarda ölçüm yapılan gün sayılarının mevzuatta belirtilen %90 gün ve üzeri limitini karşılamadığı için yeterli veri kalitesinde büyük bir düşüş görülmektedir. Bu durumda ölçümler yapılmış olsa bile, 2019'da yılın en az %75'i boyunca yapılmadığı için Türkiye'deki illerin ¼'ünde hava kalitesi konusunda asgari düzeyde bile bilgimiz yoktur.



**2019 yılında PM<sub>10</sub> ölçüm istasyonlarının yaklaşık yarısında yeterli veri yok.**

<sup>46</sup> TÜİK, ADNK verileri 2019

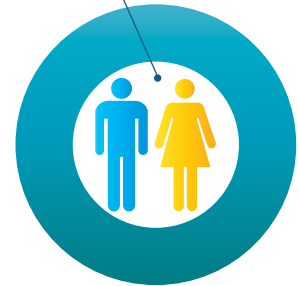


Harita 1 - 2016-2019 Yetersiz Ölçüm Haritası (PM<sub>10</sub>)

Toplam 2 milyon 196 bin kişinin yaşadığı **Eskişehir, Muş, Uşak ve Şırnak** illerinde, 3 yıldır asgari düzeyde (%75 veri) hava kalitesi durumu bilinmiyor.

2016 - 2019 Yılları Asgari Ölçüm (%75) PM <sub>10</sub> Veri Olmayan İller				
	2016	2017	2018	2019
Eskişehir	X	X	X	X
Şırnak	X	X	X	X
Muş		X	X	X
Uşak		X	X	X
Bolu			X	X
Kastamonu			X	X
Afyon				X
Ağrı				X
Aksaray				X
Artvin				X
Batman				X
Bayburt				X
Bingöl				X
Bitlis				X
Bolu				X
Diyarbakır				X
Hakkari				X
Mersin				X
Karaman				X
Kilis				X
Malatya				X
Tunceli				X

17.878.224



2019 yılında Türkiye nüfusunun %21'inin yaşadığı 30 ilde hava kalitesi (PM<sub>10</sub>) ile ilgili yeterli ölçüm yapılmadı.

## 2019 Yılı Hava Kalitesi Değerlendirmesi

### 2019 yılında PM<sub>10</sub> ölçümü verileri:

Yeterli ölçüm yapılan il sayısı: 51

Yeterli ölçüm yapılan istasyon sayısı: 152

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) sınır değeri (PM<sub>10</sub>): 20 µg/m<sup>3</sup>

DSÖ sınır değeri altında (temiz) olan il sayısı: 2

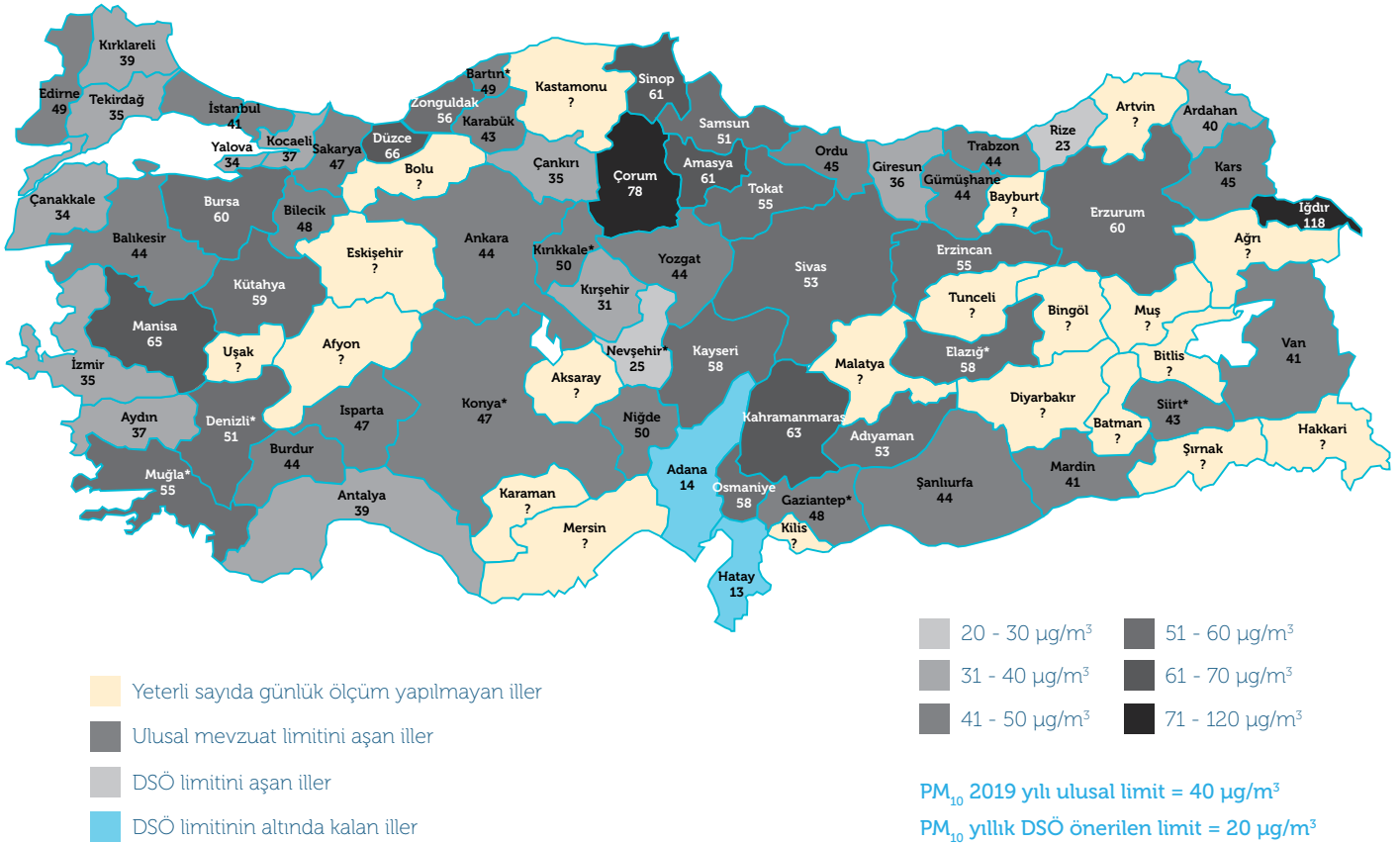
DSÖ sınır değeri üstünde (kirli) olan il yüzdesi: %98

Ulusal mevzuat limiti: 40 µg/m<sup>3</sup>

Ulusal mevzuatın üstünde (kirli) olan il sayısı: 36

Ulusal mevzuatın üstünde (kirli) olan il yüzdesi: %70

### Harita 2 - 2019 Yılı İl Bazında Hava Kalitesi Durumu (PM<sub>10</sub>)



(\*) ile belirtilen illerde yıl boyunca %90 ve üzeri veri olmadığı için %75 ve üzeri yapılan ölçümlerin ortalaması alınmıştır.



**2019 yılında yeterli ölçüm yapılan 124 istasyonun %98,3'ünde yıllık PM<sub>10</sub> ortalamasının DSÖ kılavuz sınır değerlerinin üzerindedir. Ayrıca, 36 ilde hava kalitesi ulusal sınır değerlerini de aşmaktadır.**

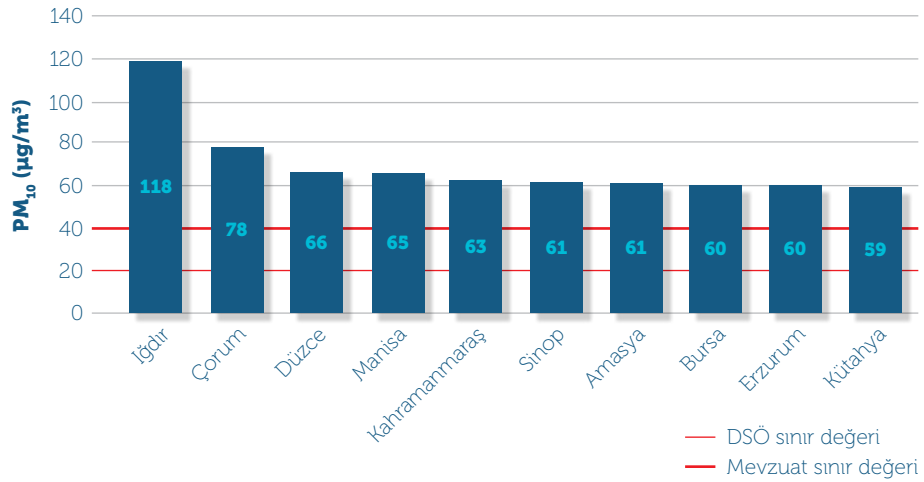
Türkiye'de 2019 yılında yeterli ölçüm yapılan 124 istasyonun **%98,3'ünde** (122 istasyonda) yıllık PM<sub>10</sub> ortalamasının **Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)** kılavuz değerlerinin üzerindedir. Türkiye'deki yasal sınır değerlere göre bakıldığında bile 2019 yılında yeterli ölçüm yapılan **51 ilin %70'inde (36 il)** yıllık PM<sub>10</sub> ortalaması ulusal sınırları aşmıştır. 2019 yılında sadece Adana ve Hatay illerinde Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınır değerlerin altındadır. Ayrıca yeterli sayıda ölçüm yapılan 124 istasyondan 101'inde (%81,4), 24 saatlik PM<sub>10</sub> düzeyleri mevzuatta aşmaması gerektiği belirtilen yıl içinde **35'ten fazla günde 50 µg/m<sup>3</sup>'ü** aşmıştır.

#### a) 2019 Yılı İllere Göre PM<sub>10</sub> Ortalamaları

2019 yılında yeterli sayıda ölçüm yapılamadığı için %75 gün ve üzeri yapılan ölçümler de dahil edilince elde edilen 60 ilin; 2'si hariç tamamında yıllık PM<sub>10</sub> ortalamaları DSÖ kılavuz değerinin üzerindedir.

2018 yılında da illere göre bakıldığında, yılın %75'inden fazla gün ölçüm yapılan 73 ilin 1'i hariç tamamında yıllık PM<sub>10</sub> ortalamaları DSÖ kılavuz değerinin üzerindedir. 2018 yılında Türkiye'de sadece Ardahan ilinde Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınır değerlere uygun hava solunmuştur.

**Şekil 4 - 2019 Yılı PM<sub>10</sub> Ortalaması En Yüksek 10 İl**



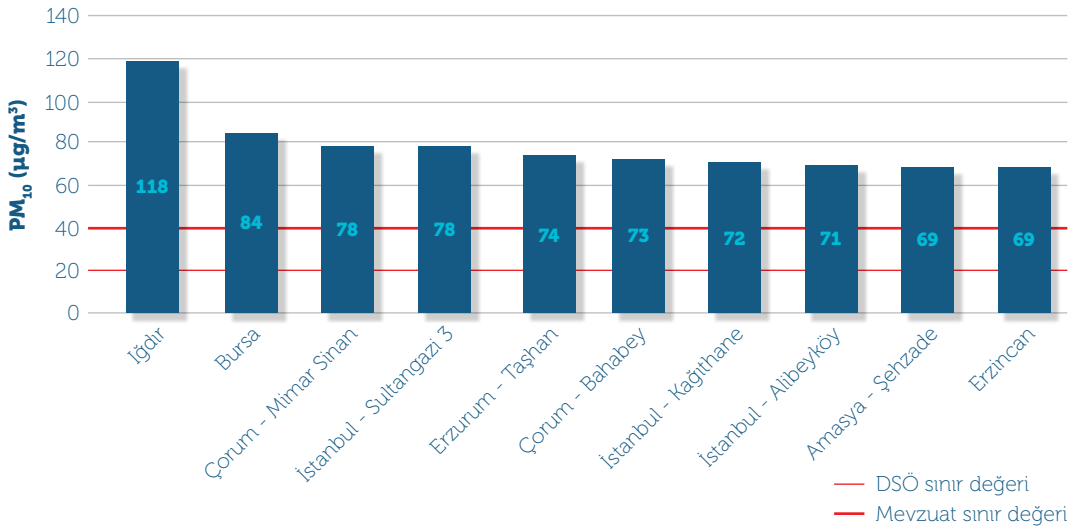
2019 yılında Türkiye'nin hava kalitesi açısından en kötü havasının, son 4 yıldır her zaman havası en kirli iller listesinde yer alan **Iğdır**'da bulunduğu görülmektedir. 2014 yılından beri, Iğdır ilinin hava kirliliği sorusu bölge milletvekilleri tarafından Meclis gündemine taşınan ve önlem alınması talep edilen bir konu olmuştur<sup>47</sup>. Fakat veriler, maalesef yapılan uyarıların ve alınan önlemlerin coğrafi yapısı nedeniyle havanın yükselmediği Iğdır'da hava kirlenici kaynakların azaltılması konusunda yeterli gelişme sağlanmadığını gösteriyor. 2019 yılında hava kalitesi kötü olan ilk 10 il sıralamasına önceki yıllarda da olan **Düzce, Manisa, Bursa, Kahramanmaraş**'ın yanı sıra; Sinop, Erzurum, Amasya gibi yeni iller eklenmiştir.

<sup>47</sup> <https://www.milliyet.com.tr/yerel-haberler/igdir/pervin-buldan-dan-soru-onergesi-10536843>  
<https://www.gazetehudut.com/vekil-ogannin-igdirin-hava-kirliligi-ile-ilgili-yaptigi-calismalar.html>

## b) 2019 Yılı İstasyonlara Göre PM<sub>10</sub> Ortalamaları

Özellikle çok fazla kişinin yaşadığı veya coğrafi olarak büyük olan illerde birden fazla istasyon olması veri kalitesini arttıran bir durumdur. **Fakat il ortalamasını bulmak için tüm istasyonların ortalamasını almak bazen hava kalitesi düşük olan istasyonları gözden kaçırmamıza sebep olabilir.** İstasyonlardaki ölçümler tek başlarına incelendiğine; dahil oldukları illerin yıllık ortalamasından çok daha yüksek veya düşük yıllık ortalamalara sahip olabildikleri görülmektedir. Birden fazla istasyon olan illerde, ortalama alındığında daha düşük seviyeler ölçülen istasyonlar; en kirli konumlardaki istasyonlarda ölçülen kirliliğin etkisini azaltarak ildeki kirliliğin düşük görünmesine neden olabilir.

Şekil 5 - 2019 Yılı PM<sub>10</sub> Ortalaması En Yüksek 10 İstasyon



Bursa, sadece il ortalamalarına bakmanın illerdeki hava kalitesinin yanlış anlaşılmasına neden olabileceğini gösteren bir örnektir. **Bursa**'da hava kirliliği ortalaması yüksek olsa da (60 µg/m³), il sınırındaki 4 istasyonda ölçülen kirlilik düzeyleri 84 µg/m³ ile 43 µg/m³ arasında değişmektedir.

Hava Kalitesi diye başlayan paragraftan önce bir paragraf ekleyelim: Ayrıca, Adana ilinde yapılan tüm PM<sub>10</sub> ölçüm istasyonu verilerine bakıldığında 4 istasyondan sadece 1 tanesinin %90 ve üzeri gün yeterli ölçüm yapmıştır. Bu nedenle Adana il ortalaması hesaplanırken sadece yeterli veri alınan Adana Doğankent istasyonunun yıl ortalaması olan 12 mg/m³ kullanılmıştır. Bu seviye DSÖ'nün önerdiği yıllık ortalama değerlerinin bile altındadır. Fakat %90dan daha az ve asgari olan yılın %75'inden daha fazla gün ölçüm yapan diğer istasyonlar (Adana Çatalan, Adana Meteoroloji ve Adana Valilik) incelendiğinde aslında istasyonlardaki kirlilik seviyelerinin yıllık 82 mg/m³'e kadar yükseldiği görülmektedir. Eğer yetersiz veri nedeniyle hesaba katılmayan diğer 3 istasyon da dahil edilseydi, **Adana**'nın il ortalaması 130 mg/m³ olmakta ve DSÖ'nün kılavuz değerinin 6 katına kadar çıkmaktadır. **Bu durum da, illerin hava kalitesi hakkında doğru verilere ulaşabilmek için hem illerdeki istasyon sayısını hem de istasyonlardaki ölçüm yapılan gün sayısının artırılması acil bir durum olduğunu göstermektedir.**



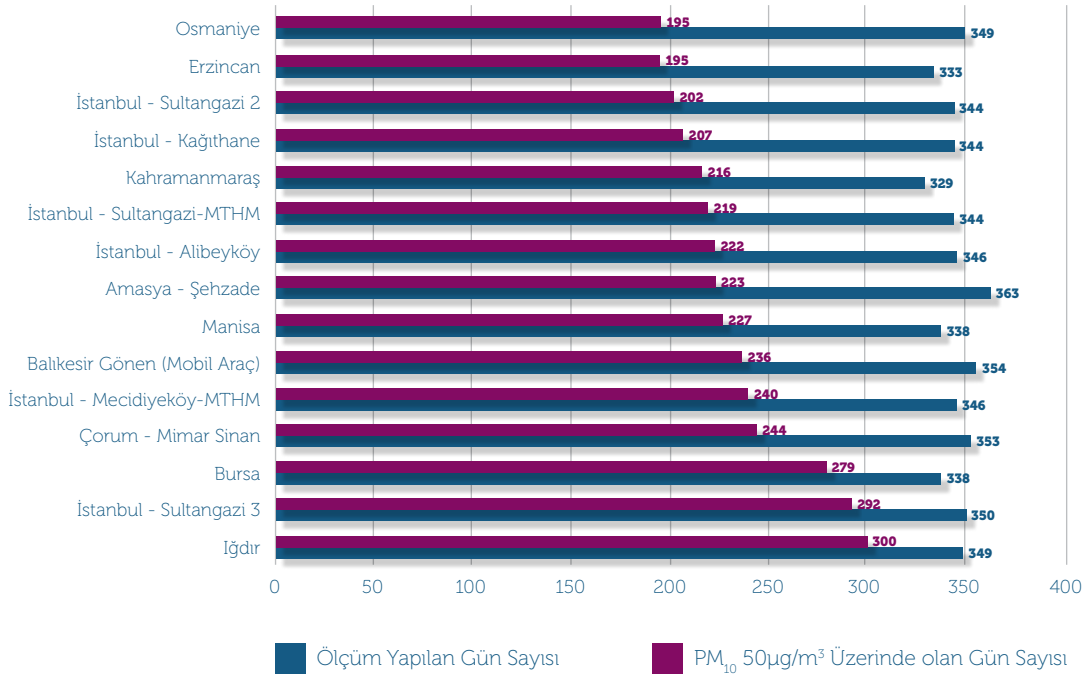
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin Ek-1'inde  $PM_{10}$  kirleticisinin 24 saatlik ortalaması için sınır değeri olarak belirtilen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  değerinin bir yılda 35 defadan fazla aşılamayacağı belirtilmektedir.

**Amasya, Bursa, Iğdır, Manisa'da yaşayanlar son 4 yıldır düzenli olarak yılın en az %68'nde  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sınırının üzerinde kirli hava soluyor.**

### c) 2019 Yılı Boyunca Havası Kirli Olan İller

Şekil 6 incelendiğinde; Iğdır, Bursa, İstanbul, Kahramanmaraş, Çorum, Amasya, Manisa, Erzincan, Osmaniye gibi illerdeki 15 istasyonda, 2019 boyunca yaşanan yüksek hava kirliliğinin aynı zamanda **tüm yıla yayılan bir sorun** olduğunu görülebilir.

Şekil 6 - 2019 Yılı Boyunca Havası En Kirli 15 İstasyon

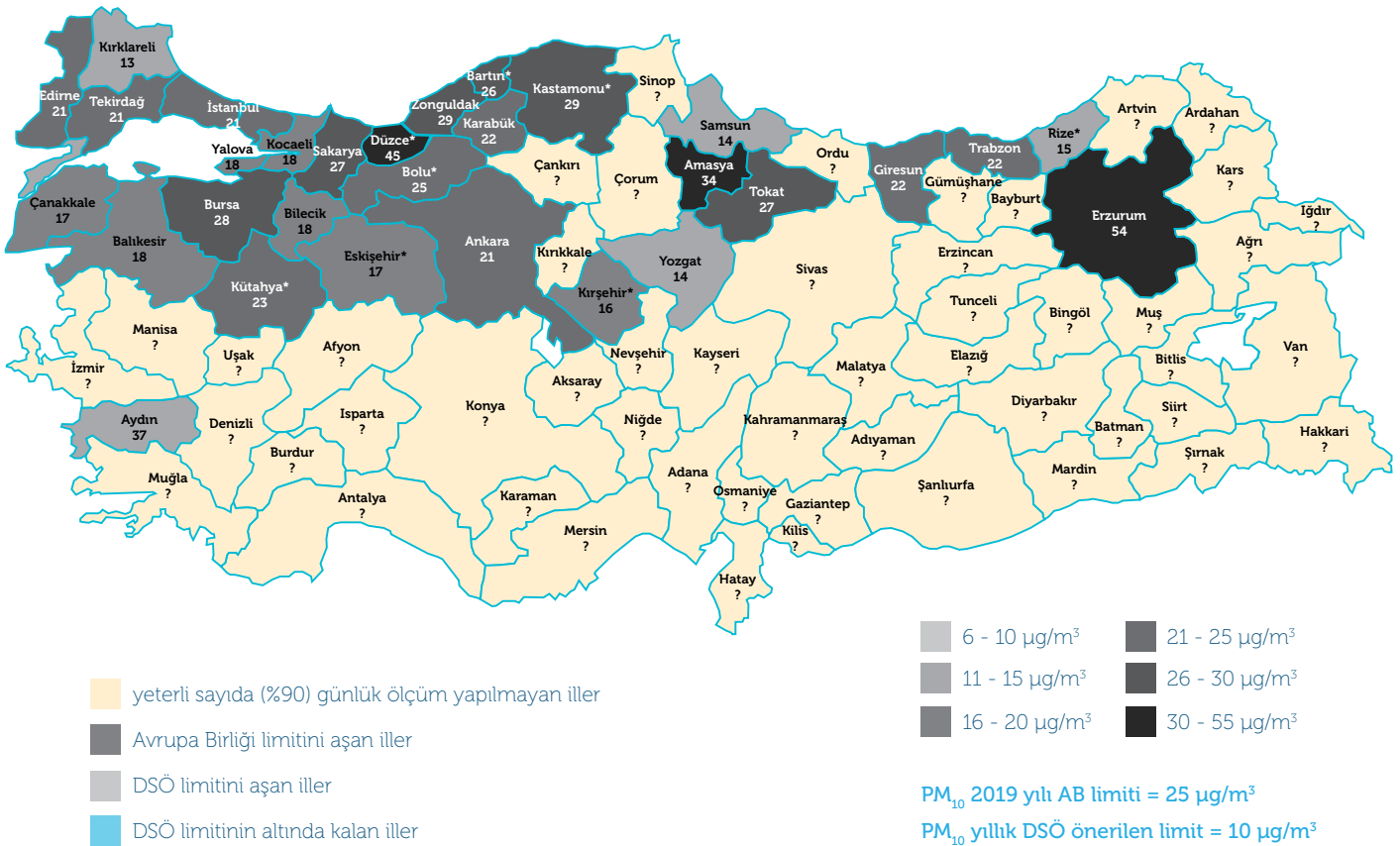


**300 gün boyunca kirli hava soluyan Iğdır'da; maksimum ölçüm  $418,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e ve Çorum'da da  $309,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e kadar çıkmaktadır.** Listedeki diğer illerde de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  civarında seyretmektedir. Ayrıca Amasya, Bursa, Iğdır, Manisa'da 2016 - 2019 yılları boyunca son 4 yıldır yılda en az 250 günden fazla  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sınırı aşılmıştır. Bu da bu illerimizde yıllardan beri çözülemeyen ve yılın en az %68'inde kirli hava solunmasına sebep olan ciddi bir hava kirliliği sorunu olduğunu gösteriyor.



d) 2019 Yılı İl Bazında PM<sub>2.5</sub> Ortalamaları**2019 yılında Türkiye’de 60 ilde kanserojen olan ince partikül (PM<sub>2.5</sub>) seviyesi için yeterli veri yoktur.**

2019 yılında maalesef sadece 21 ilde ve 48 istasyonda %90 ve üzeri gün boyunca PM<sub>2.5</sub> ölçümü yapılmıştır. Mevzuatta belirtilen yeterli veri kriterini karşılayan istasyon sayısı çok az olduğu için, asgari seviyede veri elde etmek için %75 gün ve üzeri ölçüm yapan 8 istasyon daha eklenebilir. Bu durumda bile, asgari olarak sadece 29 ilin ince partikül madde verisine erişebiliyoruz. 2019 yılında 52 ilde yaşayan vatandaşların yıl boyunca maruz kaldığı ve kanserojen olan bir kirlenme seviyesi hakkında yorum yapılamıyor.

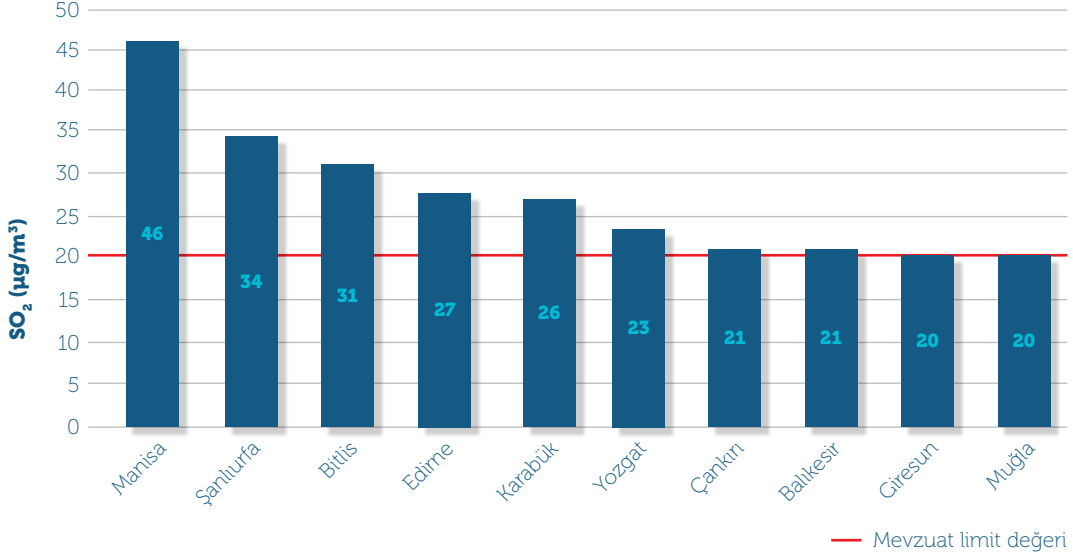
**Harita 3 - 2019 Yılı Tüm İller PM<sub>2.5</sub> Yıllık Ortalaması Haritası**

(\*) ile belirtilen illerde yıl boyunca %90 ve üzeri veri olmadığı için %75 ve üzeri yapılan ölçümlerin ortalaması alınmıştır.

e) 2019 Yılı SO<sub>2</sub> Ölçüm Verileri**2019 yılında sadece 55 ilde ölçülen SO<sub>2</sub> seviyesi, Soma Kömürlü Termik Santrali'nin de içinde bulunduğu Manisa ilinde en yüksektir.**

2019 yılında sadece 55 ilde ve 120 istasyonda kükürtdioksit seviyesi ölçülmüştür. Bu yapılan ölçümlere göre yıllık SO<sub>2</sub> ortalamaları en yüksek olan ilimiz Manisa'dır. SO<sub>2</sub>, birinci bölümde belirtildiği gibi daha çok sanayiden kaynaklanır. Manisa ili Soma ilçesinde bulunan kömürlü termik santralinin 2019 yılında en yüksek SO<sub>2</sub> seviyesinin yaşanmasında etkili olması muhtemeldir.



Şekil 7 - 2019 Yılı İller SO<sub>2</sub> Yıllık Ortalaması

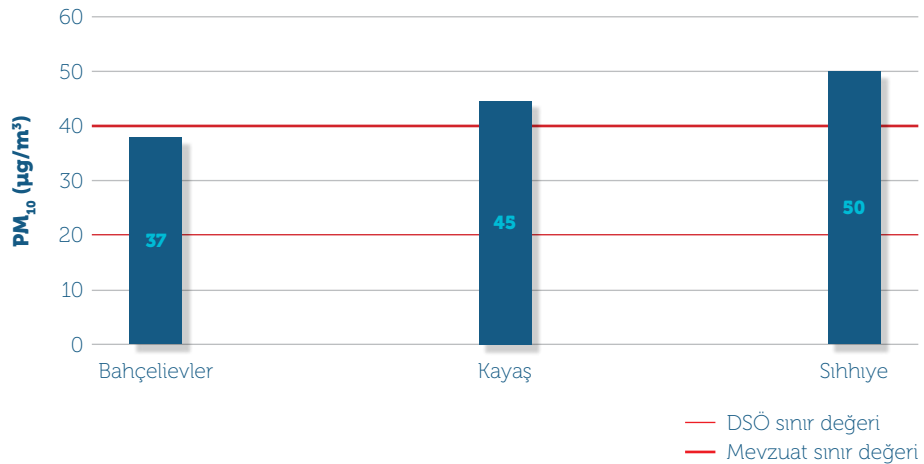
### ÜÇ BÜYÜK İLDE 2019 YILI HAVA KALİTESİ DURUMU

Bu bölümde, Türkiye nüfusunun %30'unu oluşturan 3 ilde ilçe bazında 2019 yılı için hava kalitesinin durumu incelenecektir.

#### a) Ankara İli Hava Kalitesi Durumu

**Ankara ili 2019 yılında, son 4 yıldaki en büyük veri sorununu yaşamaktadır.**

Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı internet sitesinden Ankara iline ait 9 tane hava kalitesi ölçüm istasyonu verisi indirilmesine rağmen; **2019 yılında Ankara'da %90 gün ve üzeri ölçüm yapan istasyon sayısı maalesef 3'tür (Bahçelievler, Kayaş ve Sıhhiye)**. Bu durum, oldukça büyük bir veri kalitesi sorununa işaret etmektedir. Yeterli ölçüm yapılan istasyonlarda hava kalitesinin mevzuat sınır değerlerine yakın olduğu görülmektedir. Fakat bu değerinde DSÖ tarafından önerilen kılavuz değer iki katı kadar olduğu unutulmamalıdır.

