

# KARA RAPOR

## 2022

Hava Kirliliği ve  
Sağlık Etkileri



temizhavahakki  
PLATFORMU

## Temiz Hava Hakkı Platformu Hakkında

Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) sağlık, doğa koruma ve iklim alanlarında çalışan 15 sivil toplum kuruluğu ve meslek örgütünün bir araya gelmesiyle 2015 yılında çalışmalarına başlamıştır. Platformun amacı, başta enerji ve sanayi kaynaklı çevresel kirleticilere bağlı olarak ortaya çıkan hava kirliliğinin azaltılması, halk sağlığının korunması ve temiz hava hakkının savunulması için çalışmalar yapmaktır.

## Platform Bileşenleri

Avrupa İklım Eylem Ağı (CAN Europe)  
evre için Hekimler Derneği  
Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF Türkiye)  
Greenpeace Akdeniz  
Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER)  
İklım İçin 350 Derneği  
İş ve Meslek Hastalıkları Uzmanları Derneği (İMUD)  
Pratisyen Hekimlik Derneği  
Sağlık ve evre Birliği (HEAL)  
Türk Nöroloji Derneği  
Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği (TSAD)  
Türk Tabipleri Birliği (TTB)  
Yeşil Baş Hukuk Derneği  
Yeşil Düşünce Derneği  
Yuva Derneği

**Yayımlanma Tarihi:** Mart 2023

## Araştırmacılar ve Yazarlar

Prof. Dr. Ali Osman Karababa (evre İçin Hekimler Derneği)  
Prof. Dr. Çiğdem ağlayan (evre İçin Hekimler Derneği)  
Deniz Gümüşel (Temiz Hava Hakkı Platformu)  
Prof. Dr. Gamze Varol (Türk Tabipleri Birliği)  
Funda Gacal (Sağlık ve evre Birliği (HEAL))  
Dr. Hande Gazey (Türk Psikiyatri Derneği)  
Doç. Dr. İrem Ekmekçi Ertek (Türk Psikiyatri Derneği)  
Prof. Dr. Nilay Etiler (Türk Tabipleri Birliği)  
Özlem Katsz (Avrupa İklım Eylem Ağı)  
Doç. Dr. Semih Ayta (Türk Nöroloji Derneği)

## AirQ+ Modellemesi Ekibi

Dr. Aykut Tekmen, Dr. Betül Kobyay Kilci, Dr. Cem Turan, Dr. Hatice Cemre Keser, Dr. Hüseyin Sami Toprak, Dr. Mehmet Ertan Güner, Dr. Nurdamla Yakışan Totama, Dr. Rabia ukurlu, Dr. Uğur lgen, Dr. Zülal Bulan

**Editör:** Nilay Dirim

**Son Okuma:** zlem Katsz, Gamze Varol

**Yayına hazırlayanlar:** Deniz Gümüşel, Sinem Bayram Vatansever

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

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

# KARA RAPOR

2022

Hava Kirliliği ve  
Sağlık Etkileri





# İÇİNDEKİLER

<b>Kısaltmalar</b>	<b>iv</b>
<b>Yönetici Özeti</b>	<b>1</b>
<b>1. Türkiye'nin 2021 Yılı Hava Kirliliği Karnesi</b>	<b>7</b>
Hava Kalitesinin İzlenmesinde ve Raporlanmasında Kısıtlar ve Sorunlar	8
2021 Yılında Kirletici Bazında Hava Kirliliği	10
<b>2. Hava Kalitesi Mevzuatındaki Gelişmeler</b>	<b>39</b>
Uluslararası Hava Kalitesi Mevzuatındaki Gelişmeler	40
Ulusal Hava Kalitesi Mevzuatındaki Gelişmeler	45
<b>3. 2021 Yılında Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerindeki Etkileri</b>	<b>49</b>
Hava Kirliliğinin Yol Açtığı Hastalık Yükü ve Erken Ölümlere Küresel Bakış	50
2021 Yılında Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Erken Ölümler	52
Hava Kirliliğinin Ruhsal Etkileri	58
<b>4. Hava Kirliliği, İklim Değişikliği ve Sağlık</b>	<b>61</b>
İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği: Bir Madalyonun İki Yüzü	62
İklim Değişikliği, Hava Kalitesi ve Sağlık	70
İklim Değişikliği ve Hava Kirliliğinin Uykuya Etkisi	76
<b>5. 2030'da Kömürden Çıkışın Hava Kalitesi ve Sağlık Üzerindeki Olumlu Etkileri</b>	<b>83</b>
Kömürden Elektrik Üretiminin Halk Sağlığına Bedeli	84
Geleceğe Bakmak: Kömürden Elektrik Üretimini Ne Zaman Durdurmalı?	85
2030'da Kömürden Çıkışın Santral Bölgelerindeki Hava Kalitesine Etkisi	88
<b>Sonuç ve Öneriler</b>	<b>90</b>
<b>Terimler Sözlüğü</b>	<b>92</b>
<b>EKLER</b>	<b>93</b>
EK 1. Özelleştirilmiş termik santraller ve yakın çevrelerindeki hava kalitesi izleme istasyonları ile bu istasyonlarda izlenen ana kirleticilerin yıllık ortalama değerleri	93
EK 2. İller bazında, Kara Rapor 2022 için hesaplanan 2021 yılı kaba ölüm hızları ile TÜİK 2021 ölüm istatistiklerinde verilen kaba ölüm hızlarının kıyaslaması	94
EK 3. Türkiye'de işletmedeki 30 termik santralin 1965-2020 yılları arasında neden olduğu kümülatif sağlık etkisi ve maliyeti	96
EK 4. 2030'da Kömürden Çıkış senaryosunda hava kirliliğinin en çok azaldığı illerdeki santrallerin lisans geçerlilik tarihleri ve üniteleri için önerilen kapanma tarihleri	98



## KISALTMALAR

<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>b.t.</b>	bilinmeyen tarih
<b>CAMS</b>	Avrupa Birliği Copernicus Atmosfer İzleme Servisi
<b>CLRTAP</b>	Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution)
<b>CO</b>	karbon monoksit
<b>ÇŞİDB</b>	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
<b>DSÖ</b>	Dünya Sağlık Örgütü
<b>EMEP</b>	Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı (European Monitoring and Evaluation Programme)
<b>HKDYY</b>	Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
<b>IPCC</b>	Hükümetlerarası İklim Değerişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
<b>KOAH</b>	Kronik obstrüktif (tıkayıcı) akciğer hastalığı
<b>KÖH</b>	Kaba ölüm hızı
<b>MTHM</b>	Marmara Temiz Hava Merkezi
<b>m<sup>3</sup></b>	metreküp
<b>µg</b>	mikrogram
<b>µm</b>	mikrometre
<b>NMTHC</b>	metan dışı toplam hidrokarbonlar
<b>NO<sub>2</sub></b>	azot dioksit
<b>NO<sub>x</sub></b>	azot oksitler
<b>O<sub>3</sub></b>	ozon
<b>OGM</b>	Orman Genel Müdürlüğü
<b>PM</b>	partikül madde
<b>SO<sub>2</sub></b>	kükürt dioksit
<b>SO<sub>x</sub></b>	kükürt oksitler
<b>THHP</b>	Temiz Hava Hakkı Platformu
<b>THM</b>	Temiz Hava Merkezi
<b>VOC</b>	uçucu organik bileşikler
<b>WMO</b>	Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization)

# Yönetici Özeti

Günümüzde dünya genelinde özellikle sanayileşmenin ve kentleşmenin hızla artış gösterdiği ve yoğun olduğu bölgelerde, insan sağlığının birincil çevresel belirleyicisi hava kalitesidir. Türkiye’de ise hava kirliliği, erken ölümlere ve kronik hastalıklara yol açan en önemli çevresel etkindir. Bu nedenle hava kalitesinin düzenli izlenmesi ve kirliliğin engellenmesi sadece çevre politikaları açısından değil, halk sağlığı açısından da yaşamsal öneme sahiptir.

Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) 2015 yılından beri, Türkiye’deki hava kalitesi yönetimi politikalarını ve uygulamalarını takip etmekte; ulusal politikaların uluslararası en iyi uygulamalar düzeyine taşınmasını ve sağlık politikaları ile bütünleşik olarak ele alınmalarını sağlamak amacıyla çalışmaktadır. 15 sağlık, çevre ve iklim örgütünün oluşturduğu Platform, hava kirliliğine dair kamuoyunda farkındalık yaratmak amacıyla bilimsel bilgiyi halkla buluşturan nitelikte çalışmalar yürütmektedir. **Bu çalışmaların en önemlisi, her yıl düzenli olarak yayınlanan ve ülke genelinde bir önceki yıl deneyimlenen hava kalitesinin ve hava kalitesi izleme çalışmalarının incelendiği; uluslararası ve ulusal düzeyde mevzuat ve politikaların değerlendirildiği Kara Rapor çalışmasıdır.** Kara Rapor kapsamında başta fosil yakıtların terk edilmesi olmak üzere Türkiye için hava kalitesini iyileştirmeye yönelik somut politika önerileri de getirilmektedir.



## Türkiye’de kirleticiler için yasal limitler, Dünya Sağlık Örgütü’nün hava kalitesi kılavuzlarının çok üstünde

2021 yılı Eylül ayında Dünya Sağlık Örgütü Hava Kalitesi Kılavuzu’nu küresel ölçekte güncelledi. Böylece hava kirliliğinin sağlık etkilerine dair bilimsel çalışmalarda son 20 yıldaki gelişmeler ışığında soluduğumuz havadaki kaba partikül madde ( $PM_{10}$ ), ince partikül madde ( $PM_{2.5}$ ), azot dioksit ( $NO_2$ ), ozon ( $O_3$ ) ve karbon monoksit ( $CO$ ) yoğunluklarında sağlık için aşılmaması gereken kılavuz değerler aşağı çekilmiş oldu.

Günümüzde dünya genelinde  $PM_{2.5}$  nedeniyle 1 milyondan fazla ölüm yaşanırken DSÖ hiçbir kirleticiye; özellikle  $PM_{2.5}$ ’a maruz kalma durumunda güvenli bir sınır değer olmadığını altını çiziyor. 2021 yılı güncellemesinde  $PM_{2.5}$  için kılavuz değer  $5 \mu g/m^3$  olarak belirlendi. DSÖ’nün bir çalışmasına göre, eğer bu kılavuz değer dünya genelinde uygulanırsa  $PM_{2.5}$ ’a maruz kalma nedeniyle yaşanan erken ölümlerin %80’i engellenebilir.

Türkiye’de ise yürürlükte olan hava kalitesi mevzuatında  $PM_{2.5}$  için bir limit değer hâlâ yer almamaktadır. İki yıldır hazırlıkları devam eden “Dış Ortam Hava Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği” taslağında  $PM_{2.5}$  için 2029 yılında ulaşılması hedeflenen limit değer DSÖ önerisinin tam 5 katı yani  $25 \mu g/m^3$ ’tür. Taslakta, diğer kirleticiler için de hâlen yürürlükte olan limit değerlerin olduğu gibi korunduğu, bilimsel gelişmeler ve DSÖ önerileri doğrultusunda gözden geçirilmediği görülmektedir.

## Türkiye’de hava kalitesi yeterince izlenmiyor

2021 yılı, Türkiye’de hava kalitesinin izlenmesi için yürütülen çalışmaların yine yetersiz kaldığı bir yıl olmuştur. Her ne kadar ülke genelinde hava kalitesi izleme istasyonları sayıca artmış olsa da izleme veriminde bir iyileşme olmamıştır. Örneğin, 340 istasyonun yalnızca 165’inde, yılın %90’ında  $PM_{10}$  ölçümü yapılabilmektedir. Yani 2020 yılında olduğu gibi istasyonlardan yeterli veri alma oranı, 2021 yılında da %49’la sınırlı kalmıştır.

Greenpeace’in bir çalışmasına göre Türkiye’de nüfusun %80’inin 25 km içinde bir hava izleme istasyonuna erişimi vardır. Ancak bu istasyonların konumlarının, büyük noktasal kirlilik kaynaklarından ortaya çıkan kirlilik yükünün doğru izlenmesini sağlayabilecek bir sistemle belirlenip belirlenmediğine dair soru işaretleri bulunmaktadır. Özellikle en eski ve kirliliği yüksek 13 termik santrale bakıldığında, bunlardan 8’inin yakın çevresinde hava izleme istasyonu bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu 13 termik santral;  $PM$ ,  $SO_2$  ve  $NO_x$  kirliliğinde en yüksek paya sahip büyük yakma tesisleridir. Makine Mühendisleri Odası’nın 2022 yılı Enerji Görünümü raporuna göre, çoğu hâlen 2019 yılı sonu itibarıyla işletmeye almış olmaları gereken baca gazı filtre ve arıtma tesislerini tamamlamamışlardır. Buna karşın, bu santraller ya geçici faaliyet belgesi ile ya da çevre izni alarak çalıştırılmaktadır.



## Hava kirliliğinin kronikleştiği iller: Batman, Iğdır, Ağrı, Şırnak ve Malatya

2021 yılında PM10 açısından en kirli havayı soluyan ilk beş il sırasıyla, Batman, Iğdır, Ağrı, Şırnak ve Malatya olmuştur. Batman, Edirne, Iğdır, Ağrı Doğubeyazıt ve Kahramanmaraş Elbistan istasyonlarında yılda 200 günden fazla PM<sub>10</sub> ulusal limit değerinin üstünde hava kirliliği ölçülmüştür. Bu istasyonların yıllık ortalamaları, Dünya Sağlık Örgütü'nün partikül madde PM<sub>10</sub> için belirlediği 15 µg/m<sup>3</sup> olan kılavuz değer 5-8 katı olarak gerçekleşmiştir.

## Üç büyük ilin ikisinde hava kalitesi düzenli izlenmiyor

İstanbul ve Ankara'da özellikle ısınma için kömür yakılan, yapılaşmanın ve trafiğin yoğun olduğu ilçelerde hava kirliliği önkütücü boyutlardadır. İstanbul'da, Sanyer Kumköy hariç nüfusun neredeyse tamamı DSÖ'ye göre partikül maddeler açısından sağlıklı hava solumaktadır. Ankara'da işletmede olan 18 istasyonun ancak altısında minimum %90 veri alımı sağlanabilmişken yeterli veri alımı gerçekleşen bu istasyonlar bazında bakıldığında Ankaralılar yıllık ortalamada ulusal limit değer üzerinde kanserojen partikül madde solumaktadır. İzmir ili genelinde bulunan 23 hava kalitesi izleme istasyonunun sadece yedisinden hava kalitesine dair değerlendirme yapılabilecek yeterlilikte veri alınabilmiştir. Bu veriler İzmir'in genelindeki hava kalitesine dair çıkarım yapmaya yeterli değildir.

## Pandemiyle geçen iki yılda hava kirliliği azalmadı

Pandemide özellikle bazı büyük şehirlerde hava kirliliğinde geçici bir gerileme yaşandıysa da hava kalitesinde yıl ortalamalarına yansıyan bir iyileşme olmamıştır. Sokağa çıkma kısıtlamalarının tüm toplumu kapsayacak şekilde yapılmamasının, özellikle hava emisyonları yüksek olan sanayi, madencilik, inşaat, ürün ve/veya malzemelerin nakliyesinde ya da lojistiğinde hizmet veren yurt içi ve dışı taşımacılık firmalarının çalışmalarının kısıtlamalar dışında tutulmasının bu sonuca yol açtığı düşünülmektedir.

## Kükürt dioksit ve azot dioksit kirliliğinin ana kaynağı kömürden elektrik üretimi

Türkiye'de, 2019 yılında yapılan son hesaplamalara göre kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) emisyonlarının %75'i, NO<sub>2</sub> emisyonlarının %41,8'i elektrik üretiminde fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanmaktadır. Ancak başta termik santrallerin olduğu bölgelerde ve ülke genelinde bu iki hava kirleticinin düzenli ölçümü yapılmamaktadır.



## 2030 yılına kadar termik santrallerin kapatılmasıyla yüz bin hayat kurtarılabilir

THHP bileşeni Sağlık ve Çevre Birliği HEAL'in yürüttüğü son çalışmaya göre ülkedeki termik santrallerin 2030 yılına kadar aşamalı olarak kapatılması durumunda atmosfere 843 bin ton partikül madde, 8 milyon 128 bin ton azot dioksit, 9 milyon 671 bin ton kükürt dioksit ve 293 ton cıva salınması engellenmiş olacaktır. Bu büyük kirlilik yükünün engellenmesi ile 102 bin ölümün önüne geçilebilir. Bu aynı zamanda ülkenin toplam 12,5 yıllık sağlık harcamasına denk gelen 195 milyar Euro sağlık maliyetinden de kurtulmak anlamına gelmektedir.

## Hava kirliliği Türkiye'de ölüme yol açan risklerde 5. sırada

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre hava kirliliği, dünya genelinde her dakika 13 insanın ölümüne yol açmaktadır. 2019'da dış ortam hava kirliliğinin yol açtığı 4 milyon ölümün, yani bir milyondan fazlası, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan PM<sub>2,5</sub>'tan kaynaklanmıştır. Bu 1 milyon ölümün yarısından kömür sorumluyken, diğer yarısı ise doğalgaz ve petrolün yakılması sonucu ortaya çıkan PM<sub>2,5</sub> emisyonları nedeniyle gerçekleşmiştir.

Türkiye'de ise ölüme yol açan riskler içinde hava kirliliği tütün, aşırı kilo, yüksek tansiyon ve yüksek kan şekeri arasında 5. sırada yer almaktadır. Ülkemizde hava kirliliğine bağlı ölümlere yol açan hastalıklarda ilk beş sırada kalp-damar hastalıkları, kronik solunum hastalıkları, kanser türleri, diyabet ve kronik böbrek yetmezliği, solunum yolu enfeksiyonları ve tüberküloz yer almaktadır. Hava kirliliği aynı zamanda anne ve yenidoğan ölümlerine de neden olabilmektedir.

## 2021 yılında hava kirliliği yüzünden en az 42 bin kişi hayatını kaybetti

Türkiye'de 2021 yılında hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybeden kişi sayısının en az 42.067 (kırk iki bin altmış yedi) olduğu tahmin edilmektedir. THHP tarafından yürütülen çalışmaya göre, aynı yıl İstanbul'da 4.848, Ankara'da 2.853 Bursa'da 2.223 ve İzmir'de 1.731 kişinin hayatını hava kirliliğine bağlı hastalıklar nedeniyle kaybettiği hesaplanmaktadır.

## Hava kirliliği ruh sağlığını ve uyku düzenini de etkiliyor

Hava kirliliğinin ruh sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine yönelik çalışmalar son yıllarda giderek hız kazanmıştır. Çalışmalar, hava kirliliğinin; ruhsal hastalık riskinde artışa, mevcut ruhsal hastalıklarda kötüleşmeye, psikiyatrik nedenlerle hastane başvurularında ve yatışlarında yükselişe neden olan faktörlerden biri olduğuna, ayrıca intihar düşüncesi ve eylemiyle de ilişkisine işaret etmektedir. Hava kirliliği; beyin gelişimine olumsuz etkilerinden, sinir hücrelerinin hasarına; ruhsal bozuklukların ortaya çıkmasından, ruhsal hastalıkların belirtilerini şiddetlendirmeye dek varan etkilerle ve sebep olduğu psikososyal zorluklarla önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu yaşamsal sorundan en olumsuz şekilde etkilenen toplumsal gruplar ise hava kirliliğine, çevresel faktörlere ve mesleki tehlikelere maruz kalan yoksul ve yoksun nüfuslardır.

## **İklim değişikliği ve hava kirliliği: Bir madalyonun iki yüzü**

Düşük karbon emisyonu hedefleyen politikaların küresel düzeyde ve sistematik uygulanması, aynı zamanda hava kalitesinin iyileştirilmesini de sağlar.

Hava sıcaklıklarındaki artış, ikincil bir kirlenici olan ve atmosferdeki fotokimyasal tepkimelerle oluşan ozonun yer yüzeyindeki konsantrasyonlarını da insan sağlığını etkileyecek düzeylere yükseltecektir. "İklim cezası" olarak adlandırılan bu ek kirlilik yükünün, özellikle nüfus yoğunluğunun, kentleşmenin ve bunlara bağlı hava kirliliğinin yüksek olduğu Asya kıtasını etkilemesi beklenmektedir.


Öte yandan, iklim değişikliği ile şiddetlenen, sayıca ve sürece artış gösteren doğal yangınlar da özellikle yol açtıkları partikül madde kirliliği ile hava kalitesini hem yerel hem küresel düzeyde olumsuz etkiler. Avrupa Birliği'nin Copernicus Atmosfer İzleme Servisi (CAMS) raporlarına göre Türkiye, 2021 yılında Akdeniz havzasındaki doğal yangınlardan ve buna bağlı hava kirliliğinden en çok etkilenen ülke olmuştur.

## **İklim değişikliği, hava kalitesi ve sağlık üçgenini şimdiden ciddiyle düşünmeliyiz**

İklim değişikliği ile bir yandan fizikojeokimyasal çevre etkilenmekte, değişmekte, kirlenmekte; diğer yandan bu süreçten sağlığın sosyal belirleyicileri de (barınma, temiz hava, temiz ve sağlıklı suya erişim, güvenli ve sağlıklı gıdaya erişim, güvenlik, barış, demokrasi vb.) olumsuz etkilenmektedir. Bu açıdan bakıldığında iklim değişikliğinin öngörülen sonuçları ile temel bir insani hak olan sağlık hakkı, sağlıklı bir çevrede yaşam hakkı ve gelecek kuşakların yaşam hakkı tehlike altındadır.







**BÖLÜM 1**  
**TÜRKİYE'NİN**  
**2021 YILI**  
**HAVA KİRLİLİĞİ**  
**KARNESİ**

## Hava Kalitesinin İzlenmesinde ve Raporlanmasında Kısıtlar ve Sorunlar

### Deniz Gümüşel, Temiz Hava Hakkı Platformu

Türkiye’de hava kalitesinin izlenmesi, değerlendirilmesi, yönetimi ve kamuoyunun bilgilendirilmesi Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının (ÇŞİDB) sorumluluğu altındadır. Hava kalitesinin yönetilmesi, Çevre Kanunu ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDY)¹ çerçevesinde düzenlenmiştir. Bunlara ek olarak, hava kalitesinin sektörel bazda yönetimi için Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği ve bazı yakıt türleri ile kirleticilere özel ikincil mevzuat da bulunmaktadır.

Hava kalitesinin yönetilebilmesi için ilk adım düzenli izlemedir. İzleme, ana kirleticilerin yer yüzeyi seviyesinde hava içindeki konsantrasyonlarının saatlik olarak düzenli ölçülmesi ile yapılır. Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için uluslararası mevzuat ve ulusal mevzuat kapsamında belirlenmiş standartlara göre hava kalitesinin durumu tespit edilmeli, gerekli durumlarda kirliliği önlemek için önlemler alınmalı ve uyarı eşikleri aracılığı ile halkın bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

2005 yılında ÇŞİDB’nin sorumluluğuna devredilen çevrimiçi hava kalitesi izleme görevi, tüm illeri kapsayan Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı kapsamındaki hava kalitesi izleme istasyonları tarafından sağlanır. Bu istasyonların ve bir bütün olarak Hava Kalitesi İzleme Ağı’nın (bölgesel veri işletim merkezleri, kalibrasyon ve analitik laboratuvarların ve diğer bileşenlerin) işletim ve yönetimini ise tüm ülkeyi kapsayan sekiz bölgede kurulu bölgesel temiz hava merkezleri (THM) üstlenmiştir. THM’ler, Bakanlık merkezi ve il müdürlükleri ile koordinasyon içinde çalışır.

Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı Hava Kalitesi İzleme Şube Müdürlüğü tarafından aylık ve yıllık olarak yayınlanan Hava Kalitesi Bülteni’ne göre 2021 yılında ülke genelinde kurulu bulunan hava kalitesi izleme istasyon sayısı toplam 360 adete ulaşmıştır. Bültende bu istasyonlardan 340 adedinde kaba partikül madde (PM<sub>10</sub>), 173 adedinde ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>), 305 adedinde kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), 302 adedinde azot oksitler (NO<sub>x</sub>), 206 adedinde ozon (O<sub>3</sub>), 190 adedinde karbon monoksit (CO) parametrelerinin ölçüldüğü belirtilmektedir.<sup>2</sup> Greenpeace’in yaptığı bir çalışmaya göre Türkiye’de nüfusun %80’inin 25 km içinde bir hava kalitesi izleme istasyonuna erişimi vardır.<sup>3</sup>

Bütün bu idari ve yasal yapılanmaya; izleme ağı kapsamında giderek artan sayıda hava kalitesi izleme istasyonu kurulmasına ve veri işletim altyapısının geliştiriliyor olmasına karşın **Türkiye’de hava kalitesinin iyi ve sağlıklı olduğunu, durumun etkin biçimde izlendiğini, değerlendirildiğini ve yönetildiğini söylemek ne yazık ki mümkün değildir.**

¹ TC. Çevre ve Orman Bakanlığı (mülga) (2008). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 06.06.2008, Resmi Gazete Sayısı: 26898.

² TC. ÇŞİDB Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı Hava Kalitesi İzleme Şube Müdürlüğü (2022). Hava Kalitesi Bülteni Yıllık 2021. TC. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bulten-yillik-2021-20220311092543.pdf>

³ Yung-Jen Chen, Aidan Farrow ve Jiao Wang (2022). Different Air Under One Sky – The Inequity Air Research. Greenpeace India.

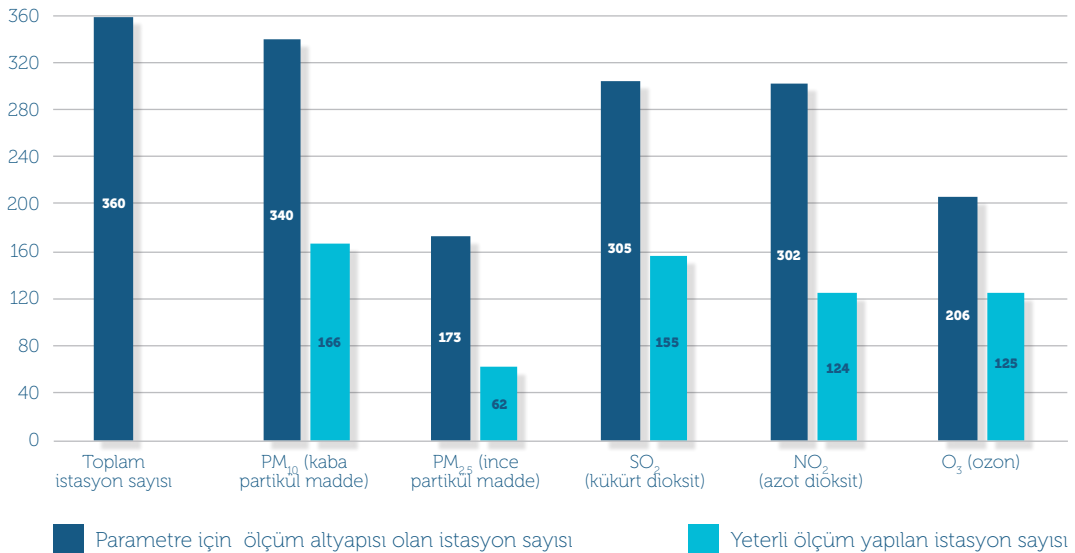


Bu rapor kapsamında, Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın resmî web sitesi olan [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) adresindeki veri bankasından 2021 yılı için 81 ilde bulunan tüm istasyonlara dair kaba partikül madde (PM<sub>10</sub>), ince partikül madde (PM<sub>2,5</sub>), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve ozon (O<sub>3</sub>) parametrelerine ait raporlara erişilmiş; bu ana kirleticiler için veri analizleri yapılmıştır. Veri bankasındaki raporlara, Bakanlık tarafından veri doğrulama tarihi olarak ifade edilen Şubat ayı sonundan sonra, Nisan-Mayıs 2022 tarih aralığında erişilmiştir.

Veri raporlarının genel bir değerlendirilmesi yapıldığında şunları söylemek mümkündür:

- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde sürekli sabit ölçüm yapılan istasyonlarda yeterli veri alım süresi "yılın %90 ve üzeri gün" olarak belirtilmiştir. Bu veri alım oranı, temel kirleticiler olan PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub> için geçerlidir. İstasyonlardan veri alımı, istasyonlar ve iller bazında da kıyaslamalı ve nitelikli bir değerlendirme yapmaya izin vermeyecek düzeyde düşüktür. 2021 yılında, farklı kirletici parametreler için değişmekle birlikte %90 veri alım oranının sağlanması, tüm istasyonların yarısından azında mümkün olmuştur.
- Kamuya açık olarak [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) sitesinde raporlanan verilerde dikkat çekici düzeyde hata ve tutarsızlıklara rastlanmaktadır. Bu durum hava kalitesi ölçümlerinden elde edilen verilerin ÇŞİDB tarafından doğrulanmadan yayınlandığını göstermektedir.
- Her ne kadar, istasyon konumları kamuya açık paylaşıyor olsa da yer seçimlerinin nasıl yapıldığına dair detaylı bilgiye ulaşmak, özellikle noktasal kirlilik kaynaklarının etkilerini belirleyecek yerlerde konumlanıp konumlandıklarının doğrulamasını yapmak mümkün değildir. Ancak veri raporları incelendiğinde, yer seçimlerinin hatalı olabileceğine ve izleme verilerinin hava kalitesi açısından alt bölgeler için yeterli temsiliyeti olmayabileceğine dair kuşku uyandıran ölçüm sonuçlarına rastlanmaktadır.

**Grafik 1 - Ulusal hava kalitesi izleme ağı istasyon altyapısı ve veri alma verimliliği**



## 2021 Yılı Kirletici Bazında Hava Kirliliği

### 2021 Yılında PM<sub>10</sub> Kirliliği

#### Bir bakışta 2021 yılında PM<sub>10</sub> Kirliliği

PM<sub>10</sub> ölçüm altyapısı olan istasyon sayısı: **340**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan istasyon sayısı: **165**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan il sayısı: **34**

Yeterli ölçüm yapılmayan (≤ %90) il sayısı: **47**

Yıllık PM<sub>10</sub> ortalaması DSÖ kılavuz değeri altında (≤ 15 µg/m<sup>3</sup>) olan il sayısı: **1**

Yıllık PM<sub>10</sub> ortalaması DSÖ kılavuz değeri üstünde (≥ 15 µg/m<sup>3</sup>) olan istasyon yüzdesi: **%97**

Yıllık PM<sub>10</sub> ortalaması ulusal limit değerinin üstünde (≥ 40 µg/m<sup>3</sup>) olan istasyon yüzdesi: **%64**

Havada asılı bulunan katı ve sıvı parçacıklı maddelerin (aerosollerin) aerodinamik çapı 10 mikrometreden küçük olanlarına **kaba partikül madde** (PM<sub>10</sub>) adı verilir. Doğal yollarla ve insan faaliyetleri sonucu oluşan PM<sub>10</sub>; en çok sanayi ve enerji tesislerinden, yakma tesislerinden, madencilik ile inşaat faaliyetlerinden, yangınlardan ve rüzgârdan kaynaklanır.

Partikül madde, tek bir toksik madde değildir. Katı ve sıvı formdaki parçacıklardan, çeşitli kimyasal ve fiziksel özellikleri olan bileşenlerden oluşan kompleks bir karışımdır. Partikül madde içeriğinde, karbon, ağır metaller, inorganik iyonlar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve yerküre kökenli elementler bulunabilir. Partikül maddenin sağlığa verdiği zararlar da bu heterojen yapı ile paralel olarak, maddenin büyüklüğüne ve diğer fiziksel özelliklerine, kimyasal bileşimine ve kaynağına bağlı çeşitlilik gösterir. Yine de partikül maddeler genellikle aerodinamik özelliklerine göre sınıflandırılır. Aerodinamik özellikler bu maddelerin atmosferdeki taşınımını ve çökecekleri alanları belirlediği gibi solunum yolunda nasıl ilerleyeceğini ve vücuttan ne şekilde atılacaklarını da etkiler. **Aerodinamik çap** ise partikül maddenin büyüklüğünü özetleyen bir gösterge olarak kullanılır. PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>0.1</sub> sınıflandırmalarındaki sayısal kısımlar, partikül maddenin mikrometre (mikron) birimi ile aerodinamik çapını gösterir.<sup>4</sup>

<sup>4</sup>World Health Organization. Regional Office for Europe. (2006). Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107823>





Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 2021 yılında güncellediği Hava Kalitesi Kılavuzu'nda<sup>5</sup> PM<sub>10</sub>'un kalp-damar rahatsızlıkları, kronik obstrüktif (tıkayıcı) akciğer hastalığı (KOAH), akut alt solunum yolu hastalıkları ve akciğer kanserine bağlı ölümlere yol açtığını bilimsel dayanakları ile belirtilmiştir. Bu nedenle insan sağlığının korunması amacıyla, PM<sub>10</sub>'a maruz kalışın sürekli ve nitelikli bir izlemeye tabi tutulması gereklidir.

2021 yılında Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nda en yaygın olarak izlenen hava kirlenme parametresi de PM<sub>10</sub>'dür. Ancak buna karşın ulusal hava kalitesi veri tabanından indirilen yıllık raporların incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan sonuçlar düzenli bir izleme yapılmadığını göstermektedir.

## 2021 Yılı PM<sub>10</sub> İzlemesinin Değerlendirilmesi

- ÇŞİDB tarafından 2021 yılında 340 istasyonda PM<sub>10</sub> ölçümü yapıldığı belirtilmesine karşın, bu istasyonların sadece 165 tanesinde, yıl boyu veri alımı yüzdesi yasal minimum düzey olan %90'ı yakalanabilmiştir. Bir başka deyişle, istasyonların yarısından (%49'undan) hava kalitesine dair değerlendirme yapmaya yetecek kadar veri alınmıştır.
- 2021 yılı boyunca 340 istasyonun 25'inde (%7,4'ünde) hiç PM<sub>10</sub> ölçümü yapılmamıştır. 150 istasyonda ise yeterli ölçüm yapılmamıştır.
- Yalnızca 34 ilde %90 ve üstü veri sağlama ortalamasına erişilebilmiştir. Geri kalan 47 ilde, il genelinde yıllık PM<sub>10</sub> ortalamalarını hesaplamaya yeterli veri bulunmamakta; yani bu iller için 2021 yılında PM<sub>10</sub> kirlenmesi açısından hava kalitesi değerlendirilememektedir.

## 2021 Yılı PM<sub>10</sub> Kirliliğinin Değerlendirilmesi

2021 yılında güncellenen DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzu'na göre yıllık ortalama 15 µg/m<sup>3</sup>'ün üzerinde PM<sub>10</sub> konsantrasyonuna maruz kalmak, insan sağlığı açısından zararlıdır. Bu limit Türkiye'de ve güncel AB mevzuatında 40 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Öte yandan AB mevzuatında değişiklik yapılması için çalışmalar sürmektedir.