Şekil 8 - 2019 Yılı Ankara'da Yeterli Ölçüm Olan İstasyonlar (PM<sub>10</sub>)

2016-2018 yılları arasında Ankara ili hava kalitesi ortalaması  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  civarındaki yüksek seviyelerde seyrederken, 2019 yılında  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  seviyesine hızla inmesi yanıltıcıdır. 2019 yılında Ankara'da yeterli ölçüm yapılan istasyon sayısı oldukça yetersizdir. Bu nedenle, Ankara ilinin son 4 yılda hava kalitesinin iyileşip iyileşmediği ile ilgili güvenilir yorum yapılamamaktadır. Ayrıca nüfusun çoğunun yaşadığı Çankaya ve Keçiören ilçelerine dair veri olmadığından, kaç kişinin kirli havaya maruz kaldığını da tam olarak bilemiyoruz.

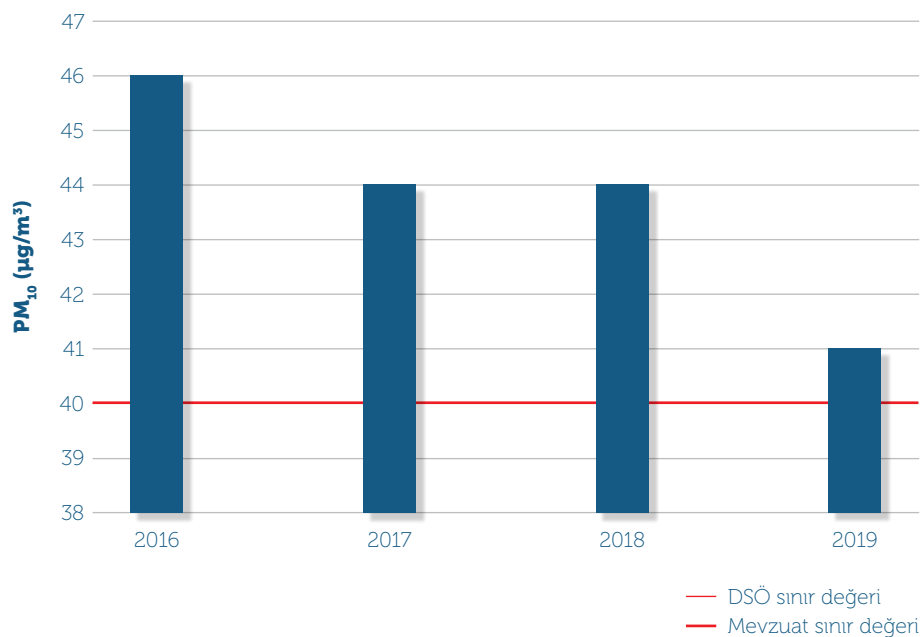
**Ankara Tabip Odası tarafından 2019 yılında yayınlanan raporda, Ankara'da hava kirliliği kaynaklarının esas olarak ulaşım ve ısınma olduğu belirtilmektedir<sup>48</sup>.** Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Cavit Işık Yavuz tarafından yapılan, Ankara'da Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'ndan elde edilen 5 yıllık  $\text{PM}_{10}$  ölçümleri analizine göre; 2013 yılı sonrası düşüş eğilimi 2015 ve sonrasında tersine dönmeye başlamıştır<sup>49</sup>. Veriler, istasyonlara göre bazı farklılıklar olmakla birlikte genel kirlilik düzeyinin sınır değerlerin üstünde seyrettiğini ve Ankara için  $\text{PM}_{10}$  kirliliğinin önemli sağlık sorunlarına yol açabileceğine işaret etmektedir. Konu ile ilgili sağlık etkilerine yönelik çalışmalar arttırılmalı, kirlilik kaynakları belirlenerek çözüme ilişkin kısa, orta ve uzun vadeli planlama ve müdahaleler yapılmalıdır.

#### b) İstanbul İli Hava Kalitesinin Durumu

**İstanbul'da 2019 yılında genel ortalama iyileşmiş olsa da; yıl boyunca Sultangazi ve Mecidiyeköy, Alibeyköy, Kağıthane'de neredeyse 200 günden fazla kirli hava ölçülmüştür.**

Marmara Temiz Hava Merkezi'ne bağlı olduğu ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne de ait ölçüm istasyonları olduğu için pek çok konuda öncü çalışmalar yapılmaktadır. 2019 yılında, hava kalitesi adına sevindirici bir gelişme olarak İstanbul'da  $\text{PM}_{10}$  ortalamasının önceki yıllara göre düşerek mevzuat seviyesine yaklaştığı görülmektedir. Fakat, bu seviyenin bile DSÖ'nün önerdiği kılavuz değerlerin iki katı olduğunu unutmamak gerekir.

Şekil 9 - İstanbul İli  $\text{PM}_{10}$  Ortalaması 3 Yıllık Karşılaştırması



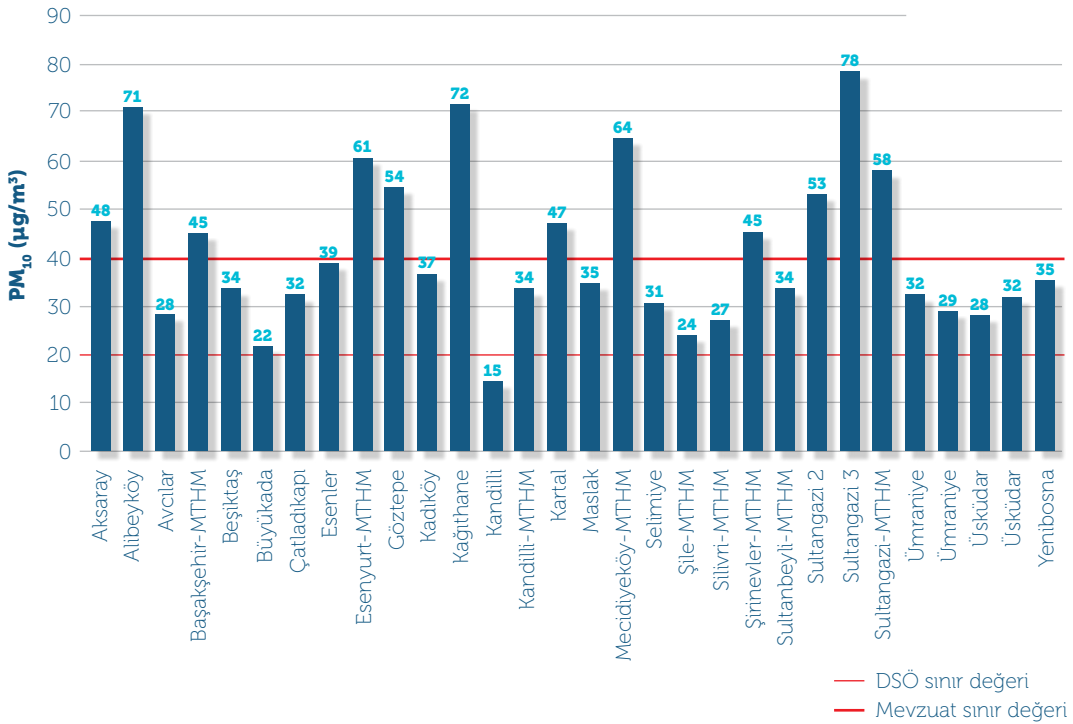
<sup>48</sup> TTBB Ankara Tabip Odası (2019), Verilerle Ankara'nın Sağlığı.

<sup>49</sup> Yavuz, C. (2018), Kentsel Alanda Hava Kirliliği: Hava Kirliliği İzleme Ağı Ankara İstasyonlarının Beş Yıllık  $\text{PM}_{10}$  Ölçüm Verilerinin İncelenmesi. 2. Uluslararası 20. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi Sözel Bildiri.



15 milyon nüfusun yaşadığı bir il olarak, İstanbul'un en kalabalık ilçelerinde hava kalitesinin yeterli düzeyde izlemeyi sağlayacak veriler yoktur. İstanbul'da toplam 39 ilçe bulunmaktadır. Bu ilçelerde bulunan yeterli veri alınan ölçüm istasyonu sayısı 2018 yılında 23 iken 2019 yılında 30'a çıkmıştır. Yine de, nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu (kilometrekare başına 40.000'den fazla nüfus) iki ilçe olan **Gaziosmanpaşa ve Güngören** ilçelerinde hiçbir hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmamaktadır. Ayrıca nüfus yoğunluğu yüksek olan (kilometrekare başına 29.000'den fazla nüfus) **Bayrampaşa ve Bağcılar** gibi diğer ilçelerde de hava kalitesi ölçüm verisi yoktur.

**Şekil 10 - 2019 Yılı İstanbul İli İstasyonları Hava Kalitesi (PM<sub>10</sub>)**



2018 yılında; Aksaray, Esenler, Göztepe, Kadıköy, Yenibosna gibi geçmiş yıllarda yüksek hava kirliliği yaşanan ilçelerde yeterli ölçüm yapılmamıştır. 2019 yılında, bu ilçelerdeki hava kalitesi düzelerken **Kağıthane, Alibeyköy ve Sultangazi** istasyonlarında ulusal sınır değerlerin 2 katını bulan kirlilik düzeylerine ulaştığı anlaşılmaktadır.

Ayrıca yıl boyunca **Sultangazi ve Mecidiyeköy, Alibeyköy, Kağıthane** istasyonlarında PM<sub>10</sub> seviyesinin 50 µg/m<sup>3</sup> seviyesini neredeyse 200 günden fazla (%55) geçmiştir. Yani, bu bölgelerde düzenli olarak kirli hava solunmuştur.

**İzmir ilinde, son 4 yıla kıyasla 2019 yılında hava kalitesi iyileş olsa da; sanayi bölgesi ile ilgili hala hava kalitesi verisi bulunmamaktadır.**

### c) İzmir İli Hava Kalitesi Durumu

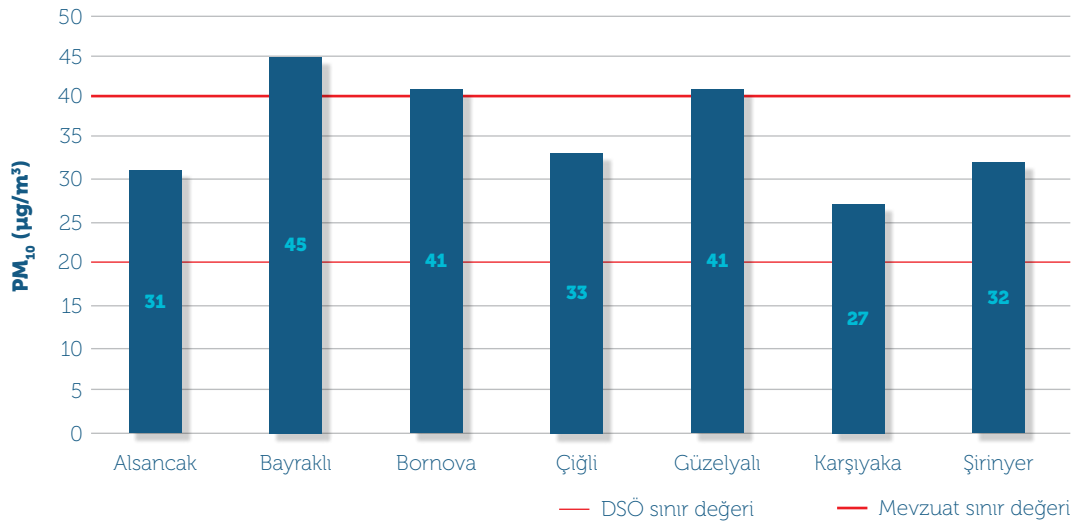
İzmir ilinde 13 hava kalitesi ölçüm istasyonu olmasına rağmen; 2019 yılında sadece 5 tanesinde %90 üzerinde yeterli veri alınmıştır. Ayrıca İzmir'in en kalabalık ilçesinde ölçüm yapılmamaktadır. Benzer biçimde yine Ankara ve İstanbul'a kıyasla hava kirliliği sorununun daha az yaşandığı bir ildir. Ancak bu avantajlarına rağmen yıllar içerisinde **Alsancak** dışında istikrarlı bir kirlilik azalması olmamıştır.



2019 yılında, önceki yıllara oranla istasyon sayısında değişiklik olmamasına rağmen; İzmir'in yıllık  $PM_{10}$  ortalamasında önceki yıllara göre düşüş olmuştur. Bu durum ölçüm yapılan istasyonlarda hava kalitesinin iyileştiğini gösterir.

**Termik santrallerin ve ağır sanayinin yoğun olduğu İzmir'e bağlı Aliğa, Menemen, Yeni Foça ve Bozköy bölgelerindeki hava ölçüm istasyonlarının verileri Haziran 2016 döneminden bu yana, hava kalitesi izleme istasyonları bilgilerinin paylaşıldığı siteye yüklenmemektedir.** Bu sebeple İzmir Tabip Odası 2019 yılında; **Aliğa, Menemen, Yeni Foça ve Bozköy'deki** hava kirliliği seviyesinin açıklanması için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne bir yazı göndermiş ve ayrıca Aliğa Çevre Platformu tarafından verilerin sağlanması için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na imza kampanyası başlatılmıştır.

**Şekil 11 - İzmir İli İstasyonları Yıllık Ortalama (2019)**



İzmir'deki hava kirliliği kaynaklarının başında yaklaşık 2900 adet küçük büyüklü sanayi tesisinin Aliğa'da konuşlanmış olması gelmektedir. Bu kaynaklardan çıkan kirleticiler hakim rüzgarlar tarafında şehre taşınmaktadır. Aliğa'da bulunan en önemli kirletici kaynaklar; kömürlü termik santral, hurda metal işleyen demir-çelik fabrikaları ve haddehaneler, yapımı bittiği için yakında üretime geçecek olan yeni rafineri de kirletici kaynaklara eklenecek olan petrokimya tesisleridir<sup>50</sup>.

Mayıs 2020'de **Petkim tesislerinde yaşanan arıza** sebebiyle uzun süre bacadan simsiyah dumanlar çıkmasına rağmen çalışmaya devam etmiştir. Konuyla ilgili Foça Çevre Platformu (FOÇEP) ve bölge milletvekilleri acil önlem alınmasını talep etse de halk sağlığı açısından bu kadar ciddi bir durum, COVID-19 pandemisi döneminde temiz havaya en çok ihtiyaç olan günlerde göz ardı edilmiştir<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> TMMOB İzmir İl Koordinasyon Kurulu, Aliğa Bölgesi Değerlendirme Raporu, 2012

<sup>51</sup> <https://www.gazete.net/politika/chpli-polattan-petkim-aciklamasi-arizaya-ragmen-calismaya-h47368.html>



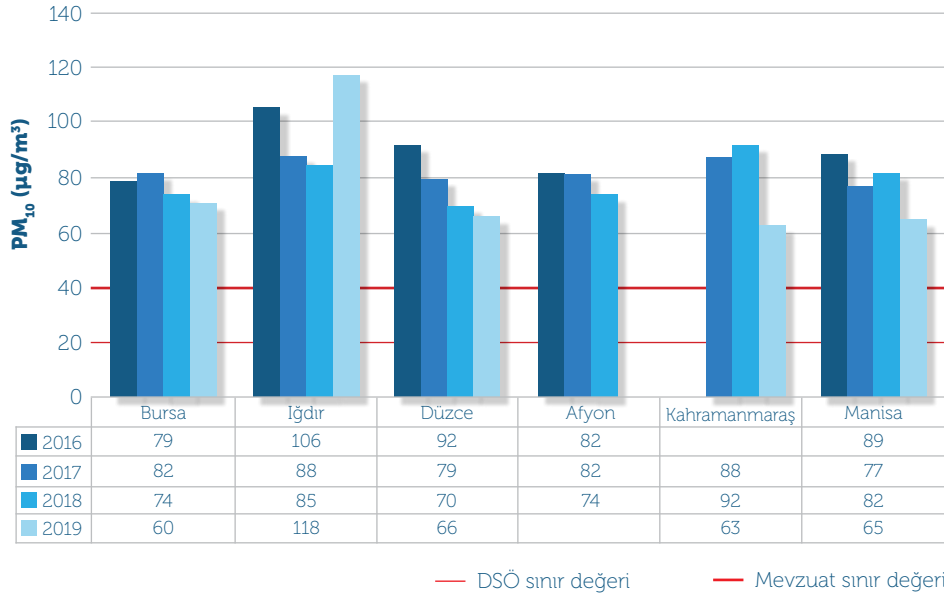
İzmir ilindeki hava kirliliğinin olası kaynakları:

1. Aliağadaki yaklaşık 2900 adet küçüklü büyüklü sanayi tesisi,
2. Çiğli'deki Atatürk Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan sanayi tesisleri,
3. Pınarbaşı ve Naldöken mahallelerinde yer alan iki çimento fabrikası,
4. Kemalpaşa'da konuşlanan ve sayıları giderek artan sanayi tesisleri,
5. Kenti kuşatan ve sayıları giderek artan taş ocakları,
6. Plansız kentleşme ve buna bağlı olarak hava koridorlarının olmaması nedeniyle kentin hava hareketlerinden etkin yararlanmasının önlenmesi
  - Kentin denize bakan yüzündeki bitişik nizam yüksek yapılar
  - Sayıları giderek artan gökdelenler
  - Hakim rüzgarların kent hava kirliliğinin seyrelmesini sağlayamaması
7. Evsel ısınma, özellikle kalitesiz kömür kullanılması,
8. Ulaşım alanında artan araç sayısı, ana arter sayısının azlığı nedeniyle trafiğin yavaşlaması ve hatta sabah ve akşam saatlerinde durma noktasına gelmesi şeklinde sıralanabilir.

**İğdir, Düzce, Manisa, Bursa, Kahramanmaraş, ve Afyon'da hava kirliliği sorunu 4 yıldır çözülemeyen kronik bir sorundur.**

#### 2016 - 2019 YILLARI PM<sub>10</sub> ORTALAMALARI KARŞILAŞTIRMASI

Şekil 12 - Son 4 Yılda Havası Sürekli En Kirlili Olan İller (PM<sub>10</sub>)



Son 3 yılda yeterli sayıda günlük ölçüm yapılan istasyon sayısının dalgalandığı görülmektedir. 2016'da istasyonların %79'unda yeterli sayıda ölçüm yapılırken 2017'de bu sayı önemli ölçüde artarak %88'e çıkmış, ancak 2018'de tekrar düşüşe geçerek 2016'dan daha az sayıda istasyonun sonucu değerlendirilebilmiştir. 2019 yılında 30 ilde mevzuata göre yeterli veri alınamamıştır, fakat ölçüm yapılan illere bakıldığında 2018 yılına göre kirlilik seviyelerinin genel bir düşüşte olduğunu görmek sevindiricidir. **Hava kirliliği, 2016 yılında beri 4 ilde (Iğdir, Düzce, Manisa ve Bursa) sürekli olarak en yüksek seviyededir. Kahramanmaraş ve Niğde ise, son 2 yıldır en kirlili 10 il arasına girmektedir.** Bu durum, ayrıca Türkiye'de yaşanan hava kirliliği sorununun; trafiğin yoğun olduğu İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyükşehirlerle sınırlı kalmadığını gösteriyor.

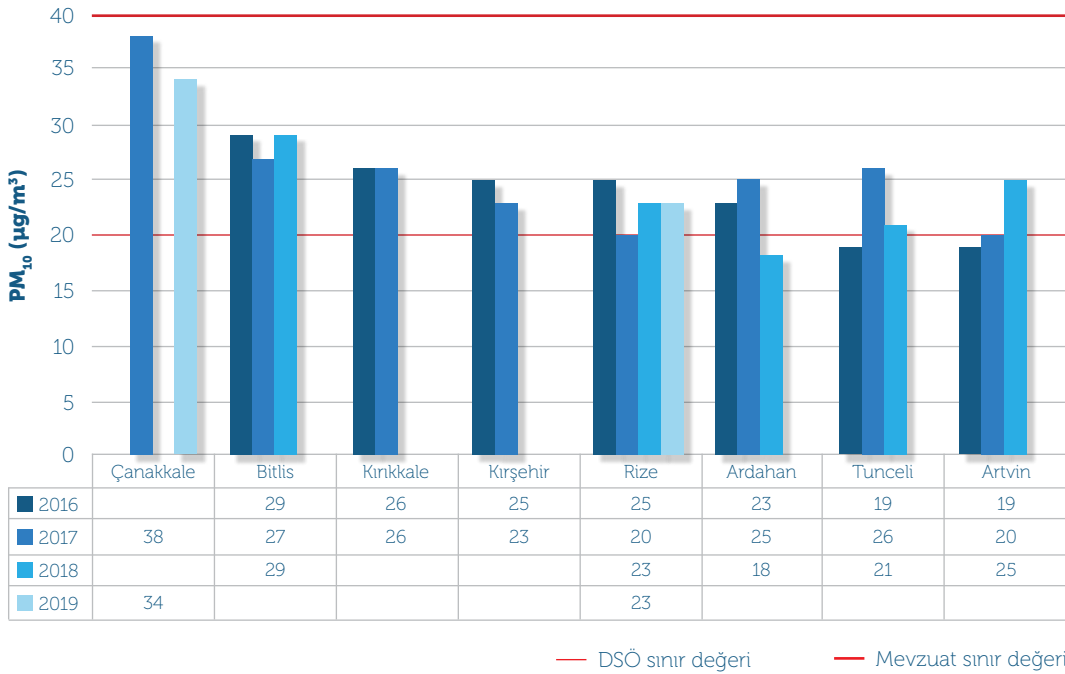


Son 4 yılda 81 ilin 6'sında, il genelinde hava kalitesinin sürekli olarak insan sağlığı açısından tehlikeli olacak derecede kötü olduğu söylenebilir. Sürekli hava kirliliğine maruz kalmak, bir sonraki bölümde detaylı açıklanacağı gibi başta **COVID-19 virüsü** pek çok enfeksiyona karşı kişileri savunmasız bırakmaktadır.

#### SON 4 YILDA HAVA KALİTESİ İYİ OLAN İLLER

**Ardahan, Tunceli, Rize, Artvin, Bitlis 3 yıldır hava kirliliği en düşük olan iller arasında olsalar da, hava kirliliği seviyeleri çoğunlukla Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği değerlerin üzerindedir.**

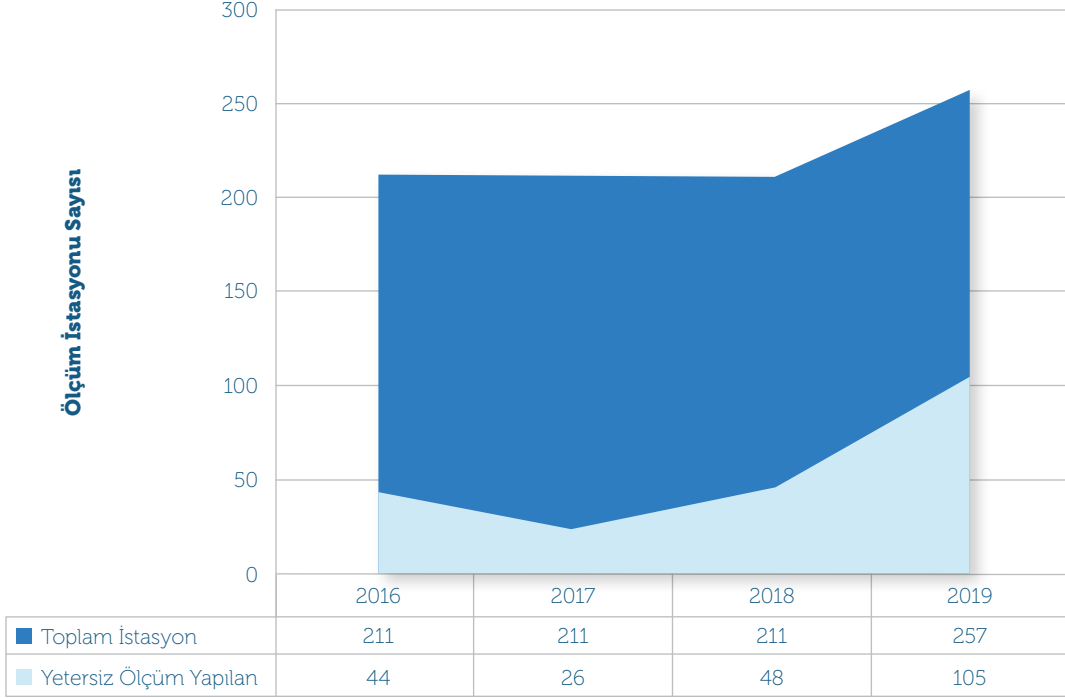
Şekil 13 - Son 4 Yılda Havası En Temiz Olan İller (PM<sub>10</sub>)



Üst üste dört yıl boyunca en yüksek olan 4 ilimiz olmasına rağmen; en düşük iller listesine düzenli girmeyi başaran sadece bir ilimiz vardır. Yıllık PM<sub>10</sub> ortalamaları tüm Türkiye'de en düşük olan temiz iller listesinde bile, pek çok ilin yine de DSÖ'nün önerdiği 20 µg/m<sup>3</sup> sınırının üzerinde olduğu görülüyor. Ayrıca, partikül maddeye maruziyetin her seviyesi sağlık sorunlarına yol açtığı için güvenli seviyesinin olmadığını da unutmamak gerekir. **Ardahan, Tunceli, Rize, Artvin, Bitlis'te** hava kirliliği 2016'dan beri üst üste üç yıl Türkiye genelinde en düşük seviye olarak ölçülmüştür. **Bu illerde hava kalitesinin bozulmaması için dikkat edilmelidir.**



Şekil 14 - Son 4 Yılda Yetersiz Ölçüm Yapılan İstasyon Sayısı



Yukarıdaki grafikten de görüleceği üzere; 2016 - 2018 yılları arasında Türkiye genelinde yaklaşık dört istasyondan birisi yıl boyu yeterli düzeyde ölçüm yapmamıştır. 2019 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hava kalitesi ölçümü yapan istasyon sayısının 211'den 257'ye çıkarılması oldukça sevindirici bir gelişmedir. Fakat, yetersiz ölçüm yapan istasyon oranı da 2019 yılında iki katına çıkarak %40'a yükselmiştir. Kuşkusuz bu durum, açıklanan verilerin Türkiye'nin gerçek hava kirliliğini ortaya koyamadığına işaret etmektedir. Öte yandan söz konusu istasyonların hava kirliliğinin yoğun olduğu bölge ve dönemlerde ölçüm yapmaması dikkate alındığında ölçüm yap(a)mama sorununun ne kadar önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir.



## TÜRKİYE'NİN 2020 YILI HAVA KALİTESİ GÖRÜNÜMÜ

**2020 yılında, kapatılan kömürlü termik santrallerin olduğu Kahramanmaraş, Kütahya ve Zonguldak ve COVID-19 salgını ile ilgili alınan tedbirler nedeniyle azalan trafik sonucu 5 büyükşehirde hava kalitesi iyileşmiştir. Fakat Haziran 2020 itibariyle santrallerin açılması ile SO<sub>2</sub> seviyelerinin tekrar artmaya başlamıştır.**

**Temiz Hava ve Enerji Üzerine Araştırmalar Merkezi (CREA)** ekibinin yardımıyla elde edilen uydu görüntüleri ve ölçüm istasyonu verileri kullanılarak, 2020'de Türkiye'deki bazı önemli olayların Türkiye'deki hava kalitesindeki etkilerini analiz edildi.

Aşağıdaki değişikliklerin hava kalitesi üzerindeki etkileri için SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve PM seviyelerine bakıldı:

**1- Kapanan santraller:** Kasım 2019'da Madde 50 Torba Yasa Kanun taslağının reddedilmesinden sonra<sup>52</sup> Çevre Kanunu'na uymayan 5 kömürlü termik santral tamamen ile 1 kömürlü termik santralin kısmen kapatılmasının etkisi nedir? Uydu verilerinde, 2020 yılının ilk üç ayında (2020Q1) 2019'un son çeyreğine (2019Q4) kıyasla çoğunlukla fosil yakıtların yanması gibi endüstriyel faaliyetlerden etkilenen SO<sub>2</sub> seviyelerinde bir düşüş görülmesi bekleniyor.

**2- Korona pandemisi:** 11.03.2020 tarihinde Sağlık Bakanı tarafından duyurulan COVID-19 pandemisi nedeniyle alınan karantina önlemleri sonucu (büyük şehirlerdeki seyahat yasakları, evden çalışma vb) hareketlilik ve trafikteki düşüşün etkisi nedir? Uydu verilerinde, daha çok trafikten kaynaklanan NO<sub>2</sub> seviyelerinde 2020 yılının ikinci çeyreğinde (2020Q2) iyileşme olması bekleniyor.

**3- Santrallerin açılması:** 1 Ocak'ta faaliyeti durdurulmuş olan kömürlü termik santrallerin bazı üniteleri 11.06.2020 tarihinde geçici faaliyet belgesi ile tekrar çalışmaya başlamıştır<sup>53</sup>. Açılan santrallerin hava kirliliği kontrol ve filtre sistemleri için bazı yatırımların yapıldığı iddia edilse de, konuyla ilgili kamuoyu ile bilgi paylaşılmamış ve Kahramanmaraş'taki Afşin Kömürlü Termik Santrali gibi tesislerin yakınında yaşayan vatandaşlardan gelen bacadan çıkan duman resimleri alınan önlemleri sorgulamamıza sebep oluyor. Bu nedenle, uydu verilerinde 2020'nin üçüncü çeyreğinde (2020Q3) SO<sub>2</sub> seviyelerinde artış bekleniyor.

### a) Kapatılan Kömürlü Termik Santrallerin Etkisi

**Kömür santrallerinin kapalı olup olmadığına bakılmaksızın, çoğu kümede 2020'nin ilk üç ayında SO<sub>2</sub> seviyelerinde keskin bir düşüş vardır.** Hava kalitesindeki bu iyileşmenin, ısıtma için evlerde yakılan kömür ve odun miktarındaki mevsimsel düşüş, 2019 yılı uydu görüntülerinde sıcak nokta olarak bile görülen<sup>54</sup> en kirlili kömürlü santrallerden bazılarının kapatılması ve COVID-19 salgını ile ilgili alınan tedbirler nedeniyle hareketliliğin ve endüstriyel üretimin azalmasının birleşmesinden kaynaklı olduğunu tahmin ediyoruz. Bununla birlikte, hava kalitesindeki iyileşmenin kaybolmaması ve azalan sağlık risklerine dönüşebilmesi için; ancak korona sonrasındaki dönemde de uzun vadeli önlemlere dönüşmesi gerekir.