**Tablo 1 - Partikül madde PM<sub>10</sub> için uluslararası ve ulusal limit değerler**

Kirlenici	Ortalama süre	DSÖ 2021 <sup>6</sup>	AB Mevzuatı <sup>7</sup>	Ulusal Mevzuat <sup>8</sup>
PM <sub>10</sub>	Yıllık	15	40	40
	24 saatlik	45 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılamaz.

<sup>b</sup> Bir yılda 35 defadan fazla aşılamaz.

<sup>5</sup> World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

<sup>6</sup> World Health Organization (2021).

<sup>7</sup> European Parliament and European Council (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe (2008).

<sup>8</sup> TC. Çevre ve Orman Bakanlığı (mülga) (2008).





Rize

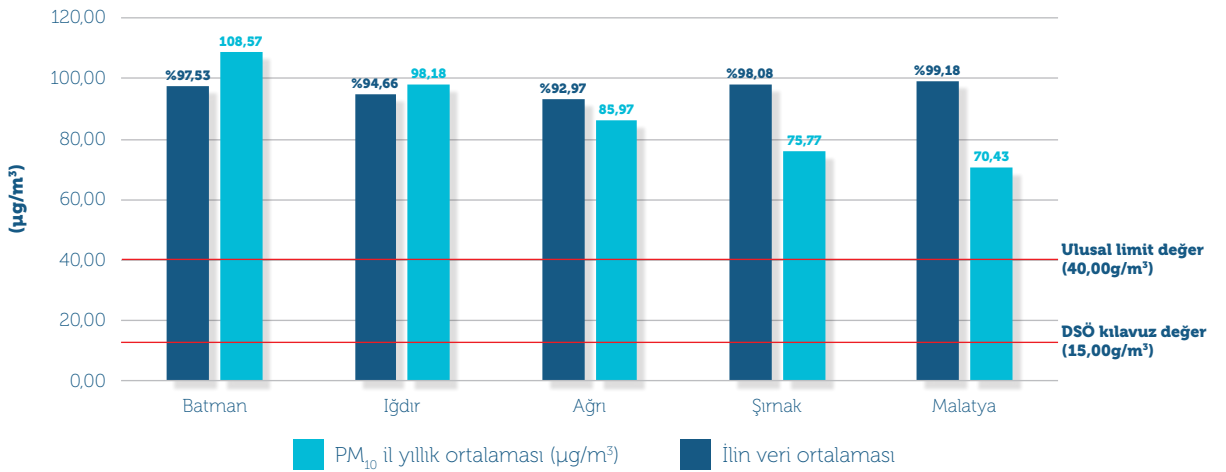
- Yeterli ölçüm yapılan 165 istasyonun 142'sinde (%86'sında) yıl boyunca 35 günden fazla ulusal mevzuatta tanımlanan 24 saatlik limit değeri aşılmıştır.
- DSÖ'nün  $PM_{10}$  kirleticisi kılavuz değeri kriter alındığında, Türkiye'de partikül madde açısından havası temiz olan tek bir il vardır: Hakkâri. Hakkâri'de 2021 yılında solunan havada  $PM_{10}$  konsantrasyonu ortalaması  $14,34 \mu g/m^3$  olarak gerçekleşmiştir. Öte yandan Hakkâri, özellikle  $SO_2$  kirliliğinin üst düzeyde yaşandığı bir ildir.
- Hem %90 veri alımını sağlayan hem de yıllık ortalaması ulusal mevzuattaki  $PM_{10}$  limit değerinin altında gerçekleşen yalnızca sekiz il vardır: Hakkâri, Artvin, Rize, Gümüşhane, Trabzon, Çankırı, Giresun ve Bilecik.
- Bu sekiz il dışında %90 veri alımı sağlayan tüm iller, yıllık ortalama ulusal mevzuatın üstünde  $PM_{10}$  konsantrasyonuna maruz kalmış, yani kirli hava solumuştur.

**Tablo 2 - PM<sub>10</sub> yıllık ortalaması ulusal 24 saatlik limit değeri en çok gün aşan 10 istasyon**

İstasyon Adı	24 saatlik ulusal limit değeri (50 µg/m <sup>3</sup> ) aşan gün sayısı	Yıllık ortalama PM <sub>10</sub> konsantrasyonu (µg/m <sup>3</sup> )
Batman	326	108,57
Edime	318	82,82
Denizli - Bayramyeri	307	76,49
Şırnak	287	75,77
Iğdır	272	119,16
Trabzon - Beşirli	268	64,64
Kahramanmaraş - Elbistan	256	82,58
Osmaniye	248	75,14
Malatya	235	70,43
Zonguldak-Karadeniz Ereğli	227	65,01

## 2021 Yılında Havası En Kirli Beş İl

PM<sub>10</sub> kirliliği açısından, mevzuattaki minimum veri alımı ortalaması %90 ve üzeri olan iller arasında sıralama yapılmıştır. Bu sıralamaya göre, 2021 yılında PM<sub>10</sub> açısından en kirli havayı soluyan ilk beş il sırasıyla Batman, Iğdır, Ağrı, Şırnak ve Malatya'dır (Grafik 2).

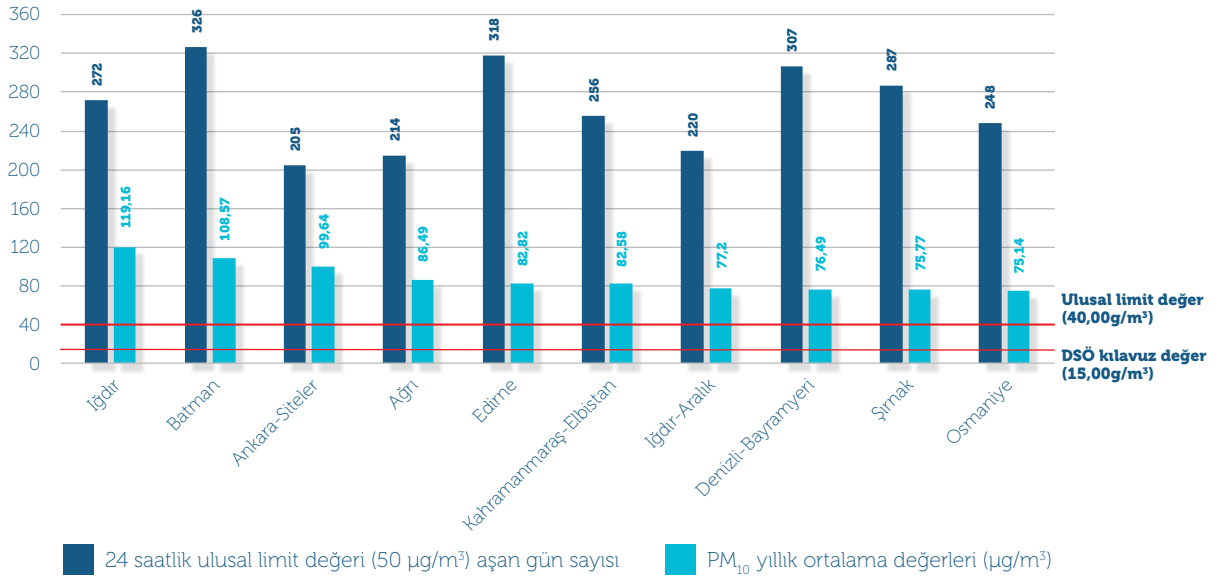
**Grafik 2 - 2021 yılı için yıllık ortalama PM<sub>10</sub> değerleri açısından en kirli 5 il<sup>a</sup>**

Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

<sup>a</sup> Yıllık ortalama minimum %90 veri alımı sağlanan iller arasında sıralama yapılmıştır.



Batman

Grafik 3 - 2021 yılında PM<sub>10</sub> değerleri açısından en kirli 10 istasyonun yıllık ortalama değerleri<sup>a</sup>

Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

<sup>a</sup> Minimum %90 veri alımı sağlanan istasyonlar arasında sıralama yapılmıştır.

**Batman'da 2021 yılındaki partikül madde kirliliği, DSÖ'nün insan sağlığı için belirlediği kılavuz değerini yedi katından fazladır.** Ulusal mevzuattaki yıllık ortalamaların ise yaklaşık üç katıdır. Şehirde yaşayanlar, tam 326 gün boyunca hem ulusal hem uluslararası limit değerlerin çok üzerinde kirli havaya maruz kalmıştır. 2019 yılında yayınlanan Batman Temiz Hava Eylem Planı'na<sup>9</sup> göre hava kirliliğinin ana nedeni, il merkezinde bulunan petrol rafinerisidir. Böyle bir tespit olmasına karşın 2020-2024 yıllarını kapsayan planda, rafineriye yönelik alınacak tek bir önlemden dâhi bahsedilmemiştir.

ÇŞİDB için hazırlanan "Ham Petrol Rafinerilerinin Çevresel Etkileri" kılavuzuna<sup>10</sup> göre rafinerilerde işlenen her 1 milyon ton ham petrol için 3.000 tona kadar partikül madde (PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub>) atmosfere bırakılır. Bu durum, 1,4 milyon ton/yıl ham petrol kapasiteli Batman rafinerisinin havaya yılda 4.200 tona yakın PM salabileceği anlamına gelmektedir. Batman'daki PM kirliliğinin diğer önemli nedenleri arasında, ilde ısınma ve sanayi için yakılan kömür de yer almaktadır.

<sup>9</sup>TC. Batman Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2019). 09.09.2013 tarihli ve 2013/37 sayılı hava kalitesi değerlendirme ve yönetimi genelgesi kapsamında Batman İli Temiz Hava Eylem Planı (2020-2024). [https://webdosya.csb.gov.tr/db/batman/menu/2020-2024-batman-temiz-hava-eylem-planı\\_20220110024213.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/batman/menu/2020-2024-batman-temiz-hava-eylem-planı_20220110024213.pdf)

<sup>10</sup> NIRAS IC Konsorsiyumu (2017). Ham Petrol Rafinerilerinin Çevresel Etkileri, Kitapçık B01 (Ek I – 1a). Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi için Teknik Yardım Projesi, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tr\\_booklet\\_b01\\_-\\_1a---crude-oil-ref-ner-es\\_\\_f\\_nal\\_01-20180418135924-20220104073626.docx](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tr_booklet_b01_-_1a---crude-oil-ref-ner-es__f_nal_01-20180418135924-20220104073626.docx)

### **İğdir da son 6 yıldır en kirli iller arasında en üst sıralarda yer almaktadır.**

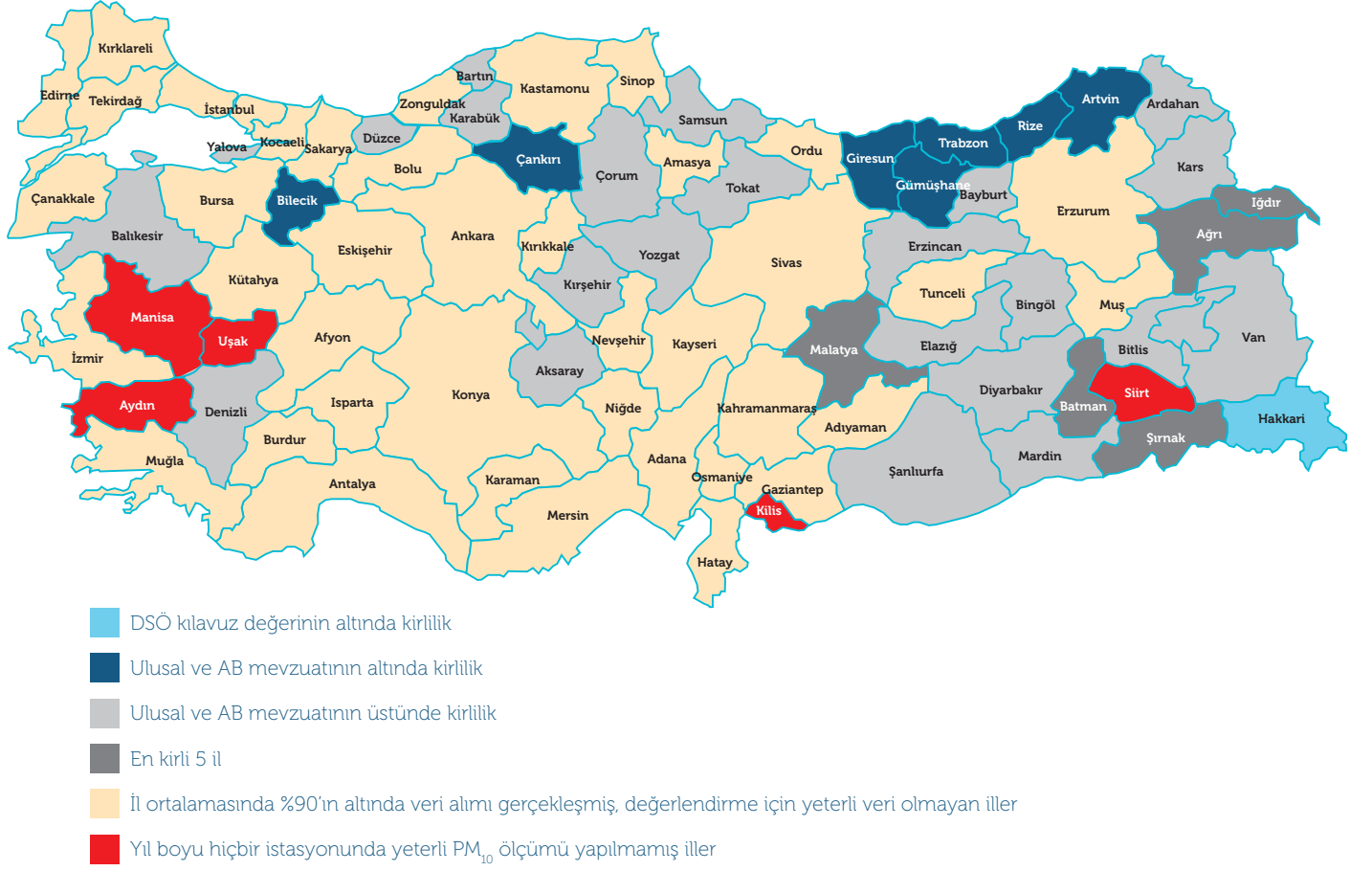
İlin üç ülkeye sınırı olduğundan çevre yolunda yoğun bir karayolu taşımacılığı trafiği yaşanmaktadır. Hava kirliliğinin önemli bir kaynağının, bu karayolu trafiği olduğu tespit edilmiştir. Konutların ısınması için yakılan kömür de bir diğer önemli kirlilik kaynağıdır. İğdir İli Temiz Hava Eylem Planı'na göre, ısınma amaçlı kömür yakılmasına yönelik önlemler alınan yıllarda, PM<sub>10</sub> kirliliğinde anlamlı düşüşler gözlenmiştir. Öte yandan, yine aynı planda yer alan kirlilik envanterine bakıldığında İğdir'ın kirli hava solumasında, ildeki asfalt ve hazır beton tesislerinin, maden ve taş ocaklarının ve ili çevreleyen Kars, Ağrı-Doğubeyazıt ve Ermenistan'da bulunan çimento fabrikalarının da önemli rolü olduğu anlaşılmaktadır. Ancak ilin Temiz Hava Eylem Planı'nda bu kirlilik kaynaklarına yönelik herhangi bir eylem yer almamaktadır. Bütün bu kirlilik kaynaklarına ek olarak, şehrin coğrafi konumlanışı yüzünden özellikle sonbahar ve kış aylarında yaşanan inversiyon olayı nedeniyle şehrin hemen üstünde biriken hava kirliliği atmosferin üst katmanlarına taşınmamakta ve dağılmamaktadır. Bu da kirlilik konsantrasyonlarını çok yüksek düzeylere taşımaktadır.<sup>11</sup>

2021 yılında ÇŞİDB'nin Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'ndan alınan verilerin yetersizliği nedeniyle en temiz iller sıralaması yapmak doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Ancak Tablo 3'te %90 veri alımı sağlanan iller arasında ulusal mevzuata göre bir sıralama ve Şekil 1'deki haritada kirlilik düzeyine göre bir sınıflandırma yapılmıştır.



<sup>11</sup> TC. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İğdir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2019). İğdir Temiz Hava Eylem Planı (Revize) 2. Dönem THEP (2019-2024). [https://webdosya.csb.gov.tr/db/igdir/menu/igdir-temiz-hava-eylem-planı-2019-2024\\_20201102091601.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/igdir/menu/igdir-temiz-hava-eylem-planı-2019-2024_20201102091601.pdf)



Şekil 1 - PM<sub>10</sub> kirleticisi yıllık ortalamasına göre 2021 yılında illerdeki hava durumu

## Pandeminin hava kirliliğine etkisi

2020 ve 2021 yıllarına küresel düzeyde damgasını vuran ve 200'ün üzerinde ülkede etkili olan COVID-19 pandemisi hava kirliliği ile iki boyutta ilişkilidir. Hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde, COVID-19'un yayılımını ve şiddetini arttırdığını, COVID-19 nedeniyle ölümlerin de daha fazla olduğunu gösteren çok sayıda bilimsel kanıt bulunmaktadır.<sup>12,13</sup>

Başka bir boyutta ise COVID-19 pandemisi hava kirliliğinin belirleyenlerinden biri olmuştur. Çoğu ülke COVID-19 pandemisine bir yanıt olarak ekonomik faaliyetleri de askıya alan sokağa çıkma kısıtlamaları uygulamıştır. Hükümetler tarafından pandemiyi yönetilmesine yönelik alınan bu önlemler nedeni ile 2020 ve 2021 yıllarında yerel/bölgesel ölçeklerde ve belirli süreler için hava kirliliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bir çalışmaya göre bu önlemler sonucu, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Orta Asya ve Uzak Doğu'daki 34 ülkede kısıtlamaların uygulandığı 1 Ocak-15 Mayıs 2020 tarihleri arasında (bu tarihler her ülke için farklıdır) azot dioksit düzeylerinde %60'lara, PM<sub>2,5</sub> düzeylerinde ise %31'e varan düşüşler yaşanmıştır.<sup>14</sup>

Türkiye'de de 2020 ve 2021 yıllarında sokağa çıkma kısıtlamalarının olduğu Nisan ve Mayıs aylarındaki hava kalitesini, 2019 yılının aynı ayları ile kıyasladığımızda iller bazında PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarında anlamlı düşüşler olduğu görülmektedir. Örneğin, iki büyük il (İstanbul ve Ankara) için bu karşılaştırma yapıldığında 2020 ve 2021 yılları Nisan ve Mayıs aylarında pandemiyin PM<sub>10</sub> kirliliğinde azaltıcı bir etkisi olduğunu söylemek mümkündür. (İzmir için yeterli ölçüm verisi olmadığından yıllar bazında bir kıyaslama yapmak mümkün olmamıştır.)

- İstanbul'da 2019 yılı Nisan-Mayıs aylarının ortalamasına göre 2020 yılının bu iki ay ortalamasında 8,69 µg/m<sup>3</sup>; 2021 yılında ise 5,50 µg/m<sup>3</sup> civarında bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüşler, 2019 Nisan-Mayıs aylarına göre 2020 yılı %21,78; 2021 yılının aynı ayları için %13,79 azalmaya denk gelmektedir.
- Ankara'da 2019 yılı Nisan-Mayıs aylarının ortalamasına göre 2020 yılının bu iki ay ortalamasında 7,05 µg/m<sup>3</sup>; 2021 yılında ise yine aynı ayların ortalamasında 3,17 µg/m<sup>3</sup> bir düşüş gözlemlenmiştir. Bir başka deyişle Ankara'da Nisan-Mayıs ayları PM<sub>10</sub> ortalamaları 2019 yılına göre 2020 yılında %16,12, 2021 yılında ise %7,24 oranında gerilemiştir.

Serdar Aydın ve arkadaşlarının<sup>15</sup> yürüttüğü bir çalışmada, Aralık 2019, Nisan 2020 ve Mayıs 2020 için yapılan kıyaslamalı bir hava kalitesi endeksi hesabında, Türkiye ortalamasında Nisan 2020 sonunda PM<sub>2,5</sub> endeksinin %34,5 iyileştiği tespit edilmiştir. Mayıs 2020'de PM<sub>2,5</sub> endeksi, pandemi öncesi düzeyi olan ve hassas gruplar için sağlıksız olarak nitelendirilen 103'ten 56,9'a kadar gerilemiştir. Ancak, aynı çalışmada ozon endeksi 16,8'den 28,8'e yükselmiştir. İkincil bir kirlenici olan yer yüzeyi ozon konsantrasyonlarındaki artış PM düzeylerindeki düşüşe atfedilmektedir.

<sup>12</sup> Albayati, N., Waisi, B., Al-Furaiji, M., Kadhom, M., & Alalwan, H. (2021). Effect of COVID-19 on air quality and pollution in different countries. *Journal of transport & health*, 21, 101061.

<sup>13</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2021).

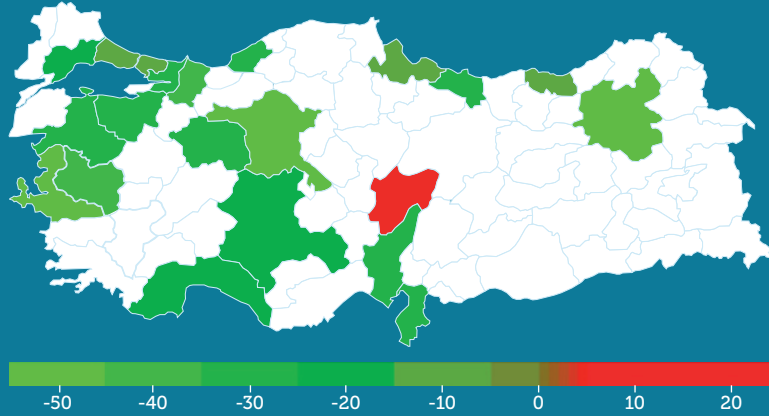
<sup>14</sup> Venter, Z. S., Aunan, K., Chowdhury, S., & Lelieveld, J. (2020). COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(32), 18984-18990.

<sup>15</sup> Aydın, S., Nakiyngi, B.A., Esmen, C., Güneysu, S., & Ejjada, M. (2021). Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perspective. *Environment, development and sustainability*, 23, 7573-7580.



Türkiye genelinde 30 büyükşehri ve Zonguldak'ı kapsayan bir çalışmada<sup>16</sup> ise 2020 yılında sokağa çıkma kısıtlamalarının olduğu dönemlerde 2018 ve 2019 yıllarının aynı dönemlerine kıyasla, azot dioksit kirliliğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Bu trendin dışında kalan tek büyükşehir Kayseri olmuştur. İstanbul, Ankara ve İzmir bu düşüşün %50'den fazla olduğu kentlerdir.

**Şekil 2** - Pandemi öncesi ve sonrası NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişim



Kaynak: Dursun, S., Sagdic, M., & Toros, H. (2022).

PM<sub>10</sub> ve NO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki gerilemeler tek başına COVID-19 pandemisi ile açıklanamaz. Pandemi önlemlerinin etkisine dair daha somut çıkarımlar yapılabilmesi için meteorolojik değişkenlikler de dikkate alınmalıdır.<sup>17</sup> Yine de bu aylarda yoğunlaşmış sokağa çıkma kısıtlamalarının özellikle trafikten kaynaklı hava kirliliğinde azalmaya yol açtığını söylemek yanlış olmayacaktır. Söz konusu sokağa çıkma kısıtlamalarında sanayi, enerji ve madencilik gibi sektörlerde üretime devam edilmesi için istisnalar sağlanmıştır. Bu nedenle, hava kirliliğine yansıyan azalma etkisi daha çok okulların kapanması ve hizmetler sektöründeki yasakların yol açtığı trafikte ve ısınmada azalma ile açıklanabilir.

Öte yandan, bu azalma trendi, özellikle PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> için, 2020 ve 2021 yıllarının ortalama hava kalitesini etkileyebilecek boyutlara ulaşmamış görünmektedir. Küresel ölçekte PM<sub>2,5</sub> kirliliğini uydu verileri üzerinden inceleyen Hava Kalitesi Yaşam İndeksi çalışması kapsamında 2020'de, COVID-19 kapanmaları nedeniyle sanayide üretimin durması ve seyahatlerin kısıtlanmasına bağlı olarak, havası en kirli bazı bölgelerde hava kalitesinde anlık iyileşmeler olduğunu doğrulanmaktadır. Ancak raporda, yeni ve yenilenmiş uydu kaynaklı PM<sub>2,5</sub> verilerine göre, küresel partikül madde kirliliğinde kalıcı çok az değişiklik olduğu belirtilmektedir. Küresel nüfus ağırlıklı ortalama 2019'daki PM<sub>2,5</sub> seviyesi olan 27,7 µg/m<sup>3</sup>, 2020'de sadece 27,5 µg/m<sup>3</sup>'e gerilemiştir. Hatta, dünyanın en kirli bölgesi olan Güney Asya'da kirliliğin aslında pandeminin ilk yılında yükseldiği tespit edilmiştir.

Türkiye'de de Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın veri tabanından elde edilen veriler çerçevesinde, tüm iller bazında son 3 yılın PM<sub>10</sub> yıllık ortalamalarına dair bir kıyaslama yapıldığında, pandeminin uzun süreli kapanmalara yol açtığı 2020 ve 2021 yıllarında, 2019'a göre anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bu durum, pandemi süresince sanayi, enerji, madencilik, mal taşımacılığı gibi hava kirliliğine etkisi büyük olan ekonomik sektörlerde üretimin devam ettirilmiş olması ile ilişkilendirilebilir.

<sup>16</sup> Dursun, S., Sagdic, M., & Toros, H. (2022). The impact of COVID-19 measures on air quality in Turkey. *Environmental Forensics*, 23(1-2), 47-59.

<sup>17</sup> Venter, Z. S., Aunan, K., Chowdhury, S., & Lelieveld, J. (2020)

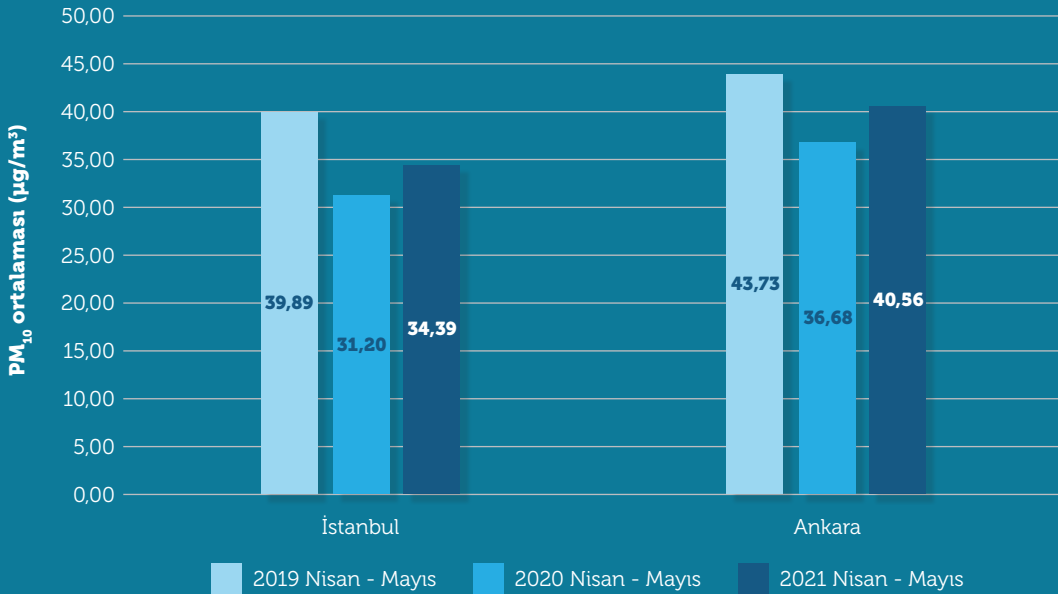


**Grafik 4 - İller bazında 2019-2020-2021 yılları PM<sub>10</sub> ortalamaları kıyaslaması (%90 ve üzeri veri alınabilen iller)**



Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

**Grafik 5 - İstanbul ve Ankara illerinin 2019, 2020 ve 2021 yıllarında Nisan-Mayıs ayları PM<sub>10</sub> ortalamaları kıyaslaması**



Kaynak: www.havaizleme.gov.tr



## 2021 Yılında PM<sub>2,5</sub> Kirliliği

### Bir bakışta 2021 yılında PM<sub>2,5</sub> Kirliliği

PM<sub>2,5</sub> ölçümü altyapısı olan istasyon sayısı: **173**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan istasyon sayısı: **62**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan il sayısı: **8**

Yeterli ölçüm yapılmayan (≤ %90) il sayısı: **73**

Yıllık PM<sub>2,5</sub> ortalaması DSÖ kılavuz değeri altında (≤ 5 µg/m<sup>3</sup>) (havası temiz) olan il sayısı: **Yok**

Yıllık PM<sub>2,5</sub> ortalaması DSÖ kılavuz değeri (≥ 5 µg/m<sup>3</sup>) üstünde olan istasyon yüzdesi: **%100**

Aerodinamik çapı 2,5 mikrometre ve daha küçük olan katı veya sıvı formdaki aerosollere (parçacıklı maddelere) partikül madde 2,5 (PM<sub>2,5</sub>) adı verilir. Saç telinin yaklaşık 30'da 1'i kadar ince olan PM<sub>2,5</sub> havadan yere çökmeden önce binlerce kilometreler taşınabilir. PM<sub>10</sub> doğal kaynaklardan, örneğin yanardağ ve doğal yangınlardan gelen tozu da barındırırken, PM<sub>2,5</sub> çoğunlukla yakma kaynaklı partikül maddelerdir ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliği ayırt edebilmek için temel göstergedir.<sup>18</sup> Başta fosil yakıtlardan elektrik üretimi olmak üzere sanayi, ısınma, ulaşım, madencilik, inşaat, endüstriyel tarım sektörleri PM<sub>2,5</sub> kirliliğinin ana kaynaklarıdır.

## 2021 Yılı PM<sub>2,5</sub> İzlemesinin Değerlendirilmesi

ÇŞİDB'nin 2021 yılı Hava Kalitesi Bülteni'nde 173 istasyonda PM<sub>2,5</sub> ölçümü yapıldığı belirtilmesine karşın bu ölçümlerin sürekli, düzenli ve yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir.

- Bakanlık web sitesinden elde edilen raporlara göre, ilgili 173 istasyonun 23'ünde yıl boyu hiç ölçüm yapılmamıştır. Ölçüm yapılmış olan 150 istasyonun 88'i ise veri alımı %90'ın altında gerçekleşmiştir.
- Başka bir deyişle, ÇŞİDB tarafından Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nda PM<sub>2,5</sub> ölçümü yapılan istasyonlardan %90 ve üstünde veri alımı gerçekleştirilenlerin sayısı sadece 62, oranı %35,84'tür.
- İller bazında değerlendirildiğinde, il ortalamasında veri alımı %90 ve üstü olan 8 il bulunmaktadır: Aksaray, Bartın, Bilecik, Çankırı, Edirne, Iğdır, Kırşehir, Yalova.

<sup>18</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019a). Partikül Madde (PM 2.5) Politika Notu: Sağlık Etkileri ve Dünya'dan Mevzuat Örnekleri. <https://www.temizhavahakki.org/pm25-politika-notu/>



## 2021 Yılı PM<sub>2,5</sub> Kirliliğinin Değerlendirilmesi

Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı kapsamındaki PM<sub>2,5</sub> ölçümleri yeterli değildir. Ayrıca, ulusal mevzuatta PM<sub>2,5</sub> için tanımlanmış bir limit değer de bulunmamaktadır. Oysa PM<sub>2,5</sub>, hava kalitesi ve halk sağlığı açısından öncelikli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi gereken bir kirlilik göstergesidir.

**Tablo 4 - İnce partikül madde PM<sub>2,5</sub> için ulusal ve uluslararası limit değerler**

Kirletici	Ortalama Süre	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	AB Limit Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ulusal Limit Değer (µg/m <sup>3</sup> )
PM <sub>2,5</sub>	Yıllık	5	20	-
	24 saatlik	15 <sup>a</sup>	-	-

<sup>a</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılamaz.

PM<sub>2,5</sub> izlemesinin yeterli olmadığı durumlarda, PM<sub>2,5</sub> kirliliği, PM<sub>10</sub> ortalaması üzerinden bir dönüşüm katsayısı ile hesaplanabilir. Bu oran; hava kalitesi değerlendirilen alana özgü coğrafya ve atmosferik faktörlerle olduğu kadar alanın kırsal, kentsel ve endüstriyel yerleşim yeri olmasına bağlı özelliklerle de ilgilidir. Türkiye için DSÖ tarafından verilen PM<sub>10</sub>'dan PM<sub>2,5</sub>'e dönüşüm katsayısı 0,66327'dir.<sup>19</sup>

- Ölçüm yapılan ve %90 veri alımı sağlanan 62 istasyonun tamamında DSÖ yıllık ortalama kılavuz değeri olan 5 µg/m<sup>3</sup> aşılmıştır. 30 istasyonda ise AB yıllık ortalama PM<sub>2,5</sub> limit değeri olan 20 µg/m<sup>3</sup> aşılmıştır.
- PM<sub>10</sub> ölçüm verileri üzerinden hesaplanan illerin yıllık PM<sub>2,5</sub> ortalamalarına bakıldığında ise hiçbir ilde DSÖ'nün insan sağlığı için verdiği kılavuz değerinin sağlanmadığı görülmektedir. AB limit değerlerini ise yalnızca iki il, Hakkâri ve Artvin aşmamıştır. Bu iller dışında tüm illerde yıllık ortalama PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonu, DSÖ ve AB limitlerinin üstünde düzeylerde tespit edilmektedir.

Öte yandan PM<sub>2,5</sub> kirliliği, küresel bir sorundur. Chicago Üniversitesi'nden bir grup araştırmacının uydu görüntüleme yöntemleri ile yürüttüğü Hava Kalitesi Yaşam İndeksi çalışmasına göre<sup>20</sup> küresel nüfusun %80,2'si, havadaki PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonlarının DSÖ'nün daha önceki kılavuz değeri olan 10 µg/m<sup>3</sup>'ün üstünde olduğu alanlarda yaşamaktadır. DSÖ'nün 2021 yılında belirlediği çok daha düşük olan yeni kılavuz değerine göreyse **dünya üzerindeki nüfusun %97,3'ü sağlıksız hava solmaktadır.**<sup>21</sup>

<sup>19</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019b). Kara Rapor 2019.

<https://www.temizhavahakki.org/wp-content/uploads/2019/08/Hava-Kirliligi-ve-Saglik-Etkileri-Kara-Rapor-2019.pdf>

<sup>20</sup> M. Greenstone, C. Hasenkopf and K. Lee (2022). Air Quality Life Index Annual Update June 2022.

[https://aqli.epicuchicago.edu/wp-content/uploads/2022/06/AQLI\\_2022\\_Report\\_Global.pdf](https://aqli.epicuchicago.edu/wp-content/uploads/2022/06/AQLI_2022_Report_Global.pdf)

<sup>21</sup> M. Greenstone, C. Hasenkopf and K. Lee (2022).



Aynı çalışmaya göre, Türkiye'de ortalama yıllık  $PM_{2,5}$  konsantrasyonu  $21,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tür ve nüfusun hemen hemen tamamı DSÖ önerisinin 4 katından fazla kirliliğe maruz kalmaktadır. Türkiye; Güney Asya, Orta ve Batı Afrika ve Latin Amerika ülkeleri ile birlikte, nüfusun en yoğun şekilde  $PM_{2,5}$  kirliliğine maruz kaldığı ülkelerden biridir.

Greenpeace'in farklı ülkelerde toplumsal eşitsizliklerle  $PM_{2,5}$  maruziyeti arasındaki ilişkiye dair yürüttüğü çalışmaya göre ise Türkiye'de nüfusun tamamı DSÖ'nün  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lük kılavuz değeri üzerinde  $PM_{2,5}$  kirliliğine maruz kalmaktadır. Bu kirlilikten en çok etkilenenlerse yaşlı insanlar, çocuklar ve hamile kadınlardır. Çalışmaya göre, yaşlıların %66'sı, çocukların %70'i, hamilelerin ise %64'ü yıl boyu ortalama  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ün üzerinde ince partikül madde solumaktadır.<sup>22</sup>

## IQAIR 2021 Dünya Hava Kirliliği Raporu açıklandı: Türkiye yine 46. sırada<sup>23</sup>

İsviçre merkezli hava kalitesi teknolojisi şirketi IqAir tarafından her yıl yayımlanan Dünya Hava Kirliliği raporuna göre 2021 yılında Türkiye, 2020 yılında olduğu gibi dünyanın en kirli havaya sahip 46. ülkesi oldu.

2021 Dünya Hava Kirliliği raporunda, Ankara dünyanın en kirli 54. başkenti olarak yer alırken; Iğdır, Avrupa'nın hava kirliliği en yoğun şehri olarak gösterildi.

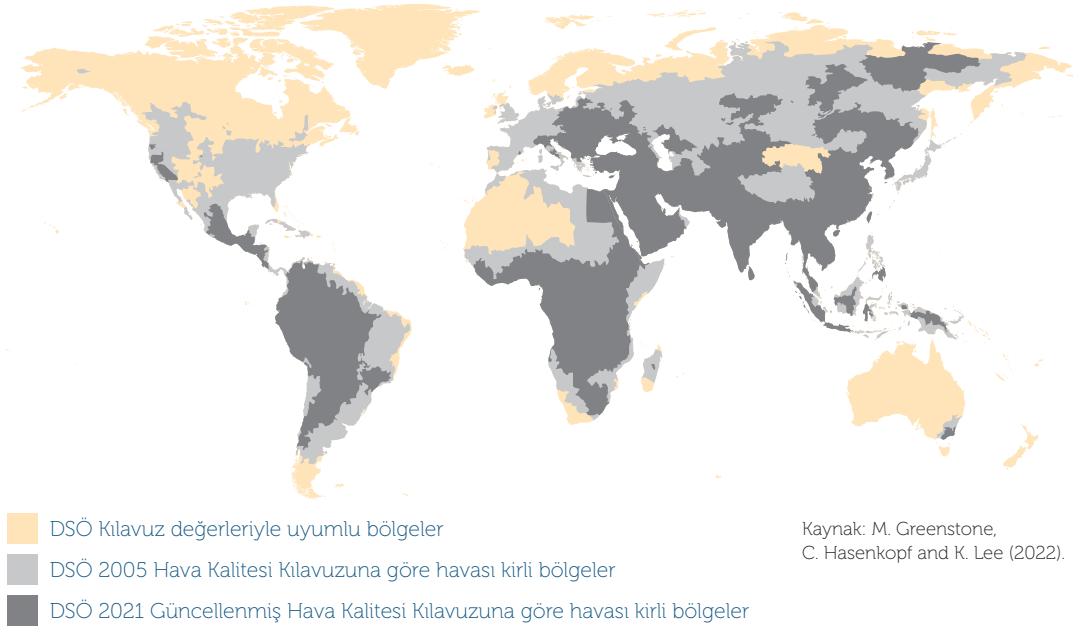
Rapor, 117 ülkeden toplam 6476 şehirdeki hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan metreküp başına düşen ince parçacıklı madde ( $PM_{2,5}$ ) yoğunluğu ölçümlerine dayanıyor. Rapora dâhil edilen hava kalitesi izleme istasyonlarının yüzde 44'ü devlet kurumları tarafından işletilirken, geri kalanı bilim insanları, kâr amacı gütmeyen kuruluşlar ve şirketler tarafından çalıştırılıyor.

<sup>22</sup> Yung-Jen Chen, Aidan Farrow ve Jiao Wang (2022).

<sup>23</sup> Greenpeace Akdeniz ve Temiz Hava Hakkı Platformu (2022). 2021 Dünya Hava Kirliliği Raporu Açıklandı: Türkiye Yine 46. Sırada. (Basın bülteni). 22 Mart 2022. <https://www.temizhavahakki.org/2021-dunya-hava-kirliligi-raporu-aciklandi-turkiye-yine-46-sirada/>



**Şekil 3 - 2005 ve güncellenen 2021 DSÖ kılavuz değerlerine göre dünya genelinde  $PM_{2.5}$  hava kirliliği yaşanan bölgeler**



## 2021'de 3 Büyük Şehirde Hava Kalitesi

### İstanbul İli Hava Kalitesi Durumu

Nüfusu ile doğru orantılı olarak ülke genelinde en fazla sayıda hava kalitesi izleme istasyonu olan il İstanbul'dur. Ancak il genelindeki 39 istasyonun veri alımı yüzdelere bakıldığında, istasyonların %90'ında insan sağlığı açısından yaşamsal önemde olan  $PM_{2.5}$  kirleticisinin izlenmediği görülmektedir.

$PM_{10}$  ölçümü ise daha sistematik yapılmaktadır. 39 istasyonun ikisinde yıl boyu hiç ölçüm yapılmamış, on dördünde yeterli veri alımı sağlanamamışken geri kalan 23 istasyonda veri alımı %90'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Bu istasyonların 22'sinde DSÖ  $PM_{10}$  kılavuz değeri olan yıllık ortalama  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aşılmış durumdadır. **Sarıyer Kumköy hariç İstanbul nüfusunun neredeyse tamamı DSÖ'ye göre sağlıklı hava solmaktadır.** Geri kalan istasyonların sekizinde yıllık  $PM_{10}$  ortalaması, ulusal yıllık ortalama limit değerinin üstünde gerçekleşmiştir. Bu istasyonlarda bir yılda 35 defadan fazla aşılmaması gereken 24 saatlik limit değer olan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün aşıldığı gün sayısının 35'in çok üzerinde (41-202 gün) olduğu görülmektedir. Minimum %90 veri sağlayan istasyonların ortalamalarından yapılan hesaplamalarda İstanbul ili için 2021 yılı  $PM_{10}$  ortalaması  $34,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak belirlenmiştir.

Sultangazi, Esenyurt ve Mecidiyeköy yeterli ölçüm yapılan istasyonlar arasında en kirli bölgeleri işaret etmektedir.

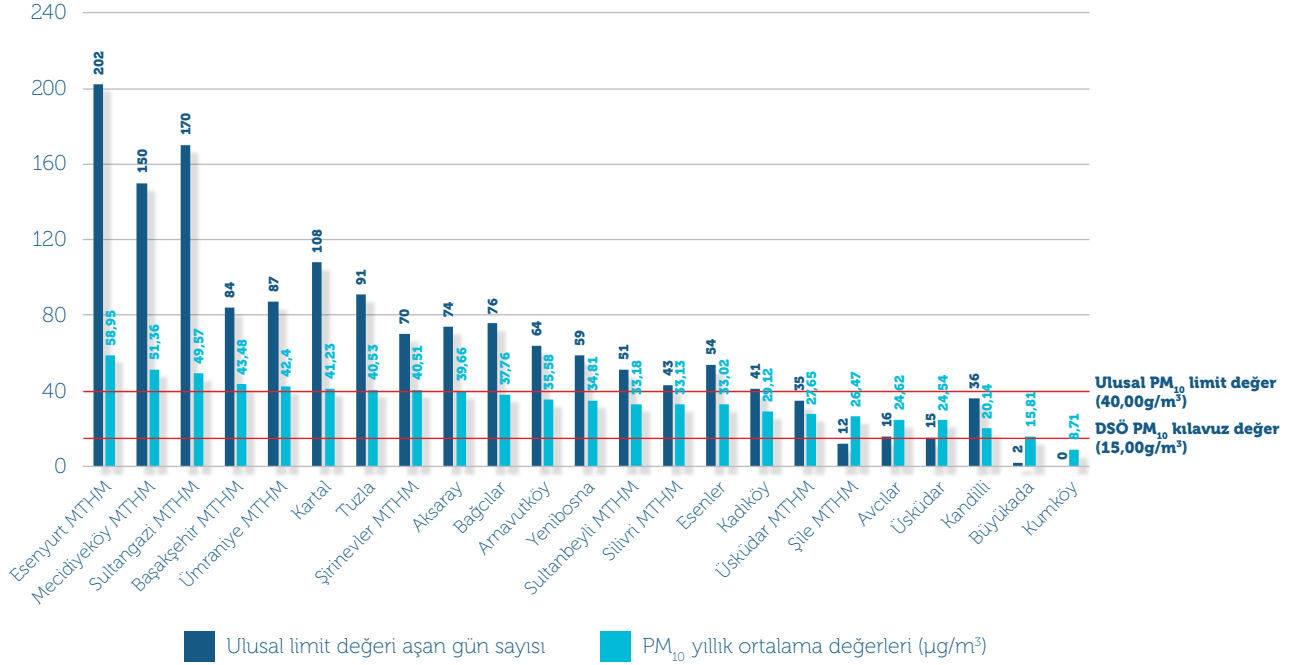
İstanbul 2020-2024 Temiz Hava Eylem Planı'na<sup>24</sup> göre nüfusu 500 binin üzerinde kalabalık bir ilçe olan Sultangazi'de gözlemlenen  $PM_{10}$  kirliliğinin temel nedenlerinden biri ilçe sınırları içinde bulunan Cebeci taş ocaklarıdır ve ilçe nüfusunun yarısından fazlası bu taş ocaklarının yarattığı hava kirliliğine maruz kalmaktadır.

Yine aynı rapora göre Esenyurt yoğun nüfus, yapılaşma ve trafik nedeniyle; Mecidiyeköy ise günün hemen her saatinde görülen çok yoğun araç trafiğinden dolayı hava kirliliği yaşanan yerleşim alanlarıdır.

<sup>24</sup> T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve İstanbul Valiliği (2020). İstanbul İli Temiz Hava Eylem Planı.



**Grafik 6 - İstanbul ilinde yeterli ölçüm ( $\geq$  %90) yapılan istasyonlardaki yıllık  $PM_{10}$  ortalamaları ve ulusal yıllık limit değeri aşan gün sayısı**



Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

İstanbul geneli için eylem planı çalışması kapsamında emisyon envanteri yapılmıştır. Bu envanter çalışmalarını özetleyen tablolardan oluşturulmuş Tablo 4, İstanbul ilindeki ana emisyon kaynaklarına ve bunların kirletici miktarlarına dair bir fikir verebilmektedir. Ancak envanter sonuçları kapsamında ilde kullanılan kömürden kaynaklı kirletici emisyonlarına yer verilmemiştir. Partikül madde kirliliği açısından kömür verileri olmadan yorum yapmak doğru olmayacaktır. Öte yandan, atık yakma işleminin de çok önemli bir  $PM_{10}$  kirlilik kaynağı olduğunu söylemek mümkündür.

$NO_x$  kirliliği ise temel olarak ulaşım, ısınma ve sanayide doğalgaz kullanımı ile yine atık yakma proseslerinden ortaya çıkmaktadır. İstanbul'da araç trafiğinin yanı sıra kayda değer düzeyde havayolu ve deniz yolu trafiği de vardır ve her ikisi de ana kirlilik kaynakları arasındadır.

**Tablo 4 - İstanbul için il bazında farklı yakıtlardan kaynaklı kirletici emisyonları (EMEP metodu ile)**

Yakıt Türü	Yakıt Miktarı (ton/yıl)	$PM_{10}$ (ton/yıl)	$PM_{2.5}$ (ton/yıl)	$NO_x$ (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	$SO_x$ (ton/yıl)
Odun	313.737,0	1.877,7	1.833,0	111,8	8.941,5	246
Doğalgaz	3.468.049,2	23,5	23,5	4.939,7	2.587,5	35,3
Biyokütle	-	701,0	700,0	825,4	12.797,1	61,5
Tıbbi atık yakma*	5.727.222,0	13.344,4	-	10.194,5	8476,3	6.242,7
Araç emisyonları**	-	3.599,0	3.179,6	51.477,4	78.705,4	-

Kaynak: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve İstanbul Valiliği (2020).

\* EPA metodu ile \*\* COPERT Modeli ile.



## Ankara İli Hava Kalitesi Durumu



Ankara

Ankara'da işletmede olan 18 istasyonun ancak altısından yani üçte birinden minimum %90 veri alımı sağlanabilmiştir. Yeterli veri alımı gerçekleşen altı istasyonun dördünde, yıl ortalamasında ulusal limit değerin üzerinde  $PM_{10}$  kirliliği gözlemlenmiştir. Bu istasyonlarda bir yılda 35 defadan fazla aşılmaması gereken 24 saatlik limit değer olan  $50 \mu g/m^3$ 'ün aşıldığı gün sayısının 35'in çok üzerinde (76-205 gün) olduğu görülmektedir. %90 veri alımı yapılmış olan istasyonlar bazında Ankara'nın yıllık  $PM_{10}$  ortalaması  $53,52 \mu g/m^3$  olarak hesaplanmıştır. Öte yandan, bu değeri Ankara geneli için bir ortalama olarak düşünmek yanıltıcıdır. Zira kirliliğin yoğun olarak gözlemlendiği bazı istasyonlar, veri alımı yeterli olmadığı için il ortalamasına katılamamıştır.

Örneğin Ulus Trafik istasyonu, uzun yıllardır yüksek kirlilik düzeyleri gözlenen bir istasyondur. Bu istasyonda,  $PM_{10}$  ölçüm değerleri DSÖ kılavuz değerlerinin çok üzerinde seyretmekte olup ulusal mevzuattaki limit değerinde 100 katına yakın ölçümler yapılmıştır.<sup>25</sup> Var olan veriler çerçevesinde bile istasyon günlük ortalama limit değerlerin en fazla aşıldığı istasyonlardan biridir. Ancak istasyondan sağlıklı ve bütünlüklü bir istatistiki değerlendirme yapmaya yetecek miktarda veri alınamamıştır; 2021 yılı için veri alımı %34,79 olarak gerçekleşmiştir.

$PM_{2,5}$  ölçülen istasyonlar arasında yer alan Siteler'den alınan veriler, Ankara genelinde en kirliliği havayı soluyan bölgenin bu semt olduğunu göstermiştir. Son 6 yılın hava kalitesi verilerine bakıldığında, 2016, 2017, 2018 yıllarında hava kalitesinde istikrarlı bir iyileşme yaşanan Siteler istasyonu bölgesinde<sup>26</sup>, 2019, 2020, 2021 yıllarında  $PM_{10}$  kirliliğinde yeniden artış gözlenmiştir. 2021 yılında  $PM_{10}$  ulusal limit değeri 205 gün boyunca aşılmıştır. İstasyonun yıllık  $PM_{10}$  ortalaması ise  $99,64 \mu g/m^3$ 'tür. Yani Siteler semtinde yaşayan ve çalışan nüfus yıl boyu DSÖ kılavuz değerinin 7 katına yakın partikül madde kirliliğine maruz kalmıştır. Çevre Mühendisleri Odası, bu bölgedeki kirliliğin ana kaynağının sitelerdeki endüstriyel faaliyetlerin yeterince denetlenmemesi ve bölgedeki işletmelerin kontrolsüzce her tür atığı yakma eğilimiyle açıklamaktadır.<sup>27</sup>

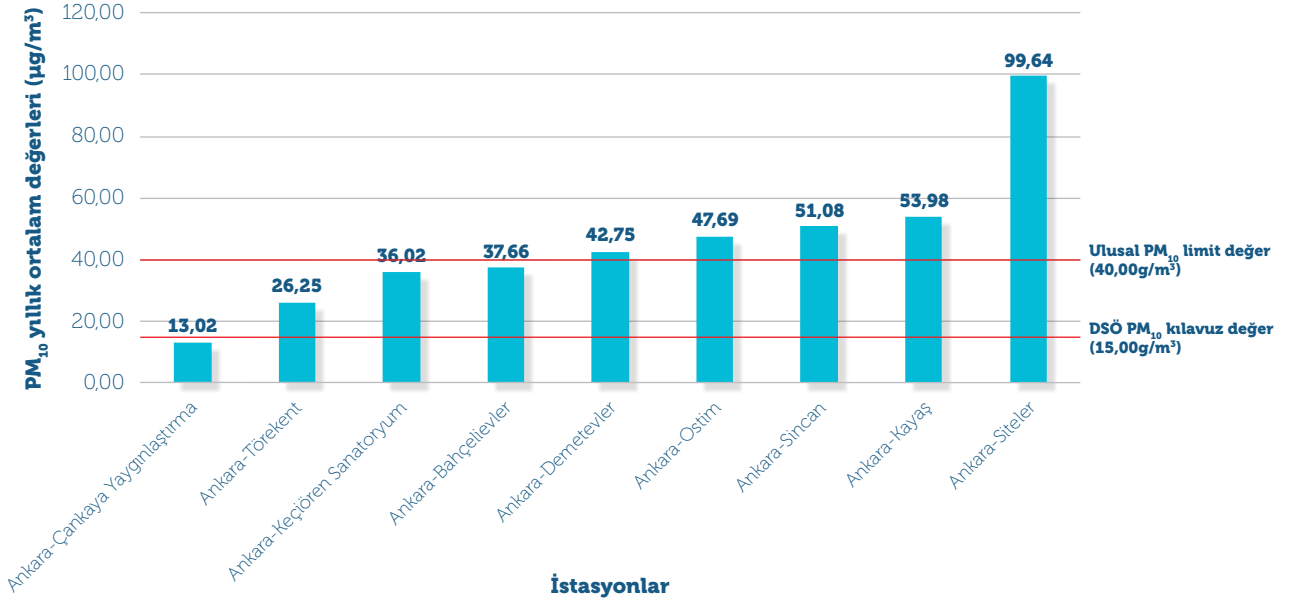
<sup>25</sup> [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr)

<sup>26</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2020).

<sup>27</sup> Çevre Mühendisleri Odası (2020). Hava Kirliliği Raporu 2019, ÇMO: Ankara.

[https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/cc7041481f4624d\\_ekfeff.pdf?tipi=72&sturu=X&sube=0](https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/cc7041481f4624d_ekfeff.pdf?tipi=72&sturu=X&sube=0)



**Grafik 7 - Ankara ilinde 2021 yılı için yeterli ölçüm verisi olan istasyonlardaki yıllık PM<sub>10</sub> ortalamaları**

Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

PM<sub>2,5</sub> ölçümlerine bakıldığında da Ankara'da veri alımının yeterli olmadığı görülmektedir. 18 istasyonun sadece birinde yılın %90'ının üzerinde ölçüm yapılmıştır. Bu ölçülmüş veriler üzerinden Ankara'daki PM<sub>2,5</sub> kirliliğine dair sağlıklı bir sonuca ulaşmak mümkün değildir. DSÖ'nün belirlediği katsayı ile PM<sub>10</sub> yıllık ortalamasından hesaplanan yıllık ortalama PM<sub>2,5</sub> değeri ise 30,07 µg/m<sup>3</sup>, yani DSÖ'nün kılavuz değerinin tam altı katıdır.

### İzmir İli Hava Kalitesi Durumu

2021 yılı itibarıyla İzmir ili genelinde 23 hava kalitesi izleme istasyonu bulunmakta olup bu istasyonların üçünde hiç PM<sub>10</sub> ölçümü yapılmamıştır. Geri kalan 20 istasyonun 13'ünde de minimum %90 veri alımı sağlanamamıştır. İlde, hava kalitesini değerlendirmek için yeterli veri sağlayan sadece yedi istasyon vardır. Ankara'da olduğu gibi, nüfus açısından üçüncü büyük ilde de hava kalitesi sürekli ve düzenli şekilde izlenmemektedir. İlin özellikle kronikleşmiş hava kirliliği olduğu bilinen bölgelerinde (örneğin Aliğa, Bozköy, Menemen, Yeni Foça) izlemenin düzenli yapılmaması da kronik bir sorun halindedir.<sup>28,29</sup> İzlemenin eksikliği, temiz hava önlemlerinin alınmasını ve uygulanmasını daha ilk aşamada kesintiye uğratmaktadır.



İzmir

<sup>28</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2019b).<sup>29</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2020).



Tablo 5 -İzmir’de yeterli ölçüm yapılmayan istasyonlar

İstasyon Adı	Ölçüm Yapılmayan Gün Sayısı	Veri Alımı (%)	İstasyon Adı	Ölçüm Yapılmayan Gün Sayısı	Veri Alımı (%)
İzmir - Eğitim İstasyonu	333	8,77	İzmir - Karşıyaka	248	32,05
İzmir - Torbalı	274	24,93	İzmir- Kemalpaşa	243	33,42
İzmir - Karaburun	262	28,22	İzmir - Çeşme	239	34,52
İzmir - Menemen	257	29,59	İzmir - Ödemiş	233	36,16
İzmir - Aliğa - Bozköy	254	30,41	İzmir - Aliğa	203	44,38
İzmir - Yenifoça	252	30,96	İzmir - Gaziemir	102	72,05
İzmir - Karabağlar	249	31,78			

Öte yandan, Aliğa, resmi raporlarda bile ilin tamamının havasını olumsuz yönde etkileyen en önemli kirlilik kaynağı olarak gösterilmektedir. İzmir İli Çevre Durumu Raporu’nda “İlimizde sanayi kaynaklı hava kirliliğinin en fazla yaşandığı ilçe, ağır sanayi yatırımlarıyla öne çıkan Aliğa ilçesidir.” denilmektedir.<sup>30</sup> İlçedeki demir-çelik, petro-kimya, kömür eleme ve paketlenme, gemi söküm, geri kazanım, akaryakıt dolun tesislerine ve doğalgaz çevrim santrallerine ek olarak, hâlen inşaatı devam eden ya da yatırımı planlanan termik santraller ile petrokimya tesisleri de bulunmaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi, TÜBİTAK ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nin ortak oluşturduğu ve danışma kurulunda meslek örgütleri ile sivil toplum örgütlerinin bulunduğu bir komisyon Aliğa’daki ağır sanayi bölgesinin çevresel etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yürütmüş; ancak bu çalışmanın sonuçları resmi olarak kamuoyuyla paylaşılmamıştır. Komisyon raporunun basına yansıyan sonuçlarında, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, ozon, PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonlarının neredeyse tamamında DSÖ’nün kılavuz değerlerinin ve ulusal mevzuattaki limit değerlerin aşıldığı tespit edilmiştir. Rapordaki en çarpıcı sonuçlardan biri ise “büyük kirletici kaynak niteliğindeki çok sayıda işletmenin emisyon izni olmasına karşın kümülatif etki göz önüne alındığında özellikle bazı parametreler (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, uçucu organik bileşikler [VOC] ve metan dışı toplam hidrokarbonlar [NMTHC]) açısından hava kalitesi seviyelerinin belli bölgelerde kötü durumda olduğu” tespitidir.<sup>31</sup> Bu tespit, ağır sanayi tesislerinin çevre izni almış olmalarına karşın ya sürekli izlemeye ve denetime tabi tutulmadıkları ya da izleme yapılırsa bile yasal sorumluluklarını yerine getirmemelerinden ötürü herhangi bir yaptırımla karşılaşmadıklarını göstermektedir.

İzmir İli Çevre Durum Raporu’na göre il merkezinde özellikle Bornova ilçesinde bulunan çimento fabrikaları, demir ve demir dışı maden döküm tesisleri, gıda üretimi yapan işletmeler ve taş ocakları hava kirliliğinde payı olan sanayi kuruluşlarıdır. Merkez ilçelerdeki kirliliğin önemli kısmının kaynağının ise ısınma için kullanılan kalitesiz yakıtlar olduğu düşünülmektedir.

<sup>30</sup> İzmir Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü (2022). İzmir İli Çevre Durum Raporu 2021. İzmir.

<https://webdosya.csbgov.tr/db/ced/icerikler/izmir-ilcdr-2021-20220811104124.pdf>

<sup>31</sup> Metehan Ud, 17 Eylül 2022, Egede Son Söz, “Mecliste Tartışmalara Neden Olmuştu ... İşte Aliğa Raporunun Ayrıntıları”.

<https://www.egedesonsoz.com/haber/Mecliste-tartismalara-neden-olmustu-Iste-Aliaga-raporunun-ayrintilari/1115515>

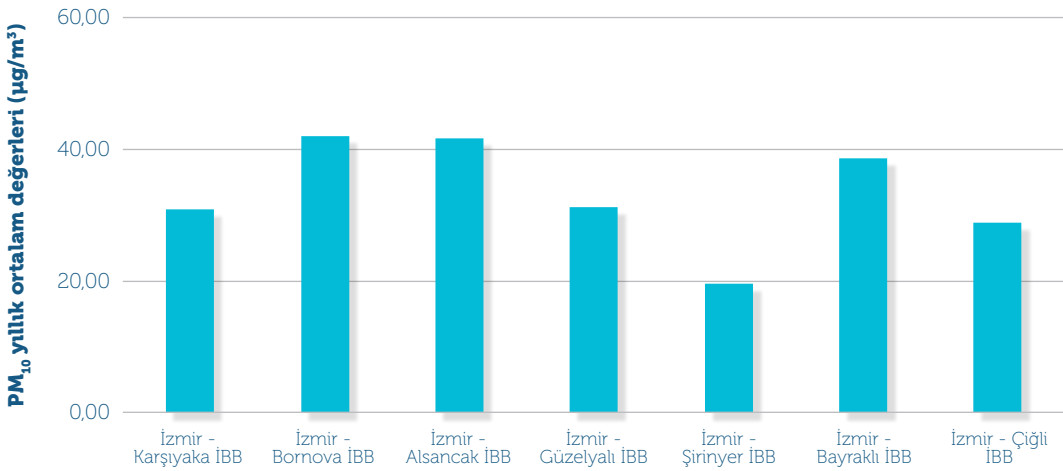


Öte yandan, yeterli veri sağlanan istasyonların hiçbirinde DSÖ'nün PM<sub>10</sub> için önerdiği kılavuz değer sağlanamamıştır. HKDY yönetmeliğiyle kıyaslandığında ise veri alınan istasyonların 12'sinde, bir yılda 35 defadan fazla aşılmaması gereken 24 saatlik limit değer olan 50 µg/m<sup>3</sup>'ün, aşıldığı gün sayısının 35'in üzerinde olduğu (37-110 gün) görülmektedir.

Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı veri tabanından edinilen raporlara göre 2021 yılında İzmir ili genelinde PM<sub>2,5</sub> ölçümü yapılan sadece 10 istasyon vardır. Bu istasyonların sekizinde veri alımı %40'ın altında gerçekleşmiştir. %90'ın üzerinde veri alınan Çiğli ve Alsancak istasyonlarının ölçümlerine göre bu bölgelerde İzmirli, DSÖ'nün insan sağlığı için belirlediği PM<sub>2,5</sub> kirleticisi kılavuz değerinin sırasıyla 3 ve 4 katı kirli hava solumuşlardır.

Özet olarak, var olan veriler üzerinden ulaşılan sonuç; İzmir genelinde partikül madde açısından sağlıksız bir havanın solunmakta olduğu ve hava kalitesi izlemesinin hızlı biçimde iyileştirilmesi gerektiğidir.

**Grafik 8 - İzmir ilinde 2021 yılında yeterli ölçüm verisi (≥ %90) olan istasyonlardaki yıllık PM<sub>10</sub> ortalamaları**



## 2021 Yılında Kükürt Dioksit Kirliliği



### Bir bakışta 2021 yılında Kükürt Dioksit Kirliliği

SO<sub>2</sub> ölçümü altyapısı olan istasyon sayısı: **305**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan istasyon sayısı: **155**

Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan il sayısı: **37**

Yeterli (≤ %90) ölçüm yapılmayan il sayısı: **44**

Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), temel olarak sanayiden ve enerji üretiminden, özellikle fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan bir kirlenendir. SO<sub>2</sub>'ye kısa süreli maruz kalma, insan solunum sistemine zarar verebilir ve nefes almayı zorlaştırabilir. Astımı olan kişiler, özellikle çocuklar, SO<sub>2</sub>'nin bu etkilerine karşı daha hassastır.

Havada yüksek SO<sub>2</sub> konsantrasyonlarına yol açan emisyonlar, genellikle diğer kükürt oksitlerin (SO<sub>x</sub>) oluşumuna da yol açar. SO<sub>x</sub> atmosferdeki diğer bileşiklerle reaksiyona girerek küçük parçacıklar oluşturabilir. Bu parçacıklar, partikül madde kirliliğine katkıda bulunur. Küçük parçacıklar akciğerlere derinlemesine nüfuz edebilir ve sağlık sorunlarına yol açabilir.<sup>32</sup>

## 2021 Yılı SO<sub>2</sub> İzlemesinin Değerlendirilmesi

Tablo 7 - NO<sub>2</sub> konsantrasyonu için uluslararası ve ulusal limit değerler

Kirletici	Ortalama Süre	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	AB Limit Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ulusal Limit Değeri (µg/m <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	24-saatlik <sup>a</sup>	40	125 <sup>b</sup>	125 <sup>b</sup>
	Saatlik	-	350 <sup>c</sup>	350 <sup>c</sup>
	10-dakikalık	500	-	-

<sup>a</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılmaz.

<sup>b</sup> Bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz.

<sup>c</sup> Bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz.

<sup>32</sup> USA Environmental Protection Agency (bt.) Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>) Pollution. <https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics#:~:text=What%20are%20the%20environmental%20effects,which%20can%20harm%20sensitive%20ecosystems.>



- ÇŞİDB'nin SO<sub>2</sub> ölçümü yapıldığını belirttiği 305 istasyondan<sup>33</sup> yalnızca 155'inde %90 ve üstü veri alımı sağlanmış; böylece yeterli veri alımı sağlanan istasyon oranı %51'le sınırlı kalmıştır.
- 28 istasyonda yıl boyunca hiç ölçüm yapılmamıştır.
- 122 istasyonda ise ölçüm yapılmış, ancak ulusal mevzuata göre yeterli (%90) veri alımı sağlanamamıştır.
- Ölçüm yapılan 277 istasyonun 61 tanesine ait raporlarda eksi (-) değerler bulunmaktadır. Eksi veriler ortalama hesaplarına dahil edilmemiştir. İstasyon verilerinin eksi değerler çıkıldıktan sonraki ortalamaları Çevre Mühendisleri Odası'nın Hava Kirliliği 2021 raporundan alınmıştır.<sup>34</sup> Eksi verilerin olduğu istasyonlara ait diğer verilerin sağlıklı olduğu düşünülmeyle beraber, bu durum veri doğrulaması yapılmadığını ve bu işlem yapılmadan verilerin yayımlandığını göstermektedir.
- İl ortalamalarına bakıldığında sadece 37 ilde %90 veri alımı ortalaması sağlanabilmiştir. Geri kalan 44 ilin hava kalitesinin SO<sub>2</sub> kirliliği açısından değerlendirilmesinin yapılabilmesi için yeterli veri yoktur. Oysa bir önceki yıl olan 2020'de 70 ilde %90 veri alımı ortalaması sağlanmıştır.

SO<sub>2</sub> kirliliğinin en önemli kaynağı, elektrik üretiminde kömür kullanımındır. Buna karşın ülke genelindeki en eski teknolojili ve kirliliği yüksek termik santrallerin çoğunun yakınında hava izleme istasyonu yer almamakta ve bu bölgelerde havadaki SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ölçülmemektedir. Kömürlü termik santral bölgelerinde bulunan beş istasyonun sadece ikisinden (Çanakkale Çan ve Zonguldak Çatalağzı istasyonlarından) yeterli SO<sub>2</sub> verisi alımı sağlanabilmiştir (EK 1). Adana, Bolu, Hatay, Kahramanmaraş, Karabük, Kütahya ve Niğde ise hem minimum veri alımının sağlanmadığı hem de termik santrallerin bulunduğu iller arasındadır.<sup>35</sup>

SO<sub>2</sub>'nin en önemli noktasal kaynakları olan termik santrallerin hava kalitesine etkisi, bu kirlenici bazında yeterli ve düzenli olarak takip edilmemektedir. Oysa Makine Mühendisleri Odasının Türkiye'nin Enerji Görünümü 2022 raporuna göre, bu santrallerin hemen hiçbirinde güncel mevzuattaki limit değerleri sağlayacak nitelikte baca gazı kükürt dioksit antma tesisleri yoktur.<sup>36</sup> Öte yandan, bu yatırımların Elektrik Piyasası Kanununun Geçici 8. Maddesine göre 31.12.2019 tarihi itibarıyla tamamlanmış olmaları gerekiyordu.

<sup>33</sup> T.C. ÇŞİDB Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı Hava Kalitesi İzleme Şube Müdürlüğü (2022).

<sup>34</sup> Çevre Mühendisleri Odası (2022). Hava Kirliliği Raporu 2021.

<sup>35</sup> Çevre Mühendisleri Odası (2022). 2021 Hava Kirliliği Raporu. <https://cmo.org.tr/cmo-2022-hava-kirliligi-raporu-16124>.

<sup>36</sup> Makine Mühendisleri Odası (2022). Türkiye'nin Enerji Görünümü 2022. MMO, Ankara.

<https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/teg%202022.pdf>.