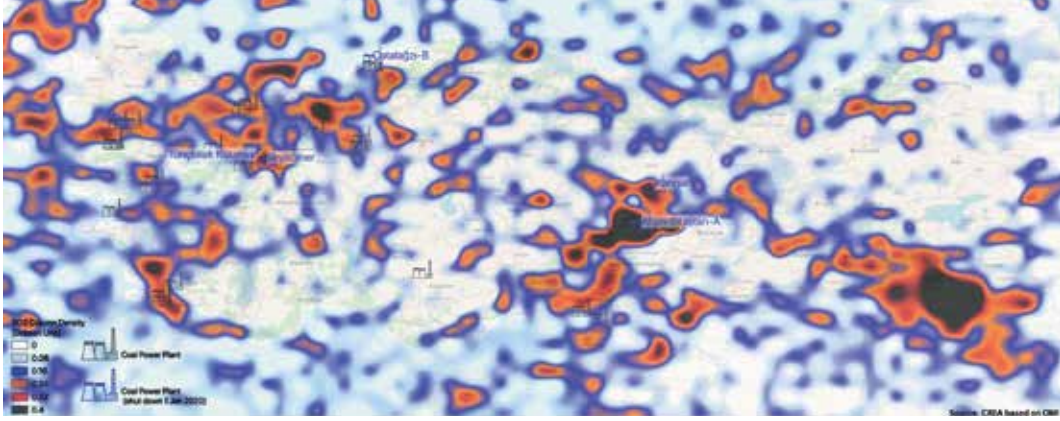
<sup>52</sup> Madde 45 ile ilgili detaylı bilgi için 4. Bölüm'e bakınız.

<sup>53</sup> <https://www.sozcu.com.tr/2020/gundem/bakan-kurumdan-kapatilan-termik-santrallerle-ilgili-aciklama-5862778/>

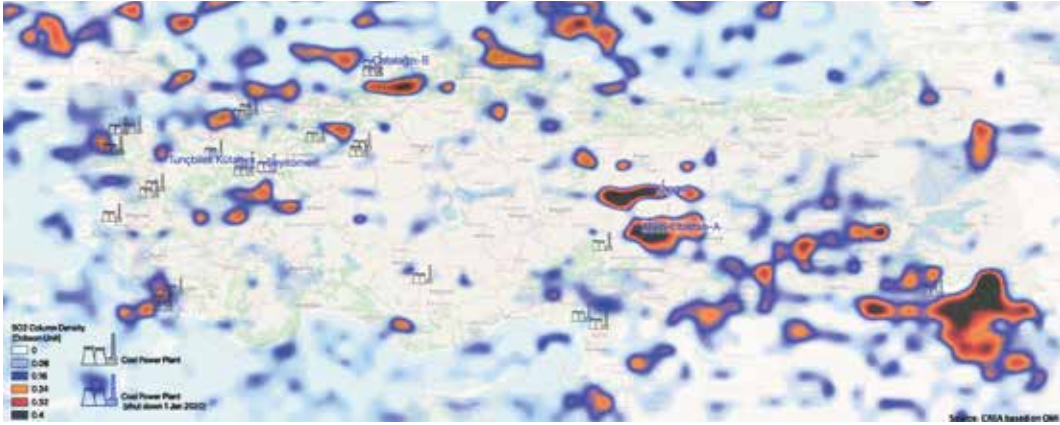
<sup>54</sup> <https://tr.euronews.com/2019/08/20/turkiye-de-kukurtdioksit-emisyonlari-hava-kalitesini-tehdit-hava-kirliligi-greenpeace>



**Harita 4 - 2019 ve 2020 Türkiye Geneli SO<sub>2</sub> Yoğunluğu Uydu Verisi (OMI veri seti)**  
10-12.2019/Q4



01-03.2020/Q1



#### Afşin - Elbistan Termik Santrali ve Kangal Kömürlü Termik Santrali

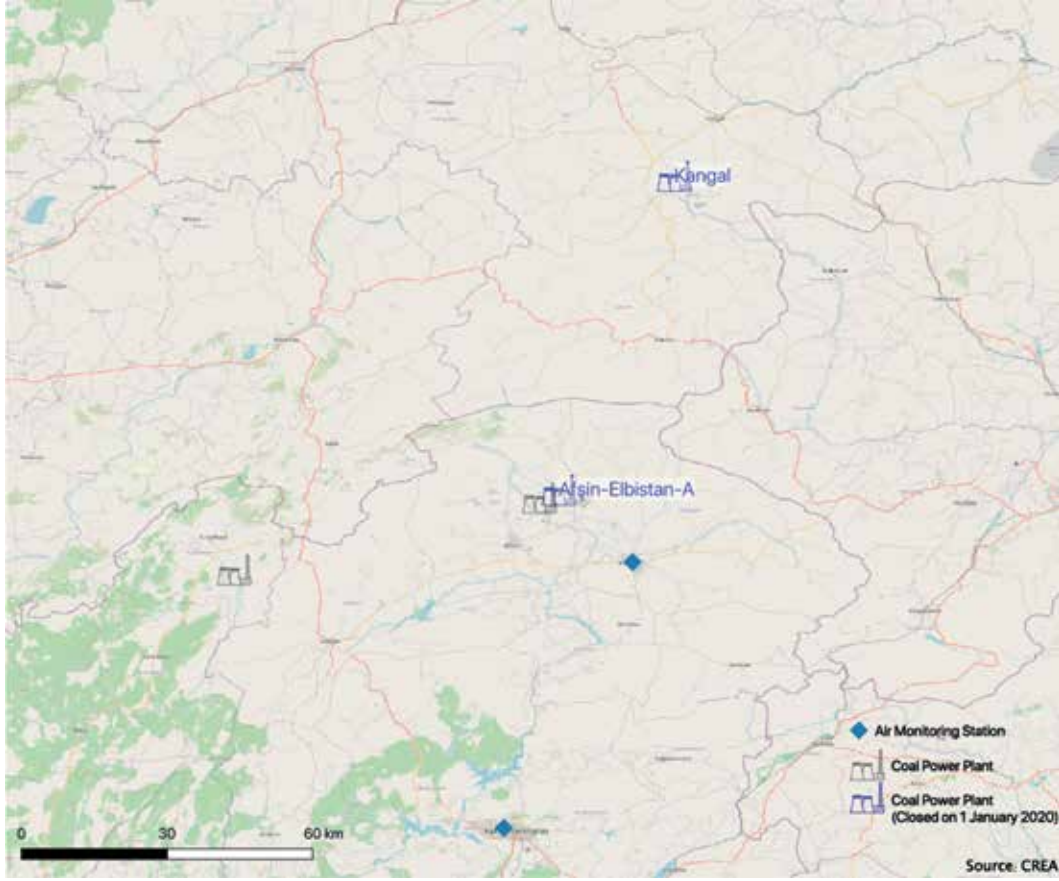
Kahramanmaraş ilindeki Afşin - Elbistan Termik Santrali (A ve B Ünitesi) ve Sivas ilindeki Kangal Kömürlü Termik Santrali (KTS)'nin konumları hava kalitesi ölçüm istasyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Kahramanmaraş il sınırındaki Afşin Elbistan A (1355 MW) ve Afşin Elbistan B (1440 MW) Kömürlü Termik Santrallerinde linyit yakılmaktadır ve toplam gücü 2.795 MW'dir. Türkiye'de çıkartılan ve santrallerde kullanılan linyit özellikle SO<sub>2</sub> bakımından yüksek kirletici emisyonlara neden olmaktadır ve ayrıca santrali besleyen ve Türkiye'de işletilen en büyük linyit madeni olan Afşin Elbistan Linyit Madeni sürekli olarak toz yani PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub> emisyonlarına neden olur<sup>55</sup>. Bununla beraber, bölgeye 6 yeni santraller daha yapılması planlanmaktadır. 1984'ten beri bölgede çalışmakta olan kömürlü termik santrallerin yanı sıra yapılması planlanan 6 yeni kömürlü termik santral; **(Afşin C, Afşin D, Afşin E, Afşin G, Diler Elbistan (Diler Holding) ve Elbistan (Anadolu Enerji))** ekonomik ömürleri boyunca toplam 12.400 erken ölüme neden olacaktır<sup>56</sup>.

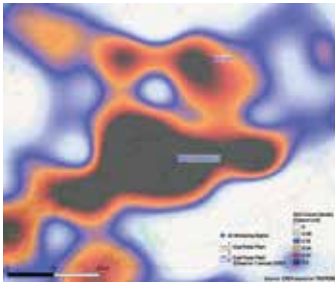
<sup>55</sup> Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ), 2016, "2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu".

<sup>56</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019), Afşin'de Yapılması Planlanan Santrallerin Sağlık Etkileri Uzman Görüşü

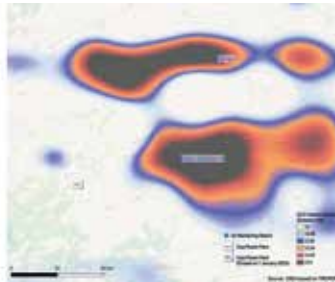
<https://www.temizhavahakki.com/afsin-elbistan-bolgesindeki-mevcut-ve-planlanan-santrallerin-hava-kirliligi-olasi-saglik-etkileri/>

**Harita 5 - Afşin - Elbistan ve Kangal Kömürlü Termik Santrali (KTS) ve Ölçüm İstasyonları****Şekil 15 - Afşin- Elbistan KTS A Ünitesi ve Kangal KTS SO<sub>2</sub> Uydu verisi 2019 - 2020 (OMI Veri seti)**

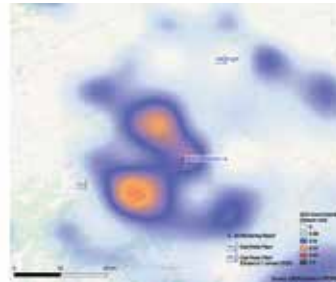
10-12.2019/Q4



01-03.2020/Q1



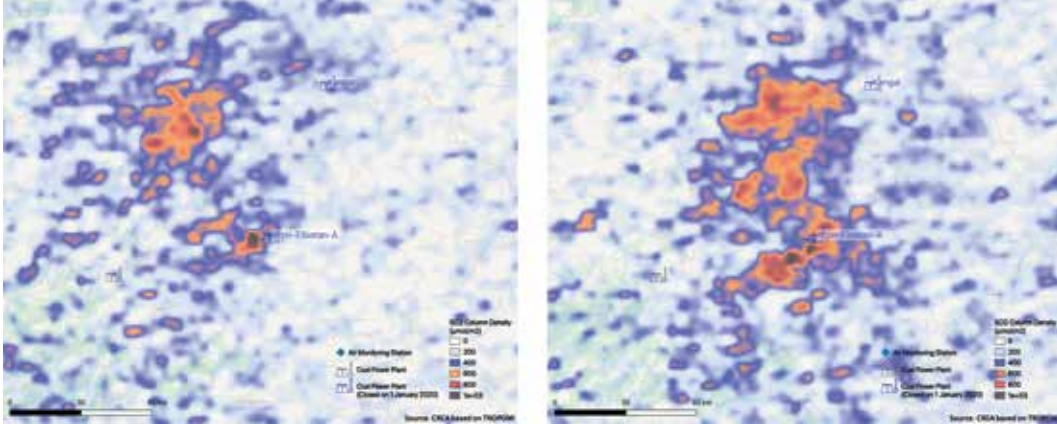
04-06.2020/Q2



**Şekil 16** - Afşin - Elbistan KTS A Ünitesi ve Kangal KTS SO<sub>2</sub> Uydu verisi Haziran 2020 (TROPOMI Veri seti)

Santraller Açılmadan 14 Gün Önce

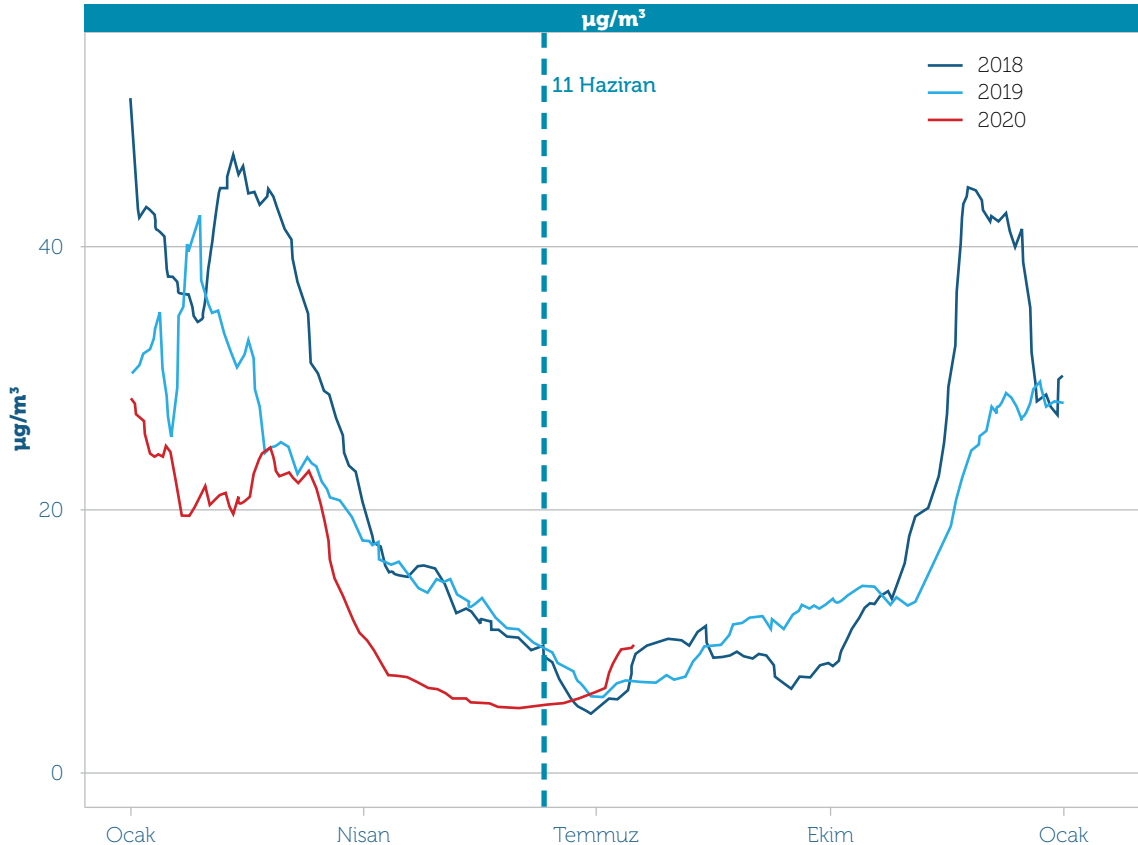
Santraller Açıldıktan 14 Gün Sonra



2019 yılının son 3 ayındaki SO<sub>2</sub> seviyeleri ile santraller kapatıldıktan sonra 2020 yılındaki verileri karşılaştırıldığında, bölgenin havasındaki iyileşme açık bir şekilde görülebilir. Santrallerin tekrar faaliyete başladığı, Haziran 2020 için sadece TROPOMI veri setinden SO<sub>2</sub> verisi alınmıştır. **Bu veriler incelendiğinde, Afşin Kömürlü Termik Santrali A Ünitesi ve Kangal Kömürlü Termik Santraller açılmadan önce ve sonraki 14 günlük süreçte SO<sub>2</sub> yoğunluğunda artış olduğu görülmektedir.**

**Şekil 17** - Kahramanmaraş İli SO<sub>2</sub> Ölçüm Verileri (2017-2020)

30 günlük ortalama



Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesine 22 km uzaklıkta bulunan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hava kalitesi ölçüm istasyonunda ölçülen SO<sub>2</sub> verileri 2017 yılı itibariyle incelendi. 2020 yılında Kahramanmaraş ilinde SO<sub>2</sub> seviyelerinde rekor bir düşüş olduğu, fakat santrallerin açıldığı Haziran 2020 itibariyle tekrar yükseldiği görülmektedir.

### Çatalağzı Kömürlü Termik Santrali (ÇATES)

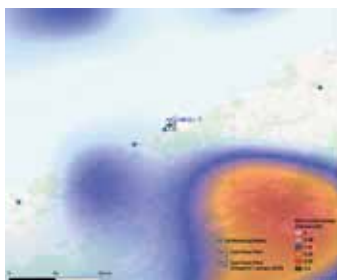
Haritada görüldüğü gibi Zonguldak ili sınırında bulunan ve 1 Ocak'ta kapatılmış olan Çatalağzı Kömürlü Termik Santrali (ÇATES) dışında, Kilimli ilçesinde Eren Enerji'ye ait üç tane daha kömürlü termik santral bulunuyor (ZETES 1-3).

**Harita 6 - Zonguldak Kilimli İlçesi Termik Santraller ve Ölçüm İstasyonları**

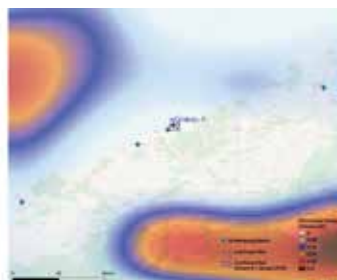


**Şekil 18 - Zonguldak Kilimli Bölgesi SO<sub>2</sub> Uydu verisi 2019 - 2020 (OMI Veri seti)**

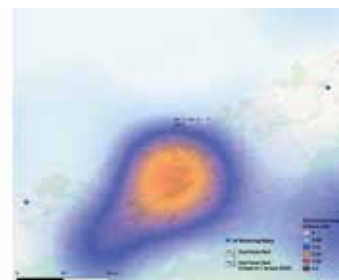
10-12.2019/Q4



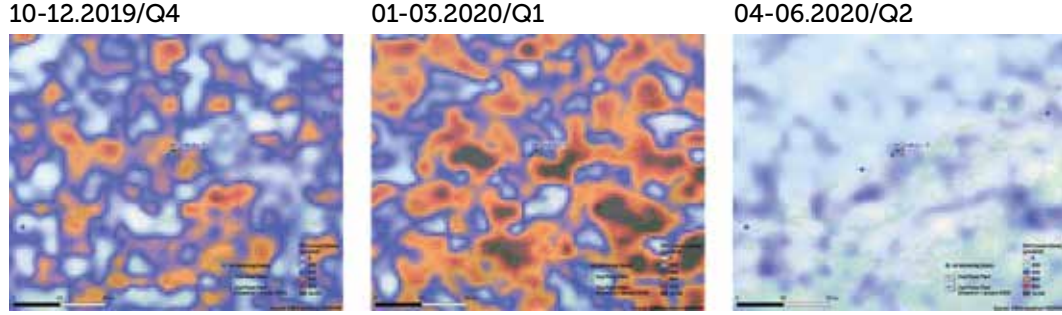
01-03.2020/Q1



04-06.2020/Q2



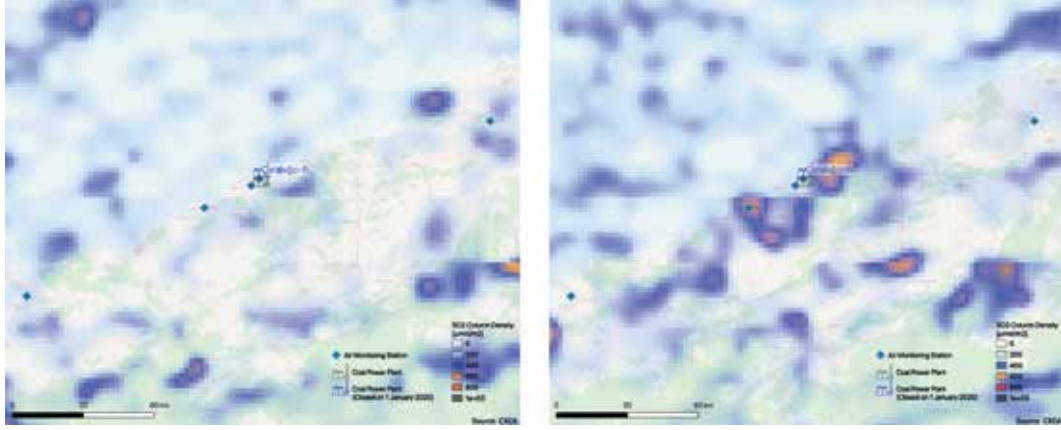
Şekil 19 - Zonguldak Kilimli İlçesi SO<sub>2</sub> Uydu verisi 2019 - 2020 (TROPOMI Veri seti)



Şekil 20 - Zonguldak Kilimli İlçesi SO<sub>2</sub> Uydu verisi Haziran 2020 (TROPOMI Veri seti)

Santraller Açılmadan 14 Gün Önce

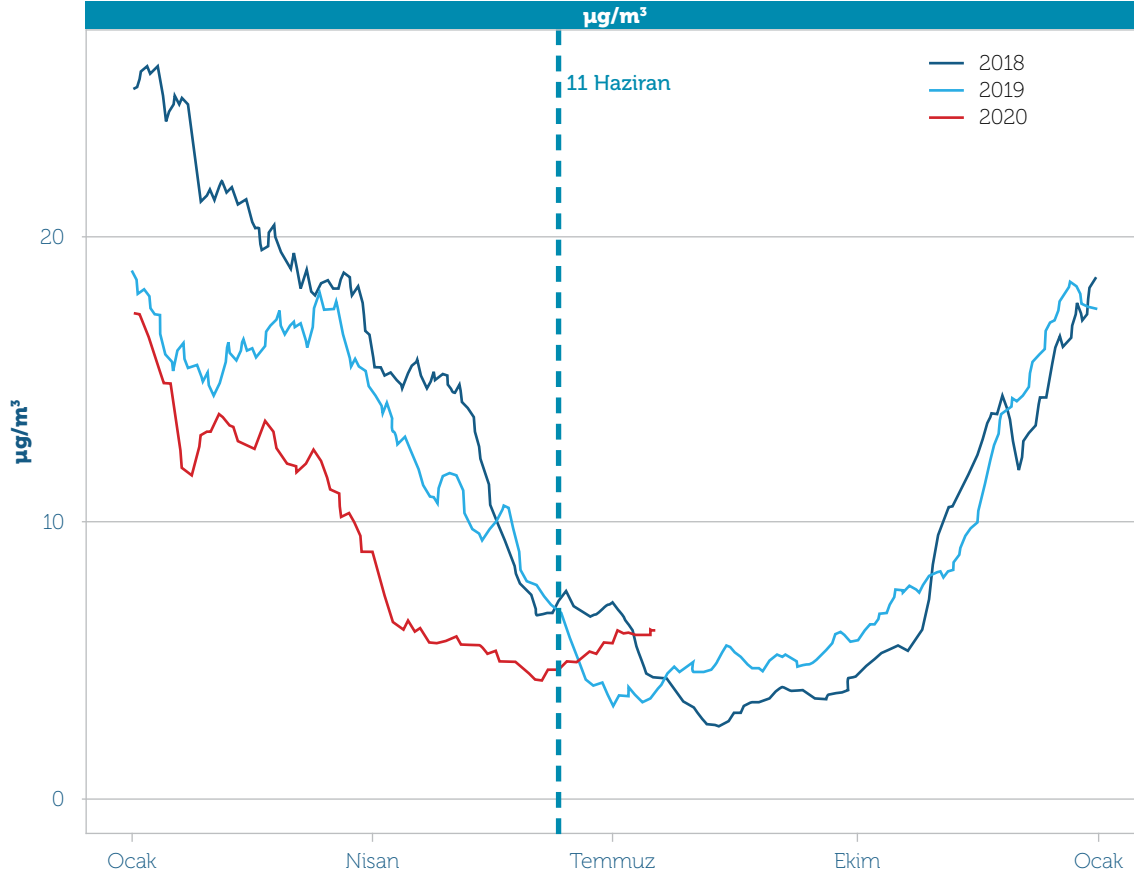
Santraller Açıldıktan 14 Gün Sonra



2019 yılının son üç ayındaki SO<sub>2</sub> seviyeleri ile santraller kapatıldıktan sonra 2020 yılındaki OMI ve TROPOMI verilerine bakıldığında bölgenin havasında iyileşme olduğu görülebilir. Santrallerin tekrar faaliyete başladığı, Haziran 2020 için sadece TROPOMI veri setinden SO<sub>2</sub> verisi alınmıştır. **Bu veriler incelendiğinde, Zonguldak ili ve ÇATES yakınlarında santral açıldıktan sonraki 14 günlük süreçte SO<sub>2</sub> yoğunluğunda bir artış olduğu görülüyor.**

**Şekil 21 - Zonguldak İli SO<sub>2</sub> Ölçüm Verileri (2017-2020)**

30 günlük ortalama

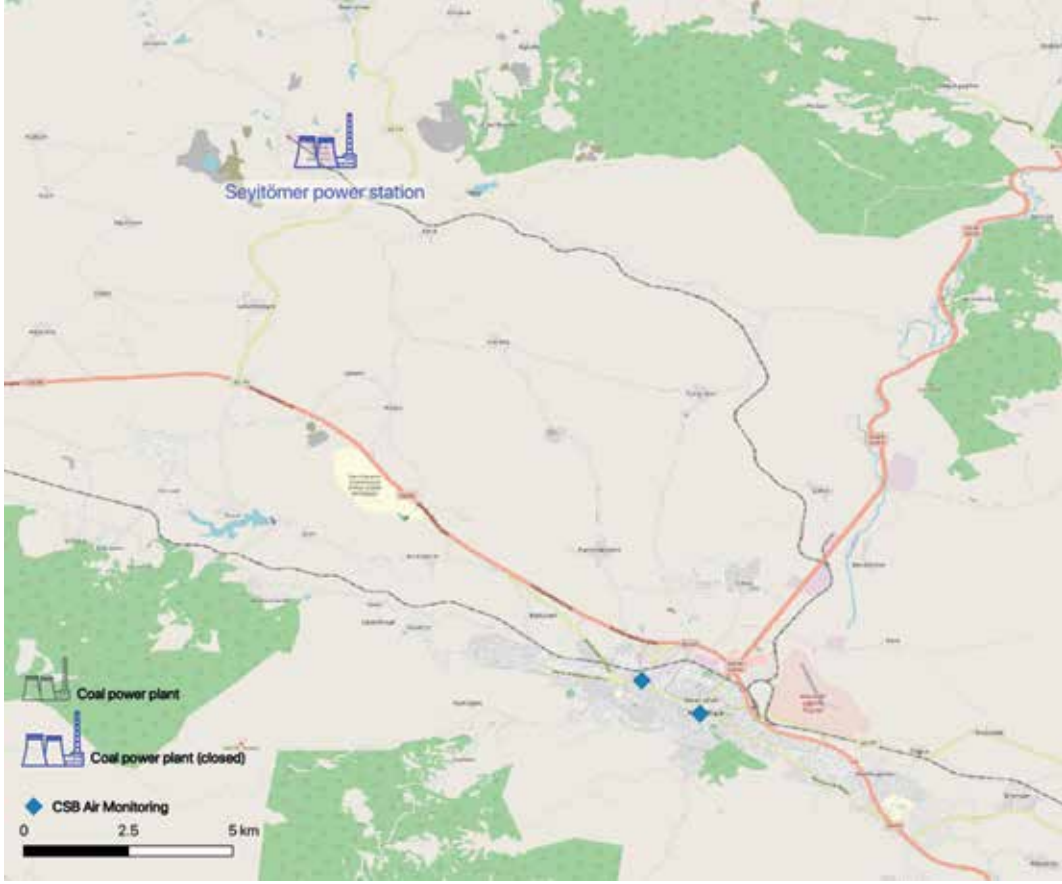


Zonguldak ilinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait dört tane hava kalitesi ölçüm istasyonu var. Bu istasyonlardaki SO<sub>2</sub> verileri 2017 yılı itibariyle incelendiğinde; ÇATES kapandıktan ve COVID-19 pandemi karantina önlemlerinin uygulandığı 2020'nin ilk yarısında, SO<sub>2</sub> seviyelerinin diğer yıllara oranla rekor seviyede düşük olduğu görünmektedir. SO<sub>2</sub> seviyelerindeki bu düşüşün, santrallerin açıldığı Haziran 2020 itibariyle tekrar yükselişe dönüşmektedir. **ÇATES'in açıldığı ve şekilde işaretlenmiş olan 11 Haziran 2020 tarihinden itibaren Zonguldak'ta SO<sub>2</sub> ölçüm seviyeleri yükselmeye başlamış ve daha önceki yılları da aşan bir seviyeye gelmiştir.**

#### Seyitömer ve Tunçbilek Kömürlü Termik Santrali (KTS)

Haritada görüldüğü gibi Kütahya ili sınırında bulunan Kütahya Seyitömer ve Tunçbilek Kömürlü Termik Santralleri ve 1 Ocak 2020'de kapatılmış ve 11 Haziran'da tekrar işletmeye alınmıştır.