## Kükürt dioksit kirliliğinin ana kaynağı kömürden elektrik üretimi

SO<sub>2</sub> en çok kömürün yakılması sonucu ortaya çıkar ve Türkiye'deki en büyük kömür tüketicisi termik santrallerdir. 2021 yılında Türkiye'de tüketilen toplam 37,3 milyon ton taş kömürünün 19,7 milyon tonu, 73,6 milyon ton linyitin ise 60,2 milyonu termik santrallerde elektrik üretimi için yakılmıştır. Sanayi (demir-çelik sanayi hariç), demir-çelik sanayi ve konutlar ile hizmet sektörleri kömür tüketiminde termik santrallerinden ardından gelmektedir.<sup>37</sup>

**Tablo 6 - 2021 yılında katı yakıtların teslimat yerlerine göre dağılımı**

Katı yakıtlar		Miktar (ton)	Oran (%)
Taşkömürü	Termik santral	19.746.438	52,97
	Kok tesisleri	6.276.673	16,84
	Sanayi (demir-çelik sanayi hariç) <sup>b</sup>	5.377.760	14,43
	Diğer <sup>c</sup>	4.625.615	12,41
	Demir-çelik sanayi	1.249.770	3,35
	Toplam teslimat	37.276.256	100,00
Linyit <sup>a</sup>	Termik santral	60.189.066	81,76
	Sanayi (demir-çelik sanayi hariç) <sup>b</sup>	7.938.644	10,78
	Diğer <sup>c</sup>	5.484.900	7,45
	Demir-çelik sanayi	0	0,00
	Kok tesisleri	0	0,00
	Toplam teslimat	73.612.610	100,00
Taşkömürü koku	Demir-çelik sanayi	5.574.659	96,31
	Kok tesisleri	0	0,00
	Termik santral	0	0,00
	Diğer <sup>c</sup>	d	-
	Sanayi (demir-çelik sanayi hariç) <sup>b</sup>	d	-
	Toplam teslimat	5.788.084	100,00

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (Kasım 2022)

<sup>a</sup> Linyit kömürü miktarına asfaltit kömürü de dahil edilmiştir.

<sup>b</sup> Sanayi (demir-çelik sanayi hariç) teslimatına briketleme tesislerine yapılan teslimatlar da dahil edilmiştir.

<sup>c</sup> Konut, hizmet vb. sektörlerle yapılan teslimatlar ile girişimin büro, lojman vb. alanlarını ısıtmak için kullandığı iç tüketimleri içermektedir.

<sup>d</sup> Gizli veri.

SO<sub>2</sub> kirliliğinin ana kaynağı da kömürden elektrik üretimidir. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu çatısı altında yürütülen ve Türkiye Cumhuriyeti'nin 1983'te taraf olduğu "Uzun Menzilli Sınırlar Ötesi Hava Kirliliği Sözleşmesi" (CLRTAP) kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının verdiği son envanter raporuna<sup>38</sup> göre Türkiye'de:

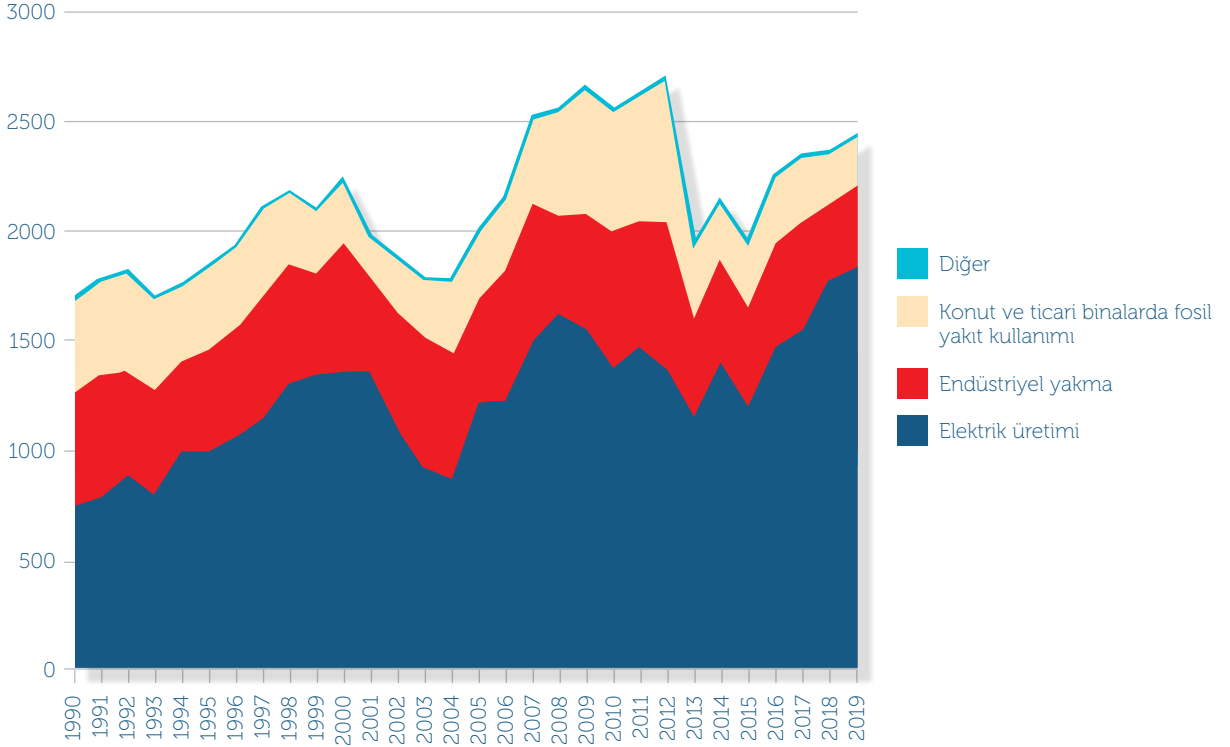
- 2019 yılında SO<sub>2</sub> emisyonlarının %75'i elektrik üretimi kaynaklıdır. 2019 yılında toplam SO<sub>2</sub> emisyonu 2,45 milyon ton; elektrik üretiminden kaynaklı SO<sub>2</sub> emisyonu ise 1,84 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.
- 1990-2019 yılları arasında elektrik üretim sektörünün SO<sub>2</sub> emisyonları, %147,2 oranında artmış durumdadır.
- 2019 yılında konutlarda ve ticari binalarda ısınma için fosil yakıtların (özellikle kömürün) yakılması sonucu ortaya çıkan SO<sub>2</sub> emisyonları, bu gazın toplam emisyonlarının %12'si kadardır.

<sup>37</sup> Türkiye İstatistik Kurumu (Kasım 2022). Katı Yakıtlar. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kati-Yakitlar-Kasim-2022-49694>

<sup>38</sup> Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization (2021). Turkey's Informative Inventory Report (IIR) 2021. Submission under the UNECE Convention Long Range Transboundary Air Pollution for 1990-2019.

[https://webdosya.csbgovtr/db/cygm/menu/turkey-s-ir-2021\\_en\\_20211101034744.pdf](https://webdosya.csbgovtr/db/cygm/menu/turkey-s-ir-2021_en_20211101034744.pdf)



**Grafik 9 - Türkiye'nin toplam kükürt dioksit emisyonlarının kaynaklara göre değişimi 1990-2019****Gg**

Kaynak: Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization (2021).

## 2021 Yılı SO<sub>2</sub> Kirliliğinin Değerlendirilmesi

Ülke genelinde kıyaslamalı olarak SO<sub>2</sub> kirliliğinin değerlendirilmesi için yeterli izleme verisi bulunmamaktadır. İllerin yarısından azında düzenli izleme yapılmış olup eldeki kısıtlı veriden yola çıkarak derlenen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- SO<sub>2</sub> kirliliği açısından en kötü durumda olan il, Hakkâri'dir. Hakkâri istasyonunun yıllık ortalaması 126,97 µg/m<sup>3</sup>'tür. İlde 231 gün DSÖ'nün 24 saatlik kılavuz değeri, 120 gün ise Türkiye'nin ve AB'nin 24 saatlik limit değeri aşılmıştır. Oysa ulusal mevzuat ile AB mevzuatında, 24 saatlik limitin bir yıl içinde üç kereden fazla aşılamayacağı belirtilmektedir.
- Hakkâri İl Çevre Durum Raporu'na göre ildeki SO<sub>2</sub> kirliliği en yoğun Kasım-Nisan ayları arasında görülür. Bu durum, kirliliğin çoğunlukla ısınma amaçlı olarak kömür yakılmasından kaynaklandığına işaret eder. İlde 2021 yılında 8500 ton kömür yakılmıştır.
- Hakkâri'nin yanı sıra Manisa Soma (46 gün), EMEP Kırklareli Vize (41 gün), Bolu Abant (38 gün), Edirne Keşan MTHM (30 gün), Yalova (21 gün), Muğla Milas (16 gün), İstanbul Ümraniye MTHM (16 Gün), Kahramanmaraş Dulkadiroğlu (13 gün), Gaziantep Beydilli (11 gün), Manisa Salihli (9 gün), Tekirdağ Çorlu MTHM (7 gün), Adana Yakapınar (6 gün), Karabük Kardemir 2 (6 gün) ve Kütahya Tavşanlı (5 gün) istasyonlarında da mevzuatta izin verilen gün sayısının çok üstünde 24 saatlik limit değerler aşılmıştır. Bu illerin önemli kısmında da enerji için kömür yakılan sanayi tesisleri ve elektrik üretim santralleri bulunmaktadır.



## 2021 Yılı Azot Dioksit Kirliliği

### Bir bakışta 2021 yılında Azot Dioksit Kirliliği

NO <sub>2</sub> ölçümü altyapısı olan istasyon sayısı:	<b>302</b>
Yeterli (≥ %90) ölçüm yapılan istasyon sayısı:	<b>124</b>
Yeterli (≥ %90 üstü) ölçüm yapılan il sayısı:	<b>18</b>
Yeterli ölçüm yapılmayan il sayısı:	<b>63</b>
NO <sub>2</sub> yıllık ortalaması DSÖ kılavuz değeri altında (≤ 10 µg/m <sup>3</sup> ) olan il sayısı:	<b>Yok</b>
NO <sub>2</sub> yıllık ortalaması DSÖ kılavuz değeri üstünde (≥ 10 µg/m <sup>3</sup> ) olan istasyon yüzdesi:	<b>%100</b>

Azot oksitlerin pek çok kimyasal türü bulunur ancak insan sağlığı açısından en önemlisi azot dioksittir (nitrojen dioksit, NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> fosil yakıtların yani kömür, doğal gaz ve dizelin yakılması ile ortaya çıkar. Solar radyasyonun emilimi ile tetiklenen bir dizi fotokimyasal tepkime zinciri ile PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> olarak ölçülen ikincil kirlleticilerin oluşmasına da yol açar. Ayrıca görülebilir güneş radyasyonunu emerek atmosferdeki görüş netliğini bozması, yine radyasyonu emerek iklim değişikliğine doğrudan etki etmesi, fotokimyasal ozon oluşumunda doğrudan etkili olması nedeniyle de önemli bir kirleticidir.<sup>39</sup>

NO<sub>2</sub>, solunum yolunda tahriş ve enflamasyona, öksürük ve hırıltılı solunuma, akciğer fonksiyonlarında gerilemeye, astım ataklarında artışa neden olur. Yeni araştırmalar, bu gaza maruz kalmanın yetişkinlerin hastane başvurularında artışa ve çocuklarda astıma yol açtığını göstermektedir.<sup>40</sup>

## 2021 Yılı NO<sub>2</sub> İzlemesinin Değerlendirilmesi

2021 yılında iller bazında yeterli düzeyde NO<sub>2</sub> izlemesi yapılmamıştır. Bu nedenle, NO<sub>2</sub> için yıllık bazda ve yıllar arası kıyaslama yapmaya yetecek veri yoktur.

- ÇŞİDB'nin NO<sub>2</sub> ölçümü yapıldığını belirttiği 302 istasyonun sadece 124'ünde (%41'inde) mevzuatın belirlediği %90 veri alımı sağlanabilmiştir.
- 162 istasyondan NO<sub>2</sub> kirliliğini değerlendirmeye yetecek kadar veri alınamamıştır.
- 16 istasyonda yıl boyu hiç ölçüm yapılmamıştır.
- Ölçüm yapılan 286 istasyonun 39 tanesine ait raporlarda eksi (-) değerler bulunmaktadır. Söz konusu eksi veriler ortalama hesaplarına dahil edilmemiştir. İstasyon verilerinin eksi değerler çıkıldıktan sonraki ortalamaları Çevre Mühendisleri Odası'nın Hava Kirliliği 2021 raporundan alınmıştır.<sup>41</sup> Eksi verilerin olduğu istasyonlara ait diğer verilerin sağlıklı olduğu düşünülmekle beraber, bu durum veri doğrulaması yapılmadığını ve bu işlem yapılmadan verilerin yayımlandığını göstermektedir.
- İller bazında bakıldığında sadece 18 ilde NO<sub>2</sub> kirliliğinin değerlendirilmesine yeterli veri alımı sağlanmıştır. 48 ilde mevzuatın gerekliliği olan %90'ın altında veri alımı olmuştur; bu veriler sağlıklı şekilde bir yıllık değerlendirme yapmak için yetersizdir.

<sup>39</sup> World Health Organization (2021).

<sup>40</sup> American Lung Association (son güncelleme: November 17, 2022). Nitrogen Dioxide. <https://www.lung.org/clean-air/outdoors/what-makes-air-unhealthy/nitrogen-dioxide>

<sup>41</sup> Çevre Mühendisleri Odası (2022).



- 15 il için yıl boyunca hiç NO<sub>2</sub> verisi alınmamıştır. Bu iller, Adıyaman, Batman, Bingöl, Bitlis, Diyarbakır, Elâzığ, Hakkâri, Malatya, Mardin, Muş, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Tunceli ve Van'dır.
- İller bazında yeterli veri alımı, bir önceki yıl olan 2020'de %39,5 iken 2021 yılında %22,2'ye gerilemiştir.

## 2021 Yılı NO<sub>2</sub> Kirliliğinin Değerlendirilmesi

Tablo 7 - NO<sub>2</sub> konsantrasyonu için uluslararası ve ulusal limit değerler

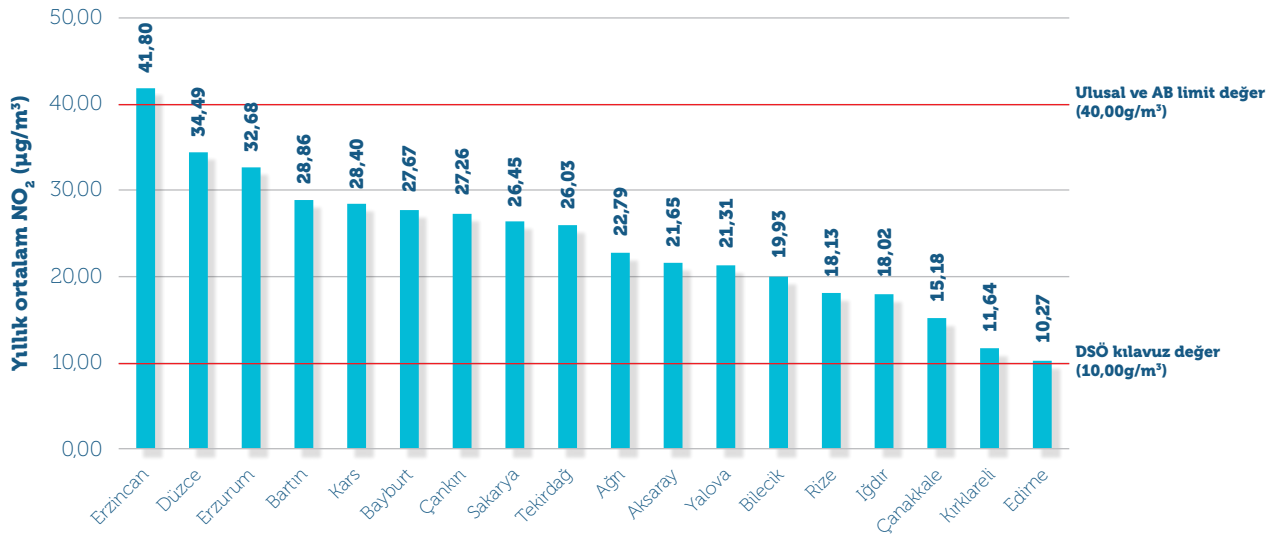
Kirletici	Ortalama Süre	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	AB Limit Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ulusal Limit Değer (µg/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Yıllık	10	40	40
	24 saatlik	25 <sup>a</sup>	-	-
	Saatlik	-	200 <sup>b</sup>	200 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılamaz.

<sup>b</sup> Bir yılda 18 defadan fazla aşılamaz.

- 81 ilin ancak %22,2'sinden güvenli veri alımı sağlanabildiğinden ülke genelinde NO<sub>2</sub> için en kirlili ve en temiz iller sıralaması yapmak mümkün olmamıştır.
- %90'ın üzerinde veri alımı sağlanan 18 ilin tamamında, DSÖ'nün NO<sub>2</sub> için belirlediği kılavuz değeri olan 10 µg/m<sup>3</sup> aşılmıştır. Bu 18 ilin içinde olan Erzincan'da ise ulusal mevzuattaki limit değeri olan 40 µg/m<sup>3</sup> de aşılmıştır.

Grafik 10 - %90 veri alımı sağlanan illerde ortalama yıllık NO<sub>2</sub> konsantrasyonları



Kaynak: www.havaizleme.gov.tr

- Ülke genelinde 39 istasyonda ulusal saatlik limit değeri, yıl boyunca 18 defadan fazla aşılmıştır.
- 2021 yılında, ulusal saatlik ortalama limit değeri 100 saatten fazla aşan istasyonlar şunlardır:





**Tablo 8 - 2021 yılında ulusal saatlik ortalama limit değeri en fazla aşan 10 istasyon**

İstasyon Adı	NO <sub>2</sub> Ulusal Saatlik Ortalama Limit Değeri Aşan Saat Sayısı
İstanbul - Aksaray	368
Ankara - Çankaya Yaygınlaştırma	324
Kahramanmaraş - Kent Meydanı	279
Kütahya - Atatürk Bulvarı	211
Ankara - Ulus Trafik	184
İzmir-Eğitim İstasyonu	183
Ankara - Keçiören Sanatoryum	173
Gaziantep - Sankopark	166
Samsun - Atakum	136
Muğla - Milas Ören	131

Kaynak: Çevre Mühendisleri Odası (2022)

CLRTAP Sözleşmesi kapsamında verilen son ulusal envantere göre<sup>42</sup> NO<sub>2</sub>'yi de kapsayan NO<sub>x</sub> emisyonlarının ana kaynağı, yakıtların yanmasıdır. Bu grupta birinci sırada %41,8 ile elektrik üretimi gelirken, %9 ile karayolu ağır yük taşımacılığı ikinci sıradadır. Bu nedenle 2021 yılında limit değerleri aşan istasyonlardan Milas Ören, Kütahya ve Kahramanmaraş'taki NO<sub>2</sub> kirliliğinin, civarda başka önemli NO<sub>2</sub> kaynağı bulunmadığından, ağırlıklı olarak yakın çevrelerindeki termik santrallerden kaynaklanabileceğini söylemek mümkündür.

<sup>42</sup> Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization (2021).



## 2021 Yılı Ozon Kirliliği



### Bir bakışta 2021 yılında Ozon Kirliliği

O<sub>3</sub> ölçümü altyapısı olan istasyon sayısı: **206**  
 Yeterli (%75 üstü) ölçüm yapılan istasyon sayısı: **125**  
 Yeterli (%75 üstü) ölçüm yapılan il sayısı: **27**  
 Yeterli ölçüm yapılmayan il sayısı: **54**  
 DSÖ 8 saatlik ortalama kılavuz değerini aşan ( $\geq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) istasyon sayısı: **93**

**Ozon (O<sub>3</sub>)** birincil kaynaklar tarafından doğrudan atmosfere salınmaz. Ozon öncülü maddelerin (örneğin azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin) atmosferde ısı ve güneş ışığı ile bir dizi karmaşık reaksiyona girmesi sonucu oluşur ve "ikincil kirlenici" olarak adlandırılır. Ozon öncülü maddelerse, insan faaliyetlerinden kaynaklanır ve özellikle elektrik üretimi, sanayi ve ulaşım sektörlerinde fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkar.

Atmosferin üst katmanlarında bir tabaka olarak bulunan ve güneşten gelen zararlı ışınları filtreleyen ozonun aksine, yer seviyesindeki ozon kirlenici ve insan sağlığı için zararlıdır.

## 2021 Yılı O<sub>3</sub> İzlemesinin Değerlendirilmesi

2021 yılı Hava Kalitesi Bülteni'ne göre Türkiye genelinde 206 adet istasyonda ozon ölçümü yapılmaktadır. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde, ozon için minimum veri alımı, yaz boyunca %90 ve kış boyunca %75 olarak belirlenmiştir.

- 206 istasyonun 125'inde %75'lik minimum veri alımı sağlanmıştır.
- 68 istasyonda veri alımı %75'in altında gerçekleşmiştir. Bu istasyonlardan alınan veriler, ozon kirliliğini değerlendirmek için yeterli değildir.
- 13 istasyonda ise yıl boyu hiç ozon ölçümü yapılmamıştır.
- Yıllık veri alımı ortalaması %75'in üzerinde olan 27 il vardır.
- Batman, Bingöl, Bitlis, Hakkâri, Mardin, Siirt, Sivas, Şanlıurfa, Şırnak, Tunceli ve Van illerinde hiç veri alımı sağlanamamıştır.

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde<sup>43</sup>, ozon (O<sub>3</sub>) için bir limit değer yoktur. Üç yıl ardışık olarak değerlendirildiğinde ise insan sağlığı için belirlenmiş 120 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) hedef değeri<sup>44</sup> yıllık olarak 25 günden fazla aşamaz. Belirlenen hedef değerler ile uyumluluk, 2022 yılı itibarıyla değerlendirilmeye başlanacaktır. Bu nedenle 2021 yılı değerlendirmesi için sadece DSÖ ve AB limit değerleri kriter olarak alınmıştır.

<sup>43</sup> Hava Kalitesi Değerlendirmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2008).

<sup>44</sup> Hedef değer: HKDY Yönetmeliğine göre; çevre ve/veya insan sağlığı üzerindeki uzun dönemli zararlı etkilerden kaçınmak, bunları önlemek veya azaltmak amacıyla belirlenen ve öngörülen süre sonunda mümkün olan yerlerde ulaşılmaması gereken seviyeyi ifade eder.

## 2021 Yılı O<sub>3</sub> Kirliliğinin Değerlendirilmesi

**Tablo 9** - O<sub>3</sub> konsantrasyonu için uluslararası ve ulusal limit değerler

Kirletici	Ortalama süre	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	AB Limit Değeri (µg/m <sup>3</sup> )	Ulusal Limit Değer (µg/m <sup>3</sup> )
O <sub>3</sub>	Yüksek sezon <sup>a</sup>	60	-	-
	8 saatlik	100 <sup>b</sup>	120 <sup>c</sup>	120 <sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> 6 aylık en yüksek çalışan ortalamalara sahip ardışık altı aydaki ortalama günlük maksimum O<sub>3</sub> konsantrasyonlarının ortalaması.

<sup>b</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılamaz.

<sup>c</sup> Üç yıllık ortalama alındığında bir yılda 25 günden daha fazla süre boyunca aşılmayacaktır.

<sup>d</sup> 2022 yılı itibarıyla geçerli olan hedef değer.

Ölçüm yapılan 193 istasyonun 30 tanesi için alınan raporlarda ozon konsantrasyonu için eksi (-) değerler bulunmaktadır. Söz konusu eksi veriler ortalama hesaplarına dâhil edilmemiştir.<sup>45</sup> Eksi verilerin olduğu istasyonlara ait diğer verilerin sağlıklı olduğu düşünülmeyle beraber, bu durum veri doğrulaması yapılmadığını ve bu işlem yapılmadan verilerin yayınlandığını göstermektedir.

- 2021 yılında, %75 veri alımı sağlanan istasyonların 21'inde 25 günün üzerinde limit değerini aşılmış olduğu görülmektedir.
- 93 istasyonda DSÖ kılavuz değeri ve 71 istasyonda da AB limit değeri aşılmıştır.<sup>46</sup>

**Tablo 10** - DSÖ, AB ve ulusal mevzuattaki O<sub>3</sub> standartlarının en çok aşıldığı 10 istasyon

İstasyon Adı	DSÖ 2021 Kılavuz Değerini Aşan 8 Saatlik Dilim Sayısı	AB ve Ulusal Limit Değerini Aşan 8 Saatlik Dilim Sayısı	Veri Alımı (%)
Erzurum Palandöken	512	235	99,91
Adana Çatalan	260	142	95,07
Iğdır Aralık	249	95	97,63
Ankara Siteler	245	200	87,86
Ağrı Doğubeyazıt	231	84	98,27
Ağrı	227	83	99,73
Iğdır	214	77	98,08
Bilecik Bozüyük - MTHM	210	174	92,52
Ankara Çubuk - EMEP	207	67	124
İstanbul Başakşehir - MTHM	195	34	29

Kaynak: Çevre Mühendisleri Odası (2022).

<sup>45</sup> Çevre Mühendisleri Odası (2022).

<sup>46</sup> a.g.e.





## **BÖLÜM 2**

# **HAVA KALİTESİ MEVZUATINDAKİ GELİŞMELER**

## Uluslararası Hava Kalitesi Mevzuatındaki Gelişmeler

### Deniz Gümüşel, Temiz Hava Hakkı Platformu

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), tüm dünyadan uzmanlarla yıllarca süren yoğun araştırmaların ve görüşmelerin ardından Eylül 2021'de "Küresel Hava Kalitesi Kılavuzu 2005"i güncelledi. Güncellenmiş kılavuz, daha önce tahmin edilenden daha düşük yoğunluklu hava kirliliğinin bile insan sağlığına zarar verdiğine dair net kanıtlar sunarak meselenin ciddiyetini gözler önüne sermektedir. DSÖ'nün 2005 küresel güncellemesinden bu yana geçen son yirmi yılda, hava kirliliğinin neredeyse tüm organ ve sistemleri olumsuz etkilediğini gösteren kanıtlarda belirgin bir artış olmuştur.



**DSÖ'ye göre hava kirliliğinin sağlık etkilerinden dolayı her yıl 7 milyon erken ölüm gerçekleşmektedir.** Bu ölümlerin 3 milyonu iç ortam (bina içi) hava kirliliğine bağlı olurken geri kalan 4 milyondan ise dış ortam hava kirliliği, yani açık havada soluduğumuz kirleticiler sorumludur. Küresel Hastalık Yüklü çalışmasının<sup>47</sup> sonuçlarına göre dış ortamda partikül madde kirliliğine maruz kalmak erkeklerde (sigara, yüksek tansiyon, beslenmeye bağlı risklerin ardından) ve kadınlarda (yüksek tansiyon, beslenmeye bağlı riskler, yüksek açlık kan şekerinin ardından) ölüm nedenleri arasında 4. sırada yer almaktadır.

**Güncellenmiş kılavuzun bizlere verdiği mesaj çok önemli: Gözlenebilen en düşük konsantrasyonlarda bile hava kirliliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri vardır; yani kirleticiler için sağlık açısından güvenli bir sınır değer belirlemek çok zordur.** Dolayısıyla, "sıcak noktalar", yani en kirli bölgeler başta olmak üzere, hava kirliliğini ve her bir bireyin kirliliğe ortalama maruz kalma oranlarını mümkün olduğunca azaltmak, toplum sağlığı açısından büyük fayda sağlayacaktır. Düşük kirlilik konsantrasyonlarına sahip olan yerlerde bile hava kalitesinin daha da iyileştirilmesi, halk sağlığında önemli olumlu gelişmelerle sonuçlanacaktır.

DSÖ'nün güncellenmiş kılavuzunda, sağlık etkilerine dair bilimsel kanıtların en çok gelişme gösterdiği 6 kirletici için yeni kılavuz değerler belirlenmiştir. 2021 yılı kılavuzunda temel hava kirleticiler olan; partikül madde (PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve karbon monoksit (CO) için bir önceki kılavuza göre çok daha düşük kılavuz değerler belirlenmiş durumdadır. Yıllık ortalama konsantrasyonlar için kılavuz değerleri, PM<sub>2,5</sub>'ta 10 µg/m<sup>3</sup>'ten 5 µg/m<sup>3</sup>'e; NO<sub>2</sub>'de 40 µg/m<sup>3</sup>'ten 10 µg/m<sup>3</sup>'e düşürülmüştür.

<sup>47</sup> Murray, CJL, Aravkin, AY, Zheng, P, Abbafati, C, Abbas, KM, Abbasi-Kangevari, M, et al. Global burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990-2019: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet (2020) 396(10258):1223-49. doi:10.1016/S0140-6736(20)30752-2. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30752-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30752-2/fulltext).

**Tablo 11** - DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzu 2005 ve 2021 güncellemelerindeki kılavuz değerlerin karşılaştırılması

Kirletici	Ortalama Süre	DSÖ 2005 Kılavuz Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Değişim
PM <sub>2.5</sub>	Yıllık	10	5	-%50
	24 saatlik <sup>a</sup>	25	15	-%40
PM <sub>10</sub>	Yıllık	20	15	-%25
	24 saatlik <sup>a</sup>	50	45	-%10
O <sub>3</sub>	Yüksek sezon <sup>b</sup>	-	60	Yeni tanımlandı
	8 saatlik <sup>a</sup>	100	100	Değişmedi
NO	Yıllık	40	10	-%75
	24 saatlik <sup>a</sup>	-	25	Yeni tanımlandı
	1 saatlik	200	200	Değişmedi
SO <sub>2</sub>	24 saatlik <sup>a</sup>	20	40	+%100
	10 dakikalık	500	500	Değişmedi
CO	24 saatlik <sup>a</sup>	-	4	Yeni tanımlandı
	8 saatlik	10	10	Değişmedi
	1 saatlik	35	35	Değişmedi
	15 dakikalık	100	100	Değişmedi

Kaynak: Dünya Sağlık Örgütü (2021). Executive Summary Table 0.1 ve Table 0.2'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tüm ülkelerin tavsiye edilen hava kalitesine ulaşması ana amaç olsa da DSÖ, bunun yüksek hava kirliliği seviyeleriyle mücadele eden birçok ülke ve bölge için zor bir görev olacağını bilincindedir. Bu anlayışla yola çıkan DSÖ, halk sağlığında kademeli ancak anlamlı iyileşmeleri kolaylaştırmak için, hava kalitesinde kademeli iyileşme sağlayacak ara hedefler de önermektedir. Ara hedeflerin başarılmasının, özellikle ince partikül madde (PM<sub>2.5</sub>) kirliliğinin yüksek seyrettiği kalabalık nüfuslu ülkelerde, hastalık yükünün azaltılmasına yardımcı olacak sonuçlar doğurabileceği beklenmektedir.



**Tablo 12 - DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzu 2021 güncellemesinde kirleticiler için ara hedefler ve kılavuz değerleri**

Kirletici	Ortalama Süresi	Ara Hedefler				DSÖ 2021 Kılavuz Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		1	2	3	4	
PM <sub>2,5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yıllık	35	25	15	10	5
	24 saatlik <sup>a</sup>	75	50	37,5	25	15
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yıllık	70	50	30	20	15
	24 saatlik <sup>a</sup>	150	100	75	50	45
O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yüksek sezon <sup>b</sup>	100	70	–	–	60
	8 saatlik <sup>a</sup>	160	120	–	–	100
NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Yıllık	40	30	20	–	10
	24 saatlik <sup>a</sup>	120	50	–	–	25
SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 saatlik <sup>a</sup>	125	50	–	–	40
CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 saatlik <sup>a</sup>	7	–	–	–	4

Kaynak: Dünya Sağlık Örgütü (2021). Executive Summary Table 0.1'den çevrilerek kullanılmıştır.

DSÖ tarafından gerçekleştirilen bir analize göre **mevcut hava kirliliği seviyeleri güncellenen kılavuzda önerilen değerlere düşürülürse dünyadaki PM<sub>2,5</sub> ile bağlantılı ölümlerin %80'i engellenebilir.**

Hava kirliliğine maruz kalmada eşitsizlikler dünya çapında artmaktadır. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkeler; önemli ölçüde fosil yakıtların yakılmasına dayanan, büyük ölçekli kentleşme ve ekonomik kalkınma pratikleri nedeniyle artan hava kirliliği seviyelerine maruz kalmaktadır. Avrupa Solunum Derneği (ERS) ve Uluslararası Çevresel Epidemiyoloji Derneği'nin (ISEE) girişimi ile, aralarında Türkiye'den Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği ve Toraks Derneği'nin de bulunduğu 109 kuruluşun ortak açıklamasında da DSÖ'nün yeni yayınladığı kılavuza uyum sağlamaya çalışırken, hava kirliliğine maruz kalışın temel belirleyeni olan bu sosyoekonomik eşitsizliklerin de ele alınması gerektiği hatırlatılmıştır. Açıklamada hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerinin üstesinden gelebilmek için uluslararası, ulusal, yerel olmak üzere her düzeyde; ulaşım, enerji, sanayi, tarım ve inşaat gibi tüm sektörlerde cesur hava kalitesi eylemlerine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.<sup>48</sup> Açıklamada ayrıca DSÖ'nün çalışmasında hava kirliliğinin güvenli bir sınırının olmayacağına açıkça ifade edildiği anımsatılarak, ulusal mevzuatlarda sabit limit değerlerin belirlenmesinin yeterli bir yaklaşım olmadığı, bunun yanı sıra hava kalitesinde sürekli bir iyileştirmenin teşvik edilmesinin de önemli olduğu vurgulanmıştır.

<sup>48</sup> Hoffmann B, Boogaard H, de Nazelle A, ve ark. (2021). WHO Air Quality Guidelines 2021–Aiming for Healthier Air for all: A Joint Statement by Medical, Public Health, Scientific Societies and Patient Representative Organisations. Int J Public Health 66:1604465. doi: 10.3389/ijph.2021.1604465 <https://www.sspj-journal.org/articles/10.3389/ijph.2021.1604465/full>.



**Tablo 13 - DSÖ 2021 kılavuz değerleri, AB ve ulusal mevzuattaki limit değerlerin kıyaslaması**

Kirletici	Ortalama Süre	DSÖ 2021 Kılavuz Değeri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AB Limit Değeri <sup>49</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ulusal Limit Değeri <sup>50</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
PM <sub>2.5</sub>	Yıllık	5	20	-
	24 saatlik	15 <sup>a</sup>	-	-
PM <sub>10</sub>	Yıllık	15	40	40
	24 saatlik	45 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	50
NO <sub>2</sub>	Yıllık	10	40	40
	24 saatlik	25 <sup>a</sup>	-	-
	Saatlik	-	200 <sup>c</sup>	200 <sup>c</sup>
SO <sub>2</sub>	24 saatlik	40 <sup>a</sup>	125 <sup>d</sup>	125 <sup>d</sup>
	Saatlik	-	350 <sup>e</sup>	350 <sup>e</sup>
O <sub>3</sub>	Yüksek mevsim	60	-	-
	8 saatlik	100 <sup>a</sup>	120 <sup>f</sup>	120 <sup>f</sup>
CO	24 saatlik	4 <sup>a</sup>	-	-
	8 saatlik	10	10	10

<sup>a</sup> Bir yılda 3-4 günden fazla aşılamaz.

<sup>b</sup> Bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz.

<sup>c</sup> Bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz.

<sup>d</sup> Bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz.

<sup>e</sup> Bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz.

<sup>f</sup> Üç yıllık ortalama alındığında bir yılda 25 günden daha fazla süre boyunca aşılmaz.

<sup>49</sup> European Parliament and European Council (2008).

<sup>50</sup> T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı (mülga) (2008).



## Hava kalitesi yönetimi kılavuz değerlerle sınırlı kalmamalı

DSÖ, güncellenmiş Hava Kalitesi Kılavuzu 2021'de temel kirleticiler için kılavuz değerleri gözden geçirmiş ve diğer önemli kirleticiler için de iyi uygulama önerileri geliştirmiştir. Siyah karbon/elementel karbon, ultra ince parçacıklar ve kum/toz fırtınalarının kapsayan bu önerilerin bazıları şöyledir:

### Siyah karbon/elementel karbon

- Kılavuz değerleri bulunan olan kirleticilere ek olarak siyah karbon ve/veya elementel karbonun sistematik ölçümlerinin yapılması;
- Siyah karbon/elementel karbon için emisyon envanterlerinin, kaynakların kirliliğe katkı oranlarını tespit eden çalışmaların ve maruziyet değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesi;
- Siyah karbon/elementel karbon emisyonlarını azaltmak için önlemler alınması; dış ortamdaki siyah karbon/elementel karbon konsantrasyonları için standartların (veya hedeflerin) geliştirilmesi.

### Ultra ince partiküller

- Alt sınırı  $\leq 10$  nm olan ve üst sınırda kısıtlama olmayan bir boyut aralığı için dış ortamdaki ultra ince partiküller, partikül sayısı konsantrasyonu (PSK) cinsinden ölçülmelidir.
- Ultra ince partiküllerin izlenmesi mevcut hava kalitesi izleme sistemine dâhil edilmelidir.
- Ultra ince partikül kaynaklarında emisyon kontrolünün önceliklerinin belirlenebilmesi için düşük ve yüksek PSK tanımları yapılmalıdır. Düşük PSK  $< 1\ 000$  partikül/cm<sup>3</sup> (24 saatlik ortalama) olarak; yüksek PSK  $> 10.000$  partikül/cm<sup>3</sup> (24 saatlik ortalama) veya  $20.000$  partikül/cm<sup>3</sup> (1 saatlik ortalama) olarak kabul edilebilir.

### Kum ve toz fırtınaları

- Kapsamında erken uyarı sistemleri, toz tahmin programları ve kısa vadeli hava kirliliği eylem planları da olan hava kalitesi yönetimi stratejileri geliştirilmelidir. Bu araçlar sayesinde halk, yüksek PM seviyelerine sahip kum ve toz fırtınaları sırasında maruz kalışı ve buna bağlı olarak gelişen kısa vadeli sağlık etkilerini en aza indirmek için iç mekânlarda kalmaları ve kişisel önlemler almaları konusunda uyarılmalıdır.
- PM konsantrasyonlarının yüzde olarak ne kadarının kum ve toz fırtınalarından kaynaklandığını anlayabilmek için PM'nin karakterizasyonunu ve kaynakların kirliliğe katkı oranlarını tespit eden çalışmalar yürütülmelidir. Böylece hava kalitesinden sorumlu yerel yönetimler, PM kirliliğinin ne kadarının antropojenik ve doğal kaynaklardan geldiğini bilerek önlemler geliştirebilir.
- Kum ve toz fırtınalarının uzun vadeli etkilerini de ele alan epidemiyolojik çalışmalar ve farklı PM türlerinin toksisitesini daha iyi anlamayı amaçlayan araştırma faaliyetleri yürütülmelidir.
- Ekosistem koşullarına göre planlanan yeşil alan genişletme projeleriyle rüzgâr erozyonu kontrol altına alınmalıdır. Çölleşmeyle mücadele etmek ve yeşil alanları dikkatli bir şekilde yönetmek için kum ve toz fırtınalarından etkilenen bölgelerdeki ülkeler arasında iş birliği yapılmalıdır.
- Yüksek toz çökmesine yol açan fırtınalardan sonra, kısa vadeli bir önlem olarak yüksek nüfus yoğunluğu ve az yağış alan kentsel alanlardaki sokaklar temizlenmelidir. Böylece tozun trafik yüzünden tekrar havaya karışması bir düzeye kadar önlenebilir.

## Ulusal Hava Kalitesi Mevzuatındaki Gelişmeler

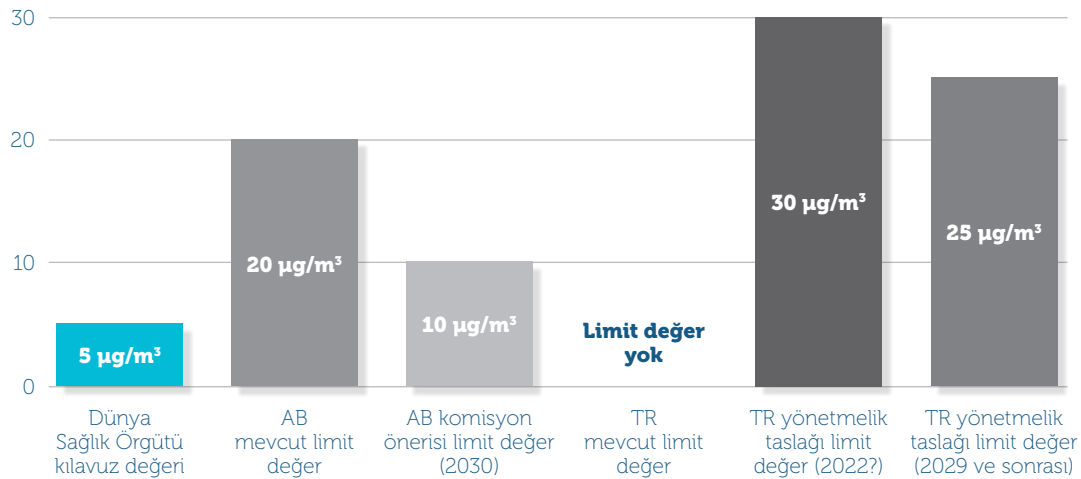
### Dış Ortam Hava Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği Taslağı

Dış ortamda havadaki kirlilik konsantrasyonları için ana kirleticilere dair düzenlemelere bakıldığında, DSÖ kılavuz değerleri ile ulusal limit değerler arasında ciddi bir farklılık olduğu görülür. Yürürlükte olan Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ile düzenlenen yıllık ortalama limit değerler;  $PM_{10}$  için DSÖ kılavuz değerinin 2,7 katı;  $NO_2$  için ise 4 katıdır.  $SO_2$ 'nin 24 saatlik ortalama değeri ise ulusal yönetmelikte DSÖ tarafından insan sağlığı için önerilen kılavuz değerinin 3 katından fazladır.

Ancak, **DSÖ Hava Kalitesi Kılavuzu ve AB mevzuatı ile ulusal mevzuat kıyaslandığında ince partikül maddeler ( $PM_{2,5}$ ) için herhangi bir düzenleme olmaması, ulusal düzeydeki en öncelikli eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır.** 2021 yılında ÇŞİDB tarafından kamuoyu ile paylaşılan "Dış Ortam Hava Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği Taslağı"nda<sup>51</sup> her ne kadar  $PM_{2,5}$  için bir düzenleme öngörülse de 2 yıldır bu yönetmelik yayınlanmamıştır.

Yönetmelik taslağında, yönetmeliğin yayınlanacağı yıl için öngörülen  $PM_{2,5}$  limit değeri  $30 \mu g/m^3$ , yani DSÖ kılavuzunun tam 6 katıdır. ÇŞİDB'nin hedefi, 2029 yılında bu limit değeri  $25 \mu g/m^3$ 'e indirmektir. Bu limit değeri, AB'de 6 yıl önce zorunlu hâle gelmiştir; AB hâlihazırda bu limit değeri güncelleme çalışmaları yürütmektedir. Türkiye'de 2029'da (AB'den 14 yıl sonra) ulaşılması öngörülen bu değer, DSÖ'nün insan sağlığı için geçilmemesi gerektiğini söylediği yıllık ortalama değer olan  $5 \mu g/m^3$ 'ten 5 kat daha yüksektir.

**Grafik 11 - DSÖ, AB ve ulusal hava kalitesi düzenlemelerinde partikül madde  $PM_{2,5}$  için yıllık ortalama limit değerler**



Ayrıca diğer kirlenici parametreler için belirlenmiş ulusal limit değerlerin de 2021 yılında güncellenmiş olan DSÖ hava kalitesi kılavuzu ışığında tekrar gözden geçirilmesi gerekirken değiştirilmeden bırakıldığı, yürürlükte olan limit değerlerle aynı tutulduğu görülmektedir.

Yürürlükteki HKDY Yönetmeliği'nin yerini alacak yeni yönetmelik taslağında başka yetersizlikler de vardır. THHP bileşenlerinin ortak gerçekleştirdikleri değerlendirme ile yönetmelik taslağına yönelik önerileri ÇŞİDB'ye de iletilmiştir.

<sup>51</sup> Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2021). Dış Ortam Hava Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği Taslağı. <https://webdosya.csbgovtr/db/cygm/icerikler/dis-ortam-hava-kal-tes-webde-yayimlanan-20210517101404.doc>



Sunulan öneriler, yönetmeliğin aşağıdaki hedefleri hayata geçirecek şekilde yenilenmesini içermektedir.<sup>52,53</sup>

- Çevresel konularda bilgiye, adalete erişim ve katılım haklarının korunup geliştirilmesi; özellikle söz konusu hak alanlarında halihazırda yürürlükte bulunan düzenlemelerden geriye gidilmemesi ve hava kirliliği ile mücadelede ilgili sivil toplum kuruluşlarının ve halkın katılımının sağlanması;
- Çevre hukukunun temelleri olan önleyicilik ve ihtiyatlılık ilkelerinin hava kalitesi alanında hayata geçirilmesi;
- PM<sub>2,5</sub> kirleticisinin izlenmesine ve değerlendirilmesine dair insan ve ekosistem sağlığını korumaya elverişli bir yasal çerçevenin oluşturulması;
- Kirlilik azaltım süreçlerine ilişkin çalışmaların ivedilikle başlatılması, hedef tarihlerin öne çekilmesi ve limit değerlerin dünya standartlarıyla eş zamanlı olarak geliştirilmesinin sağlanması.

Temiz Hava Hakkı Platformu ve bileşenleri olarak yönetmelik taslağına yönelik bazı değişiklik önerilerimiz ise şunlardır:

- Dünya Sağlık Örgütü kılavuz değerleri dikkate alınarak, hava kirliliği ve kirliliğin insan sağlığı üzerindeki etkilerine dair bilimsel gelişmeler ışığında; yönetmelikte yer alan kirletici limit değerler ile hedef değerlerin; periyodik ya da bilimsel gelişmelere bağlı olarak gözden geçirilmesi, gerektiğinde bu değerlerin güncellenmesi;
- İnsan sağlığının korunması için limit değerlerin ve uyarı eşiklerinin aşıldığı bölgeler ve alt bölgelerde gereklilikler çerçevesinde hayata geçirilecek olan acil durum eylem planları kapsamında; bölgedeki kirliliğe katkıları oranında sanayi tesislerinin belirli zamanlarda çalıştırılmaları veya tamamen kapatılmaları gibi somut önlemlerin yönetmelikte tanımlanması;
- Sanayi tesislerinin bulunduğu alanlarda hâkim rüzgâr yönü başta olmak üzere uzun yıllara dayalı meteorolojik veriler de kullanılarak modellemelerin yapılmasının sağlanması; ölçümler aracılığıyla tespit edilecek halk sağlığını ve ekosistem sağlığını etkileme olasılığı bulunan alanlarda/noktalarda düzenli ölçümlerin yapılmasının sağlanması;
- Doğrulanmış hava kirliliği gözlem verilerinin ve sorumlu kurumlarca hazırlanan ilgili raporların tamamının kamuya açık olarak yayınlanması;
- Temiz Hava Merkezleri tarafından hazırlanacak dönemsel/yıllık raporlarda hava kirliliğinin kaynak profilini belirleyen ölçüm ve modelleme çalışmalarının yer alması;
- Dönemsel hava kirliliği sorununa karşı kirliliğin temel kaynaklarının oransal katkıları göz önünde tutularak hazırlanacak hızlı ve uygulanabilir bir planın tanımlanması; kirliliğe maruz kalışı azaltmak için hangi kurumun ne tür eylemleri hayata geçireceğinin tanımlanması;
- Limit değer ve uyarı eşiklerinin aşım nedenleri, süreleri ile valilik tarafından alınan önlemlerin uygun yöntemlerle kamuoyu ile vakit kaybetmeksizin paylaşılması;
- PM<sub>2,5</sub> için öngörülen limit değerlerin gözden geçirilmesi; limit değer öngörülen hedef yıl olan 2029'dan daha erken bir tarihte, Dünya Sağlık Örgütü'nün kılavuz değeri olan (maksimum) 5 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmesi;

<sup>52</sup> Dış Ortam Hava Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği Taslağı Hakkında Greenpeace Akdeniz Görüşü, 2021, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne ithafen (resmi yazışma).

<sup>53</sup> Dış Ortam Hava Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği Taslağı'na İlişkin Görüşlerimiz, WWF Türkiye, 09.07.2021, No:24, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne (resmi yazışma).



- Acil durum eylem planlarında dikkate alınacak uyarı eşiklerine  $PM_{2,5}$  kirliliği için de bir uyarı eşiğinin eklenmesi;
- İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili mevzuatta dış ortam hava kalitesine yönelik bir düzenleme bulunmadığı göz önünde bulundurularak ve eşit yurttaşlık ilkesi çerçevesinde Anayasal bir hak olan temiz bir çevrede yaşama hakkının istisnai bir düzenleme ile sanayi işçileri için de yok sayılmayacak bir hak olması nedeniyle; yönetmelik hükümlerinin, "iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hükümlerin uygulandığı fabrika sahasında (fabrika arazisinde bulunan her türlü alan) veya sanayi tesislerinde uygulanmayacağını" bildiren yönetmelik maddesinin kaldırılması;
- Kirlilik azaltım süreçlerine ilişkin alışmalarnn ivedilikle başlatılması, hedef tarihlerin ne çekilmesi ve limit değerlerin dünya standartlarıyla eş zamanlı olarak geliştirilmesinin sağlanması.



Trabzon





## **BÖLÜM 3**

---

# **2021 YILINDA HAVA KİRLİLİĞİNİN SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

---

## Hava Kirliliğinin Yol Açtığı Hastalık Yükü ve Erken Ölümlere Küresel Bakış

Deniz Gümüşel, Temiz Hava Hakkı Platformu

Kirli havanın solunması; zatürre gibi alt solunum yolu enfeksiyonlarına, iskemik kalp hastalığı ve inme gibi kalp-damar hastalıklarına, akciğer kanseri gibi bazı kanser türlerine ve KOAH gibi kronik solunum sistemi hastalıklarına yol açar.

Dış ortam hava kirliliğinin, özellikle partikül madde kirliliğinin dünya genelinde giderek artan sayılarda ve oranda, erken ölümlere ve hastalıklara neden olduğu artık kuşkuyla yer vermeyecek şekilde bilinmektedir. Küresel Hastalık Yükü 2019 Risk Faktörleri<sup>54</sup> adlı çalışmaya göre 2010'dan 2019'a kadar sağlık riskleri arasındaki en büyük artış; uyuşturucu kullanımı, yüksek açlık kan şekeri ve yüksek beden kitle indeksi ile dış ortam hava kirliliğinde gerçekleşmiştir. Health Effects Institute (HEI) ve Küresel Hastalık Yükü Projesi tarafından ortak yürütülen Küresel Havanın Durumu<sup>55</sup> çalışmasına göre ise PM<sub>2,5</sub>, **2019 yılında küresel düzeyde ölüme yol açan riskler arasında altıncı sırada yer alarak aynı yıl tek başına 4,14 milyon ölüme neden olmuştur.**

**Dünya Sağlık Örgütü, hava kirliliğinin dünya genelinde her dakika 13 insanın ölümüne yol açtığını vurgulamaktadır.**<sup>56</sup>

Hava kirliliği kaynaklarının neden olduğu düşünülen ölümlerin ve hastalıkların hesaplandığı bir çalışmada,<sup>57</sup> dünya genelinde ince partikül madde (PM<sub>2,5</sub>) maruziyetine bağlı olarak gerçekleşen çok sayıda ölümün en büyük sorumlusunun fosil yakıtların yakılması olduğu ortaya konmuştur. 2017'de dış ortam hava kirliliğinin yol açtığı ölümlerin %27'sinden fazlası, yani bir milyondan fazla ölüm, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan PM<sub>2,5</sub>'tan kaynaklanmıştır. Bu bir milyon ölümün yarısından kömür sorumluyken, diğer yarısına ise doğalgaz ve petrolün yakılması sonucu ortaya çıkan PM<sub>2,5</sub> emisyonları yol açmıştır.

Türkiye'de de durumun iç açıcı olduğu söylenemez. **Ülke genelinde tüm yaşlar için ölüme ve sakatlığa yol açan ilk 10 risk arasında hava kirliliği; 2009 yılında 6. sıradayken, 2019 yılında tütün, aşırı kilo, yüksek tansiyon ve yüksek kan şekerinin hemen ardından 5. sıraya yükselmiştir.**

Türkiye'de hava kirliliğine bağlı ölüme yol açan hastalıklarda ilk beş sırada; kalp-damar hastalıkları, kronik solunum sistemi hastalıkları, kanser türleri, diyabet ve kronik böbrek yetmezliği, solunum yolu enfeksiyonları ve tüberküloz yer almaktadır. Hava kirliliği, aynı zamanda anne ve yenidoğan ölümlerine de neden olabilir.

<sup>54</sup> GBD 2019 Risk Factors Collaborators (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet, 396(10258): 1223–1249.

<sup>55</sup> Health Effects Institute (2020). State of Global Air. A Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute.

<sup>56</sup> <https://www.who.int/multi-media/details/air-pollution-kills-13-people-every-minute>

<sup>57</sup> McDuffie E, Martin R, Yin H, Brauer M. 2021. Global Burden of Disease from Major Air Pollution Sources (GBD MAPS): A Global Approach. Research Report 210. Boston, MA: Health Effects Institute.

([https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy\\_report/2021/PolicyReport\\_GBD-MAPS\\_Research-Report-210\\_2021.pdf](https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy_report/2021/PolicyReport_GBD-MAPS_Research-Report-210_2021.pdf))

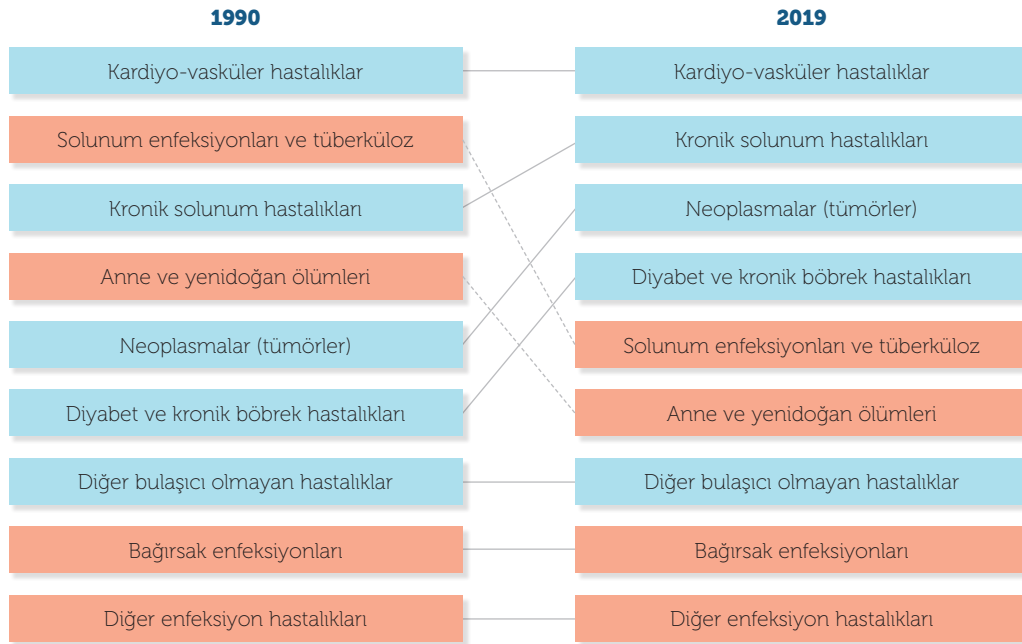




Şekil 4 - Türkiye’de ölüme ve sakatlığa yol açan ilk 10 risk karşılaştırması (2009-2019)

Kaynak: <https://www.healthdata.org/turkey>

Şekil 5 - Türkiye’de hava kirliliğine atfedilebilen ölümlerin nedenleri ve sıralamalarının karşılaştırılması (1990-2019) (kadın-erkek, tüm yaşlar için, ölüm sayılarına göre sıralama)

Kaynak: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/#0> den Türkiye için veri çekilerek hazırlanmıştır.

## 2021 Yılında Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Erken Ölümler

PM<sub>2,5</sub> maruziyeti ile erken ölümler arasındaki güçlü bağlantı, on yıllardır hayata geçirilen çok sayıda bilimsel çalışma ile kanıtlanmıştır. Küresel Hastalık Yükü projesi ve Dünya Sağlık Örgütü'nün Hava Kalitesi Kılavuzu'nun güncelleştirilmesi gibi meta analizler de bu çalışmalardan yola çıkarak kuşkuya yer bırakmayacak şekilde, küresel ve bölgesel ölçekte bilimsel tespitler yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Kara Rapor 2022 kapsamında da 2021 yılında Türkiye'deki PM<sub>2,5</sub> kirliliğine atfedilebilecek ölümler hesaplanmıştır. Bu modelleme çalışmasında, Türkiye için Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'ndan<sup>58</sup> elde edilen 2021 yılına ait iller bazında hava kalitesi verileri ve AirQ+ modelleme programı<sup>59</sup> kullanılmıştır.

### Yöntem

**Prof. Dr. Nilay Etiler, Türk Tabipleri Birliği THHP Temsilcisi**

Türkiye'de hava kirliliğine atfedilen tahmini ölüm sayısının hesabı, il temelinde yapılmış olup AirQ+ programı ile yapılan hesaplamalar 81 il için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu ilde hava kirliliğine bağlı ölümleri hesaplayabilmek için 1) ilin söz konusu yılda PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub> düzeyleri; 2) aynı yıl ilin nüfusu ve 3) aynı yıl ilde gerçekleşen ve 30 yaş üstü nüfusta, dışsal nedenlerle (kaza ve yaralanmalar sonucu) ölümlerin dışında kalan ölüm sayısı verileri kullanılır.

**Şekil 6 - İl bazında hava kirliliğine atfedilen tahmini ölüm sayısının hesaplanması için akış şeması**



## 2021 Yılı Hava Kalitesi Verileri

Çalışma kapsamında illerin 2021 yılındaki PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub> düzeyleri; ÇŞİDB sorumluluğundaki Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı kapsamındaki veri tabanından elde edilmiştir. Ancak ulusal mevzuata göre PM<sub>10</sub> için yeterli veri alımı sağlanan il sayısı 34'tür. PM<sub>2,5</sub> için ise il ortalamasında veri alımı %90 ve üstü olan yalnızca 8 il bulunmaktadır. Veri yetersizliğini aşabilmek için minimum veri alım oranı olarak DSÖ tarafından kabul edilen %75 oranı baz alınmıştır. Bu yaklaşımla PM<sub>10</sub> için 5 il dışında yeterli veriye erişilebilmişken; ancak PM<sub>2,5</sub> için sadece 89 istasyondan %75 üzerinde veri alımı sağlanmıştır.

Bu durumda hesaplamada girdi olarak kullanılacak PM<sub>2,5</sub> verileri; tüm illerin PM<sub>10</sub> yıllık ortalamaları, DSÖ tarafından Türkiye'ye özgü belirlenen dönüşüm katsayısı (0,66327) ile çarpılarak hesaplanmıştır. Düzce ve Kilis'te ise PM<sub>10</sub> ölçümleri %75 ve üzeri olmadığı için doğrudan PM<sub>2,5</sub> ölçüm ortalamalarına göre hesaplamalar yapılmıştır. İl ortalamasında ne yeterli düzeyde PM<sub>2,5</sub> ne de PM<sub>10</sub> verisi bulunan Aydın, Bitlis, Bolu, Manisa ve Uşak illeri çalışmaya dâhil edilememiştir.

<sup>58</sup> [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr)

<sup>59</sup> Europe, World Health Organisation (bt.). AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution. computer software, WHO Europe. <https://www.who.int/europe/tools-and-toolkits/airq---software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>.



Tablo 14 - Hesaplama da kullanılan ölçütler ve veri kaynakları

Veri / Ölçüt / Ölçüm		Veri kaynağı
<b>Hava kalitesi</b>	İlde ölçülen $PM_{2.5}$ ve $PM_{10}$ ortalama değerleri; İlin ortalama yıllık $PM_{10}$ değerinden hesaplanan $PM_{2.5}$ değeri	Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı Veri tabanı <sup>60</sup>
<b>Etkilenen nüfus</b>	İlin nüfusu	TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıtları (ADNK) <sup>61</sup>
<b>Ölümlülük (mortalite)</b>	30 yaş üzerinde dışsal nedenler (kaza ve yaralanma) hariç ölümler	1. TÜİK Ölüm İstatistikleri Veri Tabanı <sup>62</sup> 2. TÜİK Ölüm Nedenleri Tablosu <sup>63</sup> 3. TÜİK ADNK Veri Tabanı

<sup>60</sup> [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr)

<sup>61</sup> <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>

<sup>62</sup> <http://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=114&locale=tr>

<sup>63</sup> <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=Oon2F/sjNArKVSzEFJ4teiOUlbelk5W88xlrhYRHq/lzv0qlllh34R72zd9NAwKC>



## 2021 Yılında 30 Yaş Üzeri Dışsal Nedenler Hariç Ölüm

Türkiye’de ilk COVID-19 olgusunun Mart 2020 yılında ortaya çıkmasının ardından ülkemizde 17 milyondan fazla olgu ve 100 bini aşan ölüm kayıtlara geçmiştir. Bu çalışma gerçekleştirildiğinde (Aralık 2022-Ocak 2023), TÜİK tarafından açıklanan Türkiye’nin yıllık ölüm istatistiklerine dair mevcut en son veri seti 2019 yılına aitti. Bu nedenden ötürü, 2021 yılında illerde meydana gelen ölüm sayılarına ulaşamamış ancak önceki yılların verilerinden yola çıkarak her ilde COVID-19 hariç beklenen ölüm sayılarının hesaplanması mümkün olmuştur.

Raporun basıma hazırlanma aşamasında normal yayınlanma tarihinden 10 ay sonra yayınlanan 2021 yılı ölüm istatistikleri<sup>64</sup> ile bu çalışma için hesaplanan 2021 yıl ölüm sayıları arasında sağlık etki analizinin güvenilirliğini olumsuz etkileyecek bir farklılık yoktur (EK 2).

2021 yılına ait “hava kirliliğine atfedilen ölüm” hesabı için AirQ+ programında gereksinim duyulan, her ilde 30 yaş üzeri dışsal nedenler hariç ölüm sayılarının hesaplanma yöntemi aşağıda açıklanmıştır:

### 1. Aşama

TÜİK ölüm istatistiklerinde, il düzeyinde ve 2015-2019 yıllarına ait (5 yıllık) veriler dinamik sorgulama yoluyla indirildi. Bu veriler, her yıl için ayrı olacak şekilde, beşerli yaş gruplarında meydana gelen ölüm sayılarını içermektedir.

### 2. Aşama

Her ilde 2015-2019 yıllarında meydana gelen 30 yaş üstü ölümler ayrıldı ve beş yıla ait toplam ölüm sayısı elde edildi.

### 3. Aşama

2015-2019 yıllarına ait 30 yaş üzeri il nüfusları, TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıtları’ndan dinamik sorgulama ile elde edildi.

### 4. Aşama

Her il için 2015-2019 yıllarına ait 100.000 nüfusta “30 yaş üzerine özel ölüm hızı” hesaplandı. Bu ölüm hızı, 2021 yılı için COVID-19 etkisi olmaksızın “beklenen ölüm hızı” olarak kullanıldı.

### 5. Aşama

TÜİK’in “illere göre ölüm nedenleri” başlığıyla yayınladığı tablodan her ildeki “dışsal yaralanma nedenleri ve zehirlenmeler” kategorisinde yer alan ölümlerin toplam ölümler içindeki payı hesaplandı.

### 6. Aşama

Her bir il için 4. aşamada hesaplanan ilin “30 yaş üzerine özel ölüm hızı”, söz konusu ildeki “dışsal yaralanma ve zehirlenme” ölümlerinin oranına göre düzeltilerek “30 yaş üstü dışsal yaralanmalar haricindeki ölüm hızı (her 100.000 nüfusta) elde edilerek AirQ+ programında kullanıldı.

<sup>64</sup> Türkiye İstatistik Kurumu (23 Şubat 2023). Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2021-45715&dil=1>

Bu yolla hesaplanan ölüm verileri, AirQ+ programı kullanılarak hava kirliliğine bağlı ölümlerin boyutunu hesaplama olanağı sunmaktadır. Ancak bazı kısıtlılıkların da olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tahmin sonucu beklenen 30 yaş üstü (dışsal nedenler hariç) ölümler, COVID-19 pandemisinin nüfusun ve ölümlerin üzerinde etkisi olmadığı varsayımını taşımaktadır. Daha net bir ifadeyle illerdeki nüfus büyüklüğü pandemiye bağlı ölümler, kırsal bölgelere göç gibi nedenlerle değişmiş olabilir. Daha da ötesi, hava kirliliğinin neden olduğu kalp-damar ve solunum sistemi hastalıklarının COVID-19'dan ölüm riskini artırdığı iyi bilinen bir gerçektir. O nedenle, hava kirliliğinin ilde neden olduğu erken ölümler tahmin edilirken "daha iyimser" sonuçlara ulaşıldığı düşünülmektedir.

## Türkiye'de 2021 Yılında PM<sub>2,5</sub> Kirliliğine Atfedilen Ölümler

**Prof. Dr. Çiğdem Çağlayan, Çevre İçin Hekimler Derneği**

Yukarıda açıklanan metod ve veri seti ile gerçekleştirilen AirQ+ hesaplamalarına göre 2021 yılında Türkiye'de hava kirliliğine atfedilen ölüm sayısının en az 42.067 (kırk iki bin altmış yedi) olduğu öngörülmektedir.

Sonuçlar COVID-19 nedenli ölümler dışlanarak elde edilmiştir. Ayrıca 5 ilde PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> verisi bulunmadığı için bu illerdeki ölümler hesaplamaya dahil edilmemiştir.

Diğer yandan, PM<sub>2,5</sub> sınır değeri 2021 yılında DSÖ tarafından 5µg/m<sup>3</sup> olarak değiştirilmiştir. Hesaplamaların bu düzeye göre yapılması durumunda, hava kirliliğine atfedilen ölüm sayılarının daha fazla çıkması olasıdır.

Bu nedenlerle hesaplanan ölüm sayısı "en az" olarak ifade edilmiştir.

**Tablo 15 - 2021 yılında hava kirliliğine atfedilen ölümlerin sayısal olarak en fazla olduğu ilk 10 il**

İller	PM <sub>2,5</sub> Ortalaması (µg/m <sup>3</sup> )	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Sayısı (kişi)
<b>İstanbul</b>	23,56	4.848
<b>Ankara</b>	30,07	2.853
<b>Bursa</b>	34,08	2.223
<b>İzmir</b>	21,47	1.731
<b>Konya</b>	32,72	1.404
<b>Balıkesir</b>	30,72	1.233
<b>Denizli</b>	42,30	1.094
<b>Antalya</b>	27,52	1.050
<b>Muğla</b>	28,53	981
<b>Gaziantep</b>	34,20	960



Tablo 15'te verilen 2021 yılında hava kirliliğine atfedilen ölümlerin sayısal olarak en fazla olduğu ilk 10 il sıralamasını belirleyen kriter, hava kirliliği düzeylerinden ziyade illerin nüfuslarının ve/veya ölüm sayılarının fazla olmasıdır. Tablo 16'daki sıralamada ise PM<sub>2,5</sub> hava kirliliğinin düzeyine bağlı olarak ölümlerin tamamı içinde hava kirliliğinin payı görülmektedir. Örneğin Batman'da 2021 yılında meydana gelen tüm ölümlerin %31,13'ü, PM<sub>2,5</sub> kirliliğine atfedilebilir. Bu durum, "Batman'da PM<sub>2,5</sub> düzeyi 10 µg/m<sup>3</sup> düzeyine düşürülseydi ölümlerin %31'i önlenebilirdi," anlamına gelmektedir.

**Tablo 16 - 2021 yılında hava kirliliğine atfedilen ölümlerin orantısal olarak en fazla olduğu ilk 10 il**

İller	PM <sub>2,5</sub> Ortalaması (µg/m <sup>3</sup> )	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Orantısı (%)
<b>Batman</b>	72,01	31,13
<b>Iğdır</b>	65,12	28,22
<b>Karaman</b>	64,69	28,03
<b>Muş</b>	58,71	25,4
<b>Ağrı</b>	57,02	24,64
<b>Şırnak</b>	50,26	21,51
<b>Osmaniye</b>	49,84	21,31
<b>Malatya</b>	46,71	19,81
<b>Kahramanmaraş</b>	45,25	19,11
<b>Denizli</b>	42,30	17,66

**Tablo 17 - 2021 yılında hava kirliliğine atfedilen ölüm hızının en fazla olduğu ilk 10 il**

İller	PM <sub>2,5</sub> Ortalaması (µg/m <sup>3</sup> )	Hava Kirliliğine Atfedilen Ölüm Hızı (yüz binde)
<b>Sivas</b>	29,14	442,61
<b>Karaman</b>	64,69	281,63
<b>Edirne</b>	42,28	231,2
<b>Iğdır</b>	65,12	221,81
<b>Batman</b>	72,01	200,07
<b>Ardahan</b>	36,84	189,77
<b>Ağrı</b>	57,02	189,06
<b>Muş</b>	58,71	188,08
<b>Malatya</b>	46,71	183,56
<b>Denizli</b>	42,30	174,33

Tablo 17'de 2021 yılında 30 yaş üzeri her yüz bin nüfusta hava kirliliğine atfedilen ölümler gösterilmektedir. Bu sıralamadaki farklılık illerin hem PM<sub>2,5</sub> kirlilik düzeyinin yüksekliği hem de ölüm hızlarının yüksekliği ile ilişkilidir.