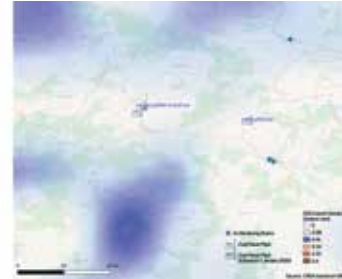
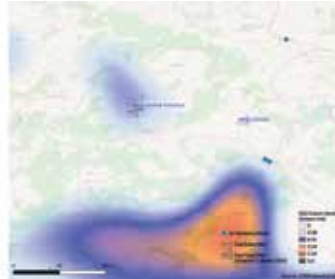
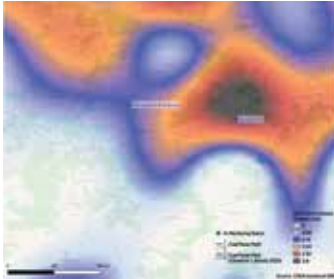


**Harita 7 - Kütahya İli Seyitömer Beldesi Termik Santraller ve Ölçüm İstasyonları****Şekil 22 - Kütahya İli SO<sub>2</sub> Uydu verisi 2019 - 2020 (OMI Veri seti)**

10-12.2019/Q4

01-03.2020/Q1

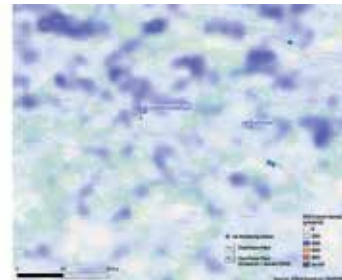
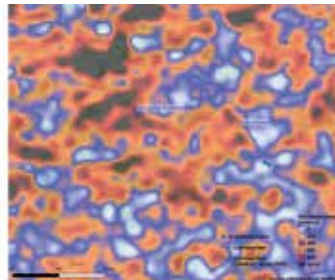
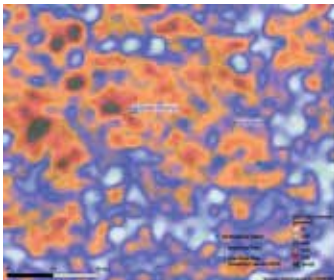
04-06.2020/Q2

**Şekil 23 - Kütahya İli SO<sub>2</sub> Uydu verisi 2019 - 2020 (TROPOMI Veri seti)**

10-12.2019/Q4

01-03.2020/Q1

04-06.2020/Q2

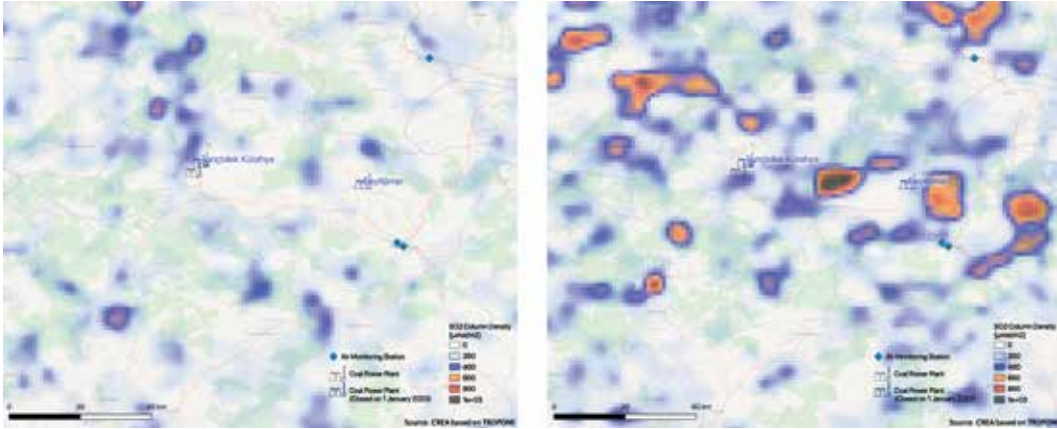




Şekil 24 - Kütahya İli SO<sub>2</sub> Uydu verisi Haziran 2020 (TROPOMI Veri seti)

Santraller Açılmadan 14 Gün Önce

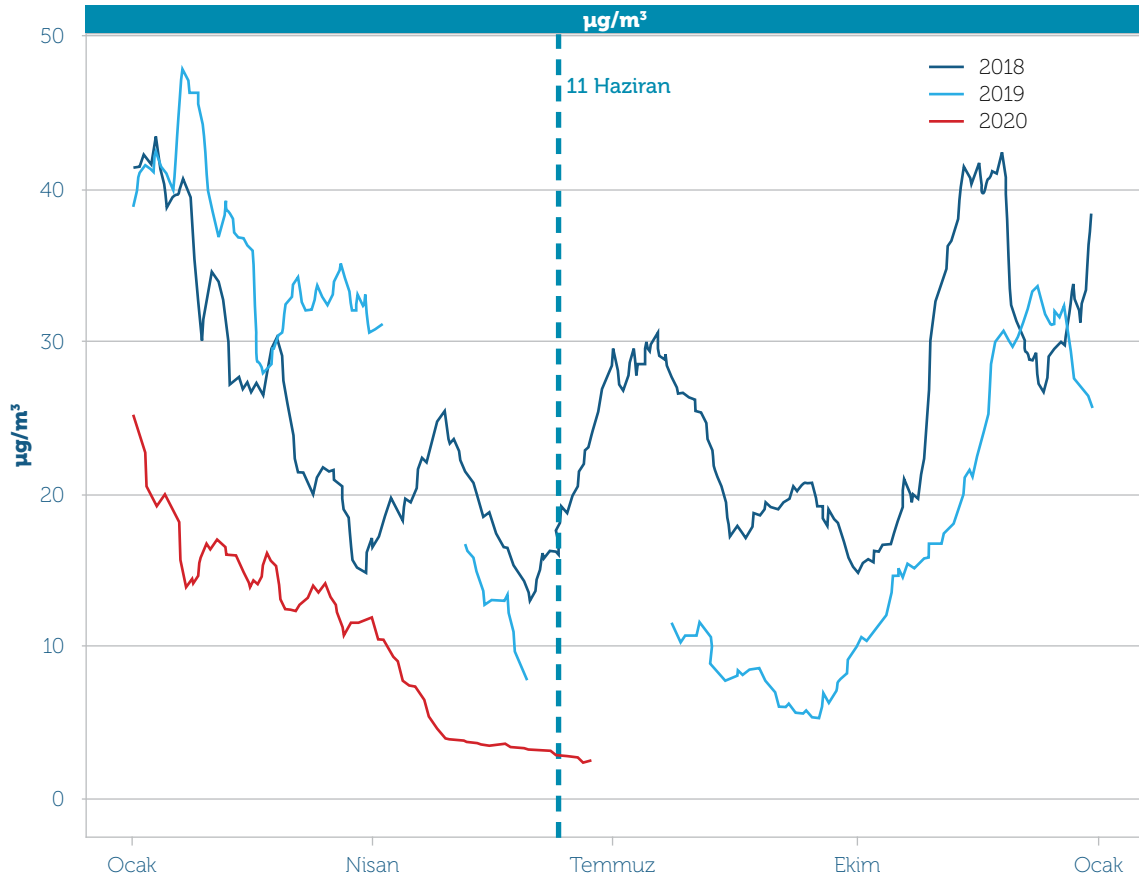
Santraller Açıldıktan 14 Gün Sonra



2019 yılının son üç ayındaki SO<sub>2</sub> seviyeleri ile santraller kapatıldıktan sonra 2020 yılındaki OMI ve TROPOMI verilerine bakıldığında bölgenin havasında iyileşme olduğu görülebilir. Santrallerin tekrar faaliyete başladığı, Haziran 2020 için sadece TROPOMI veri setinden SO<sub>2</sub> verisi alınmıştır. **Bu veriler incelendiğinde, Kütahya ilinde santral açıldıktan sonraki 14 günlük süreçte SO<sub>2</sub> yoğunluğunda bir artış olduğu görülmektedir.**

Şekil 25 - Kütahya İli SO<sub>2</sub> Ölçüm Verileri (2017-2020)

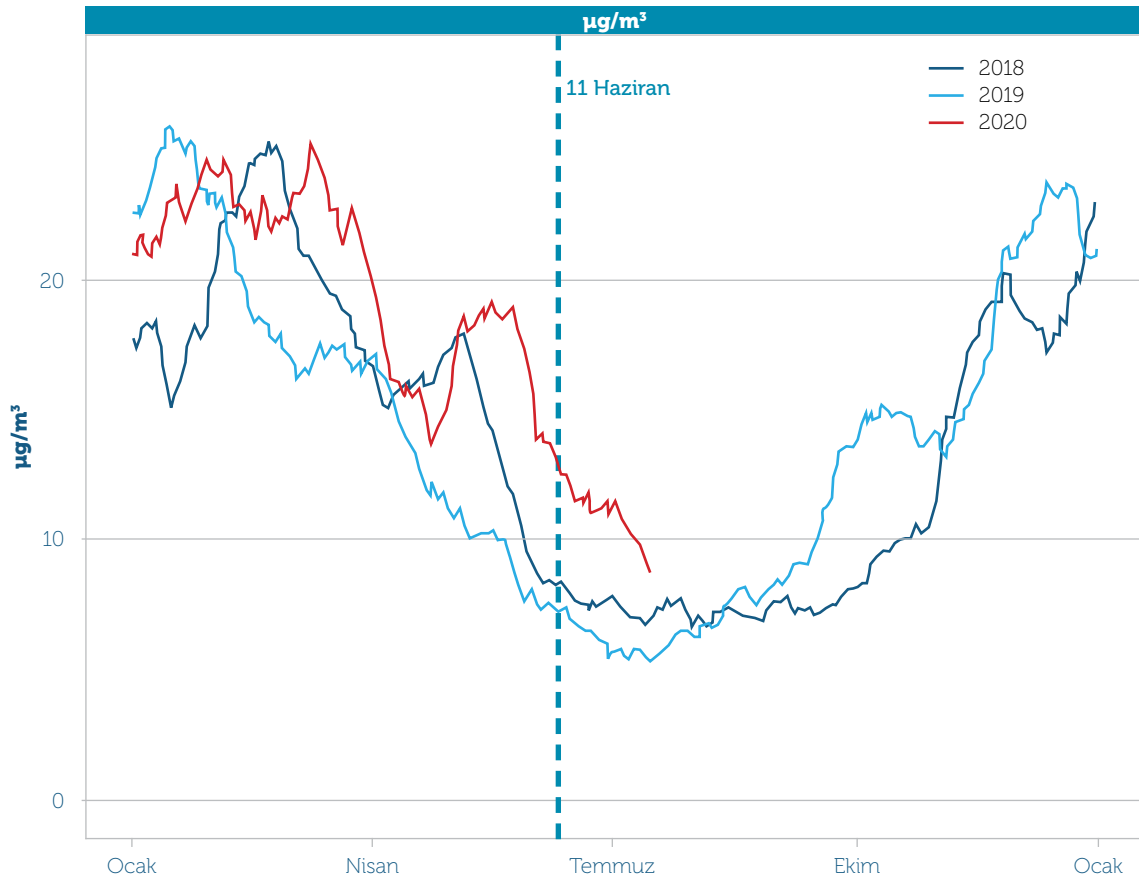
30 günlük ortalama



Seyitömer Termik Santrali'ne en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları, santrale 20 km uzaklıkta Kütahya ilindedir. Bu iki istasyondaki SO<sub>2</sub> verileri 2017 yılı itibarıyla bakıldığında 2019 yılında veride eksiklikler olduğu görülüyor. Diğer bölgelerde olduğu gibi, Seyitömer ve Tunçbilek santralleri kapandığı ve COVID-19 pandemi karantina önlemlerinin uygulandığı 2020'nin ilk yarısında SO<sub>2</sub> seviyelerinin diğer yıllara oranla rekor seviyede düşük olduğu görünüyor. Seyitömer KTS'nin açıldığı 11 Haziran 2020'den sonra Kütahya'daki SO<sub>2</sub> ölçüm seviyelerinde artış görünmüyor. Tunçbilek Termik Santrali'ne 1 km uzaklıktaki Karabük hava kalitesi ölçüm istasyonunda SO<sub>2</sub> verileri de benzerdir.

**Şekil 26 - Karabük İli SO<sub>2</sub> Ölçüm Verileri (2017-2020)**

30 günlük ortalama



#### b) COVID-19 Virüsü Pandemisi Önlemlerinin Etkileri

3 büyük ilin olduğu bölgelerde oluşan İstanbul, Ankara ve İzmir etrafında çoğunlukla ulaşımda kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanan NO<sub>2</sub> seviyelerinin 2020 yılında diğer kirleticilerde olduğu gibi düştüğünü görüyoruz. Bununla birlikte, hava kalitesindeki iyileşmenin azalan sağlık risklerine dönüşebilmesi için; Korona pandemisi sonrasındaki dönemde de uzun vadeli hava kalitesini iyileştirecek önlemlerin yapılaşması gereklidir.

**Harita 8 - 2019 ve 2020 NO<sub>2</sub> Yoğunluğu Uydu Verisi (TROPOMI veri seti)**  
**10-12.2019/Q4**



**01-03.2020/Q1**

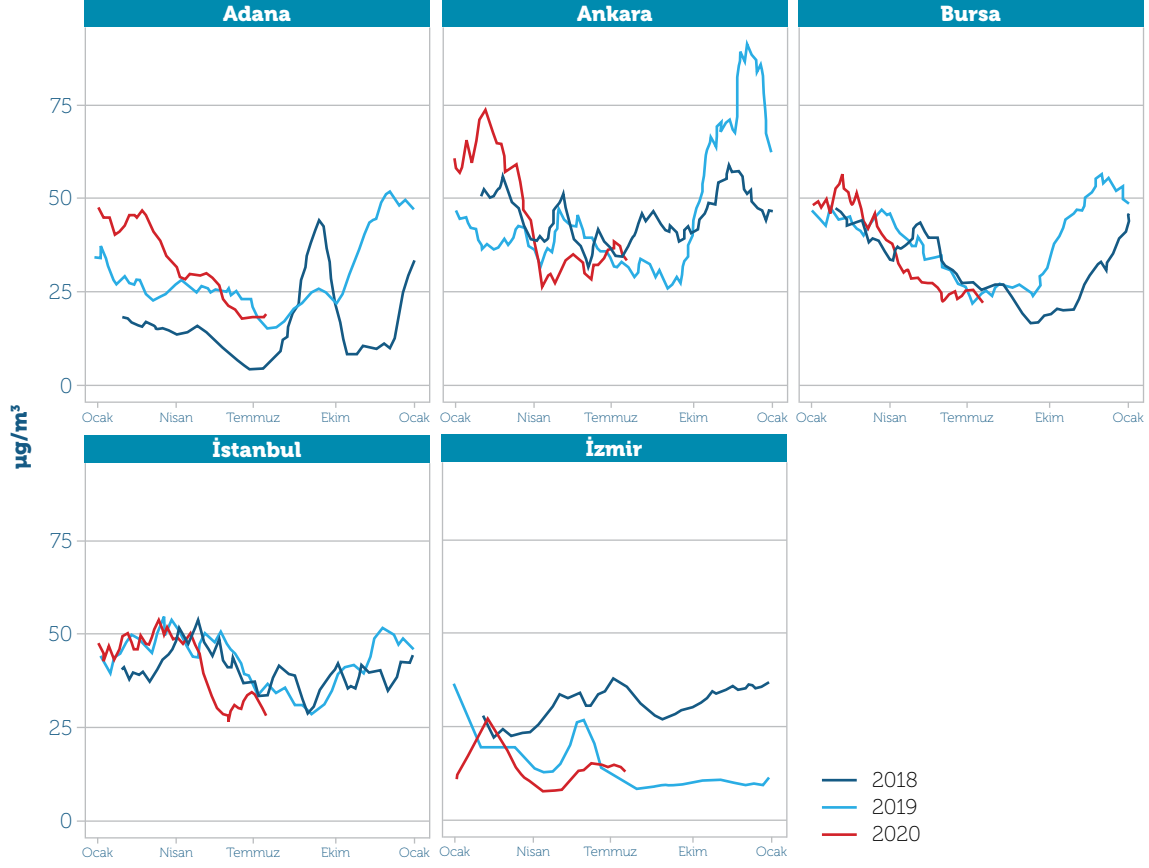


**04-06.2020/Q2**

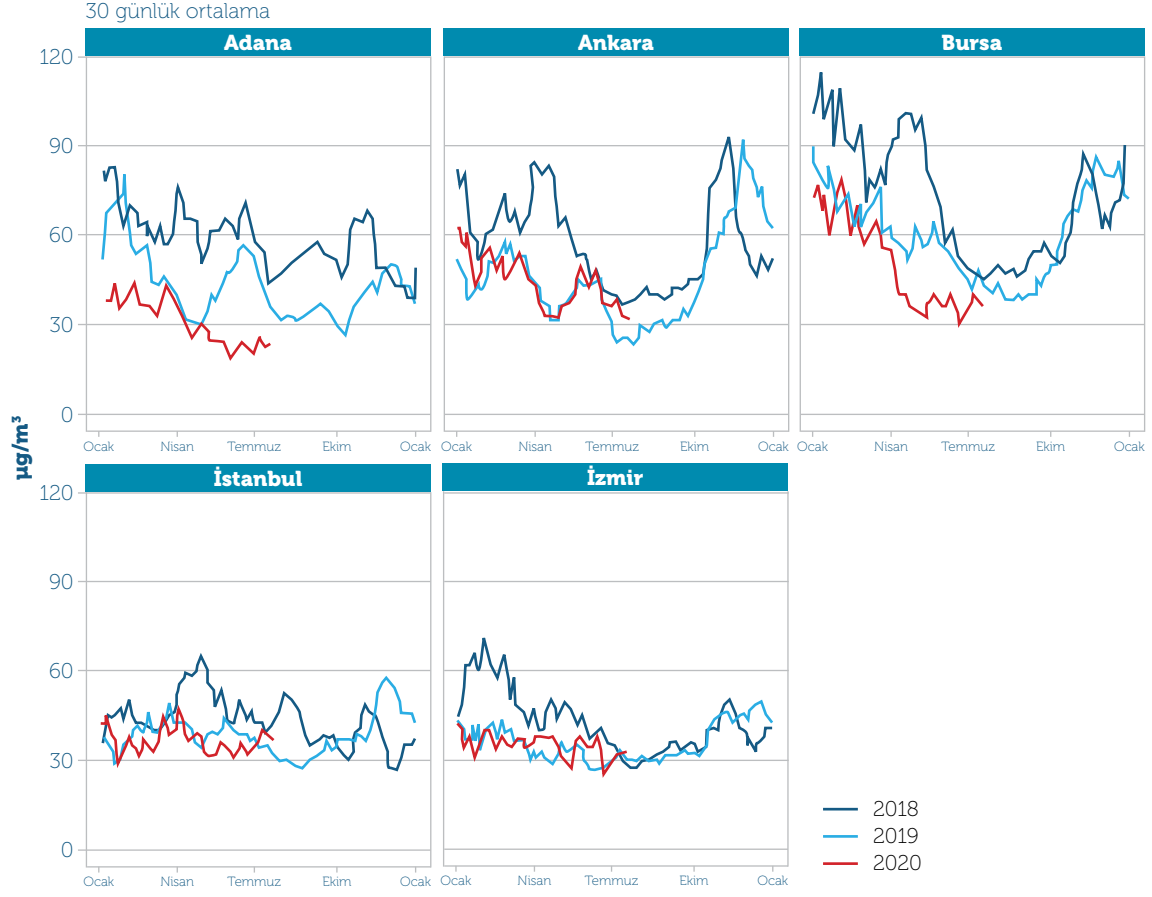


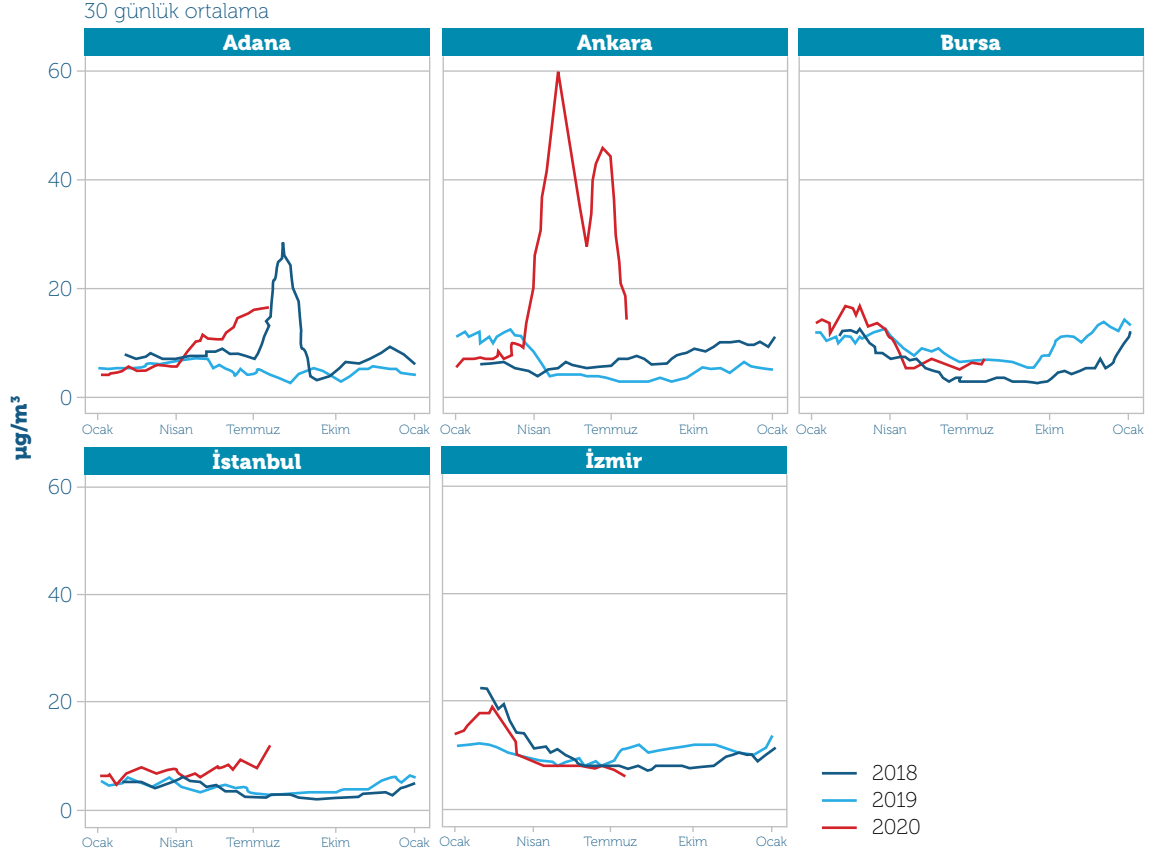
Şekil 27 - Beş Büyükşehirde NO<sub>2</sub> Ölçüm Seviyeleri (2018-2020)

30 günlük ortalama



Şekil 28 - Beş Büyükşehirde PM Ölçüm Seviyeleri (2017 - 2020)



Şekil 29 - Beş Büyükşehirde SO<sub>2</sub> Ölçüm Seviyeleri (2018 - 2020)

Türkiye’de Mart 2020 itibarıyla COVID-19 virüsü pandemisi sebebiyle alınan karantina önlemleri sebebiyle, mağazalar ve ulaşım istasyonlarına erişimin yaklaşık %80 ve işyerlerine ulaşımın yaklaşık %45’lik bir düşüş olmuştur<sup>57</sup>. Hareketlilikteki bu düşüşün, Türkiye’de henüz yaygın olarak kullanılan yeşil ulaşım alternatifi (bisiklet yolları vb.) olmadığı için ulaşım için kullanılan fosil yakıt miktarını da azaltacağı tahmin edilmektedir. **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı hava kalitesi izleme istasyonlarından elde edilen veriler, trafikte kullanılan fosil yakıtların düşmesinin özellikle 5 büyükşehirde (Adana, Ankara, Bursa, İstanbul, İzmir) NO<sub>2</sub> seviyelerinin düşmesiyle sonuçlandığını göstermektedir.** Haziran ayında seyahat yasakları kaldırıldıktan sonra, bazı şehirlerde NO<sub>2</sub> seviyelerinde tekrar artış olmuştur.

<sup>57</sup> Google, COVID-19 Community Mobility Reports <https://www.google.com/COVID19/mobility/>







## BÖLÜM 3

# HAVA KİRLİLİĞİNİN SAĞLIK ETKİLERİ



**2013 yılında,  
Dünya Sağlık Örgütü  
partikül maddeyi  
kanserojen ilan  
etmiştir.**

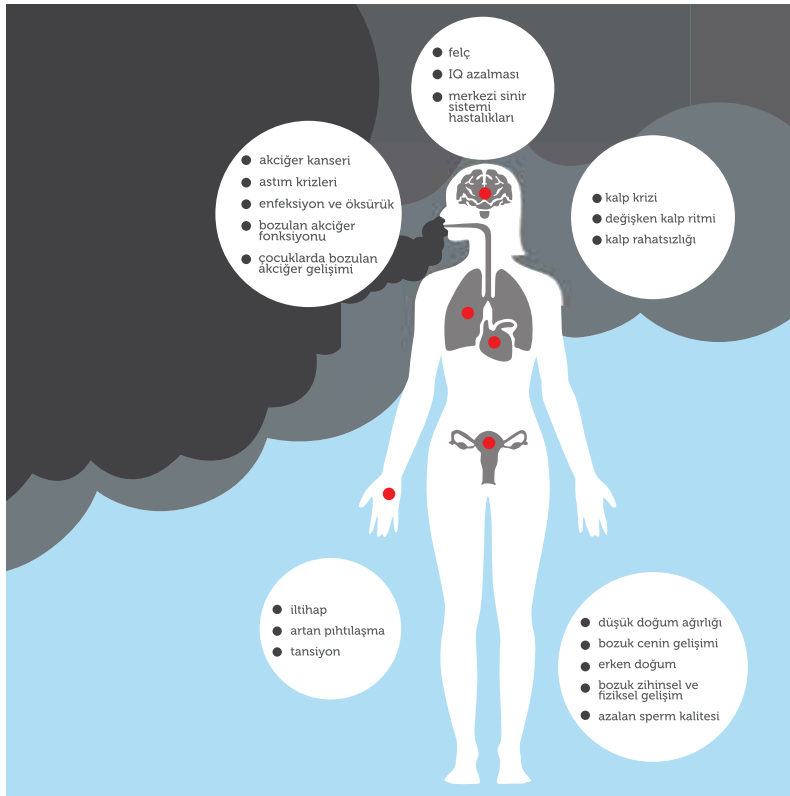
## BAŞLICA KİRLLETİCİLERİN SAĞLIK ETKİLERİ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre dünyada her yıl toplam 7 milyon insan hava kirliliğinin yol açtığı hastalıklar nedeniyle ölmektedir. Dünyada her 10 kişiden 9'u kirli hava soluyor. Bu ölümlerin 4.2 milyonu sanayi, trafik ve ısınma kaynaklı dış ortamdaki hava kirliliği; 3.8 milyonu ise evin içinde yemek ve ısınma için yakılan yakıtlardan kaynaklanan iç ortam kirliliğine bağlı hastalık ve ölümlerden dolayıdır<sup>58</sup>.

Alt solunum yolu enfeksiyonları kaynaklı ölümlerinin %27,5'inden ve KOAH kaynaklı ölümlerinin %26,8'inden dış ortam havasındaki partikül maddeler sorumludur<sup>59</sup>. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 2013 yılında hava kirliliğini oluşturan etmenlerden olan partikül maddeyi kanserojen ilan etmiştir<sup>60</sup>.

Araştırmalarla hava kirliliğinin bütün dünyada kalp-damar hastalıklarından ölümlerin %19'undan sorumlu olduğunu saptanmıştır (tüm ölümlerin %21'i iskemik kalp hastalıkları, %23'ü inme nedeniyle olmaktadır).

Şekil 30 - Hava Kirliliğinin Sağlık Etkileri



<sup>58</sup> <https://www.who.int/airpollution/en/> erişim: 29.07.2020

<sup>59</sup> GBD 2016 Risk Factors Collaborators, Gakidou, E., et al (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet, 390 (10100), 1345-1422.

<sup>60</sup> <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>

Hava kirliliği çevre kaynaklı en büyük sağlık tehdidi olarak kabul edilmektedir. Dünyadaki ölüm nedenleri sıralamasında dış ortam kirliliği 6. ve iç ortam kirliliği ise 8. sırada yer almaktadır<sup>61</sup>.

**Tablo 3 - Hava Kirleticileri ve Sağlık Etkisi**

Kirleticisi	Ana Kaynağı	Sağlık Etkisi
Kükürtdioksit (SO <sub>2</sub> )	Fosil Yakıt Yanması, Taşıt Emisyonları	Solunum Yolu Hastalıkları, Asit Yağmurları
Azot oksitler (NO <sub>x</sub> )	Taşıt Emisyonları, Yüksek Sıcaklıkta Yakma Prosesleri	Göz ve Solunum Yolu Hastalıkları, Asit Yağmurları
Partikül Madde (PM)	Sanayi, Taşıt Emisyonları, Fosil Yakıt Yanması, Tarım ve İkincil Kimyasal Reaksiyonlar	Kanser, Kalp Problemleri, Solunum Yolu Hastalıkları, Bebek Ölüm Oranlarında Artış
Ozon (O <sub>3</sub> )	Trafikten Kaynaklanan Azot Oksitler ve Uçucu Organik Bileşiklerin (VOC) Güneş Işığıyla Değişimi	Solunum Sistemi Problemleri, Göz ve Burunda İritasyon, Astım, Vücut Direncinde Azalma
Karbonmonoksit (CO)	Eksik Yanma Ürünü, Taşıt Emisyonları	Kandaki Hemeoglobin ile Birleşerek Oksijen Taşıma Kapasitesinde Azalma, Ölüm

Kaynak: ÇMO (2019), Hava Kirliliği Raporu 2018

PM<sub>2,5</sub> maruziyeti **solunum sistemi ve dolaşım sistemi** başta olmak üzere hastalanma ve hastane başvurularına, **akciğer kanseri** de içinde olmak üzere solunum sistemi ve dolaşım sistemi hastalıkları yüzünden **erken ölümlere** yol açmaktadır<sup>62</sup>. Bu bakımdan PM<sub>2,5</sub> düzeyinin izlenmesi ve sağlığı etkileyecek düzeyde artış göstermemesi için önlem alınması halkın sağlığının korunması açısından bir zorunluluktur.

**Ülkemizde, kaba partikül (PM<sub>10</sub>) için Avrupa Birliği sınır değerleri 2019 yılında uygulanmaya başlamış olsa da; maalesef ince partikül (PM<sub>2,5</sub>) için belirlenmiş olan herhangi bir sınır değeri yoktur.**

**Partikül maddelerin herhangi bir olumsuz sağlık etkisinin olmadığı güvenli bir maruziyet düzeyine ilişkin kanıt yoktur.**

Kirlilik seviyelerindeki bu sürekli artış ile ilişkili sağlık etkileri, özellikle düşük gelirli olan ve ısınma, yemek, sanayide çalışma gibi sebeplerle günlük olarak kirli hava solunmak durumunda kalan kişilerde akciğer kanseri riskini, kardiyovasküler hastalıklar ve felç riskini arttırmaktadır<sup>63</sup>.

Ayrıca, hava kirliliğinin çocuklar üzerinde daha şiddetli ve kalıcı etkisi vardır. Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF) tarafından yayınlanan bir rapor, düşük gelirli ailelerde yaşayan çocuklar hava kirliliğine daha fazla maruz kaldığını belirtiyor<sup>64</sup>.

<sup>61</sup> Ritchie H. and Roser M. (2018), "Causes of Death".

<sup>62</sup> HEAL (2016) Ödenmeyen Sağlık Faturası,

[https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/08/unpaid\\_health\\_bill\\_turkey\\_Executive-Summary\\_TR.pdf](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2018/08/unpaid_health_bill_turkey_Executive-Summary_TR.pdf)

<sup>63</sup> World Health Organization (2016), Air Pollution Levels Rising in Many of the World's Poorest Cities. Erişim: 11.07.2020.

<sup>64</sup> UNICEF (2016), Clean Air For Children: The Impact of Air Pollution on Children.