## Hava Kirliliğinin Ruhsal Etkileri

Doç. Dr. İrem Ekmekçi Ertek, Dr. Hande Gazey, Türk Psikiyatri Derneği

Hava kirliliğinin ruh sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerine yönelik çalışmalar son yıllarda giderek hız kazanmıştır. Çalışmalar, hava kirliliğinin; ruhsal hastalık riskinde artmaya, mevcut ruhsal hastalıklarda kötüleşmeye, psikiyatrik nedenlerle hastane başvurularında ve yatışlarında yükselişe neden olan faktörlerden biri olduğuna, ayrıca intihar düşüncesi ve eylemiyle de ilişkisine işaret etmektedir.<sup>65,66</sup> Aynı zamanda hava kirliliğinin çabuk öfkelenmeye ve keyif alamamaya yol açtığı; açık hava aktivitelerinde azalmaya sebep olduğu,<sup>67</sup> hava kirliliğinin yol açtığı stresin kas-iskelet sisteminde ağrı gibi bedensel belirtilere, yorgunluğa ve uyku bozukluklarına yol açabileceği de gösterilmiştir.<sup>68,69,70</sup>

PM (partikül madde), NO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gibi hava kirlleticilerinin artan düzeylerinin kötü ruh sağlığı sonuçları ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Artan PM düzeyleri, psikiyatrik acillere başvuru ve yatışı gereken hasta sayısındaki artışla ilişkilidir.<sup>71</sup> Çin'de, 10 µg/m<sup>3</sup> lük PM artışı ile birlikte şizofreni hastalığı nedeniyle hastaneye yatışlarda artışı gösteren bir çalışma gerçekleştirilmiştir.<sup>72</sup> İngiltere'de, yakın zamanda psikotik bozukluk veya duygudurum bozukluğu tanısı almış kişilerle yapılan izlem çalışmasında, yıl içerisinde havada kirlitici partiküllerin düzeylerinin yükseldiği dönemlerde toplum ruh sağlığı merkezlerine başvuruların yoğunlaştığı ve 7 yıllık izlemde bu ilişkinin sürdüğü gösterilmiştir.<sup>73</sup> Uzun dönemli PM<sub>2,5</sub> maruziyetinin depresif belirtilere yol açtığı da saptanmıştır. Artan düzeylerde PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> ve O<sub>3</sub>'e kısa süreli maruz kalmanın, kendine zarar verici davranışlarda görülen artışla ilişkili olduğu düşünülmektedir.<sup>74</sup> Gebelikte PM<sub>2,5</sub> ve özellikle erken dönemde NO<sub>2</sub> maruziyetinin de otizm spektrum bozukluğu ile ilişkili olabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır.<sup>75,76,77</sup>

Özellikle PM olmak üzere, kirliticilerin ruhsal etkilerinin temelini bir dizi biyolojik mekanizmanın oluşturduğu varsayılmaktadır. PM, oksidatif ve nitrozatif stres ile hem sistemik inflamasyonu hem de nöroinflamasyonu tetiklerken, aynı zamanda nörotoksik etkisi de beyin hasarı ile ilişkilendirilmektedir. Beyin yapısı değişikliklerinin sirkadiyen ritim ile ilgili genlerde metilasyon ile ilişkili olabileceği, bunların psikiyatrik hastalık gelişimi için tetikleyici olabileceği düşünülmektedir. Nöroinflamasyon ise hem depresyonda hem de

<sup>65</sup> Block, M.L. ve ark. (2012). The outdoor air pollution and brain health workshop. *Neurotoxicology*, 33(5), 972-984.

<sup>66</sup> Newbury, J.B. ve ark. (2021). Association between air pollution exposure and mental health service use among individuals with first presentations of psychotic and mood disorders: Retrospective cohort study. *The British Journal of Psychiatry*, 219(6), 678-685.

<sup>67</sup> An, R. ve X. Xiang (2015). Ambient fine particulate matter air pollution and leisure-time physical inactivity among US adults. *Public Health*, 129(12), 1637-1644.

<sup>68</sup> Tzivian, L. ve ark. (2015). Effect of long-term outdoor air pollution and noise on cognitive and psychological functions in adults. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1), 1-11.

<sup>69</sup> Rotton, J. ve ark. (1979). The air pollution experience and physical aggression. *Journal of Applied Social Psychology*, 9(5), 397-412.

<sup>70</sup> Petrowski, K. ve ark. (2019). Air quality and chronic stress: a representative study of air pollution (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) in Germany. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(2), 144-147.

<sup>71</sup> Buoli, M. ve ark. (2018). Is there a link between air pollution and mental disorders? *Environment international*, 118, 154-168.

<sup>72</sup> Gao, Q. ve ark. (2017). Particulate matter air pollution associated with hospital admissions for mental disorders: a time-series study in Beijing, China. *European Psychiatry*, 44, 68-75.

<sup>73</sup> Newbury, J.B. ve ark. (2021)

<sup>74</sup> Buoli, M. ve ark. (2018).

<sup>75</sup> Becerra, T.A. ve ark. (2013). Ambient air pollution and autism in Los Angeles county, California. *Environmental Health Perspectives*, 121(3), 380-386.

<sup>76</sup> Volk, H.E. ve ark. (2014). Interaction of the MET receptor tyrosine kinase gene and air pollution exposure in autism spectrum disorder. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 25(1), 44.

<sup>77</sup> Raz, R. ve ark. (2018). Traffic-related air pollution and autism spectrum disorder: a population-based nested case-control study in Israel. *American Journal of Epidemiology*, 187(4), 717-725.





psikozda rol oynamaktadır.<sup>78</sup> İnflamasyonun ve oksidatif stresin, fiziksel hareketsizlik, obezite, uykusuzluk gibi depresyonu tetikleyebilecek diğer risk faktörleri için de aracı rol oynadığı düşünülmektedir.<sup>79</sup>

Çevresel etkileri ele alırken sosyoekonomik düzey, cinsiyet, yaşanan yer, konuta ilişkin koşullar, yeşil alanlara erişim, yeterli ve güvenli gıdaya ve suya erişim, çalışma koşulları gibi etmenlerin de göz önünde bulundurulması gereklidir.

Tütün dumanına, hava kirliliğine, çevresel etkilere ve mesleki tehlikelere maruz kalan yoksul ve yoksun nüfuslar, çevresel tehlikeler açısından da en yüksek risk altında olan gruplardır.<sup>80</sup> Bahsedilen faktörlerin ruh sağlığı üzerine doğrudan etkileri bulunmakla birlikte, kirlenmeye maruziyetin süresini ve düzeyini de belirleyen etmenlerden oldukları için bu unsurlar ruh sağlığını dolaylı olarak da olsa etkileyecektir.

Hava kirliliği ve doğal afetlerin yarattığı stres ve travma sonrası stres bozukluğu ile birlikte iklim değişikliğinden kaynaklanan kaygı, suçluluk duygusu ve sosyal değişimlere verilen ruhsal tepkiler de hava kirliliğinin ruh sağlığına dolaylı etkileri arasında ele alınabilir.<sup>81</sup>

Öyleyse hava kirliliği bir halk sağlığı sorunu mudur? Bu sorunun yanıtı "evet" olacaktır. Çünkü hava kirliliği; beyin gelişimine olumsuz etkilerinden, sinir hücrelerinin hasarına, ruhsal bozuklukların ortaya çıkmasından, ruhsal belirtileri şiddetlendirmeye dek varan etkilere sahiptir. Bundan dolayı neden olduğu psikososyal zorluklarla iklim krizinin sonuçlarını derinden hissettiğimiz şu günlerde hava kirliliği, acilen koruyucu ve önleyici müdahalelerin yapılmasına ihtiyaç duyulan bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır.

<sup>78</sup> Block, M.L. ve ark. (2012).

<sup>79</sup> Berk, M. ve ark. (2013). So depression is an inflammatory disease, but where does the inflammation come from?. BMC Medicine, 11(1), 1-16.

<sup>80</sup> Krieger, N. ve ark. (2014). Black carbon exposure more strongly associated with census tract poverty compared to household income among US black, white, and Latino working class adults in Boston, MA (2003–2010). Environmental Pollution, 190, 36-42.

<sup>81</sup> Menculini, G. ve ark. (2021). The influence of the urban environment on mental health during the COVID-19 pandemic: focus on air pollution and migration—a narrative review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(8), 3920.





## **BÖLÜM 4**

# **HAVA KİRLİLİĞİ, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIK**

## İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği: Bir Madalyonun İki Yüzü<sup>82</sup>

Deniz Gümüşel, Temiz Hava Hakkı Platformu

### Hava Kirleticileri ve Kısa Ömürlü Sera Gazları

İklim değişikliği ve hava kalitesi yakından bağlantılıdır. Enerji üretimi, tarım, ulaşım, endüstriyel süreçler, atık yönetimi, binalarda ısıtma ve soğutma başta olmak üzere insan faaliyetlerinin çoğu, özellikle fosil yakıtların kullanıldığı faaliyetler, uzun ömürlü sera gazlarının yanı sıra gaz ve partikül halinde hava kirleticilerine de yol açar. Bu nedenle, iklim değişikliğini sınırlamaya yönelik pek çok eylem aynı zamanda hava kalitesini iyileştirmeye de yardım edebilir; bu durumun tersi de doğrudur.

Bahsedilen hava kirleticilerinin çoğu; örneğin ozon, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (NO ve NO<sub>2</sub>) ile sülfat ve nitrat gibi aerosoller (partikül maddeler), aynı zamanda "kısa ömürlü iklim zorlayıcıları"dır. Karbondioksit kadar uzun süre atmosferde kalmasalar da hem kısa vadeli ısınım sal zoramaya (dünyaya ulaşan güneş ışınlarının emilimi ya da yansıtılması yoluyla sıcaklık değişikliğine) yol açabilir; hem de karbon yutakları ve atmosferdeki karbondioksite etkileri sonucu daha uzun vadeli iklim zorlamasına neden olabilirler.<sup>83</sup> Bu nedenle, emisyonları net olarak farklı iki gruba ayırmak mümkün değildir.

İklim değişikliğini ele almanın hava kalitesi için faydaları veya yan etkileri olabilir ve bu durumun tersi de geçerlidir. Örneğin enerji verimliliği önlemlerinin uygulanması, fosil yakıtların enerji denkleminde çıkarılması veya payının azaltılması, ısıtma ve pişirme için verimli ve temiz ocaklar kullanılması, tarımsal atıkların yakılmasının önlenmesi hem hava kirliliği hem de iklim değişikliği açısından olumlu sonuçlar doğuran politikalar ve önlemler arasındadır. Öte yandan, bazı önlemler bu iki politika alanını ters etkileyebilir. Örneğin enerji ve endüstriyel tesislerden ya da deniz taşımacılığında kaynaklanan sülfat aerosollerinin miktarını azaltmak hava kalitesini artırır; ancak bu durum iklim üzerinde ısınma etkisine neden olur. Çünkü sülfat aerosolleri, gelen güneş ışığını engelleyerek atmosferin soğumasına katkıda bulunur.

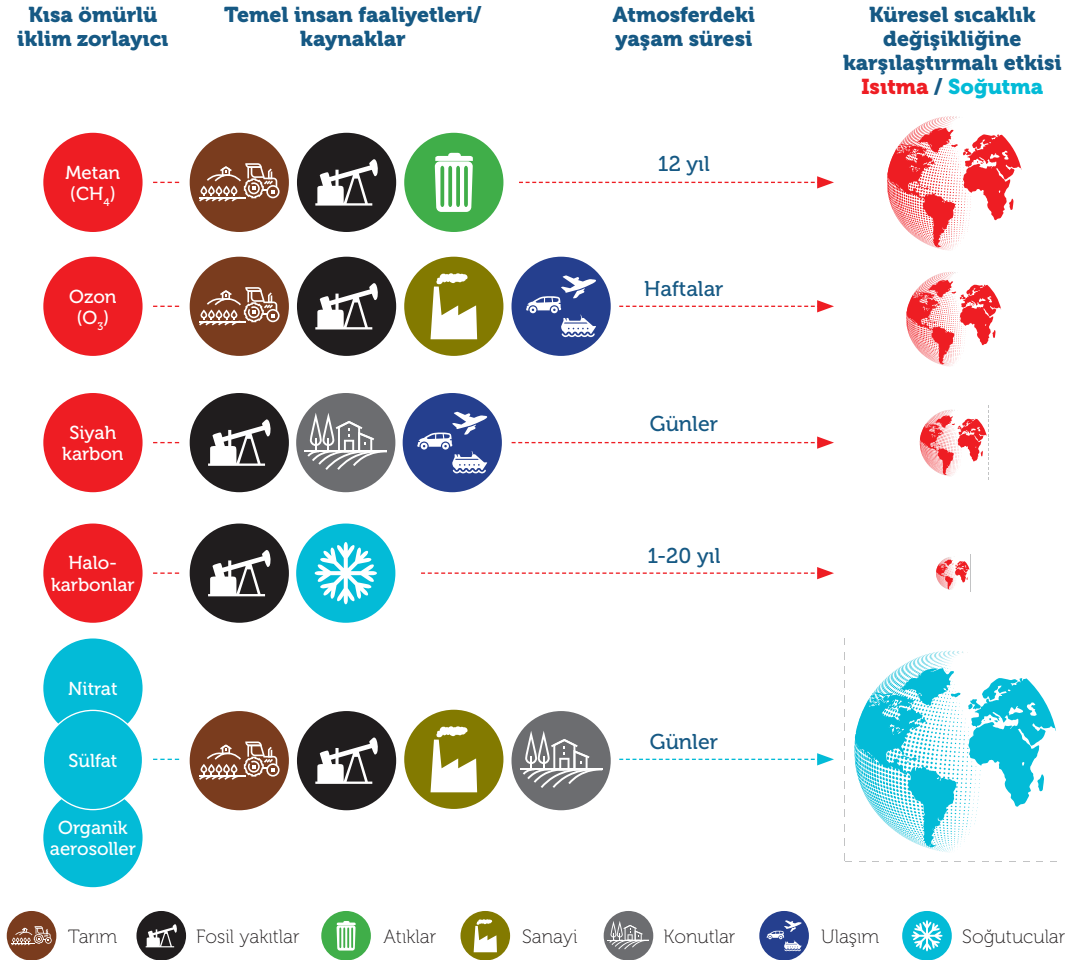
İklim değişikliği ve hava kirliliği, hâlihazırda insanlığı en çok etkileyen kritik çevre sorunlarıdır. Her iki konuyu birlikte ele almak önemli sinerjilere ve ekonomik faydalara yol açar. Ancak ikisinden birini hafifletirken diğerini daha da kötüleştiren politika eylemlerinden kaçınmak gereklidir. Bunun için en etkili yol, düşük karbon emisyonu senaryosunun küresel düzeyde etkili biçimde hayata geçirilmesidir. Küresel bazda düşük karbonlu bir gelecekte, aerosollerin (partikül maddelerin) azalmasından kaynaklanacak kısa vadeli ısınma etkisi, sera gazı emisyonlarının azaltılması ile başarılabacak atmosferdeki soğuma ile dengelenecektir.

<sup>82</sup> Başka bir kaynak belirtilmediği sürece, bu bölüm IPCC 6. Değerlendirme raporunun kısa ömürlü iklim zorlayıcıları ile ilgili 6. Bölümünden ve bölüm sonundaki Sıkça Sorulan Sorular kısmından özetlenerek hazırlanmıştır. Szopa, S., V. Naik, B. Adhikary, ve ark. (2021). Short-Lived Climate Forcers. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, ve ark. (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 817–922, doi:10.1017/9781009157896.008.

<sup>83</sup> Fu, B., Gasser, T., Li, B. et al. (2020). Short-lived climate forcers have long-term climate impacts via the carbon–climate feedback. Nat. Clim. Chang. 10, 851–855.



**Şekil 7 -** Kısa ömürlü iklim zorlayıcıları, kaynakları, atmosferde kalma süreleri ve 1750-2019 yılları arasında küresel yüzey sıcaklık değişikliklerine etkileri.



Kaynak: IPCC (2021). Altıncı Değerlendirme Raporu 6. Bölüm Kısa Ömürlü İklim Zorlayıcıları 6.1. Sıkça Sorulan Sorular Şekil 1'den çevrilerek aktarılmıştır.

## Sıcaklık Artışları ve Hava Kirliliği<sup>84</sup>

İklim değişikliği ile hava kirliliğinin etkileşim içinde olduğu bir başka fenomen ise artan sıcaklıklarla birlikte hava kalitesinde gözlemlenen düşüştür. Hava kalitesindeki düşüş, özellikle ozon yoğunluğundaki artışla ilişkilidir. Yeryüzü seviyesindeki ozon; insan sağlığına hem ekosistemlere hem de tarımsal ürünlere zarar verebilen önemli bir hava kirleticidir. Fosil yakıtların yanması ya da doğal yangınlar sonucu ortaya çıkan azot oksitler (NOx) ve uçucu organik bileşikler (VOC) gibi ozon öncülü bileşiklerin konsantrasyonlarındaki artış ya da hava desenlerindeki değişiklikler, ozon miktarlarında değişime yol açabilir.

Durgun hava koşulları ve düşük rüzgâr hızları, kirleticilerin yeryüzüne yakın seviyelerde birikmesine yol açarken; sıcak, kuru koşulları oluşturan yoğun güneş ışınları ise fotokimyasal olarak ozonun üretimini artırır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre 21. yüzyılda sıcak hava dalgalarının sıklığında, şiddetinde ve süresinde artış olması neredeyse kesindir. Bu gidişat, hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde ozon kirliliğinde ciddi artışların

<sup>84</sup> Başka bir kaynak belirtilmediği sürece, bu bölüm Dünya Meteoroloji Örgütü WMO'nun Hava Kalitesi ve İklim Bülteni'ndeki bilgiler özetlenerek hazırlanmıştır. World Meteorological Organization (2022). WMO Air Quality and Climate Bulletin, No:2. Eylül 2022. /[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11300](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11300).



yaşanacağı dönemler olacağı anlamına gelmektedir. Bu durum "iklim cezası" (climate penalty) olarak adlandırılır. "İklim cezası", özellikle, insanların soluduğu yer seviyesindeki hava içerisinde ozon üretiminin, iklim değişikliği nedeniyle giderek yaygınlaşan sıcak hava dalgalarının sonucu artması için kullanılan bir ifadedir.

Ozon artışının çoğunun, fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan emisyonlardaki artışa bağlı olacağı bilinmekle birlikte; bu artışın kabaca beşte birinin, artan sıcak hava dalgaları yoluyla gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Öngörülen iklim cezasının en güçlü beklendiği bölgeler (özellikle Asya), dünya nüfusunun yaklaşık dörtte birine ev sahipliği yapmaktadır. İklim değişikliği sonucu yaşanacak olan yüzey ozon kirliliği, yüz milyonlarca insan için zararlı sağlık etkilerine yol açabilir.

Hava kirleticileri, atmosferden yeryüzüne çökerek ekosistem sağlığını da etkiler. Azot, kükürt ve ozon birikimi; temiz su, biyoçeşitlilik ve karbon depolama gibi doğal ekosistemlerin yaşamsal bileşenlerini olumsuz etkileyebilir ve tarımsal sistemlerde ürün verimini düşürebilir.

## Yangınlar, İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği



21. yüzyıl içerisinde sıcak hava dalgalarının sıklığında, yoğunluğunda, süresinde ve buna bağlı olarak orman yangınlarında beklenen artış, hava kalitesini kötüleştirerek insan sağlığına ve ekosistemlere zarar verme riski taşır. Doğal yangın dumanı, gazlardan ve çok küçük partikül maddelerden (özellikle PM<sub>2,5</sub>) oluşan kompleks, dinamik bir karışımdır ve insandaki solunum sistemini ağır şekilde tahriş edebilir.

Dünya Meteoroloji Örgütü WMO'ya göre<sup>85</sup> 2021'deki orman yangınlarından kaynaklanan dumanın küresel hava kalitesi üzerinde ciddi etkileri gözlemlenmiştir. Küresel düzeyde partikül maddeyi ölçen Avrupa Birliği'nin Copernicus Atmosfer İzleme Servisi (CAMS) raporlarına göre şiddetli doğal yangınlar; Temmuz ve Ağustos 2021'de Sibiryaya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında anormal düzeyde yüksek PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonlarına yol açmıştır. Doğu Sibirya'daki PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonları, artan yüksek sıcaklıklar ve kuru toprak koşullarının etkisiyle daha önce gözlemlenmemiş seviyelere ulaşmış olup, Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen limitlerin çok üzerinde gerçekleşmiştir.

CAMS'e göre<sup>86</sup> "Orta ve Doğu Akdeniz çevresindeki birçok ülke, 2021 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında günler boyunca yüksek yoğunluklu orman yangınlarına maruz kalmış ve bu da yüksek ince partikül madde (PM<sub>2,5</sub>) konsantrasyonlarına ve hava kalitesinin bozulmasına neden olmuştur. Yaz ayları boyunca özellikle kuru ve sıcak koşullar, yoğun ve uzun süreli orman yangınları için ideal ortamı sağlamıştır. CAMS'in Küresel Yangın Asimilasyon Sistemi (CAMS GFAS) verilerine göre Temmuz ayında günlük yangın yoğunluğu bölge ortalamasına göre çok yüksek seviyelerde gözlenen Türkiye, bu durumdan en kötü etkilenen ülke olmuştur. Yıkıcı orman yangınlarından etkilenen diğer ülkeler arasında Yunanistan, İtalya, Arnavutluk, Kuzey Makedonya, İspanya, Cezayir ve Tunus yer almaktadır."

<sup>85</sup> World Meteorological Organization (2022). WMO Air Quality and Climate Bulletin, No:2, Eylül 2022. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11300](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11300).

<sup>86</sup> <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-2021-saw-widespread-wildfire-devastation-and-new-regional-emission-records-broken>



## 2021'de Türkiye'deki Orman Yangınları



Muğla- Marmaris

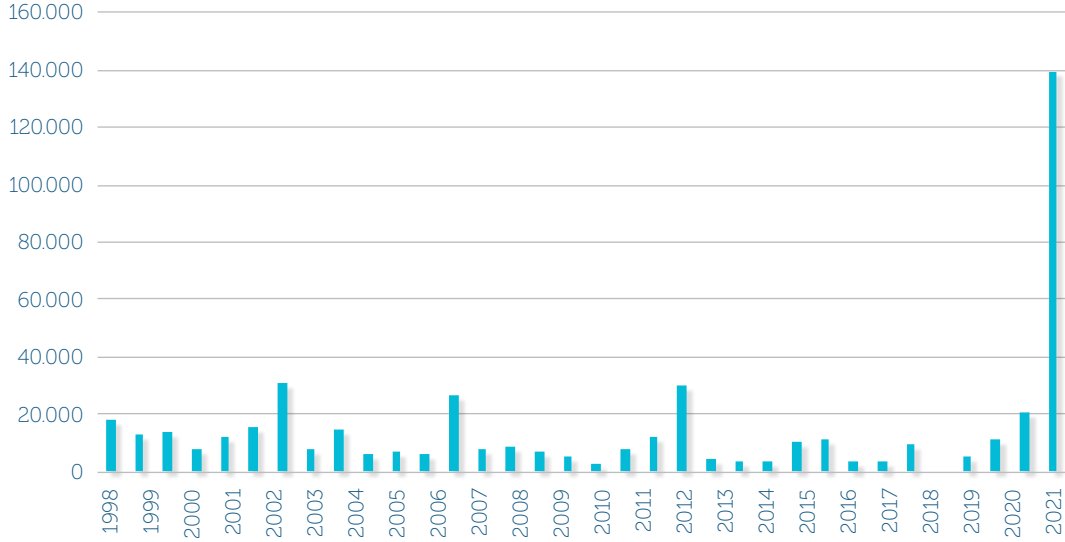
2021 yılında Güney Avrupa'da sıcak hava dalgasının etkisiyle kuvvetli rüzgârların yol açtığı orman yangınlarında İtalya, İspanya, Fransa, Portekiz, Romanya ile özellikle Türkiye'de ve Yunanistan'da yüz binlerce hektarlık orman alanı yok olmuştur.<sup>87</sup> Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2021 yılı ormancılık istatistiklerine<sup>88</sup> göre Türkiye'de 2021 yılı içinde toplam yanan orman alanı 139.503 hektar büyüklüğünde idi. Yine OGM'nin istatistiki verilerine göre 2021 yılında önceki son 34 yılın ortalamasının tam 13 katı büyüklüğünde alan yanmıştır.

28 Temmuz-12 Ağustos tarihleri arasında en yoğun yaşanan yangın felaketlerinde Antalya, kaybettiği 60 bin hektarın üzerinde orman alanıyla birinci, Muğla ise 50,6 bin hektar orman alanıyla ikinci sırada yer almıştır. Çıkan yangın sayısına baktığımızda da sırasıyla Muğla, Antalya, İzmir, Adana ve Manisa ilk beş sıradadır. Akdeniz ve Ege kıyı şeridindeki turistik bölgeleri önemli ölçüde etkileyen 2021 yılı yangınları nedeniyle binlerce kişi yerinden olurken sekiz kişi de yaşamını kaybetmiştir.

<sup>87</sup> Hakan Doğan ve ark. (2022). 2021 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi. TC. ÇŞİDB Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/afetlerraporu2021.pdf>

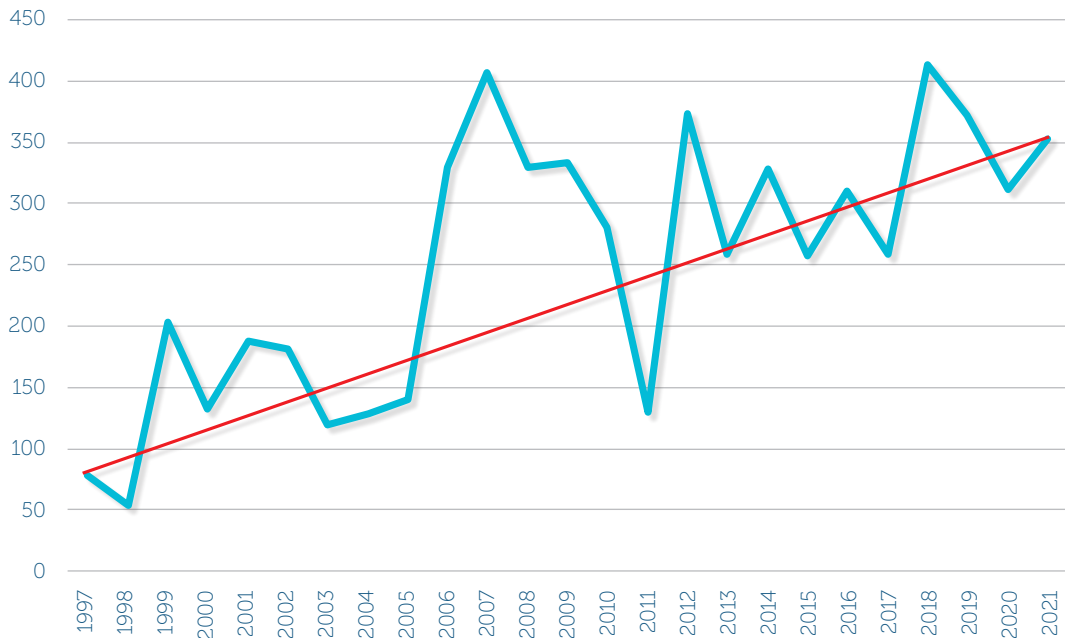
<sup>88</sup> T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (2022). Ormancılık İstatistikleri 2021. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>.



**Grafik 12** - Türkiye'de 1988-2021 yılları aralığında yanan toplam orman alanları (hektar).

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (2022).

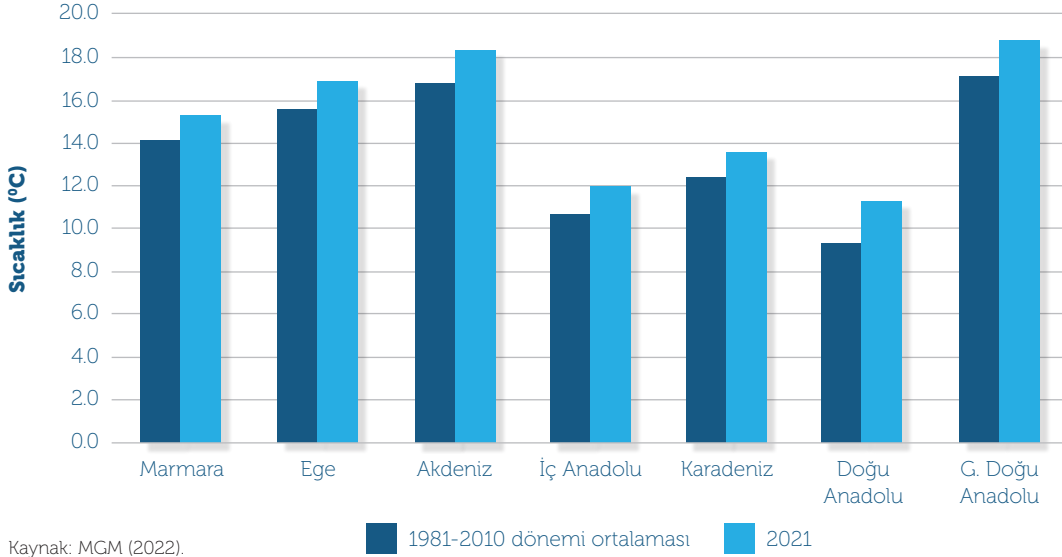
Ülke geneline baktığımızda veri olan 1997-2021 yılları aralığında, doğal nedenlerle çıkan yangın sayılarında bir artış eğilimi olduğu gözlenmektedir (Grafik 13).

**Grafik 13** - Yıllara Göre Doğal Nedenlerle Çıkan Yangın Sayıları.

Kaynak: Ormancılık İstatistikleri 2021, OGM (2022).



**Grafik 14 - Bölgelere göre 2021 yılı ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamaları (1981-2010) ile karşılaştırılması**



Aynı dönemi de kapsayacak şekilde ortalama hava sıcaklıklarında bir artış olduğunu söylemek de mümkündür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 2021 Yılı İklim Değerlendirmesi raporuna göre 2021 yılı ortalama sıcaklıkları, tüm bölgelerde uzun yıllardır süren ortalamaların (1981-2010 dönemi) üzerinde gerçekleşmiştir. (<https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2021-iklim-raporu.pdf>) Yangınlardan en çok etkilenen, Ege ve Akdeniz bölgelerindeki uzun yıllara ait ortalamalara bakıldığında sıcaklık farkının diğer bölgelerden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır (Grafik 14).

Öte yandan yapılan bağımsız bir araştırmada<sup>89</sup>, Manavgat'ta 28 Temmuz'da başlayan orman yangınından hemen önce Türkiye'nin güneyindeki tüm meteorolojik gözlem istasyonlarında sıcak hava dalgası tespit edildiği; 28 Temmuz itibarıyla yer yüzeyi seviyesindeki yüksek hava sıcaklıklarının yangın başlatan koşulları etkilediği; ihmal, kasıt ve bilinmeyen nedenlerle çıkan yangınlara hızla yaygınlaştığı ifade edilmektedir. Ayrıca yangın bölgelerinde üst atmosferdeki sirkülasyonun yangın müdahale çalışmalarını ciddi ölçüde olumsuz etkilediği de vurgulanmıştır.

## Sıcak Hava Dalgası Nedir?

Bir sıcak hava dalgası, genel olarak art arda birkaç gün ve gece boyunca devam eden, istatistiksel olarak olağan dışı bir sıcak hava dönemi olarak tanımlanır. Bir sıcak hava dalgasını nesnel olarak karakterize etmek ve beyan etmek için yerel iklim koşullarına dayalı endeksler kullanılır.

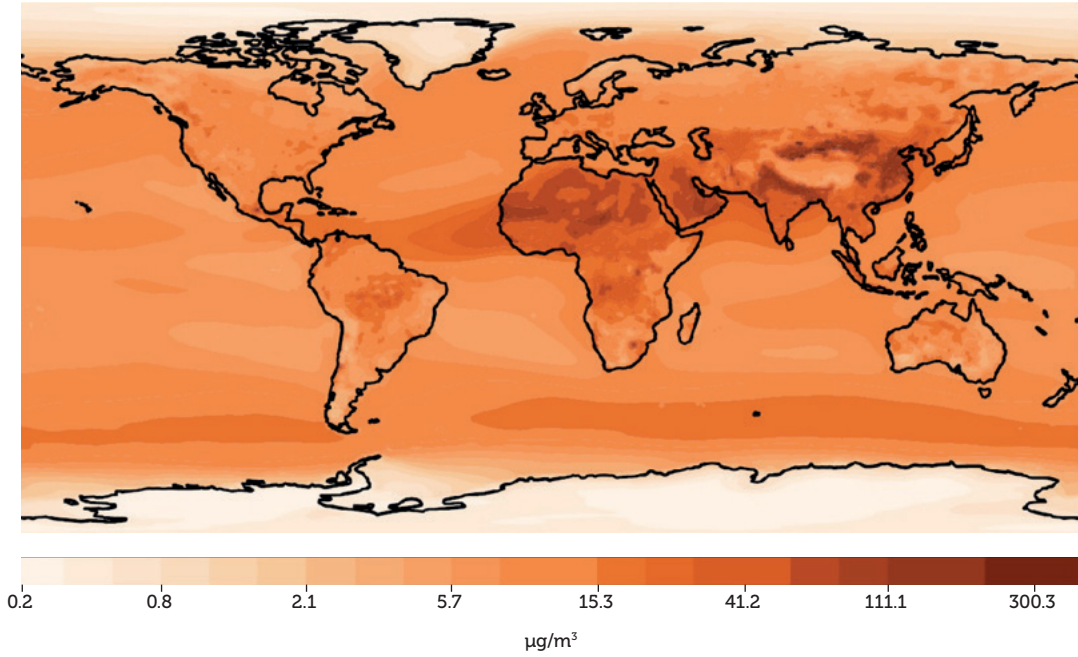
<sup>89</sup> Acar, Z., Gönençgil, B. ve Halis O. (2022). Mediterranean heat waves and wildfires of July-August 2021 in the southern part of Turkey. <https://www.researchsquare.com/article/rs-1777015/latest.pdf>.



## Orman Yangınları Hava Kalitesini Nasıl Etkiledi?

Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi'ne bağlı Copernicus Atmosfer İzleme Servisi'nin (ECMWF/CAMS) uydu gözlemlerinden yaptığı analizlere göre 2021 yılında Türkiye'de  $PM_{2.5}$  kirliliği ortalaması, 2003–2020 döneminin ortalamasına kıyasla en az  $15,3 \mu g/m^3$  daha yüksektir.

**Şekil 8** - 2021'deki ortalama  $PM_{2.5}$  yüzey konsantrasyonlarının ( $\mu g/m^3$ ) 2003–2020 döneminin ortalamasına kıyasla anomalisi (mutlak farkı).



Kaynak: ECMWF/CAMS'den aktaran

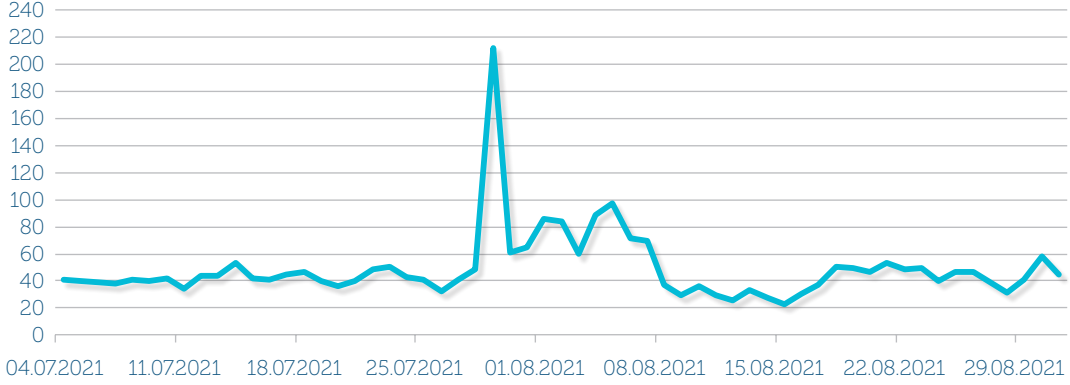
[https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/air\\_quality/wmo-air-quality-and-climate-bulletin-no.2](https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/air_quality/wmo-air-quality-and-climate-bulletin-no.2)

Yangından en çok etkilenen iller olan Muğla ve Antalya'da, yangının hava kalitesindeki etkilerini değerlendirebilmek için illerdeki hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan veriler incelenmiştir. Her iki ilde de yeterli  $PM_{2.5}$  ölçümü olmadığından değerlendirme için  $PM_{10}$  verileri dikkate alınmıştır.

Muğla'da özellikle yangınların yaşandığı Ören'deki istasyonda yangın dönemine dair hiçbir veri yer almamakta; Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde ise hava kalitesi izleme istasyonu bulunmamaktadır. Dolayısıyla yangınların hava kalitesini nasıl etkilediğine dair değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır.

Antalya'da ise yangınların en yoğun yaşandığı Manavgat ilçesindeki hava kalitesi istasyonundan 28 Temmuz–12 Ağustos arasındaki yangın dönemi verileri, aynı istasyonun Temmuz ve Ağustos ayları boyunca alınan verilerin ortalaması ile kıyaslandığında,  $PM_{10}$  konsantrasyonlarında %67'lik bir artış gözlemlenmiştir. 16 günlük yangın döneminde Manavgat'ta  $PM_{10}$  ortalaması  $68,94 \mu g/m^3$  olarak gerçekleşirken, yangın dönemi hariç iki ayın ortalama  $PM_{10}$  konsantrasyonu  $41,24 \mu g/m^3$  olarak hesaplanmıştır. Manavgat'ta en yüksek  $PM_{10}$  konsantrasyonu, 29 Temmuz 2021 günü  $212,14 \mu g/m^3$  olarak gerçekleşmiştir (Grafik 15).

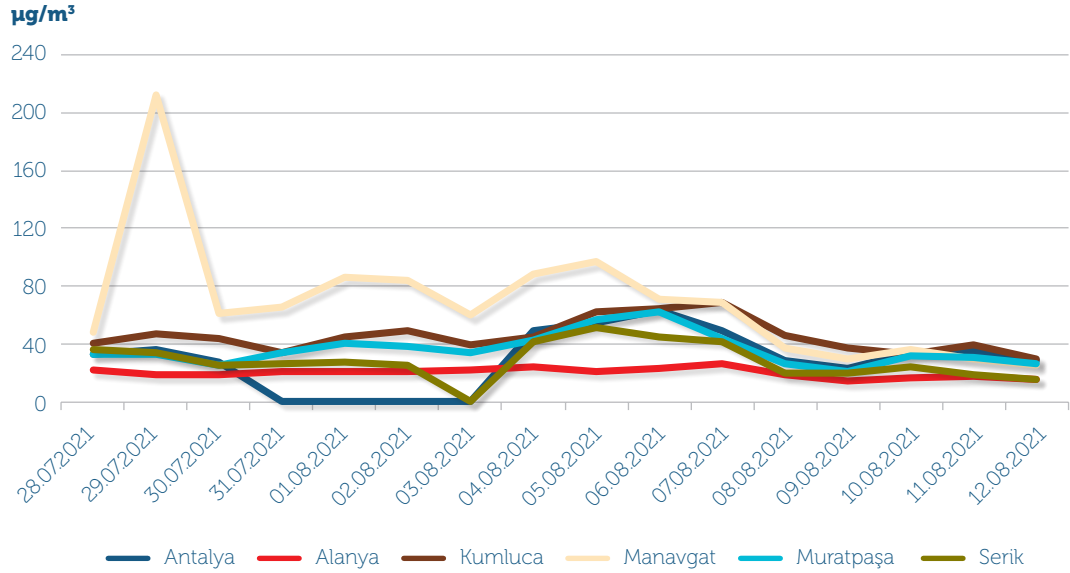
**Grafik 15** - Antalya Manavgat Hava İzleme İstasyonu 1 Temmuz-31 Ağustos 2021 tarihleri arasında günlük  $PM_{10}$  konsantrasyonları.



Kaynak: [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) veri tabanından elde edilen verilerle hazırlanmıştır.

Ayrıca yangın döneminde Antalya'daki diğer istasyon ortalamaları ile Manavgat kıyaslanmıştır. 16 günlük dönemde diğer istasyon ortalamaları  $20,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Alanya) -  $45,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Kumluca) aralığında seyrederken Manavgat aynı dönem ortalama  $68,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $PM_{10}$  konsantrasyonu ile en kirliliğe ulaşmıştır (Grafik 16).

**Grafik 15** - Antalya ilindeki hava izleme istasyonlarından alınan 28 Temmuz - 12 Ağustos 2021 tarihleri arasında günlük  $PM_{10}$  konsantrasyonları.



Kaynak: [www.havaizleme.gov.tr](http://www.havaizleme.gov.tr) veri tabanından elde edilen verilerle hazırlanmıştır.



## İklim Değişikliği, Hava Kalitesi ve Sağlık

Prof. Dr. Gamze Varol, Türk Tabipleri Birliği THHP Temsilcisi

### İklim Değişikliğinin ve Hava Kirliliğinin Sağlık Etkileri

Bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halinde olmak, sağlığın yaygın olarak bilinen bir tanımıdır. İnsanın sağlıklı olması ve sağlıklılık durumunun sürdürülebilmesi için de sağlıklı bir çevrede yaşaması gereklidir. Çevrenin biyolojik, fizikojeokimyasal ve sosyal bileşenlerine bağlı olaylar, sağlığın korunması ve geliştirilmesinde önemli olduğu kadar yitirilmesinde de önemli etkenlerdir. Sağlığın belirleyicileri arasında çevresel faktörler oldukça önemlidir.

Günümüzde artık yaygın olarak iklim değişikliğine yol açan ana etken; fosil yakıt kullanımına dayalı sanayileşme ve sanayi kaynaklı başta karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) olmak üzere sera gazı ve kirlleticilerin miktarındaki hızlı ve yoğun yükseliş olarak tanımlanmaktadır. Kapitalist ekonomik sistem, sınırsız üretim ve tüketim mantığı ile sonuçta yerküreyi sarmalayan atmosfer bileşimi içinde sera gazlarını artırmaktadır. Endüstriyel etkinlikler ve arazi kullanım biçimlerindeki değişiklikler nedeniyle sınırsız olduğu düşünülen ve sonsuz kullanım hakkı gördüğümüz canlı ve cansız varlıklar giderek geri dönüşsüz olarak yok edilmektedir. Sonuçta dünyamız, kontrolden çıkmış biçimde<sup>90</sup> giderek daha fazla ısınmakta; bu ısınma sera gezi etkisi ile atmosferin alt kesimlerinde daha çok gerçekleşmektedir.

Başta enerji, sanayi, ısınma ve ulaşım sektörleri için fosil yakıt (kömür, petrol, petrol türevleri, doğalgaz) kullanımı küresel ölçekte iklim değişikliğine yol açarken; öte yandan soluduğumuz hava kalitesini de olumsuz etkiler. Isınan hava ile kirliliği tetikleyen mekanizmalar devreye girerek atmosferde ikincil kirleticileri ortaya çıkartmakta, meteorolojik değişimler ile kirliliğin miktar ve süresi artmaktadır. Sera gazı etkisi ile ısınmanın sonucunda buzulların erimesi, olağan dışı iklim olayları ve benzer nedenlerle iklim değişiklikleri sağlığı doğrudan ve dolaylı etkilerken; bu değişikliklerin yol açtığı hava kalitesinde bozulma ve artan kirlilik de hem bir sonuç hem de bir neden olarak tüm canlıların sağlığını ayrıca etkiler. Azalan hava kalitesi, bir takım sağlık risklerini ve sorunlarını da beraberinde getirir. Örneğin sıcaklıktaki yükselme, alerjenlerin ve zararlı hava kirleticilerin artmasına neden olarak alerji ve astım nöbetlerinde sıklık ve ağırlığında artış yaşanmasına yol açar.<sup>91</sup>

İklim değişikliği, yaygın ve yıkıcı etkileri nedeniyle tek başına bir çevre sorunu olarak algılanmamalıdır. İklim değişikliğine neden olan fosil yakıt kullanımı ve bunu destekleyici politikalar, temelde bir insanlık hakkı ihlali olarak değerlendirilmelidir. Çünkü **iklim değişikliğinin öngörülen sonuçları ile sağlık hakkı, sağlıklı bir çevrede yaşam hakkı ve gelecek kuşakların yaşam hakkı tehlike altındadır**. Aslında yeryüzündeki tüm varlıkların yaşam hakkının ihlali söz konusudur. Çünkü bir yandan fizikojeokimyasal çevre etkilenmekte, değişmekte, kirlenmekte; diğer yandan da bu süreçte sağlığın sosyal belirleyicileri de (barınma, temiz hava, temiz ve sağlıklı suya erişim, güvenli ve sağlıklı gıdaya erişim, güvenlik, barış, demokrasi vb.) olumsuz etkilenmektedir.<sup>92,93,94</sup>

<sup>90</sup> NASA. (bt.). Images of Change. Global Climate Change: Vital Signs of the Planet. NASA. <https://climate.nasa.gov/images-of-change?id>.

<sup>91</sup> Centers for Disease Control and Prevention (bt.) Climate Effects on Health, Air Pollution [https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/air\\_pollution.htm](https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/air_pollution.htm).

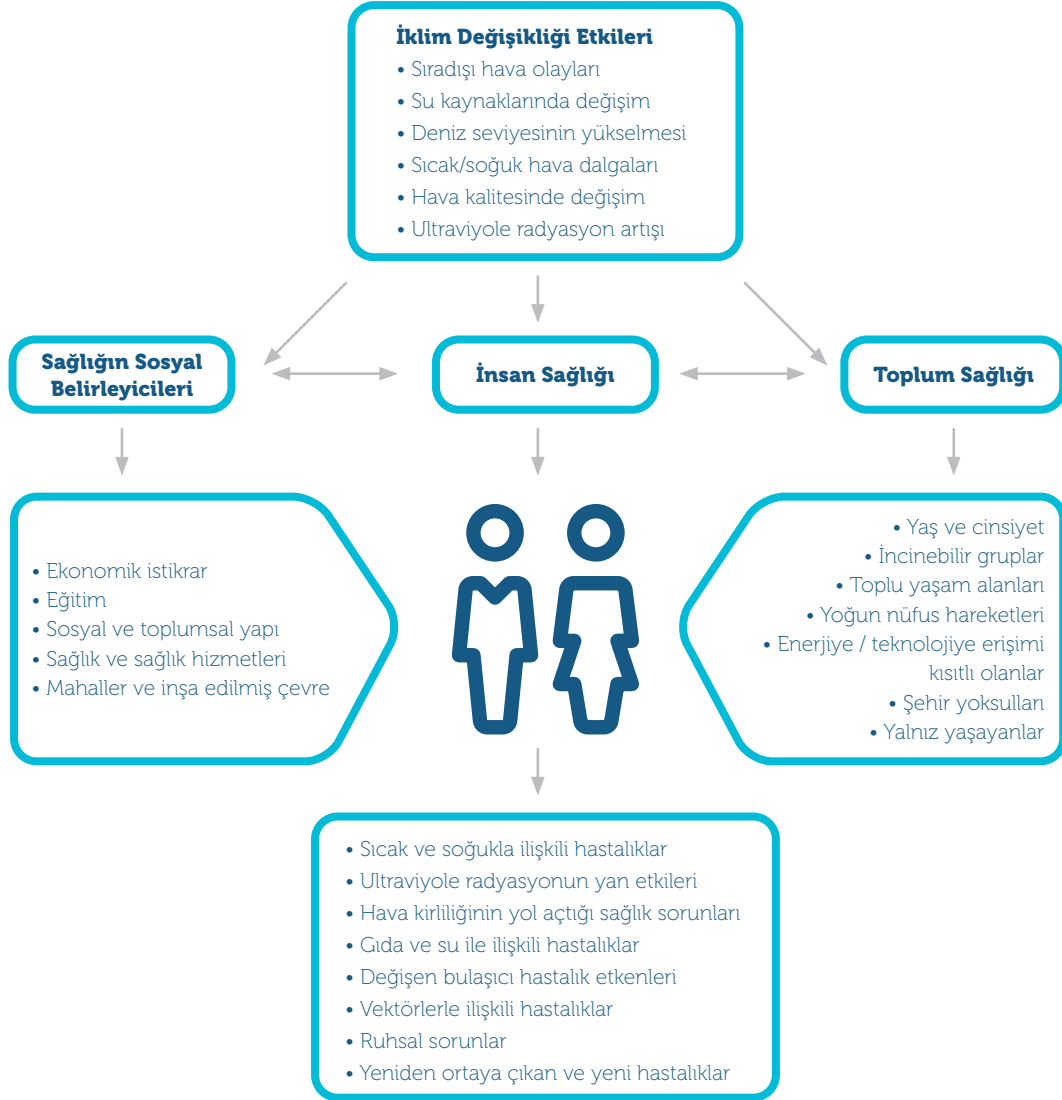
<sup>92</sup> Saraçoğlu G.V. ve Atal, İ.H. (2018). The international environmental court international criminal court. European Journal of Public Health, 28(4), cky218.075. [https://academic.oup.com/eurpub/article/28/suppl\\_4/cky218.075/5192300](https://academic.oup.com/eurpub/article/28/suppl_4/cky218.075/5192300)

<sup>93</sup> Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L. ve ark. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. The Lancet, 398(10311), 1619-1662. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2821%2901787-6>

<sup>94</sup> Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayebe-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M. ve ark. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. The Lancet, 394(10211), 1836-1878. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2819%2932596-6>



Şekil 9 - İklim değişikliğinin sağlığa etkilerine toplu bakış



Kaynak: Didem Evcı Kiraz (2019)<sup>95</sup>'den Türkçe'ye çevrilmiştir.

- A.B.D. Sağlık Bakanlığı Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) ve Amerikan Halk Sağlığı Derneği'nin (APHA) ortak hazırladığı Ulusal İklim Değerlendirmesi Raporu'na göre<sup>96</sup> iklim değişikliği, yer seviyesindeki ozonu ve/veya partikül maddeleri artırarak insan sağlığını etkiler. Yer seviyesindeki ozon (sisin önemli bir bileşeni); akciğer fonksiyonlarında azalmaya, hastane yatışlarında, astım kaynaklı acil hastane başvurularında ve erken ölümlerde artışa yol açar.
- İklim değişikliğine bağlı olarak giderek daha büyük çapta orman yangınları görülmektedir. İklim değişikliği ile birlikte artan kuraklığın orman yangınlarının sıklığını da artırması beklenmektedir. Bu durum, hava kalitesini önemli ölçüde bozabilir ve insan sağlığını çeşitli şekillerde olumsuz etkileyebilir. Örneğin akut ve yüksek miktarda dumana maruz kalma; solunum hastalıkları, solunum-dolaşım sistemi ve akciğer hastalıkları kaynaklı hastaneye yatışlarda ve hastane başvurularında artışa yol açar.

<sup>95</sup> Kiraz D.E. (2019). Climate Change Impacts on Human Health, Project for Supporting Joint Actions in the Field of Climate Change, [https://www.wikimin.org/wp-content/uploads/2020/02/modul\\_14\\_en.pdf](https://www.wikimin.org/wp-content/uploads/2020/02/modul_14_en.pdf)

<sup>96</sup> American Public Health Association and U.S. Department of Health and Human Services (bt.) Climate Change decreases the quality of the air we breath. [https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/AIR-QUALITY-Final\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/AIR-QUALITY-Final_508.pdf)



Havanın ısınması ve kalitesindeki bozulma, kimi alerjenlerin ve kirleticilerin havadaki miktarında ve kalış süresinde artışa yol açarak duyarlı bireylerde şiddetli alerjik reaksiyonlara, var olan astım ve benzeri hastalıkların etkisinde artışa yol açar. Ek olarak kirliliğe maruz kalma süresine bağlı olarak, akciğer fonksiyonlarında azalma, solunum yolu enfeksiyonu, astım ve KOAH vakalarında artış izlenmektedir.<sup>97</sup> Hava kirliliği ile ilişkili ölümlerin sıklıkla iskemik kalp hastalığı, inme, KOAH ve akciğer kanseri nedeni olduğu saptanmıştır.<sup>98</sup> Pandeminin gölgesinde geçirdiğimiz 2020-2022 yılları arasında pek çok bilimsel çalışma göstermiştir ki ülkelerin gelişmişlik düzeylerinden bağımsız olarak kirliliği, SARS-CoV-2 virüsünü alma sıklığını çeşitli mekanizmalar ile artırmaktadır.<sup>99</sup> Araştırmalar özellikle PM<sub>2,5</sub> ve azot dioksit (NO<sub>2</sub>), ayrıca daha az ölçüde de olsa PM<sub>10</sub> kirliliğine hem kısa hem de uzun süreli maruz kalmanın; daha yüksek oranda COVID-19 enfeksiyonunu ve ölüm oranını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.<sup>100, 101, 102, 103, 104, 105, 106</sup>

Hava kalitesinin dışında, iklim değişikliği kaynaklı diğer sağlık sorunları su, gıda, ekosistemler üzerinde; tarımda, sanayide, yerleşim yerlerinde ve ekonomide meydana gelen değişikliklerden dolayı ortaya çıkar. İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. Dolaylı olarak nitelenenleri şöyle sıralayabiliriz:

- Değişen ekosistemin canlıların yaşam alanlarını etkilemesi;
- Su kaynaklarında azalma, suyun fazlalığı, kirliliği, yokluğu ve kıyı ekosistemindeki bozukluklar sonucu ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklar (dizanteri, kolera, tifo, paratifo, giardia gibi vektör kaynaklı, viral, paraziter vb.);
- Malnütrisyonu (kötü beslenmeye) bağlı beslenme bozuklukları;
- Zehirlenmeler, kazalar ve yaralanmalar;
- Hava kirliliği, ozon tabakasında incelme ve benzeri atmosferik sorunlar kaynaklı alerji, aeroallerjenler ve toksik kimyasallara artan maruziyetten kaynaklı akciğer, mesane, meme ile cilt kanserlerinde ve katarakta görülen artış;
- Artık kökü kazındığı düşünülen hastalıkların yeniden ortaya çıkması;
- Yeni enfeksiyon hastalıklarının görülmeye başlanması (örneğin eriyen buzulların içindeki bilinmeyen mikroorganizmaların yol açtığı yeni hastalıklar).

<sup>97</sup> European Environment Agency (Ekim 2022). Air pollution: how it affects our health <https://www.eea.europa.eu/themes/air/health-impacts-of-air-pollution#:~:text=Both%20short%2D%20and%20long%2Dterm,asthma%20and%20lower%20respiratory%20infection>

<sup>98</sup> World Health Organisation (December 2022). Ambient (outdoor) air pollution [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

<sup>99</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2021). Kara Rapor 2021. <https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2021/09/KaraRapor2021.pdf>

<sup>100</sup> Sipra K.M., Abrar M.M., Iqbal M., Haider E., Shoukat H.M.H. (2020). Can PM2.5 Pollution Worsen the Death Rate Due to Covid-19 in India and Pakistan?. The Science of the Total Environment, 742, 144557.

<sup>101</sup> Myllyvirta, L., & Thieriot, H. (2020). 11,000 air pollution-related deaths avoided in Europe as coal, oil consumption plummet. <https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/04/CREA-Europe-COVID-impacts.pdf>.

<sup>102</sup> Urrutia-Pereira, M., Mello-da-Silva, C. A., & Solé, D. (2020). COVID-19 and air pollution: A dangerous association?. Allergologia et immunopathologia, 48(S), 496-499.

<sup>103</sup> Chang, H. H., Meyerhoefer, C., & Yang, F. A. (2020). COVID-19 Prevention and Air Pollution in the Absence of a Lockdown (No. w27604). National Bureau of Economic Research.

<sup>104</sup> Centre for Research on Energy and Clean Air (2020). (rep) How air pollution worsens the covid-19 pandemic.

[https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/04/How\\_air\\_pollution\\_worsens\\_the\\_COVID-19\\_pandemic.pdf](https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/04/How_air_pollution_worsens_the_COVID-19_pandemic.pdf)

<sup>105</sup> Özmen A, Emine D (2020). Delayed Interest in the Relationship between Health and Climate Change, Environ Sci Ecol: Curr Res 1: 1004 <https://88.255.100.159/xmlui/bitstream/handle/20.500.12569/388/Aysen-Ozmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

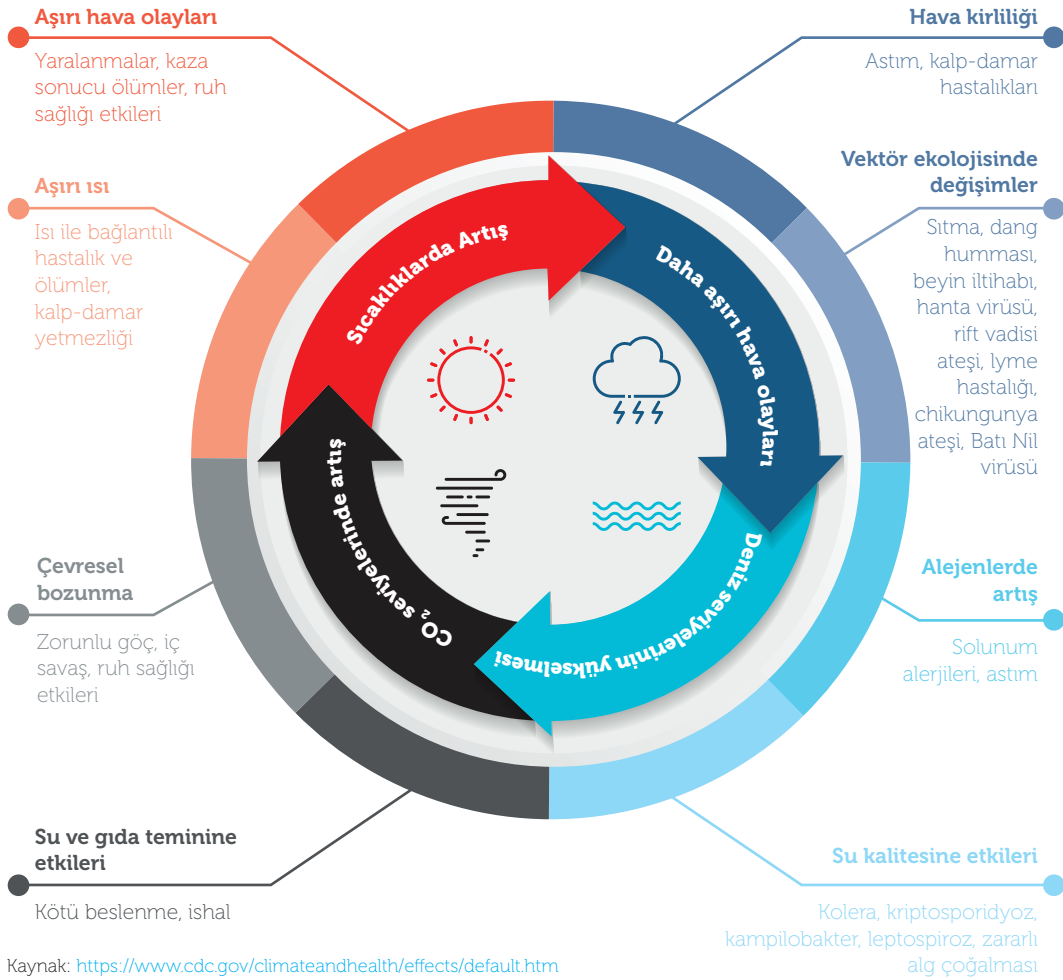
<sup>106</sup> Temiz Hava Hakkı Platformu (2021).



Bu unsurlar, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemekte ve hastalık yükünü yükseltmektedir.<sup>107</sup> Sıcaklık dalgalanmalarından, uç sıcaklıklardan ve aşırı hava olaylarından kaynaklı yaralanmalar ve ölüm gibi doğrudan etkilenmeler de artış gösterir.

Şekil 10'da iklim değişikliğinin sağlık etkileri içinde hava kirliliği ile bağlantılı, solunum ve dolaşım sistemiyle ilişkili sağlık sorunlarından astım ve kalp-damar hastalıkları özellikle vurgulanmıştır.

**Şekil 10 - İklim değişikliğinin insan sağlığına etkileri**



Kaynak: <https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/default.htm>

<sup>107</sup> <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

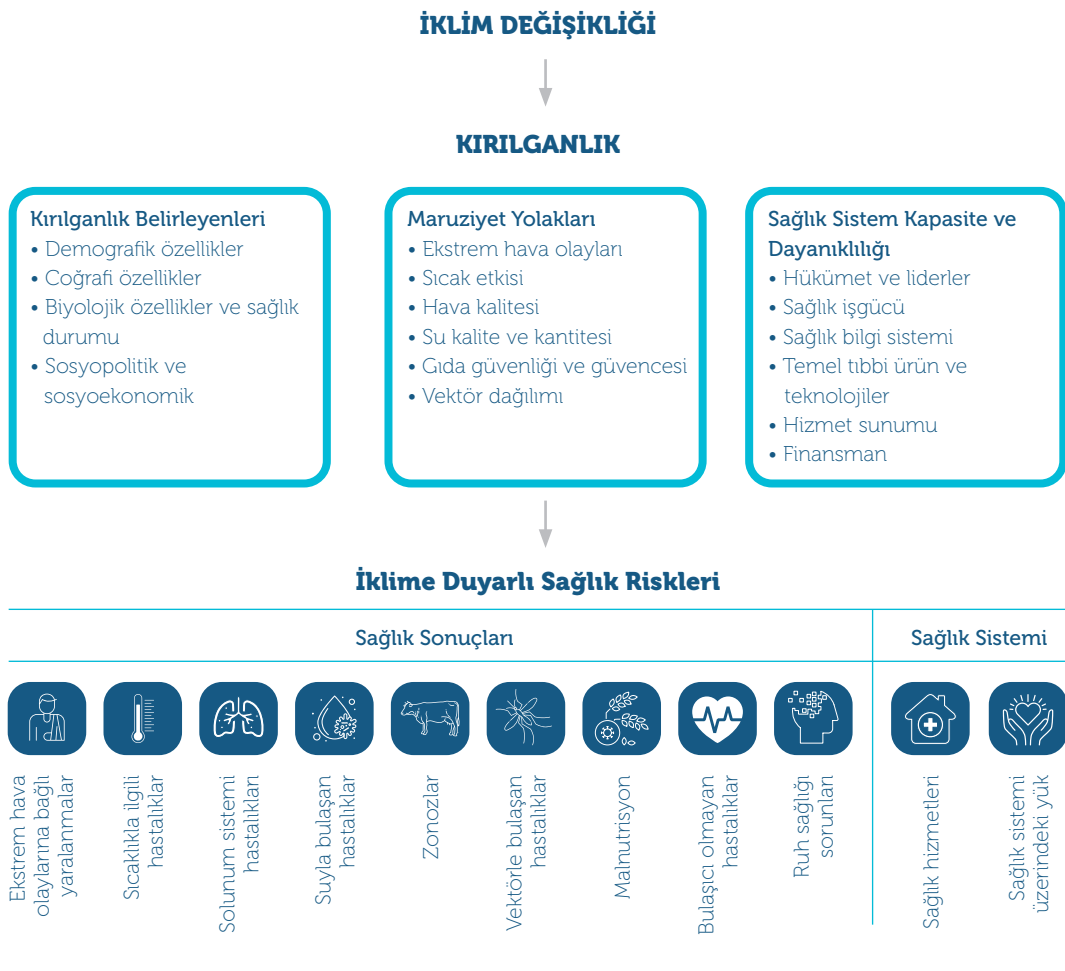


## İklim Değişikliği ve Sağlık Hizmetleri

İklim değişikliği, iklime duyarlı sağlık riskleri yaratarak hastalık yükünü artıran bir etkiye sahiptir (Şekil 11). Artan hastalık yükünün ise sağlık hizmetleri sunumu üzerine de yansımaları vardır. Bu durumu temelde; 1) sağlık hizmetlerinde aksama (bağışıklama başta olmak üzere temel sağlık hizmetlerinde sorunlar), sağlık hizmetlerinin olumsuz etkilenmesi (taramalar, kronik hastalık takiplerinde aksamalar vb.) 2) iklim değişikliğinin yarattığı ek sağlık sorunları olarak ikiye ayırmak olanaklıdır.

Bu unsurlar, sağlık sistemi üzerine fazladan iş yükü getirdiği gibi ek ekonomik yüke de neden olur. Sağlık sistemi üzerindeki ek yük, iklim değişikliği kaynaklı sorunlarla başa çıkılması ve bu sorunların en aza indirilmesi için örgütlenme, insan gücü ve finansman alanlarında planlamayı ve yatırım yapmayı gerekli kılar.

Şekil 11 - İklim değişikliği ve iklim duyarlı sağlık riskleri



Kaynak: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>



**Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 2030 ve 2050 arası dönemde, iklim değişikliği nedeniyle yılda 250 bin kadar ek ölüm beklendiğini belirtmektedir ve bu ölümlerin çoğunun beslenme yetersizliği, sıtma ve ishaller hastalıklar nedeniyle olacağı öngörülmektedir.**

İklim değişikliğinin sonuçları, etik boyutu dışında ekonomik maliyeti ile de değerlendirilir. Örneğin iklim değişikliğinin doğrudan sağlık maliyetinin (tarım, su ve sanitasyon hariç) 2030'a dek 2 ila 4 milyar dolar/yıl olacağı ve her yıl bir öncekinden daha büyük etki beklendiği bildirilmektedir.<sup>108</sup>

DSÖ, iklim değişikliğinin farkında olmanın ve yaşanacaklara hazırlıklı olmanın, olumsuz sağlık etkilerini azaltmada öneminin altını çizmektedir.<sup>109</sup> DSÖ'ye göre inkâr, isyan ve kabulleniş süreçleri ile azaltım ve uyum çalışmalarını hızlandırmak gereklidir. Ancak bu önerilerin sorunun çözümüne yönelik öneriler olmadığı, kök nedenin ise ortada durduğu açıktır.

İklim krizinin; halk sağlığı ve tıp açısından etkilenme boyutu ve mücadele alanı çok geniştir. Burada sağlığın doğrudan ve dolaylı olarak etkilenmesi söz konusudur. Değişen iklimle birlikte biyofizikojeokimyasal çevre de etkilenir. Bir yandan meteorolojik afetlerin yarattığı yaygın sağlık sorunları ve hastalıklara neden olan çevresel faktörler ile mücadele edilirken öte yandan sağlığın etkilenen sosyal belirleyicileri ile mücadele etmek gereklidir. Bu nedenle iklim değişikliği mücadelesi, multidisipliner şekilde yürütülmelidir.

**İklim değişikliği ve hava kalitesi ile bağlantılı sağlık sorunlarının çözümünde, hastalık yükünün ve görünmeyen maliyetin azaltılmasında ilk adım; fosil yakıt kullanımından çıkış ve fosil yakıtlara verilen desteğin ivedilikle, planlı olarak sonlandırılmasıdır.** Sürdürülebilir bir gelecek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve adil dönüşümün planlanması yaşamsal önemdedir. Hekimler her zaman yaşamı savunmuştur. Türk Tabipleri Birliği ve Dünya Hekimleri Birliği, iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerine dair ve fosil yakıtlardan derhal vazgeçilmesine yönelik önerilerde bulunmuşlardır ve bulunmayı da sürdürecektir.<sup>110, 111</sup>

<sup>108</sup> <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.

<sup>109</sup> WHO Sixty-Second World Health Assembly Secretariat (2009). (rep.). Climate change and health. Sixty-Second World Health Assembly, World Health Organisation. <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/climate-change/who-workplan-on-climate-change-and-health-2008-2013.pdf>

<sup>110</sup> Dünya Tabipleri Birliği (Ekim 2016) Fosil Yakıtlardan Vazgeçilmesine İlişkin Açıklama. [http://www.ttb.org.tr/images/stories/haberler/file/DTB\\_fosil\\_yakitlar.pdf](http://www.ttb.org.tr/images/stories/haberler/file/DTB_fosil_yakitlar.pdf)

<sup>111</sup> Dünya Tabipleri Birliği (Ekim 2019). Gelecek Kuşakların Sağlıklı bir Çevrede Yaşama Haklarıyla İlgili WMA Kararı önerisi. Belge No: SMAC 213/Healthy Environment/Oct2019. [http://www.ttb.org.tr/userfiles/files/Cevre\\_oneri\\_2019.pdf](http://www.ttb.org.tr/userfiles/files/Cevre_oneri_2019.pdf)



## İklim Değişikliği ve Hava Kirliliğinin Uykuya Etkisi

Doç. Dr. Semih Ayta, Türk Nöroloji Derneği THHP Temsilcisi

Hava kirliliği ve özellikle onun bileşenlerinden olan partikül maddeler, insan vücudunda başta solunum, kalp-damar ve sinir sistemlerinde olmak üzere ciddi sağlık sorunlarına yol açmakta ve yaşam süresini kısaltmaktadır.<sup>112</sup> **Araştırmalarda, hava kirliliğinin bütün dünyada kalp-damar hastalıklarından kaynaklı ölümlerin %19'undan sorumlu olduğu saptanmıştır.**<sup>113</sup>

Partikül maddelerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinin altında yatan biyolojik süreçler henüz kısmen aydınlatılmıştır ve epigenetik mekanizmalar ile artmış sistemik inflamatuvar yanıtın merkezi rolleri olduğu düşünülmektedir.<sup>114, 115, 116</sup> PM'ler akciğerlerin yanı sıra burunda ve üst solunum yollarında inflamasyona neden olur. Çapı 2,5 µm'den küçük olan ince ve çok ince PM'lerin alveolleri geçip kana karışabildiği gösterilmiştir.