**Dünyadaki çocukların 1/7'si, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) sınır değerlere göre kirli hava solmaktadır<sup>65</sup>.**

## PARTİKÜL MADDENİN SAĞLIK ETKİLERİ

**Partikül madde; solunum, kardiyovasküler ve sinir sistemi başta olmak üzere pek çok sağlık sorununa ve erken ölüme neden olmaktadır.**

Hava kirliliğini oluşturan önemli kirleticiler arasında bulunan partikül maddenin toplum sağlığına etkileri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yapılan çalışmalarla çok iyi tanımlanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre dış ortam hava kirliliği her yıl dünyada 4.2 milyon erken ölüm nedenidir. Başta kalp-damar, solunum ve nörolojik sistem hastalıklarına neden olan ve 2013 yılında Uluslararası Kanser Ajansı (UKA) tarafından "Grup 1 Karsinojen" listesine alınan "dış ortam hava kirliliği" akciğer kanseri açısından kesin olarak kanserojen olarak sınıflandırmış, ek olarak mesane kanseri açısından da riski arttırdığı bildirilmiştir<sup>66</sup>. Ayrıca dış ortam hava kirliliğinin ana bileşeni Partikül maddeyi (PM) ayrı olarak değerlendirilmiş ve PM'yi de "Grup 1 Karsinojen" olarak sınıflandırmıştır. Dış ortam hava kirliliğini bir bütün olarak, PM kirliliği de özel olarak kesin karsinojen olarak sınıflandırmıştır. Bu açıdan, partikül madde kirliliği ni takip etmek, halk sağlığı açısından özel bir önem taşımaktadır.

**PM<sub>10</sub>'un her 10 µg/m<sup>3</sup>'lük artışı, kalp ve damar sorunlarında %0,7 ve solunum yoluyla ilgili sağlık sorunlarında da %1,4'lük bir artışa neden olabilmektedir<sup>67</sup>.**

Partikül madde kirliliği toplumun tümünü etkiler, ancak kirliliğe yatkınlık sağlık veya yaşa göre değişebilir. Sağlık etkileri maruziyetin artmasına bağlı olarak ortaya çıkarken, hiçbir sağlık etkisinin görülmeyeceği güvenli bir eşik değer yoktur. Bununla birlikte Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan çalışmalarda olumsuz sağlık etkilerinin gösterildiği konsantrasyon aralığı PM<sub>2.5</sub> için 3-5 µg/m<sup>3</sup> olarak tahmin edilmektedir. PM<sub>2.5</sub> için uzun vadeli kılavuz değeri olarak yıllık ortalama 10 µg/m<sup>3</sup> konsantrasyon seçilmiştir. Bu değer, Amerikan Kanser Derneği'nin çalışmasında hayatta kalma üzerinde önemli etkilerin gözlemlendiği aralığın alt ucunu temsil etmektedir. Tüm bu çalışmalarda, PM<sub>2.5</sub>'e uzun süre maruz kalma ile ölüm arasında güçlü ilişkiler olduğu bildirilmiştir<sup>68</sup>.

<sup>65</sup> UNICEF (2016), Clean Air For Children: The Impact of Air Pollution on Children.

<sup>66</sup> <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>

<sup>67</sup> Perez L, et al Associations of daily levels of PM10 and NO2 with emergency hospital admissions and mortality in Switzerland: Trends and missed prevention potential over the last decade. Environ Res 2015;140:554-61

<sup>68</sup> WHO (2005), Air Quality Guidelines Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide



**Tablo 4 - Dış ortam partikül madde kirliliğinin neden olduğu ölümler**

	2016 yılı Ölüm sayısı (1000'de)	2016 Yılı Yeti Yitimine Ayarlanmış Yaşam Yılı (DALY) (1000'de)
Alt solunum yolu enfeksiyonu	653.000	28517
Trakea, bronş ve akciğer kanseri	280.000	6200
İskemik kalp hastalığı	1.576.000	34934
İskemik stroke (inme)	348.000	7387
Hemorajik stroke (inme)	448.000	11480
Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAİ)	787.000	17156
Toplam	4.093.000	

Kaynak: GBD 2016 Risk Factors Collaborators (2017)

2016 yılında tüm dünyadaki ölümlerin **%7,5 (6,6-8,4)** 'inin dış ortam hava kirliliği nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir. Bu yüzde 4,1 milyon (3,6 milyon - 4,6 milyon) ölüme karşılık gelmektedir. Hava kirliliğine atfedilen hastalıklar arasında en büyük payı, alt solunum yolu enfeksiyonları ve KOAH oluşturmaktadır. **Tüm alt solunum yolu enfeksiyonları ölümlerinin %27,5 (21,4-34,4) 'inden ve tüm KOAH ölümlerinin %26,8 (16,1-38,6) 'inden dış ortam havasındaki partikül maddeler sorumludur**<sup>69</sup>.

### **HAVA KİRLİLİĞİNİN ÇOCUKLAR ÜZERİNDEKİ SAĞLIK ETKİLERİ**

DSÖ bir çalışmasında PM<sub>2,5</sub> için küresel hava kalitesi rehberlerine uymanın 2010 verilerine dayanarak her yaş grubunda (çocuklar dahil) yılda 2.1 milyon ölümlü önleyebileceğini tahmin ediyor. Rehberlerdeki sınırlara uymak; ayrıca milyonlarca insanın genel sağlığını daha da iyileştirebilir, çocuklar arasında akut ve kronik solunum yolu enfeksiyonu vakalarını azaltmaya yardımcı olabilir, gebelik ve doğum sırasındaki komplikasyonları azaltabilir. Son olarak, araştırmalar çocukların fiziksel ve bilişsel gelişimlerini artırarak daha uzun ve daha verimli yaşamlar sürmelerine yardımcı olabileceğini göstermektedir<sup>70</sup>. Dış ortamdaki hava kirlleticileri fetüsün kan akışına plasenta ve göbek kordon kanı yoluyla girebilir ve bu kirliticilerin olumsuz etkilerini gösteren çok sayıda araştırma vardır<sup>71</sup>.

**Genel olarak, kirli havanın bebek ve çocukların kalbi, beyni, hormon sistemleri ve bağışıklığı üzerindeki etkileri kanıtlanmıştır ve büyüme, zeka, beyin gelişimi ve koordinasyon üzerindeki etkilerine yönelik kanıtlar çoğalmaktadır.** Hava kirliliği ile mücadele görünmeyen sağlık faturasını da azaltarak, hane halkı ve ulusal düzeyde milyarlarca liralık tasarruf sağlar.

<sup>69</sup> GBD 2016 Risk Factors Collaborators, Gakidou, E., et al (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet, 390(10100), 1345-1422.

<sup>70</sup> Unicef. (2016). Clear the air for children: Executive Summary.

<sup>71</sup> [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-09/elf-fet091318.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-09/elf-fet091318.php)

Salvi S. (2007). Health effects of ambient air pollution in children. Paediatric Respiratory Reviews. 8 (4), 275-280.



## Hava Kirliliği ve Çocuk Sağlığına Etkileri

Hava kirliliğinin çocuklarda görülme riskini arttırdığı sağlık sorunlarından bazıları:

- Düşük doğum ağırlığı
- Otizm<sup>72</sup>
- Diyabet (Tip 1)<sup>73</sup>
- Ani Bebek Ölümü Sendromu<sup>74</sup>
- Astım, KOAH, bronşiolit ve bronşit gibi solunum hastalıkları<sup>75</sup>
- Zatürre
- Bebek ölümü<sup>76</sup>
- Zeka geriliği<sup>77</sup>

Dış ortam kirliliğinin düşük doğum ağırlığı, erken doğuma neden olduğu gerçeği ileride gelişimsel sorunlar ve kronik akciğer hastalıkları gibi büyük halk sağlığı sorunları ile nedensel olarak ilişkilendirmeyi de beraberinde getirmektedir<sup>78</sup>.

Harvard Üniversitesinde yapılmış bir çalışma, kirli hava içinde bulunan çok sayıda toksik maddenin nörolojik fonksiyonları ve fetüs etkilendiğinin bilindiğini belirtmiştir<sup>79</sup>. Barcelona'da 12 aylık bir araştırmada çocukların beyin gelişimi, bellek ve dikkatleri okulda yüksek ve düşük trafik kirliliğine maruz kalma açısından değerlendirildi. Çalışma; toplam 39 okuldan yaşları 7-10 arası 2.715 çocuğa, bir yıl boyunca üç ayda bir bilgisayar aracılığıyla test uygulandı. **Okulu yoğun trafiğin olduğu yerlerde olan çocukların yoğun hava kirliliğine maruz kaldığı ve bilişsel gelişimlerinin daha yavaş olduğu saptanmıştır. Bu çocuklar, 12 ayda %7.5 bilişsel gelişme gösterirken, trafiğe uzak okullarda okuyanlarda bu gelişiminin %11.5 olduğu saptanmıştır**<sup>80</sup>.

<sup>72</sup> Roberts AL, Kristen L, Hart JE, Laden F, Just AC, Bobb JF, et al. 2013. Perinatal air pollutant exposures and autism spectrum disorder in the children of Nurses' Health Study II participants. *Environ Health Perspect* 121:978–984. Last accessed 22nd May 2015, Volk H, Lurmann F, Penfold B, Hertz-Picciotto I, McConnell R. Traffic Related Air Pollution, Particulate Matter, and Autism Risk. *JAMA Psychiatry*. 2012;70(1):71–77, Lopatto E., Ostrow, N. (2013). Autism Tied to Air Pollution, Brain-Wiring Disconnection

<sup>73</sup> Beeson, L., Ischander, M., Roa, R., Mace, J. (2006). Air pollution and type 1 diabetes in children. *Pediatric Diabetes*. 7, 81-87.

<sup>74</sup> Tong, S and Colditz, P. (2004). Air pollution and sudden infant death syndrome: a literature review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. 18 (5), pg. 327-335.

<sup>75</sup> Salvi S. (2007). Health effects of ambient air pollution in children. *Paediatric Respiratory Reviews*. 8 (4), 275-280.

World Health Organization. (2004). Effects of air pollution on children's health and development.

<http://www.comeap.org.uk/air/current-thinking-issues/112-air-pollution-and-children-s-health-birth-outcomes>. Last accessed 03/01/2019

World Health Organization. (2004). Effects of air pollution on children's health and development.

Donnelly, L. (2015). Air pollution could increase risk of dementia.

<sup>76</sup> Ritz, B, Wilhelm, M. (2008). Air Pollution Impacts on Infants and Children.

<sup>77</sup> Calderón-Garcidueñas, L., Torres-Jardón, R., Kulesza, R. J., Park, S., D'Angiulli, A.. (2014). Air pollution and detrimental effects on children's brain. The need for a multidisciplinary approach to the issue complexity and challenges. *Front Hum Neurosci*. 8, 613.

<sup>78</sup> Brauer, Michael; Lencar, Cornel; Tamburic, Lillian; Koehoorn, Mieke; Demers, Paul; Karr, Catherine (2008), A Cohort Study of Traffic-Related Air Pollution Impacts on Birth Outcomes.

<sup>79</sup> Warnock, C.. (2014). Harvard draws links between autism and air pollution.

<sup>80</sup> Sunyer, J. et al. (2015). Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study. *PLoS Med*. 12 (3).



## HAVA KİRLİLİĞİNİN GENLERİMİZE ETKİSİ

### Partikül maddeye maruz kalmanın nöropsikiyatrik hastalıklarla da ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Hava kirliliği ve özellikle onun bileşenlerinden olan partiküler maddeler, insan vücudunda başta solunum, kalp-damar ve sinir sistemleri olmak üzere ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu ilişkinin altında yatan mekanizmalar iyi bilinmemekle birlikte, hücrenin **epigenetik**<sup>81</sup> durumunun en iyi bilinen moleküler belirleyicilerinden ve hava kirliticilerine duyarlı olduğu kanıtlanmış olan **DNA metilasyonundaki**<sup>82</sup> değişikliklerin burada rol oynadığı farklı çalışmalarla gösterilmiştir. İlginç olan, DNA metilasyonunda çevresel uyarılara yanıt olarak ortaya çıkan değişikliklerin, sadece patojenik mekanizmada değil, aynı zamanda hava kirliticilerine karşı vücudun adaptasyonunda da aracı olduklarının düşünülmektedir.

**Partikül maddelerin sağlık üzerine negatif etkilerin altındaki biyolojik mekanizmalar henüz kısmen aydınlatılmıştır ve epigenetik mekanizmaların merkezi rolleri olduğu düşünülmektedir.** Epigenetik mekanizmalar, dış etkiler altında genom anlatımını (ekspresyonunu) değiştirebilen, aynı zamanda gelecek hücre nesillerinde gen aktivitesinin stabil çoğalma durumunu güvence altına alan esnek genomik değişkenlerdir. Epigenetik işaretlerdeki ('marks') değişiklikler, insanın kanser, kalp-damar, solunum sistemi ve nörodejeneratif hastalıklarıyla ilişkili bulunmuştur. En çok araştırılmış epigenetik mekanizma DNA metilasyonudur ve CG dinükleotidindeki sitozin kalıntılarının 5' pozisyonuna bir metil grubunun eklenmesi demektir. Genin başlatıcı bölgesindeki ('gene promoters') DNA metilasyonu, gen anlatımında baskılayıcı etki yapar. Öte yandan, DNA metilasyonunda genel azalma (esas olarak genin kodlamayan bölgelerindeki tekrarlayıcı öğelerin hipometilasyonu nedeniyle) sıklıkla kanser hücrelerinde gözlenir ve genomik stabiliteyi etkileyebilir. Ek olarak, DNA metilasyonu genin gövdesinde de olur. Son olarak, sıklıkla Alu ve LINE-1 gibi tekrarlayan element metilasyonu ölçümüyle değerlendirilen global metilasyon, genomun tüm metilasyon durumunu yansıtır.

**Pek çok çalışma partikül maddenin DNA metilasyonunu değiştirebildiği hipotezini desteklemektedir. Ancak yaşamın tüm dönemleri eşit olarak etkilenmemektedir.** Gebelik öncesi, anne karnındaki (intrauterin) dönem, erken çocukluk ve yaşlılık dönemlerinde PM'nin etkilerine yatkınlık artar<sup>83</sup>. Hava kirliliğinin olumsuz sağlık etkilerinin genetik temelleri giderek daha fazla ortaya konulmaktadır. Hava kirliliğinin genoma etkilerini insan yaşamının dönemlerine göre incelemek konuyu anlamamızı kolaylaştıracaktır.

<sup>81</sup> **Epigenetik**, biyolojide DNA dizisindeki değişikliklerden kaynaklanmayan, ama aynı zamanda irsi olan, gen ifadesi değişikliklerini inceleyen bilim dalıdır. Epigenetik, DNA sekansını değiştirmeyip DNA, protein ve RNA'ların fonksiyonunun ve regülasyonunun değişimi ile sonuçlanan modifikasyonları içerir.

<sup>82</sup> DNA metilasyonu, DNA dizisinden bağımsız olarak gen ifadesinde meydana gelen kalıtsal değişiklikler olarak tanımlanmaktadır.

<sup>83</sup> Particulate matter exposure shapes DNA methylation through the lifespan. Ferrari L, Carugno M, Bollati V. Clin Epigenetics. 2019 Aug 30;11(1):129. doi: 10.1186/s13148-019-0726-x.

Pregnancy Exposure to Atmospheric Pollution and Meteorological Conditions and Placental DNA Methylation. Abraham E, Rousseaux S, Agier L, et al. Environ Int. 2018 Sep;118:334-347. doi: 10.1016/j.envint.2018.05.007. Epub 2018 Jun 21.

Genome-wide DNA Methylation and Long-Term Ambient Air Pollution Exposure in Korean Adults. Lee MK, Xu C, Carnes MU, et al. Clin Epigenetics. 2019 Feb 28;11(1):37. doi: 10.1186/s13148-019-0635-z.

DNA methylation and exposure to ambient air pollution in two prospective cohorts. Plusquin M, Guida F, Polidoro S, et al. 2017 Nov;108:127-136. doi: 10.1016/j.envint.2017.08.006. Epub 2017 Aug 24.



**Hava kirliliğinin genlerimiz üzerindeki etkisi, yaşamın tüm dönemlerinde eşit değildir. Gebelik öncesi, anne karnındaki dönem, erken çocukluk ve yaşlılık dönemlerinde partikül maddenin etkilerine yakınlık artar.**

#### a) Gebelik Öncesi

Hava kirliliğinin gamet hücrelerinin (ovum ve sperm) gelişimi etkileyerek üreme yeteneğini değiştirebildiği düşünülmektedir. İnsanlarda yapılan bazı çalışmalarda spermelerin niteliksel özellikleri (şekil, hareketlilik, sayı gibi) araştırılmıştır. Çek Cumhuriyeti'nde kirliliğin yüksek olduğu bölgede yapılan bir çalışmada, yoğun hava kirliliği ile DNA parçalanması olan sperm yüzdesi arasında belirgin pozitif ilişki gösterilmiştir. Hava kirliliğine, özellikle dizel egzozuna maruz kalmış fare ve sıçanlarda günlük sperm üretiminin azaldığı ve anormal şekilli spermelerin oranının arttığı gözlenmiştir. Hava kirliliğinin spontan döllenmedeki dışı üreme parametrelerine etkisi üzerine çok az çalışma vardır; bu durum dışı gamet (eşey) hücrelerinin incelenmesinin erkek gametlere göre daha fazla zorluk içermesiyle açıklanabilir.

#### b) Gebelik

Gebelik süresince maruz kalınan hava kirliliğinin sağlığa olumsuz etkileri gebelikte ve doğumda (düşük tartı ile doğum, fetüs gelişiminin kısıtlanması, erken doğum gibi) veya hayatın daha sonraki dönemlerinde (nörogelişimsel bozukluklar, bebeğin akciğer işlevinde azalma gibi) ortaya çıkar. Hamilelik süresince hava kirliliğinin etkisinde kalmak, aynı zamanda gebeliğin tetiklediği hipertansif hastalıklarla da ilişkilidir. Çapı 240 nm den daha küçük (<0.24 µm) partiküller, plasentayı geçerek fetüse ulaşabilirler ve epigenomu değiştirerek plasentanın işlevini etkileyebilirler. Gebelik boyunca hava kirliliğine maruz kalma ile plasental ve/veya kord kanında DNA metilasyonundaki değişiklikler arasında ilişki birkaç çalışmada ortaya konmuştur. **Bazı genlerdeki metilasyon düzeyleri gebelik süresince değişebilir**; örneğin DNA metilasyonu gebelik dönemine özgü paternler gösterebilir (ilk üç ayda metilasyon seviyesi yüksektir, sonrasında hipometilasyon görülür). Bu nedenle kirleticilerin etkileri maruz kalınan döneme göre değerlendirilmelidir.

Glukokortikoid metabolizmasına katılan ve fetal gelişim için kritik rolü olan 11β-hidroksisteroid dehidrogenazı kodlayan HSD11B2 geninin plasental metilasyon düzeylerinin araştırıldığı bir çalışmada, metilasyon seviyelerinin gebeliğin hem ilk, hem de üçüncü üç aylık döneminde PM<sub>10</sub>'a maruz kalma ile pozitif ilişkisi gösterilmiştir. Bu ilişki normal tartıda doğanlara göre anne kamında (intaruterin) gelişme geriliği yaşayan yenidoğanlarda daha belirgindir; bu bulgu HSD11B2 metilasyonundaki değişikliklerin, PM'nin doğurganlık ve gelişimsel süreçler üzerine toksik etkisine katkısı olduğu görüşünü desteklemektedir.

Gebelikte PM'ye maruz kalmanın, süperoksid radikallerin detoksifiye edilmesi, böylece tümörler, obezite, kalp-damar ve nörolojik hastalıklar gibi pek çok hastalığa neden olan oksidatif hasarın önlenmesinden sorumlu olan süperoksid dismutaz 2 (SOD2) metilasyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, hem annenin kanındaki, hem de göbek kordonu kanındaki SOD2 metilasyonunun tüm gebelik boyunca, özellikle de ikinci üç ayda maruz kalınan PM<sub>10</sub> konsantrasyonuyla pozitif ilişkisi olduğu saptanmıştır.

**Partiküler hava kirliliğinin kanserojen riskle de ilişkisi vardır.** Plasental DNA tamir genlerinin metilasyon düzeyleri incelenmiş, havadaki kirleticilerin fetüs ve yenidoğanın DNA tamir kapasitesindeki değişiklikleri indükleyebildiği ve tümör baskılayıcı genleri etkileyebildiği bildirilmiştir.





**Hava kirliliği aynı zamanda sirkadiyen döngü genlerinin metilasyonundaki değişikliklerle ilişkilidir.** Sirkadiyen döngü sağlıklı gelişim için önemli bir moleküler hedefdir ve memelilerde dış çevreyle günlük uyumu 24 saatlik periyod boyunca devam ettiren santral biyolojik saat olarak tanımlanabilir. Bir çalışmada  $PM_{2.5}$ 'e maruz kalmanın sirkadiyen genlerin metilasyonu üzerine etkisi, 407 yenidoğanda çok sayıda genin (CLOCK, BMAL1, NPAS2, CRY1-2, PER1-3) başlatıcı bölgelerindeki CpG alanlarının plasental metilasyonu belirlenerek araştırılmıştır. Gebeliğin özellikle üçüncü üç aylık döneminde  $PM_{2.5}$ 'e maruz kalma ile plasental sirkadiyen döngü metilasyonu arasındaki pozitif ilişki saptanmıştır.

### c) Çocukluk Çağı

Yaşamın tüm dönemlerinde hava kirliliğine bağlı olumsuz sağlık etkileri görülebilir, ancak çocukların bu kirliliğe hassasiyetleri bu yaş grubuna özgüdür. Bir yandan akciğerlerin gelişimi çocukluk boyunca devam eder. Ayrıca, çocuklar ağırlıklı olarak ağızdan nefes alırlar; bu durum burundaki ilk filtrelerin atlanması anlamına gelir ve böylece kirli partiküller daha aşağıdaki hava yollarına geçebilirler. **Çocuk hastalarda yapılan çalışmaların çoğu, hem global hem de gene özgü DNA metilasyonunun hava kirliliği ile astım atakları arasında olası aracı rolü üzerinedir.**

Bu çalışmaların birinde PM'den çok, havadaki polisiklik aromatik hidrokarbonlara (PAH) odaklanmış ve yüksek düzeylerde PAH'a maruz kalma ile kandaki tek nüveli hücrelerin DNA'sındaki FOXP3 bölgesinde metilasyon artışı arasında belirgin birliktelik gösterilmiştir. Bir başka çalışmada, bu epigenetik değişiklikler ile düzenleyici T hücrelerin fonksiyonu için çok önemli bir 'transcriptional regulator' ü kodlayan FOXP3 geninin farklı protein ekspresyonu arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Metilasyonun aynı zamanda, düzenleyici T hücre işlev bozukluğunu da içeren fonksiyonel hücresel değişiklikler ve plazmada IgE düzeyleri artışıyla ilişkisi gösterilmiştir.

İki yüz elli altı kişilik bir grupta (85'i astımlı, 171'i astımsız) yapılan çalışmada PAH düzeylerinde artış ile IL-10'un protein ekspresyonunda azalma ve IFN- $\gamma$ 'nın artmış ekspresyonu arasında bağlantı bulunmuştur. Bu ilişkinin PAH'a maruz kalma süresi 24 saatten 1 yıla uzadıkça -uzun süreli etki görüşünü destekler biçimde- daha güçlü hale geldiği saptanmıştır. Aynı araştırmacılar bir sonraki çalışmalarında, FOXP3 metilasyonu ile tetkik için kan örneği almadan önceki 90 günde  $NO_2$ , CO ve  $PM_{2.5}$ 'a maruz kalma arasında pozitif ilişkiyi göstermişlerdir.

New York şehrinde yapılan bir çalışmada çapı 2.5-10 um arasındaki partikül maddelerin eser metal içeriklerinden biri olduğu düşünülen vanadyuma maruz kalma ile IL-4 ve IFN- $\gamma$ 'nın daha düşük metilasyonu arasında ilişki bulunmuştur. Aynı araştırmacılar, siyah karbonun astımlı kişilerde hava yolu inflamasyonu ile ilişkili pro-inflamatuar genlerdeki DNA metilasyonunu etkilediği saptamışlardır.

### d) Erişkinlik Dönemi

Erişkin popülasyonda olgu örnekleri bulmak ve incelemek, yeni doğan ve çocukluk dönemlerine göre daha kolay olduğu için çalışmaların büyük çoğunluğu yetişkin yaşlara odaklanmıştır.

**Partiküler maddeye maruz kalmanın kalp-damar ve solunum sistemi, daha yakın yıllarda nöropsikiyatrik hastalıklarla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Altta yatan ortak mekanizma, partikül maddenin tetiklediği inflamasyon süreçlerindeki artıştır.**

## Kalp-Damar Hastalıkları

PM'ye kısa süreli maruziyet, birkaç özgün gende atipik metilasyonla bağlantılıdır. Yüz seksen altı obez kişinin incelendiği bir çalışmada, PM'ye maruz kalma CD14 ve TLR4 gibi inflamatuvar genlerin metilasyonunda ters ilişkiyle sonuçlanmış, TNF- $\alpha$  metilasyonu ile bir bağlantı gözlenmemiştir. Mesleki ortam (demir-çelik fabrikası) nedeniyle metalden zengin partikül maddeye maruziyet NOS<sub>3</sub> (nitrik-oksit sentetaz-3) ve EDN1 (endotelin-1) metilasyonu ile ilişkili bulunmuştur. Bu değişiklikler aynı zamanda, genel olarak pıhtılaşmaya yatkınlığın bütüncül fonksiyonel analizi olan endojen trombin potensiyeli ile de bağlantılıdır ve çalışmanın hipotezini destekler şekilde iyi tanımlanmış protrombotik riski ortaya koymaktadır.

Farklı etnik gruplarda aterosklerozun araştırıldığı erişkin grubuyla yapılan bir çalışmada, bir yıl boyunca hava kirliliğine maruz kalmanın beş özgün gende DNA metilasyonu ile ilişkili olduğu bulunmuş, ancak global DNA metilasyonu ile bağlantısı gösterilememiştir. Sonraki yıllarda iki bağımsız ve büyük gruba yapılan prospektif araştırma, hava kirliliğinin global metilasyonla ilişkisi olduğu gözlemi desteklemiştir.

Yukarıda sözü edilen çalışmalar doğal ortamlarda yapılmıştır. Az sayıda incelemede araştırmacılar deneysel ortamlar oluşturarak kısıtlılıkların üstesinden gelmeye çabalamışlardır. Bu araştırmalardan birinde, 15 sağlıklı yetişkin, 130 dakika boyunca havadaki ince veya kaba partiküller maddelere ('concentrated ambient particles', CAPs) veya HEPA ile filtre edilmiş medikal havaya maruz bırakılmışlar; ince CAPs ile Alu tekrarlayıcı element metilasyonu düşük, kaba CAPs maruziyeti ile 'Toll-like' reseptör (TLR) 4 metilasyonu düşük bulunmuş, ayrıca azalmış Alu ve TLR4 metilasyonu düzeyleri ile, maruziyet sonrası daha yüksek diastolik ve sistolik kan basınçları arasında ilişki gösterilmiştir.

Bir çalışmada, 12 sağlıklı birey filtre edilmiş hava karışımı veya partikül madde karışımı (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>, PM<sub>0.5</sub>) içeren havaya maruz bırakılmış, başlangıçta (T1), hava verilmesi ardından (T2) ve 2 saat sonra (T3) kan örnekleri alınmıştır. PM'ye maruz bırakılan grupta, T1'den T3'e, IFN- $\gamma$  metilasyonunda belirgin artış gözlenmiştir.

Shanghai'de 39 sağlıklı genç yetişkinle yapılan bir çalışmada, yatakhanelerine PM<sub>2.5</sub>'e doğal ortamda düşük ve yüksek düzeyde maruz kalmayı taklit eder biçimde, 9 gün boyunca, dönüşümlü olarak gerçek ve yapay hava verilerek genomdaki metilasyon incelenmiştir. Metilasyon düzeyleri, yüksek ve düşük düzeyde maruz kalan gruplar arasında 49 CpG bölgesinde belirgin farklılık göstermiştir. Bunların 31'i insülin direnci, glukoz ve lipid metabolizması, oksidatif stres, trombosit aktivasyonu, hücrenin yaşamını sürdürmesi ve apoptoz (programlı hücre ölümü) ile ilişkilidir. **Bu bulgular, kalp-damar ve metabolik hastalıkların gelişiminde epigenetiğin rolü hipotezini desteklemektedir.**

Bir başka çalışmada insan kardiyomyositleri ('human cardiomyocytes AC16') PM<sub>2.5</sub> etkisine bırakılmış ve DNA metilasyonundaki değişiklikler analiz edilmiştir. PM<sub>2.5</sub>'ün tüm genom boyunca, özellikle de apoptoz, hücre ölümü, metabolik yollarla ilişkili genlerde DNA metilasyonu değişikliklerini indüklediği bulunmuştur.

## Solunum Sistemi

Astım gibi solunum sistemi hastalıkları ile PM'ye maruz kalma arasındaki bağlantı bilinmektedir. Astımlı çocuklar üzerine pek çok çalışma varken, yetişkinlere odaklanan çalışmaların sayısı azdır.

Şehirlerde oturanlar için ince partikül maddenin ana kaynağı olan dizel egzozu ile astımlı kişilerin genomlarında DNA metilasyon düzeylerindeki değişiklikler arasında ilişki bulunmuştur. Bir başka çalışmada, benzer bir bağlantı azotdioksit ( $\text{NO}_2$ ) maruz kalanlarda gösterilmiştir.

Kore'de 60'ı kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) tanılı, toplam 100 kişide yapılan bir çalışmada, uzun süreli  $\text{PM}_{10}$ 'a maruz kalma ile 12 farklı metile 'probe' (DMPs) ve 27 farklı metile bölge (DMRs) arasında ilişki gösterilmiştir. Aynı zamanda 45 DMPs ve 57 DMRs'nin  $\text{NO}_2$  ile bağlantılı olduğu gözlenmiştir.

## Mental Bozukluklar

**Son yıllarda PM'ye maruz kalma ile mental sağlık arasındaki ilişkiye dair bulgular daha netleşmeye başlamıştır.** Hava kirliliğinin mental bozuklukların, özellikle majör depresyonun tetiklenmesindeki olası rolüne dair kanıtlar olsa da, önümüzdeki yıllarda kirliliğe bağlı DNA metilasyonundaki değişiklikler ile bu bozuklukların gelişimi arasındaki bağlantıya inceleyen çalışmaların öncelik kazanacağı düşünülmektedir.

## Kanser

**Çevre kirliliğine maruz kalma ile artmış kanser riski arasında da bağlantı vardır.** Global DNA hipometilasyonu ve gene özgü hiper- ve hipometilasyon dahil olmak üzere DNA metilasyonunda çeşitli değişikliklerle  $\text{PM}_{2.5}$  ve  $\text{PM}_{10}$ 'na maruz kalma ve kanser fenotipleri arasında ilişki gösterilmiştir. Örneğin, tümör baskılayıcı gen P16INK4A kanserlerde sıklıkla hipermetiledir. İlginç olarak, P16INK4A 'promoter' metilasyonunun, PM maruziyeti sonrası kanın tek nüveli hücrelerinde belirgin olarak arttığı rapor edilmiştir. Bu konudaki çalışmalar daha çok meme ve akciğer kanserleri üzerine yapılmıştır.

Bir çalışmada, 1508 meme kanserli, 1556 sağlıklı bireyden oluşan popülasyonda polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), CCDN2, BRCA1, DAPK ve HIN1 gibi çok sayıda genin başlatıcı bölgesindeki hipo- ve hipermetilasyonla ilişkili bulunmuştur. Ayrıca yaşamın erken döneminde hava kirliliğine maruz kalma ile daha geç dönemlerde meme kanseri gelişme riskinde artış arasında bağlantı gösterilmiştir.

**Başka bir çalışmada, erken yaşlarda trafik kaynaklı kirliliğin etkisinde kalma ile meme tümörlerindeki DNA metilasyon paternleri arasındaki ilişki araştırılmış ve trafik emisyonlarına maruz kalmanın arttığı ilk adet görme yaşlarında SYK geninde metilasyon artışı saptanmıştır.** İlk doğum sırasında ve tanıdan önceki 10 yılda trafik emisyonları ile CCND2 geninde azalmış metilasyon arasında bağlantı bulunmuştur.

Sağlıklı veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan bireylerden elde edilen insan bronşial epitel hücreleriyle yapılan bir çalışmada,  $\text{PM}_{2.5}$ 'a maruz kalmanın global DNA hipometilasyonuna, P16 geni başlatıcı kısmında hipermetilasyona, histon H3'te bölgeye özgü metilasyon, asetilasyon ve fosforilasyona neden olduğu ortaya konmuştur.

## e) Yaşlılık Dönemi

Yaşlanma süreci, ileri yaştaki kişileri hava kirliliğinin kısa ve uzun süreli etkileri dahil olmak üzere pek çok sağlık tehdidine yatkın hale getirmektedir. En çok çalışılmış iki yaşlı grubu ABD ve Almanya'dadır ve hava kirliliği ile DNA metilasyonu arasındaki bağlantı kapsamlı olarak araştırılmıştır. İki grupta epigenom boyunca yapılan analizlerle, bir ay süresince ince partiküler maddeye maruz kalmayla ilişkili 12 CpG bölgesi saptanmış, dokuz bölgede artmış, üçünde azalmış metilasyon gösterilmiştir. Saptanan bu genetik bölgeler tümör gelişimi, gen regülasyonu, inflamatuvar uyarılar, akciğer hastalıkları ve glukoz metabolizması gibi birkaç biyolojik süreci vurgulamaktadırlar.

**Hava kirliliğine maruziyetin biyolojik yaşlanmayı da etkilediği düşünülmektedir.** Yukarıda belirtilen Almanya'daki araştırmada bu ilişki araştırılmış, PM<sub>2.5</sub> maruziyetindeki 0.97 ug/m<sup>3</sup> artış ile dışsal ('extrinsic') epigenetik yaş hızlanmasındaki 0.33 yıllık artışla ilişkili bulunmuştur. Kadınlarda trafik kökenli kirlilik ile DNA metilasyonlu yaş hızlanması ve içsel ('intrinsic') epigenetik yaş hızlanması arasında bağıntılı saptanmış, erkeklerde ise hızlanmış biyolojik yaşlanma ile siyah karbon arasında ters ilişkili bulunmuştur.

## HAVA KİRLİLİĞİ VE COVID-19 VİRÜSÜ İLİŞKİSİ

**Hava kirliliği, COVID-19'un etkilerinin daha ciddi ve ölümcül seyretmesi yol açan kronik sağlık sorunlarını artırır.**

Hava kirliliği ile 2019 yılının son ayları itibarıyla tüm dünya genelinde etkisini gösteren COVID-19 virüsünün ilişkisi hakkında yapılan çalışmalar Enerji ve Temiz Hava Araştırmaları Merkezi (CREA) tarafından derlenmiştir<sup>84</sup>. Hava kirliliği, COVID-19'un daha ciddi seyretmesi ve ölümcül olmasına yol açan diyabet, akciğer hastalıkları, astım, kalp hastalıkları ve kanser gibi önceden var olan sağlık sorunlarını artırıyor. Bu sağlık sorunları, COVID-19 virüsünden enfekte olmuş hastaların hastaneye yatış oranlarını ve ölüm riskini önemli ölçüde

arttırıyor. **Milyonlarca insan, geçmişte hava kirliliğine maruz kalmaları nedeniyle kronik hastalıklar ve sakatlıklar yaşıyor ya da kemoterapi gibi tedaviler görüyor. Bu durum, onları COVID-19'a karşı daha savunmasız hale getiriyor. Enfeksiyon riski, hava kirliliğinin bağışıklık sistemi üzerindeki etkisiyle artabilir.** Bunun yanı sıra enfekte kişilerde solunum semptomları hava kirliliği nedeniyle kötüleşebilir. Bu ilişki genel solunum yolu enfeksiyonları için kanıtlanmıştır, ancak henüz COVID-19 özelinde doğrulanmamıştır.

COVID-19'un yeni bir hastalık olması sebebiyle konuyla ilgili birçok belirsizlik veya bilinmeyen bulunuyor. Çin ve İtalya<sup>85</sup> başta olmak üzere pek çok ülkede hastalarla ilgili araştırmalar yayınlanıyor, hatta bazıları zaman kısıtından dolayı tüm prosedürleri geçmeden yayınlanabiliyor. Ancak mevcut bilgiler uyarınca aşağıdakileri söylemek mümkün:

- Yüksek seviyedeki hava kirliliği, vücudun hava yoluyla taşınan virüslere karşı doğal savunmasını etkiliyor ve **insanların viral hastalıklara yakalanma olasılığını artırıyor.** Bu durumun COVID-19 için de geçerli olduğu tahmin ediliyor. Bu da, hava kirliliğine maruz kalmanın hastalığın yayılmasında etkili olduğuna işaret ediyor.

<sup>84</sup> Enerji ve Temiz Hava Araştırmaları Merkezi (CREA), Bilgi Notu  
<https://www.temizhavahakki.com/hava-salgin/>

<sup>85</sup> Conticini, E., Frediani, B. & Caro, D., 2020. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high levels of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? Environmental Pollution, 2020; 114465 DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114465 Coogan, P.F., White, L.F., Yu, J., Burnett, R.T., Seto, E., Brook, R.D., Palmer, J.R., Rosenberg, L. & Jerrett M. 2017. PM<sub>2.5</sub> and Diabetes and Hypertension Incidence in the Black Women's Health Study. Epidemiology. 2016 Mar; 27(2):202-210. doi: 10.1097/EDE.0000000000000418



- Hava kirliliğine maruz kalmak, insanların COVID-19 virüsü nedeniyle hastalanma olasılığını artıran, yoğun bakım ve solunum cihazı gerektiren ve bazı durumlarda ölümle sonuçlanabilen birçok kronik hastalığın oluşmasında önemli bir risk faktörü. Çok sayıda bilimsel araştırma, dünya çapında **kronik solunum hastalıkları, kalp hastalıkları, astım ve diyabet** gibi birçok kronik hastalığın önemli bir kısmının hava kirliliğiyle ilişkilendirilebildiğini gösteriyor. Bu da geçmişte uzun dönemli hava kirliliğine maruz kalmış olmanın, bugün ölüm vakalarını artırdığı ve küresel ölçekte sağlık sistemleri üzerinde oluşan baskıya katkıda bulunduğu anlamına geliyor.
- Birçok solunum yolu enfeksiyonunda, enfekte kişilerin hava kirliliğine maruz kalmasının, semptomlarını kötüleştirebildiği ve hastaneye yatış ve ölüm riskini artırabileceği biliniyor. Benzer etki COVID-19 hastaları için geçerli olsa da, güncel duruma yönelik çalışmalar henüz doğrulanmadı. Mevcut bilgi, virüse karşı alınan önlemler sayesinde hava kirliliğinde yaşanan azalmaya rağmen, dünyanın birçok bölgesinde tehlike arz eden hava kirliliği seviyelerinin, **COVID-19 kaynaklı vakaların ve ölümlerin sayısını arttırdığına** işaret ediyor. Mevcut hava kirliliğinin, birçok hastalığa neden olduğu, hastalıkların etkilerini arttırarak tıbbi bakım ihtiyacı doğurduğu ve sağlık sistemleri üzerindeki baskıyı arttırdığı kesin olarak biliniyor.

Hava kirliliği, alt solunum yolu enfeksiyonlarından kaynaklanan ölümlerin temel nedeni olarak gösteriliyor. Küresel ölçekte, alt solunum yolu enfeksiyonu kaynaklı her altı ölümden birinin PM<sub>2.5</sub> hava kirliliğine bağlı olduğu ve yılda yaklaşık 400.000 ölümlerle sonuçlandığı belirtiliyor<sup>86</sup>.

## HAVA KİRLİLİĞİ VE KRONİK HASTALIKLAR

Yüksek hava kirliliği seviyelerinin, **virüslerin enfekte etme oranında ve yayılımında kolaylaştırıcı rol üstlendiğini gösteren çok sayıda çalışma bulunuyor**<sup>87</sup>. ABD’de 100.000’den fazla hastayı kapsayan önemli bir çalışma, PM<sub>2.5</sub> kaynaklı hava kirliliğindeki kısa süreli ani artışların, hem çocuklarda hem de yetişkinlerde tıbbi bakım gerektiren akut alt solunum yolu enfeksiyonlarını arttırdığını gösteriyor<sup>88</sup>. Bilimsel literatürde bu ilişkiyi bulamamış çalışma örnekleri de bulunuyor, o sebeple virüsün türü veya nüfusun demografisi gibi etkenlere bağlı değişkenlik olabileceğini unutmamak gerek (örn. Bhatt ve Everard 2004, Cheng ve ark., 2019).

Hava kirliliğini virüs bulaşmasına ve enfeksiyon olasılığına bağlayabilecek mekanizmalar arasında; kirliliğin solunum yollarına ve epitelyal hücre bariyerlerine verdiği hasar<sup>89</sup> ve hava kirliliğinin virüs damlacıklarının bağlanması ve havada taşınmasını sağlayan bir nevi “yoğunlaşma çekirdeği”

<sup>86</sup> Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Results. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2018. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

<sup>87</sup> Harrod, K.S., Jaramillo, R.J., Rosenberger, C.L., Wang, S., Berger, J.A., McDonald, J.D. & Reed, M.D. 2003. Increased Susceptibility to RSV Infection by Exposure to Inhaled Diesel Engine Emissions. American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology, 28(4):451-63, Apr 2003. DOI: 10.1165/rcmb.2002-0100OC

<sup>88</sup> Horne, B.D., Joy, E.A., Hoffmann, M.G., Gesteland, P.H., Cannon, J.B., Lefler, J.S., Blagev, D.P., Korgenski, E.K., Torosyan, N., Hansen, G.I., Kartchner, D., Pope III, C.A. 2018. Short-Term Elevation of Fine Particulate Matter Air Pollution and Acute Lower Respiratory Infection. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 198(6). <https://doi.org/10.1164/rccm.201709-1883OC>

<sup>89</sup> Lee, G., Saravia, J., You, D., Shrestha, B., Jaligama, S., Hebert, V.Y., Dugas, T.R. & Cormier, S.A. 2014. Exposure to combustion generated environmentally persistent free radicals enhances severity of influenza virus infection. Particle and Fibre Toxicology 11:57. doi: 10.1186/s12989-014-0057-1

Li, X.Y., Gilmour, P.S., Donaldson, K. & MacNee, W. 1996. Free radical activity and pro-inflammatory effects of particulate air pollution (PM19) in vivo and in vitro. Thorax 51(12):1216-1222. Donaldson, K. & Tran, C.L. 2002. INFLAMMATION CAUSED BY PARTICLES AND FIBERS, Inhalation Toxicology, 14(1):5-27, DOI: 10.1080/089583701753338613



olarak görev yapması sayılıyor<sup>90</sup>. **Bu mekanizmalara dair ilk deneysel bulgular, kesin olmasa da, COVID-19'un birkaç saat boyunca havada asılı kalarak yaşayabileceğini gösteriyor<sup>91</sup>.**

Çinli hastalar üzerinde gerçekleştirilen bir araştırma: Yoğun bakım veya solunum cihazı gerektiren ciddi semptomların ve ölüm riskinin; kronik solunum yolu hastalığı olan kişilerde %170, hipertansiyon veya diyabet hastalığı olan kişilerde %60, kanser hastalarında %250 ve yukarıda listelenen hastalıklardan herhangi birine sahip kişilerde %80 arttığını gösteriyor<sup>92</sup>.

Küresel ölçekte hava kirliliği, diyabet kaynaklı hastalık yükünün yaklaşık %18'inden, akciğer kanserinin %14'ünden, kronik obstrüktif akciğer hastalıklarının %34'ünden, iskemik kalp hastalıklarının %11'inden ve inmelerin %7'sinden sorumludur<sup>93</sup>.

Önceki salgınlara ilişkin çalışmalar, hava kirliliğinin viral hastalıklara yakalanan bazı hastalarda ciddi semptomlara neden olabildiği ve hatta ölümlerle sonuçlanabildiğini gösteriyor. Örneğin, 2000'li yılların başında yaşanan SARS salgını incelenirken, Çin'deki hava kirliliği ve SARS kaynaklı ölümler arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur<sup>94</sup>.

2018 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, hava kirliliğinin 1918'de yaşanan İspanyol gribinde yaşanan ölüm oranına etkisi incelenmiş ve kömür tüketiminin daha fazla olduğu Amerikan şehirlerinde, kömür tüketiminin daha az olduğu komşu şehirlerden daha yüksek sayıda ölüm gerçekleştiğini bulunmuştur<sup>95</sup>.

Farelerin yüksek düzeyde kirleticilere maruz bırakılıp sonrasında influenza virüsü ile enfekte edildiği bir çalışmada araştırmacılar, partikül madde seviyesinin farelerin pulmoner oksidatif stres seviyesini yükselttiğini ve virüsle mücadele eden bağışıklık sistemini zayıflattığını; bunun sonucunda ölüm oranlarını arttırdığını belirlemiştir<sup>96</sup>.

## **PARTİKÜL MADDE VE VİRÜS YAYILIMI**

Atmosferdeki partikül madde oranı, virüslerin ve diğer kirleticilerin yayılım hızının artışıyla ilişkilendiriliyor. Partikül madde, virüslerin tutunabildiği veya yapışabildiği bir taşıyıcı işlevi görüyor (Setti ve ark., 2020). Bununla birlikte COVID-19 salgınında, damlacıkların veya aerosollerin virüsün havadan bulaşmasına etkisi belirsizliğini koruyor.

<sup>90</sup> Lee, G., Saravia, J., You, D., Shrestha, B., Jaligama, S., Hebert, VY., Dugas, TR. & Cormier, S.A. 2014. Exposure to combustion generated environmentally persistent free radicals enhances severity of influenza virus infection. *Particle and Fibre Toxicology* 11:57. doi: 10.1186/s12989-014-0057-1

<sup>91</sup> Doremalen van, N., Bushmaker, T. & Morris, D.H. 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*. DOI: 10.1056/NEJMc20049

<sup>92</sup> Guan, W-jie, Liang W-hua, Zhao, Y, et al. 2020. Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: A Nationwide Analysis. *European Respiratory Journal* 2020; in press (<https://doi.org/10.1183/13993003.00547-2020>).

<sup>93</sup> Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017 (GBD 2017) Results. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2018. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>

<sup>94</sup> Cui, Y., Zhang, Z., Froines, J., Zhao, J., Wang, H., Yu, S. & Detels, R. 2003. Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2003, 2: 15. DOI: 10.1186/1476-069X-2-15

<sup>95</sup> Clay, K., Lewis, J. & Severini, E. 2018. Pollution, Infectious Disease, and Mortality: Evidence from the 1918 Spanish Influenza Pandemic. NBER Working Paper No. 21635.

<sup>96</sup> Lee, G., Saravia, J., You, D., Shrestha, B., Jaligama, S., Hebert, VY., Dugas, TR. & Cormier, S.A. 2014. Exposure to combustion generated environmentally persistent free radicals enhances severity of influenza virus infection. *Particle and Fibre Toxicology* 11:57. doi: 10.1186/s12989-014-0057-1









## **BÖLÜM 4**

# **HAVA KİRLİLİĞİ VE ÖNLENEBİLİR ÖLÜM**

**(2017-2019)**

**2017 - 2019 yılları arasında hava kirliliği nedeniyle trafik kazalarının en az 6 katı kadar ölüm yaşanmıştır.**

## HAVA KİRLİLİĞİ VE ÖNLENEBİLİR ÖLÜM

Ülkemizde  $PM_{2.5}$  için mevzuatta herhangi bir yasal sınır değeri belirlenmemiş olması nedeniyle;  $PM_{2.5}$  ölçüm istasyonları ülke genelinde giderek artarak artarak birlikte yine de oldukça az sayıda ilde yeterli veri bulunmamaktadır. Hava kirliliğinin sağlık etkileri hesaplamaları ise;  $PM_{2.5}$  maruziyeti üzerinden yapılmaktadır. Bu nedenle yaptığımız çalışmada, ölçüm yapılmayan yerler için  $PM_{10}$  ölçümlerinden yola çıkılarak  $PM_{2.5}$  düzeyi tahmin edilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü, ölçümle belirlenmemiş  $PM_{2.5}$  konsantrasyonlarının ulusal dönüşüm faktörleri ( $PM_{2.5} / PM_{10}$  oranı) kullanılarak hesaplandığını; ulusal dönüşüm faktörleri mevcut değilse, ülkeye özgü dönüşüm faktörlerinin ortalamasına göre elde edilen bölgesel veriler kullanıldığını açıklamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü aynı zamanda  **$PM_{2.5} / PM_{10}$  dönüşüm faktörünün** lokasyona göre değişebileceğine (genellikle 0,4 ve 0,8 arasında değişmektedir) ve bu nedenle  $PM_{10}$  konsantrasyonu temel alınarak her bir şehir için hesaplanan  $PM_{2.5}$  değerinin gerçek değerden sapma gösterebileceğine vurgu yapmakta ve dönüştürülen değerlerin yalnızca yaklaşık olarak kabul edilmesi gerektiğini açıklamaktadır.

2018 yılında güncellenmiş haliyle Dünya Sağlık Örgütü küresel dış ortam hava kalitesi veritabanında<sup>97</sup>, Türkiye'den on beş kent/bölgeye ilişkin ölçümle belirlenmiş yıllık ortalama  $PM_{2.5}$  konsantrasyonları yer almaktadır. Bu kent/bölgelerde ölçülen yıllık ortalama  $PM_{10}$  sonuçlarına göre, yıllık ortalama  $PM_{2.5}/PM_{10}$  oranı 0.28 (Ankara) ile 0.68 (Amasya) arasında değişmektedir.

Hava kirliliğinin sağlık etkileri açısından takip edilmesi daha önemli bir kirlenici düzeyi olan  $PM_{2.5}$  düzeyleri ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından bütün istasyonlarda ölçülmemektedir. **Bu nedenle raporumuzun sağlık etkileri bölümünde ölçüm yapılan istasyonların  $PM_{2.5}$  verileri kullanılmış olup, ölçüm yapılmayan istasyonlardaki  $PM_{2.5}$  değerleri, ölçülen  $PM_{10}$  değerleri Dünya Sağlık Örgütü tarafından verilen dönüşüm katsayısı (0,66327) ile çarpılarak elde edilmiştir.**

**Bu çalışmada 2017 yılında olduğu gibi; Türkiye'de hava kirliliğine uzun süreli maruziyetin toplum sağlığına olan etkilerini ortaya koymak amacıyla, DSÖ Avrupa Bölge Ofisinin geliştirmiş olduğu AirQ+ hesaplama aracı kullanılmıştır<sup>98</sup>.** AirQ+ ile Türkiye'de 2018 ve 2019 yılında meydana gelmiş olan 30 yaş üstü kazalar haricindeki ölümlerde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölümler içindeki hava kirliliğinin payı ve her yüz bin kişide hava kirliliği nedeniyle ölüm sayıları illere göre hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kullanılan metodoloji Tablo 5'te gösterilmiştir.

AirQ+, belirli bir nüfusta hava kirliliğinin sağlık yükünü ve etkilerinin hesaplanması amacıyla **Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölge Ofisi** tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Çeşitli kirlenicilerden kaynaklanan dış ortam hava kirliliğine uzun süreli ve kısa süreli maruziyet ve katı yakıt kullanımından kaynaklanan iç ortam hava kirliliğine uzun süreli maruziyetin sağlık

<sup>97</sup> WHO Global Ambient Air Quality Database, update 2018  
[https://www.who.int/airpollution/data/AAP\\_database\\_methods\\_2018\\_final.pdf?ua=1](https://www.who.int/airpollution/data/AAP_database_methods_2018_final.pdf?ua=1)

<sup>98</sup> P. Mudu, C. Gapp & M. Dunbar. AirQ+ - example of calculations (October 2018). World Health Organization Regional Office for Europe.

etkilerini hesaplamak mümkündür. AirQ+ tarafından yapılan tüm hesaplamalar epidemiyolojik çalışmalar tarafından oluşturulan metodolojilere ve **doz-yanıt fonksiyonları** dayanmaktadır. Yazılımda kullanılan doz-yanıt fonksiyonları mevcut tüm çalışmaların sistematik olarak gözden geçirilmesine ve meta-analizine dayanmaktadır<sup>99</sup>.

AirQ+ programı, dış ortam havasındaki PM<sub>2.5</sub> değerlerinin 10 µg/m<sup>3</sup>'ün üzerine çıkması durumunda, uzun erimli hava kirliliği ile ilişkili olan **30 yaş üzeri dışsal nedenlerle olmayan** (non-external) ölüm riskini (rölatif risk katsayısı) 1,062 (%95 Güven aralığı: 1,041-1,084) olarak kabul etmektedir<sup>100</sup>. Söz konusu program ile tahmin edilen ölüm sayısı, PM<sub>2.5</sub> düzeyinin 10 µg/m<sup>3</sup>'ün çıktığı durumda beklenen ölüm sayısını, diğer bir ifadeyle "hava kirliliğinin ortadan kaldırılmasıyla önlenebilecek ölüm sayısı"ni tahmin etmektedir.

Hesaplamalar, il düzeyine yapılmış olup sonrasında toplanarak Türkiye genelinde mevcut hava kirliliğine bağlı tahmini ölüm sayısı elde edilmiştir.

Hesaplama bir yerleşim yerinin (bu çalışma için il) hava kirliliğinden kaynaklı sağlık etkilerini sayısal olarak değerlendirmek için **dört bileşen** hesaba **katılmaktadır**:

- 1) Hava kirliliği konsantrasyonları;
- 2) Maruz kalan nüfusun büyüklüğü ve kompozisyonu;
- 3) mortalite ve morbidite ölçütleri (insidansı);
- 4) Konsantrasyon-yanıt fonksiyonu<sup>101</sup>.

<sup>99</sup> Key features of AirQ+ 1.3, WHO/Europe.

<sup>100</sup> Hoek, G., Krishnan, R. M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. D. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. Environmental health, 12(1), 43.

<sup>101</sup> Air Pollution Index 2005. P156.



**Tablo 7 - AirQ+ Kullanılarak Yapılan Hesaplama Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları**

<b>PM<sub>2.5</sub> (Yıllık ortalama)</b>	Hava kirliliği verileri Platform tarafından derlenen yıllık ortalama PM <sub>10</sub> düzeyi, ilde mevcut ve yeterli veri sağlanan bütün istasyonların yıllık ortalamaları toplanıp, istasyon sayısına bölünerek hesaplandı <sup>102</sup> . İstasyonlarda PM <sub>2.5</sub> ölçümü söz konusuysa doğrudan ölçüm verileri kullanıldı. İstasyonda yalnızca PM <sub>10</sub> düzeyi ölçülüyorsa; yıllık ortalama PM <sub>10</sub> düzeyi Dünya Sağlık Örgütü tarafından Türkiye için kullanılan dönüşüm katsayısı üzerinden hesaplandı <sup>103</sup> .
<b>30+ nüfus</b>	TÜİK'in Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi veritabanından illere ve yaş gruplarına göre nüfus verileri dinamik sorgulama ile elde edildi, bu veriden her ilde yaşayan 30 yaş ve üzeri nüfus verisi kaydedildi.
<b>30+ ölüm sayısı toplam</b>	TÜİK Ölüm İstatistikleri veritabanından dinamik sorgulama ile illere ve yaş gruplarına göre toplam ölüm sayısı elde edildi, bu veriden 30 yaş ve üzeri ölüm sayıları ayrılarak kaydedildi.
<b>Dışsal yara/zehirlenme oranı</b>	TÜİK "Daimi ikametgaha göre seçilmiş ölüm nedenlerinin dağılımı" veritabanı kullanıldı. Bu veritabanında yer alan toplam ölümler içerisinde "Dışsal yaralanma nedenleri ve zehirlenmeler" başlığında yer alan ölümlerin oranı hesaplandı.
<b>Hava kirliliğine atfedilen 30+ ölüm sayısı (dışsal nedenler hariç)</b>	"Dışsal yaralanma nedenleri ve zehirlenmeler" oranı kullanılarak her ilde toplam 30+ ölümler içerisindeki "Dışsal yaralanma nedenleri ve zehirlenmeler" hariç ölüm sayısı hesaplandı. İllerin toplamı, Türkiye geneli elde edildi. Rölatif risk katsayısının %95 güven aralıkları göz önünde bulundurularak, hava kirliliğine atfedilen ölümlerde en düşük ve en yüksek tahminler elde edildi.
<b>Hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi</b>	Her ilde meydana gelen toplam ölümler arasında hava kirliliğine atfedilen ölümlerin payı yüzde olarak hesaplandı.
<b>Hava kirliliğine atfedilen 30+ mortalite hızı (100.000de)</b>	30+ ölümler içerisindeki "Dışsal yaralanma nedenleri ve zehirlenmeler" hariç ölüm sayısı ve "30+ nüfus" kullanılarak, kaba ölüm hızı (yüz binde) hesaplandı.

<sup>102</sup> Detaylı bilgi için 2. Bölüm Metodoloji ve Veri Kaynağı başlığına bakınız.

<sup>103</sup> WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018).

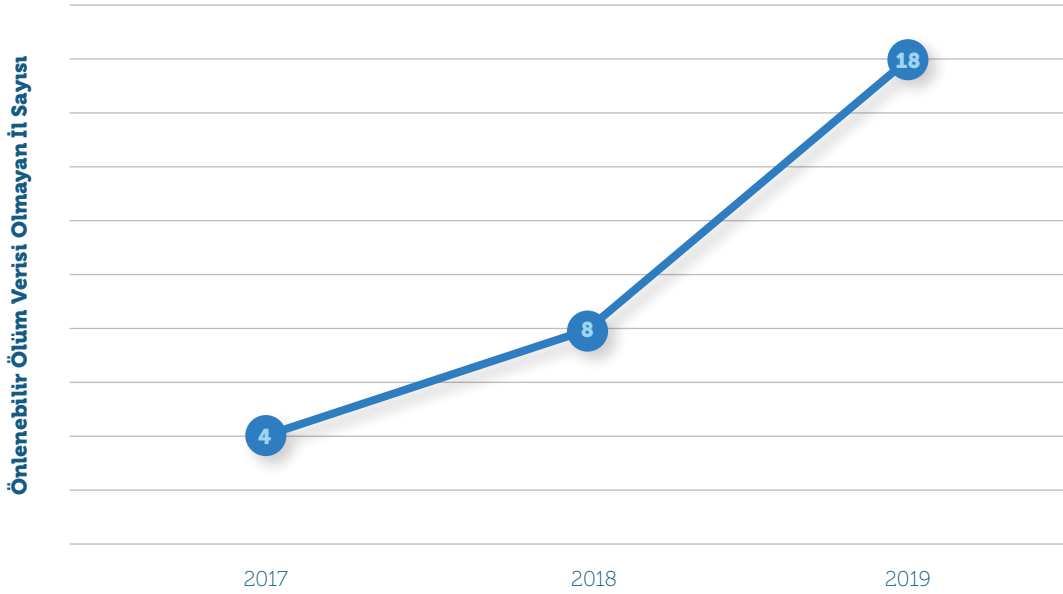
## TÜRKİYE'DE 2017 YILI PM<sub>2.5</sub> KİRLİLİĞİNİN SAĞLIK ETKİLERİ

**2019 yılında hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının en fazla olduğu üç il sırasıyla İstanbul, İzmir ve Manisa olmuştur.**

Güncel olarak hesaplanan son verilere göre, 2019 yılında Türkiye'de 30 yaş üstü (kazalar/dışsal yaralanmalar haricindeki) toplam 396.670 ölüm içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı 31.476'dır. **2019 yılında Türkiye'de hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi ise %7,9 olarak saptanmıştır.**

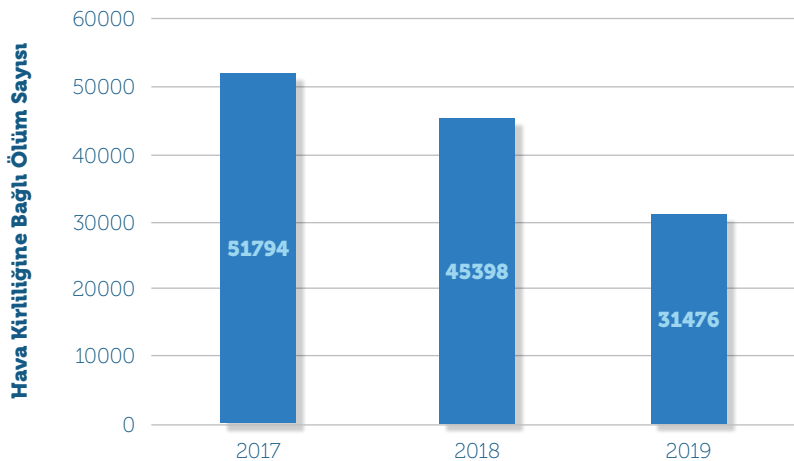
2017 yılından beri önlenebilir ölüm hesabı yaparken kullanılan PM2.5 verisi olan il sayısı giderek azalmıştır. **2019 yılında, asgari düzeyde bile veri olmadığı için maalesef 18 ilde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı hesaplanamamıştır.**

Şekil 31 - Hava Kirliliğine Bağlı Ölüm Verisi Olmayan İl Sayısı (2017- 2019)



2019 yılında, asgari düzeyde bile veri olmadığı için 18 ilde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı hesaplanamamıştır. Bu nedenle 2019 yılında Türkiye'de hava kirliliğine atfedilen önlenebilir ölüm sayısı azalmış görünse bile bu yorumu yapmak doğru olmayabilir. Önlenebilir ölüm sayısındaki azalmanın gerçekten hava kirliliğindeki düşüştür mü yoksa yetersiz ölçüm olan il sayısının fazla olmasından mı kaynaklandığı tam olarak bilinmemektedir.

Şekil 32 - Hava Kirliliğine Bağlı Ölüm Sayısı Karşılaştırması (2017 - 2019)



**İstanbul, 2017 yılından beri hava kirliliğine bağlı ölüm sayısının en fazla olduğu ildir.**

Türkiye'de 2018 yılında ise meydana gelen 30 yaş üstü (kazalar/dışsal yaralanmalar haricindeki) toplam 382.098 ölüm içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı 45 398 ölüm olup hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi %11,9 olarak gerçekleşmiştir. Bu veriler 2017 yılında yaptığımız ilk Air Q+ hesaplamasında elde ettiğimiz 398.716 ölüm içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı olan 51.794'e göre hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının yıllar içerisinde azaldığını göstermektedir. Fakat bu durumun aslı nedeninin hava kalitesindeki iyileşme olup olmadığı anlamak mümkün değildir, çünkü 2019 yılında veri yetersizliğinden dolayı 18 ilde önlenebilir ölüm sayısı hesaplanamamıştır. **Bununla birlikte sayılar hala çok yüksektir ve eğer hava kirliliğini azaltabilirsek ne kadar yaşamın kurtarılacağı göstermesi açısından çok çarpıcıdır.**

**Tablo 6 - 2019 yılında Hava Kirliliğine Bağlı Ölüm Sayısı En Yüksek 10 İl**

İller	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı			Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Yüzdesi			Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm hızı (Yüz Binde)		
	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.
İstanbul	3761	2480	4932	6,4	4,22	8,4	38,92	25,66	51,04
İzmir	2075	1373	2714	8,08	5,34	10,56	70,82	46,85	92,62
Manisa	1680	1134	2156	18,5	12,48	23,75	177,68	119,92	228,1
Bursa	1584	1052	2064	10,26	6,82	13,37	80,36	53,38	104,7
Ankara	1552	1024	2036	6,4	4,22	8,4	43,38	28,61	56,89
Konya	1271	847	1652	11,87	7,91	15,42	94,62	63,04	122,92
Kayseri	1004	674	1295	16,01	10,75	20,64	116,63	78,33	150,42
Antalya	932	618	1216	9,18	6,08	11,98	57,42	38,06	74,95
Çorum	881	599	1122	22,33	15,19	28,46	247,75	168,54	315,8
Erzurum	867	591	1104	23,25	15,85	29,59	204,87	139,64	260,69

Hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısı bakımından en yüksek olan ilimiz İstanbul olup 2019 yılında 3761 ölüm hesaplanmıştır. İstanbul'u, İzmir ve Manisa takip etmiştir.

Tablo 7 - 2019 yılında Hava Kirliliğine Bağlı Ölüm Yüzdesi En Yüksek 10 İl

İller	PM <sub>2,5</sub> Ort.	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı			Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Yüzdesi			Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm hızı (Yüz Binde)		
		Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.
Iğdır	78	226	158	282	33,57	23,41	41,85	214,29	149,42	267,15
Erzurum	54	867	591	1104	23,25	15,85	29,59	204,87	139,64	260,69
Çorum	52	881	599	1122	22,33	15,19	28,46	247,75	168,54	315,8
Düzce	45	418	283	536	18,9	12,83	24,35	170,51	115,2	218,7
Manisa	44	1680	1134	2156	18,5	12,48	23,75	177,68	119,92	228,1
K. Maraş	42	791	533	1017	17,51	11,79	22,52	118,24	79,65	152,08
Sinop	41	331	223	426	17,01	11,45	21,9	218,69	147,17	281,52
Elazığ	39	477	320	615	16,01	10,75	20,64	131,97	88,63	170,19
Kayseri	39	1004	674	1295	16,01	10,75	20,64	116,63	78,33	150,42
Osmaniye	39	357	240	460	16,01	10,75	20,64	110,17	73,99	142,07

Tabloda görüldüğü üzere 2019 yılında meydana gelen 30 yaş üstü (kazalar/dışsal yaralanmalar haricindeki) ölümlerde hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi en yüksek olan ilimiz %33,57 ile Iğdır olmuştur. 2019 yılında da hava kalitesi en kötü ilimiz olan Iğdır'da, hava kirliliğine bağlı ölüm yüzdesi 2017 yılında %25,5 ve 2018 yılında %28,17'dir. **Iğdır'da PM<sub>2,5</sub> kirliliğinin artmasına bağlı olarak, son 3 yılda hava kirliliğine bağlı ölüm yüzdesi giderek artarak 2019 yılında rekor seviyeye çıkmıştır.**

**Iğdır'da son 3 yılda hava kirliliğine bağlı ölüm yüzdesi artarak, 2019 yılında rekor seviyeye çıkmıştır.**

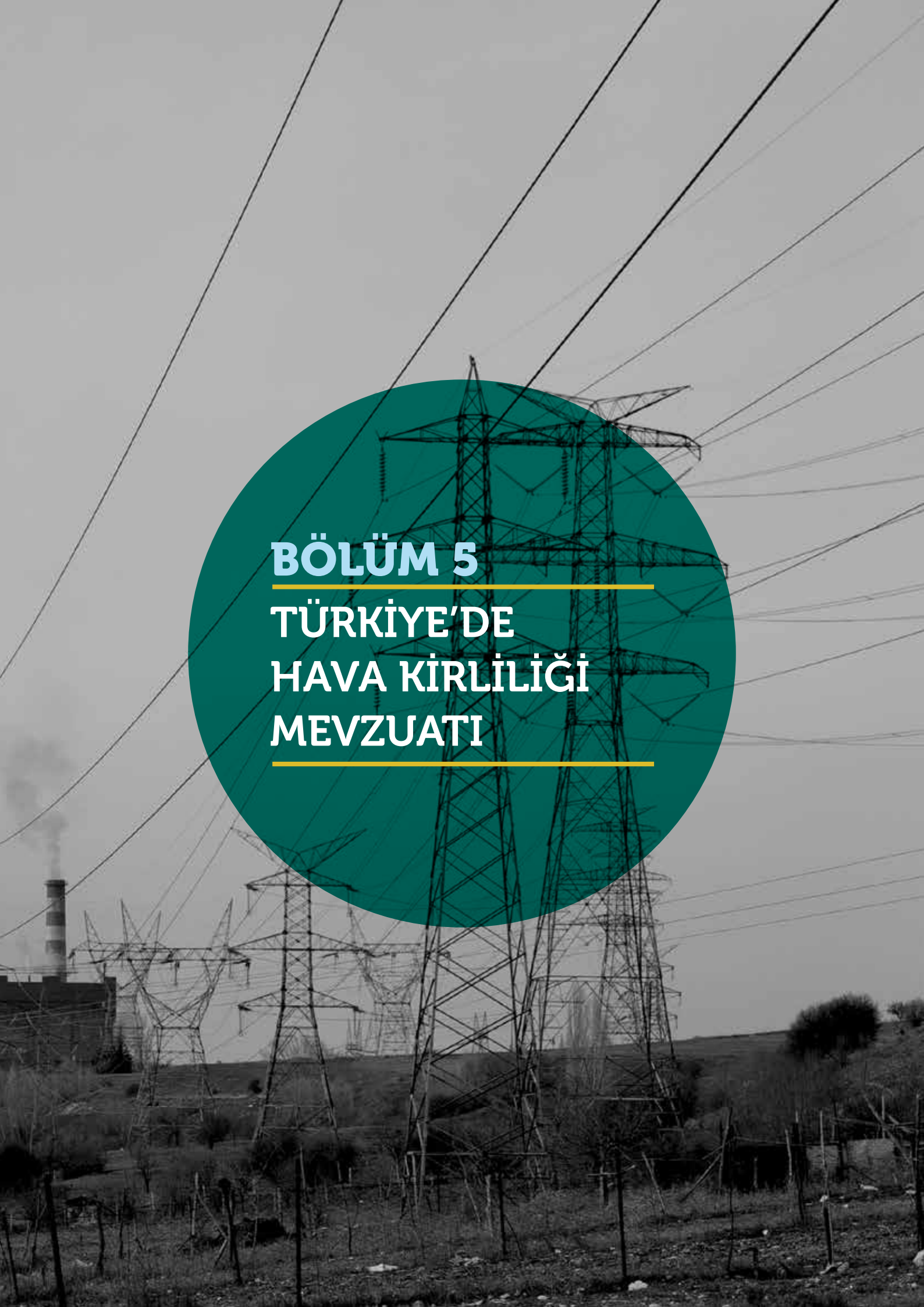
Hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesinin yüksekliği bu illerdeki PM<sub>2,5</sub> yıllık ortalamalarının yüksekliği ile ilişkilidir. **Diğer bir deyişle PM<sub>2,5</sub> yıllık ortalaması en yüksek olan illerde bununla doğru orantılı olarak hava kirliliğine atfedilen ölüm yüzdesi de artmaktadır.** Bunun nedeni AirQ+ hesaplama aracının DSÖ Hava Kalitesi Rehberinde bulunan sınır değerleri dikkate alarak hesaplama yapmasıdır. AirQ+ programı, dış ortam havasındaki PM<sub>2,5</sub> değerlerinin 10 µg/m<sup>3</sup>'ün üzerine çıkması durumunda, uzun erimli hava kirliliği ile ilişkili olan 30 yaş üzeri dışsal nedenlerle olmayan ölüm riskini RR: 1,062 (%95 GA: 1,041-1,084) olarak kabul etmektedir. Elde edilen sonuçlar hesaplama yapılan illerde PM<sub>2,5</sub> değerlerinin 10 µg/m<sup>3</sup> düzeyinin artışı ne kadar fazlaysa atfedilen değerlerin o kadar yüksek çıktığını göstermektedir.

Çorum ise yüzbinde nüfusta hava kirliliğine atfedilen ölüm hızının en yüksek olduğu il olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi ise **Çorum'da** hem PM<sub>2,5</sub> kirliliğinin hem de 30 yaş üstü nüfusta ölüm hızının fazla olmasıdır.









**BÖLÜM 5**  
**TÜRKİYE'DE**  
**HAVA KİRLİLİĞİ**  
**MEVZUATI**

**Türkiye’de ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>) ölçümleri yaygın değildir ve mevzutta sınır değeri yoktur.**

## TÜRKİYE’DE İNCE PARTİKÜL MADDE (PM<sub>2.5</sub>) MEVZUATI

Ülkemizde, PM<sub>2.5</sub> kirleticisi hakkında henüz Türkiye’de kabul edilmiş bir hukuksal düzenleme bulunmamaktadır. 06.06.2008 tarihli ve 26898 Sayılı Resmî Gazete’de yayınlanmış olan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nin Ek’lerinde PM<sub>10</sub> sınır değerleri belirlenmiştir. Kaba partikül madde (PM<sub>10</sub>) için olan sınır değerler kademeli olarak indirilerek 1 Ocak 2019 itibarıyla Avrupa Birliği sınır değerlerine indirilmiştir. Önemle altını çizmek isteriz ki, her ne kadar Türkiye’de mevzuat, Avrupa Birliği mevzuatını esas alarak sınır değeri belirlemişse de; temiz hava hakkının sağlanması, Türkiye’nin de kabul ettiği Dünya Sağlık Örgütü standartlarına çekilmesi için çaba gösterilmesini hukuken de gereklidir. Maalesef, ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>) için henüz belirlenmiş olan herhangi bir sınır değeri yoktur.

**Tablo 8 - Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Partikül Madde Kılavuz Sınır Değerleri**

	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
Yıllık ortalama sınır değeri	10 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
24 saatlik ortalama sınır değeri	25 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından önerilen bazı kılavuz değerler olmasına rağmen, partikül maddelerin herhangi bir olumsuz sağlık etkisinin olmadığı güvenli bir maruziyet düzeyi veya eşik değerine ilişkin kanıt yoktur. **PM<sub>10</sub>’un her 10 µg/m<sup>3</sup>’lük artışı, kalp ve damar sisteminden kaynaklı sorunlarda %0,7 ve solunum yolu kaynaklı sağlık sorunlarında %1,4’lük bir artışa neden olabilmektedir**<sup>104</sup>. Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan çalışmalarda olumsuz sağlık etkilerinin görüldüğü konsantrasyon aralığını, PM<sub>2.5</sub> için 3–5 µg/m<sup>3</sup> olarak tahmin edilmektedir.

### Dünyada PM<sub>2.5</sub> Mevzuatı

Dünya Sağlık Örgütü’nün sağlığın korunması açısından önerdiği sınır değerlerine göre PM<sub>2.5</sub> kirleticisinin yıllık ortalama 10 µg/m<sup>3</sup> ve 24 saatlik ortalama 25 µg/m<sup>3</sup> değerlerinin altında tutulması gerekmektedir. **Avustralya** bu kılavuz değeri yasalaştırmışken; **Kanada, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, Meksika** başta olmak üzere pek çok Latin Amerika ülkesi bu öneriye yakın sınır değerler benimsemişlerdir. Ayrıca dünyanın en büyük kömür tüketicisi olan **Çin**’de, yaşanan hava kirliliği ve sağlık sorunlarının ardından, kırsal ve kent bölgelerinde farklı olmak üzere değerler belirlemiş ve uygulamada da sıkı önlemler almıştır.

<sup>104</sup> Perez L, et al (2015), Associations of daily levels of PM10 and NO2 with emergency hospital admissions and mortality in Switzerland: Trends and missed prevention potential over the last decade. Environ Res; 140:554-61.

Tablo 9 - Karşılaştırmalı PM<sub>2.5</sub> Sınır Değerleri

Ülkeler	Yıllık Ortalama PM <sub>2.5</sub> Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	24 Saatlik Ortalama PM <sub>2.5</sub> Sınır Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Referans Belge
DSÖ Kılavuz Değeri	10	25	DSÖ Hava Kirliliği Kılavuz Değerleri (WHO Air Quality Guideline values)
Avrupa Birliği	25	-	AB Hava Kirliliği Direktifi, 2008/50/EC
Avustralya	8	25	Avustralya Devleti, Çevre ve Miras Departmanı
Kanada	10	28	Kanada Dış Ortam Hava kalitesi Standartları, 2014
Japonya	10	35	2014 Japonda Çevresel Kalitesi Standartları
ABD	12	35	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı, 2014
Meksika	12	45	2014 Meksika Hava Kalitesi Standartları
Meksika, Ekvator, El Salvador, Dominik Cumhuriyeti	15	65	Green J, Sánchez S. Air Quality In Latin America, The Clean Air Institute; 2012
Güney Afrika	20	40	Güney Afrika, "Air Quality Act", 1 Ocak 2016- 31 Aralık 2029 için belirlenen değerler
Çin	15µg/m <sup>3</sup> kırsalda, 35 µg/m <sup>3</sup> kentsel alanda	35µg/m <sup>3</sup> kırsalda, 75 µg/m <sup>3</sup> kentsel alanda	Çin Dış Ortam Hava Kalitesi Standartları (GB 3095-2012), 2012 yılında güncellenen standartlarla PM2.5 sınır değeri belirlendi. Kırsal ve şehir alanları için farklı değerler belirlenmiştir.
Hindistan	40	60	2009 Hindistan hava kalitesi mevzuatı
Türkiye	-	-	Uygulamada bir mevzuat yok

AB üyesi ülkeler (İngiltere dahil) yıllık PM<sub>2.5</sub> yıllık ortalama sınır değerini 2015'ten beri 25µg/m<sup>3</sup> olarak kabul ederken 2020'den sonra **CAFE (Clean Air For Europe)** programı kapsamında bu değer yaklaşık %10 azaltılması beklenmektedir<sup>105</sup>. Ayrıca AB üyesi ülkelerde her yıl hava kalitesi mevzuatı da diğer pek çok mevzuat gibi kamuoyuna ve STK'lara açık bir geri bildirim sistemiyle denetlenmektedir<sup>106</sup>. **Türkiye'de ise PM<sub>2.5</sub> ölçümleri hala yeterince yaygın değildir ve ayrıca PM<sub>2.5</sub> sınır değerine ilişkin bir mevzuat yoktur, bu konuda mevzuatımız CAFE Direktifi ile uyumlanmamıştır.**

<sup>105</sup> <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

<sup>106</sup> [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2017-3763998\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/initiatives/ares-2017-3763998_en)



## SAĞLIK ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (SED)

**Türkiye’de planan projelerin izin süreçlerinde sağlık etki değerlendirmesi yapılmamaktadır.**

Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) konusunda, Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL) tarafından kapsamlı bir bilgi notu hazırlanmıştır<sup>107</sup>. Sağlık Etki Değerlendirmesi, bir politika, plan, program ya da projenin olası ve bazen amaçlanmamış etkilerini; hem toplum sağlığı hem de bu etkilerin toplum içindeki dağılımı açısından, sistematik olarak değerlendiren yöntem, metot ve araçların bütünüdür<sup>108</sup>. SED’in amacı, toplumu ve karar vericileri bilgilendirmek, sağlıkla ilgili politika ve programların olası olumsuz etkilerini azaltmak ve olumlu etkilerini artırmak için öneriler sunmaktır. Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) tahminlerine göre, DSÖ Avrupa Bölgesinde iyi test edilmiş çevre ve sağlık müdahaleleri bu **ülkelerdeki toplam ölüm oranlarını neredeyse %10 oranında azaltabilir**<sup>109</sup>.

### a) SED’in Temelleri

Güçlü ve eski temelleri bulunan sağlık etki değerlendirme kavramı, 1999 yılında DSÖ Avrupa Ofisi tarafından yayınlanan Göteborg Konsensusu’da tanımlanmıştır<sup>110</sup>. SED sürecine dair yasal düzenlemeler **Litvanya, Slovenya, İspanya ve Tayland** tarafından kabul edilmiştir. Ayrıca özel sektör, kamu sektörü ve / veya akademi aracılığıyla SED **Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Yeni Zelanda’da** uygulanmıştır<sup>111</sup>. Avustralya, Danimarka, Litvanya, İrlanda ve İngiltere’de kamu kurumları aracılığıyla SED’i yaygınlaştırmaya yönelik bildiri, eğitim ve SED örnekleri bulunmaktadır<sup>112</sup>.

### a) SED’in Aşamaları

SED raporu hazırlanırken çok disiplinli ve katılımcı bir yaklaşım kullanılır. Sağlık dışında ekonomi, şehir bölge planlama, sosyoloji gibi alanlardaki uzmanlardan da yararlanır.

Sağlık Etki Değerlendirmesinin 6 aşaması vardır:

- 1- Tarama:** Bir plan, proje ya da programın sağlık ile ilgili etkisi olup olmadığı değerlendirilir.
- 2- Kapsam belirleme:** SED raporu için plan geliştirilir, araştırılacak sağlık etkilerinin kapsamı oluşturulur.
- 3- Etkilerin Değerlendirmesi:** İki aşamalıdır. İlk etkilenen topluluğun mevcut sağlık durumunun tespit edilmesi, ikincisi de potansiyel etkilerin tahmin edilmesidir.
- 4- Öneriler:** Değerlendirme sonucu, proje veya politikanın saptanan etkilerine yönelik öneriler hazırlanır.
- 5- Raporlama:** Taraflar ve karar verici yetkililer için öneri ve bulgular belgelenir ve sunulur.
- 6- İzleme:** SED’in uygulama önerileri, sağlık düzeyi ve sağlığın belirleyicileri izlenir.

<sup>107</sup> HEAL (2020) Sağlık Etki Değerlendirmesi Bilgi Notu

[https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/02/HEAL\\_2020\\_Sa%C4%9F%C4%B1k-Etki-De%C4%9Ferdirmesi\\_bilgi-notu.pdf](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/02/HEAL_2020_Sa%C4%9F%C4%B1k-Etki-De%C4%9Ferdirmesi_bilgi-notu.pdf)

<sup>108</sup> Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Avrupa Avrupa Bölge Ofisi. (1999). Göteborg Konsensüs Belgesi, Health Impact Assessment main concept and suggested approach.

<sup>109</sup> Prüss, Üstün, A. & Corvalán, C. F. (2006). Preventing disease through healthy environments : towards an estimate of the environmental burden of disease. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43457>

<sup>110</sup> Etiler, N. (2016). Toplum Sağlığı İçin Bir Yaklaşım: Sağlık Etki Değerlendirmesi (İçinde: Kocaeli’nde Sanayi, Doğa ve İnsan). Kocaeli Tabip Odası Yayını.

<sup>111</sup> UCLA HIA-CLIC. Health Impact Assessment Legislation. <http://www.hiaguide.org/legislation> (erişim tarihi 28 Ocak 2020).

<sup>112</sup> Dünya Sağlık Örgütü. Health Impact Assessment. <http://www.who.int/hia/en/HIA> (erişim tarihi 27 Ocak 2020)



### c) Türkiye’de SED Mevzuatı

Türkiye’deki ulusal mevzuatta SED sürecine yönelik bir düzenleme bulunmamaktadır. Ayrıca, yürütülmekte olan ÇED süreçlerinde de halk sağlığına ilişkin veriler, SED’in önerdiği geniş kapsam ve detayda ele alınmamaktadır.

**Türkiye’de projelerin izin süreçlerinde mevzuatta tanımlı bir sağlık etki değerlendirmesi süreci yoktur.** Fakat yerel yönetimler, kamu ve/veya akademi tarafından Türkiye’de de SED raporları hazırlanmıştır. Çeşitli kurumlar bünyesindeki sağlık profesyonelleri tarafından Türkiye’de de SED eğitimleri verilmiş, bu alandaki deneyim ve birikim güçlendirilmiştir<sup>113</sup>.

Türkiye’nin ilk kömürlü termik santral SED’i olan rapor; Eskişehir’deki paydaşlar ve Temiz Hava Hakkı Platformu bileşenlerinin temsilcilerinden oluşan SED çalışma grubu tarafından yürütülen **saha çalışması, analiz ve modelleme** gibi araçların kullanıldığı kapsamlı bir çalışma sonucu ortaya çıkmıştır.

### **KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLERE MUAFİYET**

2013 yılından beri, özelleştirilmiş olan kömürlü termik santrallere yapılması gereken çevre yatırımları konusunda yasal muafiyetler tanınmaktadır. 2013 yılında Elektrik Piyasası Kanunu’nun Geçici 8. Maddesi ile, özelleştirme kapsamına alınmaları sonucu **Çanakkale, Kahramanmaraş, Karabük, Kütahya, Manisa, Sivas ve Zonguldak**’ta bulunan 10 santrale, baca gazı artma tesisi başta olmak üzere çevre yatırımlarını 2019 yılına kadar erteleme izni verildi ve Bakanlar Kurulu’na bu izni 2021 yılına kadar uzatma kararı alındı. Geçici 8. Madde Cumhuriyet Halk Partisi tarafından, Anayasa Mahkemesi nezdinde iptal davası açıldı.

2019 yılına kadar geçen 6 yıllık süre içerisinde özelleştirilen kömürlü termik santrallere tanınan muafiyetlerle ilgili aşağıdaki gelişmeler yaşandı:

- **2014 yılında**, Anayasa Mahkemesi Anayasa’nın 56. Maddesi uyarınca, bu santrallerin kirlilik saçmasını anayasaya aykırı buldu ve 2021 yılına kadar verilen izni iptal etti.
- **2015 yılında** yapılan yeni yasal düzenleme bu santrallere son olarak 31 Aralık 2019 sonuna kadar süre tanınmış, Anayasa Mahkemesi 2017 tarihli kararında, bu santrallerin 2019 sonuna kadar gerekli yatırımları yapmalarını zorunlu tuttu.
- **2018 yılında** Kapasite Mekanizması Yönetmeliği’ ne dayanarak 2018 ve 2019 yılında TEİAŞ’ın uygulama kararıyla, Çevre Yatırımı Yapmayan kömürlü termik santrallere arızalı oldukları günler için bile 148 milyon 678 bin TL yapıldı. Arızalı oldukları günlerde yapılan ödemeler 483 milyon 637 bin TL’yi buldu. 2019 yılında ise arıza süreleri dikkate alınsaydı yapılacak ödeme 204 milyon 978 bin TL iken, arızalar dikkate alınmadan yapılan ödeme tutarı, 723 milyon 365 bin TL’yi buldu<sup>114</sup>. Buna rağmen santraller gerekli çevre yatırımlarını gerçekleştirmediler.

<sup>113</sup> HEAL (2020) Sağlık Etki Değerlendirmesi Bilgi Notu’nda belirtildiği üzere Türkiye’de şimdiye kadar yapılmış SED eğitimleri; Eskişehir Tabip Odası, Eskişehir Alpu Termik Santrali SED çalışması öncesi eğitimi, Eskişehir (2019), Türk Tabipleri Birliği ve HEAL, İstanbul (2017), Nilüfer Belediyesi, Bursa (2007), Türkiye Sağlıkli Kentler Birliği, Bursa (2006). [https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/02/HEAL\\_2020\\_Sa%C4%9Fl%C4%B1k-Etki-De%C4%9Ferlendirmesi\\_bilgi-notu.pdf](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2020/02/HEAL_2020_Sa%C4%9Fl%C4%B1k-Etki-De%C4%9Ferlendirmesi_bilgi-notu.pdf)

<sup>114</sup> <https://www.greenpeace.org/turkey/basin-bultenleri/termik-santraller-hem-sagligimize-hem-cebimize-zarar/>



- **2019 Şubat ayında**, Maden Kanunu ve Diğer Kanunlarda Değişiklik Hakkında Kanun Teklifi'ne, Madde 45 adı ile bilinen ekleme yapılarak; santrallere verilen sürenin 2012 yılına kadar uzatılması teklif edildi. **#Temizhavahaktır #2yilbeklemez** diyen vatandaşlar tarafından toplanan binlerce imza, telefon ve sosyal medya paylaşımları ve Temiz Hava Hakkı Platformu başta olmak üzere sivil toplum kuruluşlarının tepkisi sonucunda 14 Şubat 2019 tarihli Meclis Genel Kurulunda, AK Parti, Milliyetçi Hareket Partisi, İYİ Parti, Cumhuriyet Halk Partisi ve Halkların Demokratik Partisi'nin ortak kararı ile **Madde 45** geri çekildi. İlk defa 5 partinin ortak kararıyla alınan karar sonucu, santrallerin çevre mevzuatına uymaları için 2019 yılı sonuna kadar süreleri olduğu belirtildi.
- **1 Kasım 2019'da** yapılan Plan Bütçe Komisyonundan geçen Torba Yasa ile Madde 50 olarak bilinen ve bu sefer de yine özelleştirilmiş en az 13 kömürlü termik santrale verilen ayrıcalıkları, iş planlarını ilk 6 ay içinde sunmaları kaydıyla, Haziran 2020'ye kadar uzatan düzenleme TBMM'de oylamaya sunuldu. Yapılan oylama sonucunda **Madde 50**, tüm partilerin daha önce Madde 45'te verdikleri sözü tutmaması sonucu TBMM'de kabul edildi. Fakat yasa tasarısı, Cumhurbaşkanı tarafından **veto edilerek Meclis'e geri gönderildi**.
- **1 Ocak 2020'de** Madde 50, Anayasa'nın 56. maddesinde belirtilen '**sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı**'na aykırı olduğu gerekçesi ile veto edilince; Çevre Mevzuatında belirtilen baca gazı kükürt giderim tesisi, filtre sistemleri veya kül barajı gibi yatırımları tamamlamamış olan **5 santral tamamen ve 1 santral kısmen santraller kapatıldı**<sup>115</sup>.
- **8 Haziran 2020'de**, 1 Ocak'ta kapatılan Soma Termik Santrali'nin 6 ünitesinden 4'üne, Kangal Termik Santrali'nin kapalı olan 2 ünitesine, Çatalağzı Termik Santrali'nin kapalı olan 2 ünitesine, Seyitömer Termik Santrali'nin 4 ünitesinden 2'sine, Tunçbilek Termik Santrali'nin 3 ünitesinden 2'sine, Afşin A Termik Santrali'nin 4 ünitesinden 2'sine, 1 yıllık geçici çalışma ruhsatı verilerek tekrar açıldı<sup>116</sup>.

11 Haziran 2020 itibarıyla **Kahramanmaraş Afşin, Zonguldak Çatalağzı, Kütahya Seyitömer ve Tunçbilek ve Manisa Soma'da** bulunan santrallerin bazı üniteleri, santrallerin çevre ve halk sağlığı için yapmaları gereken yatırımlar henüz tamamlanmamasına rağmen tekrar çalışmaya başladı. Sözkonusu santrallerin emisyonları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından online olarak izlendiği belirtilse de; yapılan çevre yatırımlarının ve bacadan çıkan emisyonlar şeffaf bir şekilde kamuoyuyla paylaşılmamaktadır.

Tekrar çalışmaya başlayan santrallerle ilgili aşağıdaki konularda yeterli bilgi yoktur:

- Santrallerin bacalarından çıkan gazların emisyon değerleri nedir? Sınır değerler aşıyor mu?
- Çevre mevzuatına uyulması için hangi yatırımlar yapılmıştır?
- Yapılan yatırımlar çevre mevzuatındaki toz, azotoksit, kükürt dioksit sınır değerlerini ve kül depolama gerekliliklerinin karşılanması için uygun teknolojiler midir?

**Makine Mühendisleri Odası**<sup>117</sup> ve Kimya Mühendisleri Odası<sup>118</sup> tarafından yapılan açıklamalarda da açılan santrallerin çevre mevzuatına uygun olacak şekilde toz filtrelerinin ve baca gazı kükürt antma tesislerinin iyileştirilmesi, azot oksit salımları ve katı-sıvı atıkların bertarafı için yeterli önlemlerin alındığı konusundaki soru işaretlerini dile getirmişlerdir. Uzmanlar, geçici faaliyet belgesi verilen santral ünitelerine yalnızca "**kuru soğurucu püskürtme**" sistemi eklendiği ve ülkemizdeki kömürün kükürt oranı ve yandıktan sonra oluşan kül miktarı çok fazla olduğu için bu sistemin uzun vadeli ve verimli bir çözüm olmadığını belirtmektedir<sup>119</sup>.

<sup>115</sup> <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/cevre-ve-sehircilik-bakani-kurum-5-termik-santral-tamamen-kapatildi/1689676>

<sup>116</sup> <https://csbgovtr/bakan-kurum-dan-kapatilan-termik-santraller-ile-ilgili-aciklama-bakanlik-faaliyetleri-29763>

<sup>117</sup> <http://www.tmmob.org.tr/icerik/mmo-cevreyi-kirlettigi-icin-kapatilan-linyit-yakitli-santraller-tekrar-devrede>

<sup>118</sup> [http://www.kmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=5243](http://www.kmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=5243)

<sup>119</sup> <https://www.temizhavahakki.com/izinvermeyin/>









## BÖLÜM 6

## SONUÇ VE ÖNERİLER

**2019 yılında yüz binlerce kişi 'Temiz Hava Haktır' dedi.**

Temiz hava solumak ve sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı, 2019 yılında da Türkiye'nin gündemini oldukça meşgul eden bir konu oldu. Aynı şekilde, tüm dünyayı etkisine alan **COVID-19 virüsü** pandemisinin de etkisiyle temiz hava solumak, doğal hayatı korumak ve sağlıklı bir çevrede yaşamının önemini 2020 yılında da günlük hayatta derinden hissetmeye devam ettik.

2019 yılı boyunca '**Temiz Hava Haktır**' diyerek sesini karar vericilere duyuran binlerce kişinin talebinin karşılık bulması sonucu yeni yılın ilk saatlerinde, çevre mevzuatına uygun yatırımları olmayan kömürlü termik santrallerin faaliyetleri durduruldu. Kapatılan santrallerin ve pandemi sürecinde azalan taşıt trafiğinin de etkisiyle tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de hava kalitesinin iyileştiğini gösteren gelişmeler oldu. Fakat, hava kirliliğinin neden olduğu erken ölüm ve kronik hastalıklar gibi sağlık etkilerinin azaltılabilmesi için **uzun süreli maruziyetin de azaltılması** gerekir.

Türkiye'de hava kalitesinin kalıcı olarak iyileştirilmesi için acilen,

- Tüm hava kalitesi ölçüm istasyonlarının **veri kalitesinin artırılması**,
- **İnce partikül madde (PM<sub>2,5</sub>)** kirleticisinin tüm iller ve tüm istasyonlarda ölçülmesi,
- **Ulusal sınır değerleri** içeren mevzuat düzenlemeleri yayınlanması,
- Gerekli çevre yatırımlarını tamamlamamış olan kömürlü termik santrallerin **çalışmasına izin verilmemesi**,
- Planlanan sanayi tesislerinin **sağlık etki değerlendirmesinin** yapılması,
- **Halk sağlığını merkeze koyan**, sürdürülebilir istihdam ve krizlere karşı dayanıklı modeller oluşturmayı amaçlayan ekonomik toparlanma paketleri oluşturulması gerekiyor.

COVID-19 sonraki dönemi inşa ederken benzer krizleri ileride tekrar yaşamamak için halkın sağlığını temel alan '**sağlıklı toparlanma**' politikaları oluşturmak gerekiyor. Önümüzdeki süreç; öncekinden daha yeşil, adil, doğa dostu ve halkın sağlığını savunan politikalara öncelik vermek için büyük bir fırsat sunuyor. Temiz Hava Hakkı Platformu olarak gelecek kuşakların da sağlıklı bir çevrede yaşam hakkını savunuyor ve yeniden dönüşümün bilimsel temelli yaklaşımla ve toplum sağlığı önceliğiyle; bütün insani, ekonomik ve sosyal gereksinimlerin karşılanacağı adımları içermesi gerektiğini düşünüyoruz. Bu dönüşümün gerçekleşmesiyle; sağlıklı beslenme, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği, yürüyüş, bisiklet ve sıfır emisyonlu toplu taşıma gibi insanların, ekonominin ve gezegenin sağlığını destekleyen adil bir dönüşüm sağlanacağını ve ileride yaşayacağımızın krizlerin önüne geçeceğimizi umuyoruz. **Bu konularla ilgili avantaj ve dezavantajları belirten daha fazla çalışma yapılması gerektiği aşikardır.**

Hava kalitesini iyileştirebilmek için öncelikle sağlıklı olarak ölçmek şarttır. 2019 yılında, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın çalışmaları sonucu ölçüm istasyonu sayısında artış, emisyon envanter çalışmaları ve Temiz Hava Eylem Planlarının güncellenmesi için çalışmalar yapılması gibi olumlu gelişmeler olsa da; **30 ilde yaşayan yaklaşık 18 milyon kişinin** yıl boyunca soluduğu havanın kalitesine dair yeterli veri bulunmamaktadır. Ayrıca, toplam **2 milyon 196 bin kişinin** yaşadığı **Eskişehir, Muş, Uşak ve Şırnak**'ta 3 yıldır asgari düzeyde bile hava kalitesi verisi yoktur. Ayrıca, sanayi tesislerinin bacalarından çıkan emisyon verileri kamuoyuna açıklanmamaktadır. Kanser başta olmak üzere pek çok sağlık sorununa neden olan temel olan  $PM_{2.5}$  ile ilgili de son üç yıldır ilgili mevzuat hazır olduğu söylenmesine rağmen, bir ulusal sınır değer hala kabul edilmemiştir.

Temiz Hava Hakkı Platformu tarafından yapılan analizler, bazı illerimizde hava kirliliğinin tüm yıla yayıldığını ve kronik bir hal aldığını göstermektedir. Örneğin; **Amasya, Bursa, Iğdır, Manisa**'da yaşayanlar son 4 yıldır düzenli olarak **yılın en az %68'inde** mevzuattaki günlük sınır değer üzerinde kirli hava soluyor. Son 4 yıl boyunca sürekli yüksek derecede kirli havayı soluyan **Iğdır, Düzce, Manisa, Bursa, Kahramanmaraş, ve Afyon**'da hava kirliliği sorunu çözülememiştir.

**2020 yılının ilk yarısında, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de hava kalitesinde bir iyileşme olmuştur. Kahramanmaraş, Kütahya ve Zonguldak** illerinde Ocak ayında kapatılan kömürlü termik santrallerin ve Mart ayında COVID-19 salgını ile ilgili alınan tedbirler nedeniyle azalan trafik sonucu **5 büyükşehirde** hava kalitesi iyileşmiştir. Fakat, santrallerin tekrar açılması ve kaldırılan seyahat yasakları sonucunda artan hareketlilik nedeniyle Haziran 2020'de hava kirliliği tekrar artmaya başlamıştır. Hava kalitesini iyileştirmeye yönelik yapısal değişiklikler alınmazsa kirlilik seviyelerinin eski haline dönmesi kaçınılmazdır.

Türkiye'de hava kirliliği nedeniyle yaşanan ölümler ve sağlık maliyeti oldukça yüksek bir seviyededir. **2017 yılından beri her yıl hava kirliliğine bağlı yaşanan ölümler, trafik kazalarının 6 katından fazladır.** 2019 yılında hava kirliliği Dünya Sağlık Örgütü kılavuz değerine indirilseydi; tüm ölümlerin %7,9'u (31.476 ölüm) ve 2018 yılındaki tüm ölümlerin %12.13'ü (45.398 ölüm) önlenebilirdi.

Sağlıklı bir çevrede yaşamının en temel şartlarından birisi olan temiz hava hakkını koruyabilmek için yerel, ulusal ve uluslararası düzeyde tüm ilgili ve yetkili kurum ve kuruluşları aşağıdaki belirtilen konularda adım atmaya davet ediyoruz.

#### **Temiz Hava Hakkı Platformu'ndan temiz hava için 10 öneri:**

- 1. Ölçüm:** Hava kalitesi ölçüm istasyonları iyileştirilerek yeterli ölçüm yapılan gün sayısının artırılması, güvenilir ve erişilebilir verilerin anlık olarak halka sunulması, ölçüm yapılan ama bilgileri paylaşılmayan istasyonların da geriye dönük tüm verilerinin paylaşılması, yeni ölçüm istasyonu yerleri seçilirken modellemeler yapılması, seçim kriterlerinin şeffaf şekilde açıklanması ve tüm çalışan istasyonlara uygulanması,
- 2. İnce partikül madde  $PM_{2.5}$ :**  $PM_{2.5}$  konusunda DSÖ'nün kılavuz sınır değerleri ile uyumlu güvenli sınır değerler konusunda hızla bağlayıcı DSÖ kılavuz sınır değerleri ile uyumlu güvenli sınır değerlerin hızla bağlayıcı şekilde yasal mevzuata uyarlanması, mevcut koyulması ve mevcut durumda pilot uygulama olarak ölçümleri yapılan  $PM_{2.5}$  ölçümlerinin tüm ülke genelinde yaygınlaştırılması ve halk sağlığı açısından temsiliyeti olan yerlere kurulacak olan ölçüm istasyonlarının verilerinin açısından temsiliyeti olan yerlere ölçüm istasyonu kurulması ve verilerin paylaşılması,



3. **Kamuya açık veri:** Hava kirliliğinin sağlık etkilerini ve Türkiye’de her ildeki tahmini erken ölüm sayısını ortaya koyabilecek tüm veri kaynaklarının kamuoyuna açıklanması ve akademik çalışmalar için kolaylıkla ulaşılabilir olması,
4. **İzin süreçleri:** Endüstriyel yatırımların Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) izin süreçlerinde yatırımcılardan hava kirliliğinin kümülatif etkilerinin ve  $PM_{2.5}$ ’in kompleks arazi koşullarındaki dağılımının hesaplanabildiği güncel modellemeler kullanılarak; mevcut ve planlanan tesisler için kümülatif hava kalitesi modellemesinin talep edilmesi,
5. **Sağlık Etkileri:** Endüstriyel yatırımların izin süreçlerinde yatırımcılardan istenen “Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu”nun yanı sıra, “Sağlık Etki Değerlendirmesi Raporu”nun hazırlanması, bu yönde bağlayıcı yasal yükümlülükler eklenmesi ve Sağlık Bakanlığı’nın da sanayi tesislerinin izin süreçlerine aktif olarak dahil olması,
6. **Yasalar:**  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  ve  $SO_2$  başta olmak üzere tüm kirleticilerinin sınır değerlerinin DSÖ’nün kılavuz değerleri ile uyumlu hale getirilmesi için mevzuat düzenlemesinin tamamlanması ve sınır değerlerin çalışmakta olan sanayi tesisleri için de istinasız olarak uygulanması, Temiz Hava Eylem Planlarının tüm iller için yapılması ve uygulanması,
7. **Teşvikler:** Hava kirliliğinin en önemli kaynaklarından kömüre dayalı enerji üretiminin teşvik edilmesine son verilmesi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından enerji verimliliği politikalarının yürürlüğe konması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi için teşviklerinin artırılması,
8. **Politika:** Hava kirliliği konusunda görevli ve yetkili idarelerin hava kirliliğinden oluşan zararlara karşı hem önleyici hem de tazmin edici tedbirler konusunda bağlayıcı, uygulanabilir politikalar geliştirmesi,
9. **Alternatifler:** Kentlerde toplu taşıma ve bisikletli ulaşımın teşvik edilmesi, motorlu araç trafiğine kapalı alanlar yaratılması, ormanların korunması ve artırılması, araçlardan kaynaklanan kirletici emisyonları azaltacak yasal değişiklikler yapılması ve evsel ısınma için kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar yerine alternatif kaynakların yaygınlaştırılması,
10. **İşbirliği:** Hava kirliliğinin sağlık etkilerinin değerlendirilmesi ve kirliliğin azaltılması ile ilgili politika geliştirilmesinde, özellikle Sağlık Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın çok disiplinli ve eşgüdümlü olarak ve ayrıca alanda çalışan meslek örgütleri ve sivil toplum kuruluşları ile işbirliğine açık çalışmalar yürütmesi.





## EKLER

1 - 2016 - 2019 yılları arasında PM<sub>10</sub> yıllık ortalama değerleri veri seti

	Tüm İller	PM <sub>10</sub> Yıllık Ortalamaları			
		2016 Yılı	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı
1	Adana	34	55	59	14
2	Adıyaman	51	51	46	53
3	Afyon	82	82	74	?
4	Ağrı	76	68	59	?
5	Aksaray	60	68	36	?
6	Amasya	54	56	49	61
7	Ankara	62	69	59	44
8	Antalya	53	51	47	39
9	Ardahan	23	25	18	40
10	Artvin	19	20	25	?
11	Aydın	63	45	38	37
12	Balıkesir	43	54	46	44
13	Bartın*	57	51	46	49
14	Batman	68	62	45	?
15	Bayburt	47	39	44	?
16	Bilecik	49	52	53	48
17	Bingöl	23	43	43	?
18	Bitlis	29	27	29	?
19	Bolu	34	31	?	?
20	Burdur	57	69	66	44
21	Bursa	79	82	74	60
22	Çanakkale	35	38	37	34
23	Çankırı	47	54	37	35
24	Çorum	66	67	62	78
25	Denizli*	77	70	68	51
26	Diyarbakır	53	49	40	?

**2016 - 2019 yılları arasında PM<sub>10</sub> yıllık ortalama değerleri veri seti (devam)**

	Tüm İller	PM <sub>10</sub> Yıllık Ortalamaları			
		2016 Yılı	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı
27	Düzce	92	79	70	66
28	Edirne	64	63	50	49
29	Elazığ*	42	62	59	58
30	Erzincan	74	68	66	55
31	Erzurum	55	51	41	60
32	Eskişehir	?	?	?	?
33	Gaziantep*	71	54	43	48
34	Giresun	42	41	38	36
35	Gümüşhane	50	48	41	44
36	Hakkari	77	74	21	?
37	Hatay	57	57	26	13
38	Iğdır	106	88	85	118
39	Isparta	56	56	65	47
40	İstanbul	46	44	44	41
41	İzmir	41	42	41	35
42	Kahramanmaraş	63	88	92	63
43	Karabük	42	49	30	43
44	Karaman	77	76	34	?
45	Kars	49	61	48	45
46	Kastamonu	49	50	?	?
47	Kayseri	79	68	63	58
48	Kırıkkale*	26	26	?	?
49	Kırklareli	44	42	43	50
50	Kırşehir	25	23	25	39
51	Kilis	42	42	44	31
52	Kocaeli	44	48	40	37



**2016 - 2019 yılları arasında PM<sub>10</sub> yıllık ortalama değerleri veri seti (devam)**

	Tüm İller	PM <sub>10</sub> Yıllık Ortalamaları			
		2016 Yılı	2017 Yılı	2018 Yılı	2019 Yılı
53	Konya*	53	71	50	47
54	Kütahya	89	65	?	59
55	Malatya	37	53	60	?
56	Manisa	89	77	82	65
57	Mardin	63	63	55	41
58	Mersin	53	72	84	?
59	Muğla*	75	67	73	55
60	Muş	126	?	?	?
61	Nevşehir*	46	48	37	25
62	Niğde	73	81	77	50
63	Ordu	44	52	52	45
64	Osmaniye	67	72	69	58
65	Rize	25	20	23	23
66	Sakarya	63	66	65	47
67	Samsun	55	61	48	51
68	Siirt*	91	65	52	44
69	Sinop	62	59	39	43
70	Sivas	59	65	58	61
71	Şanlıurfa	33	73	60	53
72	Şırnak	?	?	?	?
73	Tekirdağ	71	60	41	35
74	Tokat	58	69	52	55
75	Trabzon	49	41	35	44
76	Tunceli	19	26	21	?
77	Uşak	70	?	?	?
78	Van	37	41	43	41
79	Yalova	46	48	31	34
80	Yozgat	49	26	46	44
81	Zonguldak	59	49	47	56

Not: İsminin yanına \* işareti koyulmuş olan illerin PM<sub>10</sub> ortalamaları 2019 yılı için %90 ve üzeri gün ölçüm yapılmadığını için %75 ve üzeri yapılan ölçümlerin ortalaması hesaplanarak oluşturuldu.





## 2 - 2019 Yılında $PM_{10}$ Kirleticisinin $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün Üzerinde En Çok Aşım Olan İstasyonlar ve Aşım Sayıları

İstasyon İsmi	Ölçüm Yapılan Gün Sayısı	$PM_{10}$ $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ Üzerinde olan Gün Sayısı	Minimum değer	Maksimum değer
Iğdır	349	300	21,8	418,61
İstanbul - Sultangazi 3	350	292	16,4	203,82
Bursa	338	279	21,52	201,3
Çorum - Mimar Sinan	353	244	2,53	309,08
İstanbul - Mecidiyeköy-MTHM	346	240	21,59	175,89
Balıkesir Gönen (Mobil Araç)	354	236	26,2	167,28
Manisa	338	227	21,29	240,12
Amasya - Şehzade	363	223	20,46	214,84
İstanbul - Alibeyköy	346	222	10,41	254,95
İstanbul - Sultangazi-MTHM	344	219	10,31	162,06
Kahramanmaraş	329	216	17,29	179,7
İstanbul - Kağıthane	344	207	2,27	262,9
İstanbul - Sultangazi 2	344	202	12,85	116,65
Erzincan	333	195	16,82	292,81
Osmaniye	349	195	17,16	192,58



**3- İllere göre 2017 yılında meydana gelen 30 yaş üstü kazalar hariç ölümler içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm yüzdeleri ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Adana	37	1417	950	1831	15	106,3
Adıyaman	34	289	193	374	13,4	86
Afyon	55	1042	711	1325	23,7	235,2
Ağrı	45	261	177	335	19	108
Aksaray	45	358	242	459	19	151,9
Amasya	32	290	194	377	12,4	133,8
Ankara	26	2139	1418	2792	9,2	62,6
Antalya	34	1226	819	1588	13,4	81,3
Ardahan	17	27	18	36	4,1	47,4
Artvin	13	24	16	32	1,8	21,6
Aydın	30	799	532	1039	11,3	111,6
Balıkesir	36	1452	972	1877	14,5	174,9
Bartın	34	205	137	266	13,4	157
Batman	41	215	145	276	17	78,4
Bayburt	26	44	29	58	9,2	100,1
Bilecik	35	195	131	253	14	140,9
Bingöl	29	99	66	128	10,8	69,1
Bitlis	18	41	27	54	4,7	25,8
Bolu	21	126	83	165	6,4	64,8
Burdur	46	373	253	479	19,5	216,2
Bursa	48	3098	2099	3963	20,4	165,1
Çanakkale	24	343	227	448	8,1	95,7
Çankırı	36	220	147	285	14,5	181,2
Çorum	35	541	362	700	14	155,3
Denizli	46	1152	779	1476	19,5	175,1
Diyarbakır	33	537	358	696	12,9	64,7
Düzce	53	485	330	618	22,8	207,2



**İllere göre 2017 yılında meydana gelen 30 yaş üstü kazalar hariç ölümler içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm yüzdeleri ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Edirne	34	452	302	586	13,4	165,4
Elazığ	33	374	250	485	12,9	107,1
Erzincan	44	251	169	322	18,5	184,1
Erzurum	33	479	320	621	12,9	116,4
Eskişehir	**	-	-	-	-	-
Gaziantep	36	897	601	1160	14,5	85
Giresun	26	326	216	426	9,2	111,8
Gümüşhane	32	109	73	141	12,4	110,8
Hakkari	50	113	77	144	21,9	97,5
Hatay	38	986	566	1089	15,5	107,4
Iğdır	59	164	112	208	25,5	163,7
Isparta	38	434	291	560	15,5	158,2
İstanbul	28	5851	3887	7623	10,3	63,3
İzmir	28	2518	1673	3281	10,3	89
Kahramanmaraş	58	1041	713	1320	25,1	161,9
Karabük	33	211	141	274	12,9	138
Karaman	51	291	197	371	21,9	192,5
Kars	41	222	150	286	17	145,5
Kastamonu	33	463	309	600	12,9	183,8
Kayseri	45	1169	790	1500	19	141,4
Kırıkkale	18	82	54	108	4,7	47,3
Kırklareli	28	288	191	375	10,3	120
Kırşehir	16	50	33	66	3,5	34,1
Kilis	28	66	44	86	10,3	90,4
Kocaeli	31	890	593	1156	11,9	77,6
Konya	47	2082	1410	2666	20	161
Kütahya	44	806	544	1035	18,5	214,5



**İllere göre 2017 yılında meydana gelen 30 yaş üstü kazalar hariç ölümler içerisinde hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları, ölüm yüzdeleri ve 100.000 kişi başına düşen ölüm sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Malatya	35	558	373	722	14	116,9
Manisa	51	1957	1330	2497	21,9	213,6
Mardin	42	345	232	443	17,5	89,4
Mersin	48	1628	1103	2082	20,4	146,4
Muğla	45	950	642	1219	19	149
Muş	**	-	-	-	-	-
Nevşehir	32	226	151	293	12,4	123,2
Niğde	54	429	293	546	23,3	201,1
Ordu	31	620	413	805	11,9	126,5
Osmaniye	48	441	299	565	20,4	141,4
Rize	13	40	26	53	1,8	18,8
Sakarya	41	954	642	1228	17	155,5
Samsun	37	1207	809	1559	15	144,3
Siirt	43	133	90	171	18	92,5
Sinop	40	316	213	408	16,5	223,2
Sivas	39	647	434	834	16	171,7
Şanlıurfa	48	838	568	1071	20,4	92,7
Şırnak	**	-	-	-	-	-
Tekirdağ	40	824	554	1062	16,5	129,7
Tokat	42	733	494	943	17,5	192
Trabzon	27	463	307	604	9,7	92,5
Tunceli	17	21	14	28	4,1	42,4
Uşak	**	-	-	-	-	-
Van	27	238	158	310	9,7	46,9
Yalova	28	157	104	204	10,3	96,1
Yozgat	17	21	14	27	4,1	8
Zonguldak	30	435	290	566	11,3	107,9
<b>Toplam</b>		<b>51.574</b>				

**4- İllere Göre 2018 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Adana	39	1520	1021	1961	16,01%	112,89
Adıyaman	30	247	165	322	11,34%	71,79
Afyon	49	969	657	1,238	20,91%	214,05
Ağrı	40	233	156	300	16,51%	94,36
Aksaray	24	137	91	179	8,08%	56,33
Amasya	29	257	171	335	10,80%	115,75
Ankara	31	2808	1871	3648	11,87%	81,12
Antalya	31	1134	755	1473	11,87%	72,64
Ardahan	12	8	5	11	1,20%	13,65
Artvin	16	47	31	62	3,54%	40,09
Aydın	25	633	419	827	8,63%	86,37
Balıkesir	30	1136	756	1477	11,34%	133,5
Bartın	30	167	111	217	11,34%	124,26
Batman	30	150	100	195	11,34%	53,26
Bayburt	30	52	35	67	11,34%	110,09
Bilecik	35	206	138	267	13,96%	146,07
Bingöl	29	100	67	131	10,08%	67,12
Bitlis	20	53	35	69	5,84%	31,92
Bolu	**	-	-	-	-	-
Burdur	44	367	247	571	18,50%	208,38
Bursa	44	2821	1904	3622	18,50%	146,88
Çanakkale	23	319	211	417	7,52%	86,8
Çankırı	25	132	87	172	8,63%	92,72
Çorum	29	411	273	535	10,80%	115,47
Denizli	45	1066	720	1367	18,99%	159,57
Diyarbakır	26	377	250	492	9,18%	44,2
Düzce	46	416	281	533	19,47%	172,71
Edirne	29	356	237	464	10,80%	128,22



**İllere Göre 2018 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Elazığ	39	435	292	561	16,01%	120,65
Erzincan	39	219	147	282	16,01%	153,63
Erzurum	26	333	221	435	9,18%	79,15
Eskişehir	**	-	-	-	-	-
Gaziantep	28	649	431	845	10,26%	60,21
Giresun	26	320	212	418	9,18%	104,06
Gümüşhane	27	80	53	105	9,72%	83,16
Hakkari	14	13	8	17	2,38%	10,62
Hatay	17	260	171	342	4,12%	27,61
Iğdır	65	178	122	224	28,17%	172,9
Isparta	43	520	350	668	18%	186,46
İstanbul	28	5806	3856	7564	10,26%	62,39
İzmir	27	2383	1581	3107	9,72%	82,87
Kahramanmaraş	61	1109	761	1403	26,42%	168,66
Karabük	20	95	63	125	5,84%	60,82
Karaman	22	98	65	129	6,96%	63,73
Kars	32	151	101	197	12,40%	98,12
Kastamonu	**	-	-	-	-	-
Kayseri	42	1108	746	1425	17,51%	131,6
Kilis	29	71	47	92	10,80%	93,56
Kırıkkale	**	-	-	-	-	-
Kırklareli	29	305	203	397	10,80%	124,88
Kırşehir	17	61	40	80	4,12%	39,77
Kocaeli	26	710	471	927	9,18%	60,84
Konya	34	1383	924	1792	13,44%	104,94
Kütahya	**	-	-	-	-	-
Malatya	40	621	417	800	16,51%	127,27
Manisa	55	2168	1479	2757	23,71%	233

**İllere Göre 2018 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Mardin	37	302	202	390	14,99%	75,57
Mersin	56	1969	1344	2501	24,17%	173,87
Muğla	49	1041	706	1331	20,91%	157,06
Muş	**	-	-	-	-	-
Nevşehir	25	151	100	197	8,63%	80,09
Niğde	51	397	270	506	21,86%	182,77
Ordu	31	597	398	776	11,87%	116,3
Osmaniye	46	400	271	513	19,47%	125,67
Rize	13	37	24	47	1,79%	16,23
Sakarya	39	896	602	1155	16,01%	142,31
Samsun	24	636	421	831	8,08%	74,22
Şanlıurfa	40	680	457	876	16,51%	72,73
Siirt	34	111	74	144	13,44%	75
Sinop	26	172	114	224	9,18%	113,55
Sivas	29	420	279	546	10,80%	105,81
Şırnak	**	-	-	-	-	-
Tekirdağ	26	474	314	618	9,18%	72,28
Tokat	31	481	321	625	11,87%	122,73
Trabzon	23	353	233	462	7,52%	67,92
Tunceli	14	12	8	16	2,38%	21,39
Uşak	**	-	-	-	-	-
Van	29	270	179	351	10,80%	51,71
Yalova	21	100	66	132	6,40%	58,92
Yozgat	31	344	229	447	11,87%	129,37
Zonguldak	25	357	237	467	8,63%	88,03
<b>Toplam</b>		<b>45398</b>				



**5- İllere Göre 2019 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Adana	9	0	0	0	0	0
Adıyaman	35	328	219	424	13,96	93,63
Afyon	**	-	-	-	-	-
Ağrı	**	-	-	-	-	-
Aksaray	**	-	-	-	-	-
Amasya	34	327	219	424	13,44	145,46
Ankara	21	1552	1024	2036	6,4	43,38
Antalya	26	932	618	1216	9,18	57,42
Ardahan	26	55	36	72	9,18	92,2
Artvin	**	-	-	-	-	-
Aydın	25	663	439	866	8,63	89,08
Balıkesir	18	484	318	637	4,7	56,46
Bartın	26	137	91	179	9,18	101,84
Batman	**	-	-	-	-	-
Bayburt	**	-	-	-	-	-
Bilecik	18	71	46	93	4,7	49,43
Bingöl	**	-	-	-	-	-
Bitlis	**	-	-	-	-	-
Bolu	25	184	122	240	8,63	89,82
Burdur	29	210	139	273	10,8	118,17
Bursa	28	1584	1052	2064	10,26	80,36
Çanakkale	17	176	115	231	4,12	47,17
Çankırı	23	123	81	161	7,52	94,85
Çorum	52	881	599	1122	22,33	247,75
Denizli	34	829	554	1074	13,44	122,05
Diyarbakır	**	-	-	-	-	-
Düzce	45	418	283	536	18,9	170,51
Edirne	21	216	142	283	6,4	76,87



**İllere Göre 2019 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Elazığ	39	477	320	615	16,01	131,97
Erzincan	37	215	144	278	14,99	149,66
Erzurum	54	867	591	1104	23,25	204,87
Eskişehir	17	224	147	295	4,12	38,38
Gaziantep	32	852	568	1106	12,4	76,69
Giresun	22	257	169	336	6,96	83,99
Gümüşhane	29	100	66	130	10,8	101,68
Hakkari	**	-	-	-	-	-
Hatay	9	0	0	0	0	0
Iğdır	78	226	158	282	33,57	214,29
Isparta	31	352	234	457	11,87	124,6
İstanbul	21	3761	2480	4932	6,4	38,92
İzmir	24	2075	1373	2714	8,08	70,82
Kahramanmaraş	42	791	533	1017	17,51	118,24
Karabük	22	116	77	152	6,96	73,85
Karaman	**	-	-	-	-	-
Kars	30	148	99	192	11,34	95,39
Kastamonu	29	386	257	503	10,08	148,93
Kayseri	39	1004	674	1295	16,01	116,63
Kilis	33	-	-	-	-	-
Kırkkale	13	229	153	297	12,92	127,53
Kırklareli	16	50	33	66	1,79	20,31
Kırşehir	**	54	35	71	3,54	34,73
Kocaeli	18	372	245	490	4,7	30,86
Konya	31	1271	847	1652	11,87	94,62
Kütahya	23	332	219	435	7,52	86,81
Malatya	**	-	-	-	-	-
Manisa	44	1680	1134	2156	18,5	177,68



**İllere Göre 2019 Yılında Meydana Gelen 30 Yaş Üstü Kazalar Hariç Ölümler İçerisinde Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayıları, Ölüm Yüzdeleri ve 100000 Kişi Başına Düşen Ölüm Sayıları (devam)**

İller	PM <sub>2.5</sub> Düzeyi	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Düşük)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (En Yüksek)	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm %	Hava Kirliliğine Atfedilen Mortalite Hızı (100.000'de)
Mardin	27	213	141	278	9,72	51,75
Mersin	**	**				
Muğla	37	800	536	1034	14,99	118,22
Muş	**	-	-	-	-	-
Nevşehir	16	65	43	86	3,54	33,92
Niğde	33	247	165	320	12,92	113,52
Ordu	30	582	387	756	11,34	114,68
Osmaniye	39	357	240	460	16,01	110,17
Rize	15	68	45	90	2,96	30,06
Sakarya	27	567	376	739	9,72	87,92
Samsun	14	192	126	254	2,38	22,07
Şanlıurfa	29	488	325	635	10,8	50,59
Siirt	41	86	57	112	10,8	57,12
Sinop	35	331	223	426	17,01	218,69
Sivas	29	559	374	723	13,96	141,94
Şırnak	**	-	-	-	-	-
Tekirdağ	21	334	220	438	6,4	49,45
Tokat	27	416	276	542	9,72	105
Trabzon	22	338	223	443	6,96	64,56
Tunceli	**	-	-	-	-	-
Uşak	**	**	-	-	-	-
Van	27	248	164	323	9,72	45,94
Yalova	18	69	45	91	4,7	39,09
Yozgat	14	69	45	91	2,38	26,01
Zonguldak	29	438	291	570	10,8	107,65
<b>Toplam</b>		<b>31476</b>				

[www.temizhavahakki.com](http://www.temizhavahakki.com)



[www.temizhavahakki.com](http://www.temizhavahakki.com)

Bu raporun basımında %100 geri dönüşümlü kağıt kullanılmıştır.