Uyku, sağlıklı insanın işlevleri için hayati önem taşır. Erişkinlerin yaklaşık üçte birinin uykuya ilgili zorluklar belirtmesi yetersiz uykunun bir halk sağlığı sorunu olduğunu gösterir.<sup>117</sup> Düzenli ve yeterli uyku, insan vücudunun korunmasında ve restorasyonunda oldukça önemli rol oynar. Uyku süresinin çok az olması, hastalığa yatkınlığı ve kronik hastalıkları artırır; fizyolojik ve bilişsel işlevlere zarar verir.<sup>118</sup> Yetersiz uyku aynı zamanda immün sistem fonksiyonlarını ve metabolizmanın düzenini bozabilir; vücutta sistemik inflamasyonu artırabilir.<sup>119</sup> Nöropsikiyatrik açıdan bakıldığında ani uyku yoksunluğu ruh halinde kötüleşmeyle bağlantılıdır; depresyon gelişimi ve intihar eğiliminde uyku problemlerinin payı olabilir.<sup>120, 121</sup> Ayrıca az uyumak hafıza, dikkat ve işlem hızında azalmaya yol açarak bilişsel performansı olumsuz yönde etkiler.<sup>122</sup> Özetle yeterince dinlenmezsek sağlığımız, iyilik halimiz bu durumdan olumsuz etkilenir.

Normal uyku-uyanıklık döngüsü sirkadiyen ritimlerle (vücudun 24 saatlik biyolojik saati ile) yönetilir. Uykuyu etkileyen faktörler içinde ısının temel bir rolü vardır.<sup>123</sup> Isının düzenlenmesi, uykuya dalmada ve uykunun sürdürülmesinde kritik belirleyicidir ve hem beden hem de ortam ısısı uyku paternlerini etkiler. Beden ısısı bir kez uykunun başlamasını sağlayacak kadar düştüğünde gece boyunca düşük kalır, uyanmaya yakın bir zamanda tekrar yükselir.<sup>124</sup> Ortam sıcaklığının artışı, sirkadiyen termoregülasyonu etkileyerek normal uyku fizyolojisini kesintiye uğratabilir.<sup>125</sup>

<sup>112</sup> Chen, J. ve Hoek, G. (2020). Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*, (143), 1–23 (105974). Epub. 2020 Jul 20.

<sup>113</sup> Gold, D.R. ve Mittleman, M.A. (2013). New insights into pollution and the cardiovascular system. *Circulation*, 127(18), 1903–1913.

<sup>114</sup> Ferrarini L, Carugno M, Bollati V. (2019). Particulate matter exposure shapes DNA methylation through the lifespan. *Clin Epigenetics*. 11(1), 129.

<sup>115</sup> Plusquin M, Guida F, Polidoro S, ve ark. (2017). DNA methylation and exposure to ambient air pollution in two prospective cohorts. *Environ Int*, (108), 127-136.

<sup>116</sup> Ayta S. (2020). Hava Kirliliğinin Genlerimize Etkisi. Kara Rapor 2020 içinde (s. 63-68). Temiz Hava Hakkı Platformu.

<sup>117</sup> Ohayon M.M. (2002). Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep Med Rev*, 6(2), 97-111.

<sup>118</sup> Baglioni C, Battagliese G, Feige B, ve ark. (2011). Insomnia as a predictor of depression: a meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *J Affect Disord*, 135(1-3), 10-9.

<sup>119</sup> Meier-Ewert H.K., Ridker P.M., Rifai N. ve ark. (2004). Effect of sleep loss on C-reactive protein, an inflammatory marker of cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol*, 18(4), 678-83.

<sup>120</sup> Pilcher J.J. ve Huffcutt A.I. (1996). Effects of sleep deprivation on performance, a meta-analysis. *Sleep*, 19(4), 318-26.

<sup>121</sup> Pigeon W.R., Pinquart M., Conner K. (2012). Meta-analysis of sleep disturbance and suicidal thoughts and behaviors. *J Clin Psychiatry*, 73(9), e1160-1167.

<sup>122</sup> Waters F, Bucks R.S. (2011). Neuropsychological effects of sleep loss, implication for neuropsychologists. *J Int Neuropsychol Soc*, 17(4), 571-586.

<sup>123</sup> Krauchi K. (2007). The human sleep-wake cycle reconsidered from a thermoregulatory point of view. *Physiol Behav*, 90(2-3), 236-45.

<sup>124</sup> Lark L.C., Gradsar M., Van Someren E.J.W. ve ark. (2008). The relationship between insomnia and body temperatures. *Sleep Med Rev*, 12(4), 307-317.

<sup>125</sup> Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K, Mizuno K. (2004). Effects of mild heat exposure on sleep stages and body temperature in older men. *Int J Biometeorol*, 49(1), 32-36.



İklim değişikliği, tüm canlıların sağlığı için tehdit oluştururken dünya genelinde iklim değişikliğiyle ilişkili sıcaklık artışı ekstrem ısı olaylarına ve bununla bağlantılı ölümlere yol açmaktadır.<sup>126</sup> İklim değişikliğinin sonucu olarak, son yıllarda "lyme" gibi vektör kaynaklı hastalıklar daha sık görülmekte; artan kasırgalar, hortumlar ve diğer aşırı hava olayları ölümlere ve bireylerin yerlerinden olmasına neden olmakta, akıl sağlığını etkilemektedir.<sup>128</sup>

İklim değişikliğinin sağlık etkileri konusunda epey bilgimiz olmasına karşın iklim değişikliği ve uyku ilişkisi, daha az araştırılmıştır. İklim değişikliğinin yetersiz uyku ve uyku bozuklukları üzerine pek çok etkisinin olabileceği öngörülebilir. Global ısı artışından kaynaklanan aşırı hava olayları, fiziksel ve ruhsal stresle travmaya neden olabilir.<sup>129</sup> Özellikle şehirlerde gün boyu yüksek olan sıcaklık, geceleri de yüksek sıcaklığın devam etmesine yol açar. Yakın zamanlarda ABD'de çok geniş bir grupla (765.000 kişi) yapılan bir çalışmada uyku kalitesinde azalma ile yüksek sıcaklıkların ilişkili olduğu gösterilmiştir.<sup>130</sup> Ayrıca bir sistemik gözden geçirme yazısında, 6 ayı çalışmada artan sıcaklıkların uyku zamanı ve uyku kalitesi üzerine negatif etkilerinin rapor edildiği belirtilmiş,<sup>131</sup> bir başka çalışmada daha yüksek ortam ısı ile tıkalı (obstrüktif) uyku apnesi şiddetinin artışı arasında ilişki olduğu gösterilmiştir.<sup>132</sup> Tedavi edilmeyen tıkalı uyku apnesi; hipertansiyon, kalp hastalığı, diyabet ve inme gibi kronik hastalıkları artırır, uykudaki bölünmelerle gündüz uyuklamaya ve sersemliğe, dolayısıyla üretkenlikte ve yaşam kalitesinde azalmaya neden olur.<sup>133, 134</sup>

İklim değişikliğinin kasırgalar, hortumlar gibi aşırı hava olaylarını da artırdığı bilinmektedir. Doksanlı yılların başındaki (1992) Andrew kasırgası sonrası küçük bir grupla yapılan çalışma, doğal felaketlerden sonra subjektif uyku yakınmalarında artış olduğunu ilk kez göstermiştir.<sup>135</sup> Ayrıca seller ve orman yangınları ile uykunun ilişkisini araştıran çalışmalar gözden geçirildiğinde ikisi sellerin, biri orman yangınlarının etkisini inceleyen üç araştırmada; bu tür felaketlere maruz kalma sonrasında uyku bozukluklarının daha sık olduğu saptanmıştır.<sup>136, 137, 138</sup>

<sup>126</sup> <https://nca2014.globalchange.gov/highlights/report-findings/our-changing-climate>

<sup>127</sup> <https://www.weather.gov/media/hazstat/sum17.pdf>

<sup>128</sup> McMichael A.J. (2013). Globalization, climate change, and human health. *N Engl J Med*, 368, 1335-1343.

<sup>129</sup> McMichael A.J. (2013). Impediments to comprehensive research on climate change and health. *Int J Environ Res Public Health*, 10(11), 6096-6105.

<sup>130</sup> Obradovich N., Migliorini R., Mednick S.C. ve ark. (2017). Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate. *Sci Adv*, 3(5), e1601555.

<sup>131</sup> Rifkin D.L., Long M.W., Perry M.J. (2018). Climate change and sleep. A systematic review of the literature and conceptual framework. *Sleep Med Rev*, 42, 3-9.

<sup>132</sup> Weinreich G., Wessendorf T.E., Pundt N. ve ark. (2015). Association of short-term ozone and temperature with sleep disordered breathing. *Eur Respir J*, 46(5), 1361-69.

<sup>133</sup> Durgan D.J. ve Bryan R.M. (2012). Cerebrovascular consequences of obstructive sleep apnea. *J Am Heart Assoc*, 1(4), e000091.

<sup>134</sup> Silverberg D.F., Iaiana A., Oksenberg A. (2002). Treating obstructive sleep apnea improves essential hypertension and quality of life. *Fam Am Physician*, 65(2), 229-36.

<sup>135</sup> Mellman T.A., David D., Kulick-Bell R. ve ark. (1995). Sleep disturbance and its relationship to psychiatric morbidity after Hurricane Andrew. *Am J Psychiatry*, 152(11), 1659-63.

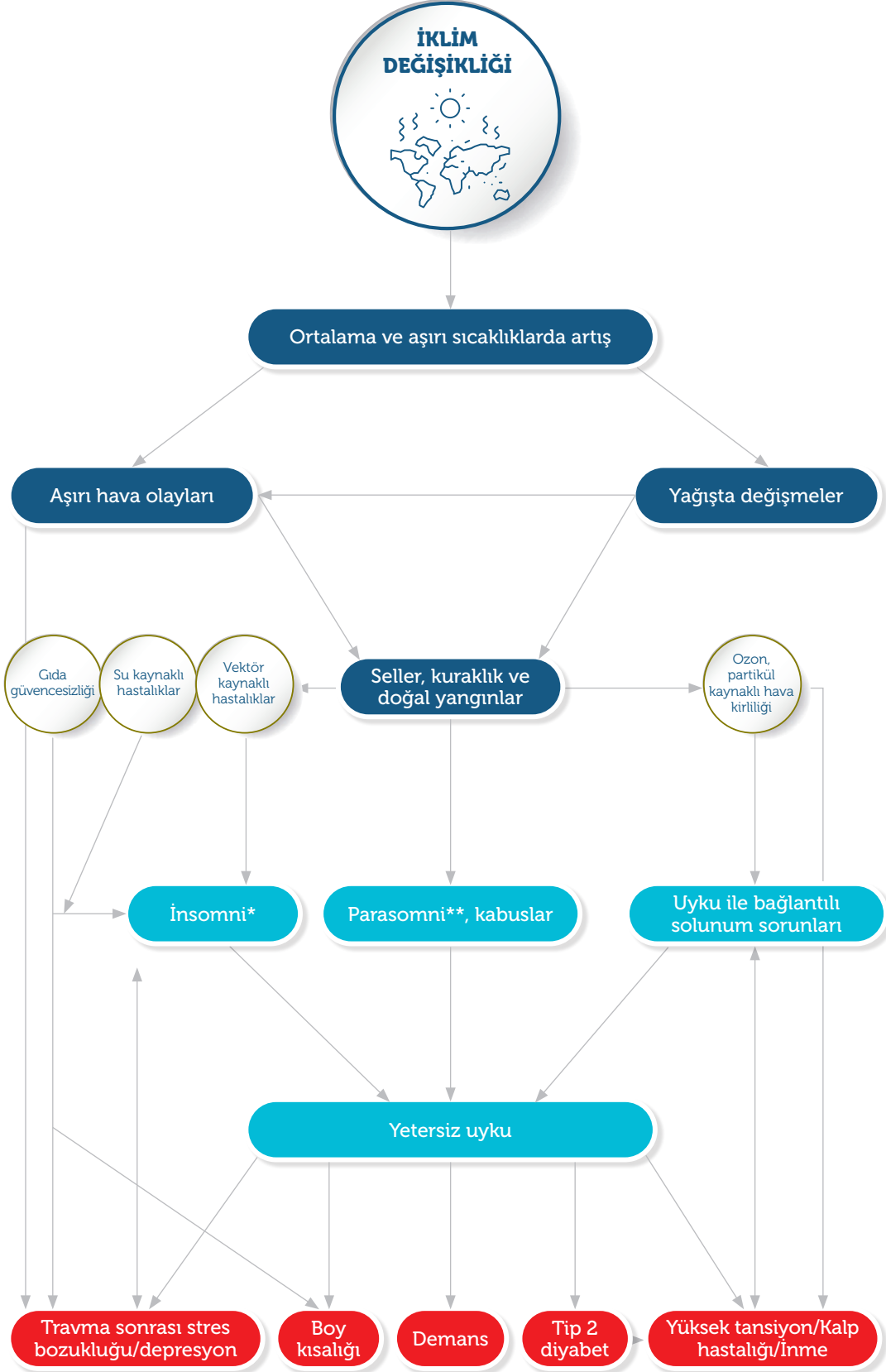
<sup>136</sup> Alderman K., Turner L.R., Tong S. (2013). Assessment of the health impacts of the 2011 summer floods in Brisbane. *Disaster Med Public Health Prep*, 7(4), 380-6.

<sup>137</sup> Zhen R., Quan L., Zhou X. (2018). Fear, negative cognition, and depression mediate the relationship between traumatic exposure and sleep problems among flood victims in China. *Psychol Trauma*, 10(5), 602-609.

<sup>138</sup> Psaros C., Theleritis C., Kokras N. ve ark. (2018). Personality characteristics and individual factors associated with PTSD in firefighters one month after extended wildfires. *Nord J Psychiatry*, 72(1), 17-23.



**Şekil 12** - Uyku bozulması aracılığı ile iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri - bir sistemler çerçevesi



Kaynak: Rifkin DJ, Long MW, Perry MJ (2018)'den değiştirilerek.

\*İnsomni: Uykusuzluk

\*\*Parasomni: Uyku sırasında kişinin farkında olmadığı hareket ve davranışlarla karakterize uyku bozuklukları

Çoğalan epidemiyolojik ve deneysel kanıtlar, partikül maddeler (PM) ve gaz bileşikler (azot dioksit [NO<sub>2</sub>], ozon [O<sub>3</sub>]) gibi hava kirleticilerine maruz kalmanın uyku kalitesini kötü etkilediğini göstermiştir. Aralarında Türkiye, Meksika, İran, Brezilya, ABD, Mısır'ın da olduğu 10 ülkede 133.695 kişiyle yapılmış, uyku kalitesi ve hava kirliliği ilişkisini araştıran 15 çalışmanın gözden geçirildiği yazıda şunlar belirtilmiştir:<sup>139</sup>

- Hava kirleticileri; santral solunum kontrol merkezi, santral sinir sistemi, alerjik ve alerjik olmayan çeşitli mekanizmalar aracılığıyla kötü uyku kalitesini tetikleyebilir.
- Hava kirliliği ile bazı hastalıklar (mental ve kardiyovasküler hastalıklar gibi) ve bazı davranışlar (dürtüsellik [impulsivite] gibi) arasındaki olası ilişki, ortamdaki hava kirliliği ile uyku kalitesi arasındaki ilişkiyi açıklamak için önemli ipuçları verebilir.

Partikül maddelerin yarattığı hava kirliliği, demografik ve diğer ilintili faktörlere dair bilgilerin Birleşik Krallık Biobankası'ndan elde edildiği, 5.976 hasta ve 97.160 kişilik kontrol grubuyla gerçekleştirilen bir çalışmanın sonucunda araştırmacılar, PM<sub>2.5</sub>'un uyku bozuklukları için risk faktörü olduğunu, PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un uyku süresini kısalttığını belirtmişler; partikül maddelere maruz kalmanın azaltılmasıyla uyku süresinin artabileceğini ve uyku bozuklukları için riskin düşebileceğini vurgulamışlardır.<sup>140</sup>

Çin'in Ningbo şehri, hava kirliliğinin yüksek olduğu ve nüfusun içinde yaşlı oranının artmakta olduğu bir yerdir. Bu kentte, 60 yaş üzerindeki 395.651 kişiyle yapılan bir çalışmada, yaşlı nüfusta çeşitli hava kirleticilerine kısa dönem maruz kalma ile uyku bozuklukları için hastaneye başvurma arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın, yaşlılarda mental ve nörolojik sorunlara sıklıkla eşlik eden uyku bozuklukları ile hava kirliliği bağlantısı hakkındaki alanyazın bilgisine katkı sunduğu belirtilmiştir.<sup>141</sup>

Şili'de 5-9 yaşları arasındaki 564 ilkökul çocuğunun anneleriyle ve babalarıyla gerçekleştirilen çalışmada; horlama sıklığı, gözlenen apneler, uykuda nefes alma güçlüğü, gündüz uyku hali gibi sorular içeren Çocukluk Uyku Anketi ile çocukların klinik durumları ve ailesel risk faktörleri hakkında bilgi edinilmiş; hava kirliliği ve meteoroloji verileri hava kalitesi veri tabanından sağlanmıştır. Araştırmacılar, horlama ve hırıltılı solunum gibi uykudaki solunumsal semptomların ozon ve kükürt dioksit ile belirgin ilişkisi olduğunu göstermiş ve diğer solunumsal hastalıklara benzer şekilde, uykuda nefes almayla ilgili bozuklukların hava kirleticileri ile şiddetlenebileceğini belirtmişlerdir.<sup>142</sup>

<sup>139</sup> Cao B, Chen Y, McIntyre R.S. (2021). Comprehensive review of the current literature on impact of ambient air pollution and sleep quality. *Sleep Med*, 79, 211-219.

<sup>140</sup> Li L., Zhang W., Xie L., ve ark. (2020). Effects of atmospheric particulate matter pollution on sleep disorders and sleep duration, a cross-sectional study in the UK biobank. *Sleep Med*, 74, 152-164.

<sup>141</sup> Tang M., Li D., Liew Z. ve ark. (2020). The association of short-term effects of air pollution and sleep disorders among elderly residents in China. *Sci Total Environ*, 708, 134846.

<sup>142</sup> Sanchez T., Gozal D., Smith D.L. (2019). Association between air pollution and sleep disordered breathing in children. *Pediatr Pulmonol*, 54(5), 544-550.



Yüksek düzeyde hava kirliliği, akciğerlerde immün yanıtı bozarak çocuklarda hastaneye yatışı gerektiren solunum yolları enfeksiyonu riskini ve yaşlılarda mortaliteyi artırmaktadır.<sup>143, 144</sup> Farelerde yapılan deneysel bir çalışmada, ortam hava kirliliğinin üst solunum yollarında ödem, inflamasyon ve tahrişe (irritasyon), dolayısıyla uykuda hava yolunda tıkanıklığa (obstüksiyon) neden olduğu gösterilmiştir.<sup>145</sup> PM<sub>2,5</sub>'un insan burnunun iç kısmındaki epitelyal hücrelerde inflamatuvar yanıtı uyardığı<sup>146</sup> ve ince PM'ler ile NO<sub>2</sub>'nin kronik rinosinüzit, alerjik ve alerjik olmayan rinitle ilişkili olduğu<sup>147</sup> saptanmıştır.

İnce PM'ler ve trafikle ilişkili kirlleticileri temsil eden NO<sub>2</sub>, doğrudan merkezi sinir sistemine girerek nörotoksikite ve nöroinflamasyona neden olabilir, böylece uykuyu düzenleyen ve solunumu kontrol eden bölgeleri etkileyebilir. Uzun süreli hava kirliliğine maruz kalma ile bilişsel bozukluk ve nörodejenerasyon ilişkisi gösterilmiştir.<sup>148</sup>

Bu yazının tümünde aktarılan ve alanyazından çalışmalarla desteklenen bilgiler, iklim değişikliğinin ve hava kirliliğinin uyku süresi ile uyku kalitesini etkilediğini; başta solunum, kalp-damar ve sinir sistemleri olmak üzere sağlığımızı tehdit ettiğini, beklenen yaşam süremizi kısalttığını göstermektedir.

<sup>143</sup> Kurt O.K., Zhang J., Pinkerton K.E. (2016). Pulmonary health effects of air pollution. *Curr Opin Pulm Med*, 22(2), 138-43.

<sup>144</sup> Simoni M., Baldacci S., Maio S. ve ark. (2015). Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. *J Thorac Dis*, 7(1), 34-45.

<sup>145</sup> Ramanathan Jr. M., London Jn. N.R., Tharakan A. ve ark. (2027). Airborne Particulate Matter Induces Nonallergic Eosinophilic Sinonasal Inflammation in Mice. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 57(1), 59-65.

<sup>146</sup> Hong Z., Guo Z., Zhang R. ve ark. (2016). Airborne Fine Particulate Matter Induces Oxidative Stress and Inflammation in Human Nasal Epithelial Cells. *Tohoku J Exp Med*, 239(2), 117-25.

<sup>147</sup> Teng B., Zhang X., Yi C. ve ark. (2017). The Association between Ambient Air Pollution and Allergic Rhinitis, Further Epidemiological Evidence from Changchun, Northeastern China. *Int J Environ Res Public Health*, 14(3), 226.

<sup>148</sup> Calderon-Garciduenas L., Leray E., Heydarpour P. ve ark. (2016). Air pollution, a rising environmental risk factor for cognition, neuroinflammation and neurodegeneration, The clinical impact on children and beyond. *Rev Neurol (Paris)*, 172(1), 69-80.









## **BÖLÜM 5**

---

**2030'DA  
KÖMÜRDEN ÇIKIŞIN  
HAVA KALİTESİ VE  
SAĞLIK ÜZERİNDEKİ  
OLUMLU ETKİLERİ**

---

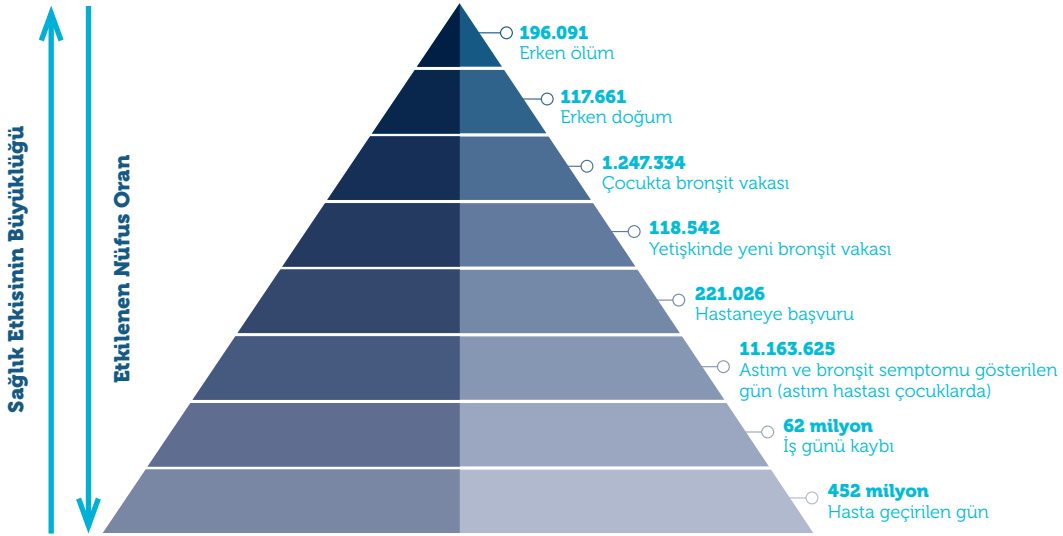
## Kömürden Elektrik Üretiminin Halk Sağlığına Bedeli

Funda Gacal, Sağlık ve Çevre Birliği THHP Temsilcisi

Kömüre dayalı elektrik enerjisi üretimi sadece ürettiği sera gazı emisyonlarının sonucu ortaya çıkan iklim değişikliğine değil, gözle görülmeyen ancak ölümcül etkileriyle yüzleşmek zorunda kaldığımız hava kirliliğine de yol açmaktadır. Güncel araştırmalara göre Türkiye'deki termik santraller sadece hava kirliliği nedeniyle yılda 5 bin erken ölüme ve çeşitli sağlık sorunları nedeniyle 11 milyar Euro maliyete neden olmaktadır.<sup>149</sup>

Kömürden elektrik üreten santrallerin geçmişten günümüze yol açtığı hava kirliliği değerlendirildiğinde, santrallerin yaklaşık 200 bin erken ölüme ve 320 milyar Euro sağlık maliyetine neden olduğu hesaplanmaktadır.<sup>150</sup>

**Şekil 13** - Türkiye'de işletmedeki 30 termik santralin 1965-2020 yılları arasında neden olduğu toplam kümülatif sağlık etkisi ve maliyeti

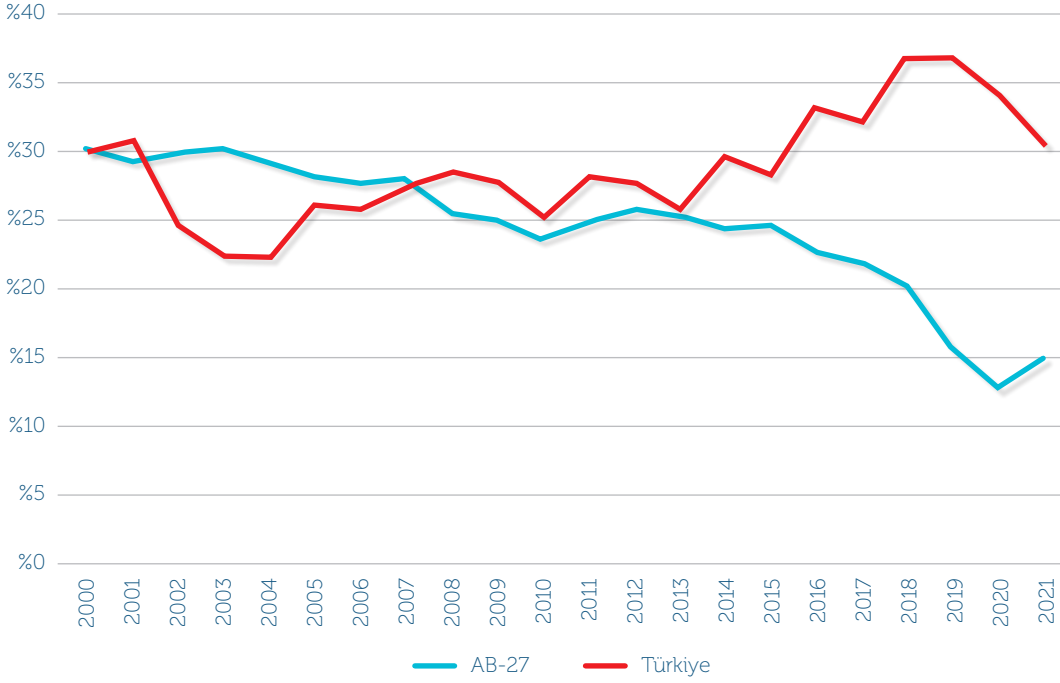


Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, elektrik üretiminde kömürün payı AB-27 ülkelerinde 2000'lerden bu yana özellikle 2018'den sonra düşüş eğilimindedir. Türkiye'de ise bu pay düzenli bir düşüş eğilimi gösterememektedir. Aksine 2017'de %35'e kadar yükselmiş; 2021'de ancak 2000'lerdeki seviyesine, %24,5'e gerileyebilmiştir. Bu gerilemede ise halk sağlığı ve ekonomi politikaları ile bütünleşik bir enerji politikası ile kömürün payını elektrik arz denkleminde azaltmaya yönelik bilinçli bir çaba değil; ithal kömürün küresel düzeyde artan fiyatları belirleyici olmuştur.

<sup>149</sup> Gacal, F., Gierens, R., Jensen, G., Myllyvyrta, L., Stauer, A., Zander E., Jansen, G.K. (ed.). (2021). Türkiye'de kronik kömür kirliliği. Kömürün sağlık yükü ve kömür bağımlılığını sonlandırmak. Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL). <https://www.env-health.org/pollution-from-coal-power-costs-turkey-as-much-as-27-of-its-total-health-expenditure-new-report/#1528198360361-d0c48b01-9fca>

<sup>150</sup> Gacal, F., Gierens, R., Jensen, G., Myllyvyrta, L., Stauer, A., Zander E., Jansen, G.K. (Ed.), Casey Z. (Ed.). (2022). Kronik kömür kirliliği Türkiye: Kümülatif sağlık etkileri. Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL). <https://www.env-health.org/chronic-coal-turkey-cumulative/#1528198360386-07c79b25-0009>



**Grafik 17** - AB-27'de ve Türkiye'de yıllar bazında elektrik üretiminde kömürün payı<sup>151</sup>

## Geleceğe Bakmak: Kömürden Elektrik Üretimini Ne Zaman Durdurmalı?

Kömürün Ötesinde Avrupa, Avrupa İklim Eylem Ağı, Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği gibi iklim politikaları üzerine çalışan uluslararası ve ulusal sivil toplum kuruluşlarının Kasım 2021'de yayınlanan ortak çalışmasında, Türkiye'nin 2053 net sıfır karbon hedefine ulaşması için, **2030 yılının Türkiye'nin kömürden çıkışı için en uygun maliyetli yıl olduğu ortaya konmuştur**<sup>152</sup>. Bunun için karbon fiyatlandırma mekanizmasının kurulması ve kömür sübvansiyonlarının kaldırılması gibi politika araçlarının hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de işletmedeki kömür yakıtlı termik santrallerin 2030'a kadar kapatılmaları durumunda **102 bin erken ölüm engellenebilir**. Bu aynı zamanda Türkiye'nin 12,5 yıllık sağlık harcamasına denk gelen 195 milyar Euroluk bir sağlık maliyetinden de kurtulması anlamına gelecektir.

<sup>151</sup> Uluslararası Enerji Ajansı (IEA). <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/coal> AB 27: Almanya, Avustralya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, İrlanda, İtalya, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Yunanistan, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsviçre

<sup>152</sup> Europe Beyond Coal, Climate Action Network, SEFIA vd. (2021) Karbon Nötr Türkiye Yolunda İlk Adım: Kömürden Çıkış 2030 <https://sefia.org/en/publications/first-step-in-the-pathway-to-a-carbon-neutral-turkey-coal-phase-out-2030/>



Temiz Hava Hakkı Platformu bileşenlerinden Sağlık ve Çevre Birliği HEAL'in Aralık 2022'deki son araştırmasına göre ise **kömürden elektrik üreten termik santrallerin elektrik üretim lisans süreleri sonuna kadar çalıştırılması yerine, 2030'a kadar kapatılmaları durumunda 102 bin erken ölüm engellenebilir**. Bu aynı zamanda Türkiye'nin 12,5 yıllık sağlık harcamasına denk gelen 195 milyar Euroluk bir sağlık maliyetinden de kurtulması anlamına gelecektir.<sup>153</sup> Santrallerin çoğunun üretim lisanslarının süreleri 2050'lerde bitecektir. Santraller, 2050'leri beklemek yerine 2030'a kadar aşamalı olarak kapatılırsa erken ölümlerin 6/7'si, hastaneye yatışların ve hastalığa bağlı iş günü kayıplarının 5/6'sı engellenebilir.

### Temiz Hava Hakkı Platformu ve HEAL Sağlık ve Çevre Birliği'nin ortak yaptığı çalışmaya göre;

Türkiye'deki kömür yakıtlı termik santraller, lisans tarihleri sonu (ortalama 2050'li yıllar) yerine 2030'a kadar kapatılırsa, sadece santrallerin baca gazı emisyonlarından kaynaklı

**PM emisyonları %72,  
SO<sub>2</sub> emisyonları %75,  
NO<sub>x</sub> emisyonları %83,  
Cıva emisyonları %81 oranında azaltılabilir.**

**Tablo 18** - Baz senaryo ve 2030 kömürden çıkış senaryosunda kömürden elektrik üretimi sonucu ortaya çıkacak kirletici miktarları

Kirletici	Baz Senaryoya Göre <sup>b</sup> Toplam Emisyon Miktarları (ton)	2030 Kömürden Çıkış Senaryosuna Göre <sup>c</sup> Toplam Emisyon Miktarları (ton)	2030 Kömürden Çıkış Senaryosuna Göre Kirletici Emisyonlarında Sağlanacak Azaltım Miktarları (ton)
PM emisyonları (ton) <sup>a</sup>	1.172.036	328.616	843.420
SO <sub>2</sub> (kükürt dioksit) emisyonları	12.824.409	3.152.905	9.671.504
NO <sub>x</sub> (azot oksitler) emisyonları	9.824.035	1.695.861	8.128.174
Hg (cıva) emisyonları	360	67	293

<sup>a</sup> Buradaki PM toplam partikül maddeyi ifade etmekte; PM<sub>10</sub> (kaba), PM<sub>2,5</sub> (ince) ve PM<sub>0,1</sub> (ultra ince) partikülleri kapsamaktadır.

<sup>b</sup> Kömürlü termik santraller lisans sürelerinin sonuna kadar çalıştırıldığı takdirde emisyon miktarları

<sup>c</sup> Kömürlü santraller 2030 yılına kadar kapatıldığı takdirde emisyon miktarları

<sup>153</sup> Gacal, F., Gierens, R., Jensen, G., Myllyvyrta, L., Stauer, A., Zander E., Jansen, G.K. (Ed.), Casey Z. (Ed.). (Ocak 2022). "Kronik Kömürü İyileştirmek: 2030 Kömürden Çıkışın Türkiye İçin Sağlık Faydaları." Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL). <https://www.env-health.org/curing-chronic-coal-turkey/>



## 2030'da Kömürden Çıkışın Bölgeler Üzerinde Etkisi

2030'a kadar kömürlü termik santrallerin kapatılması en çok;

- İzmir-Manisa, özellikle İzmir merkez ile Manisa Soma arasındaki,
  - Adana-Osmaniye-Kahramanmaraş üçgeni, özellikle Kahramanmaraş Elbistan bölgesindeki,
  - Kütahya ve çevresi, özellikle Kütahya Yoncalı ve Tavşanlı bölgelerindeki,
  - Çanakkale, özellikle Çan bölgesindeki,
  - Muğla, özellikle Yatağan ve Aydın arasındaki,
  - Zonguldak merkezdeki
- hava kirliliğini azaltacaktır.

Şekil 14 - 2030 yılında kömürlü termik santrallerin kapatılması sayesinde önlenebilir sağlık sorunları ve maliyetleri



### SAĞLIK MALİYETİ

3.1 trilyon Türk Lirası'na (194 milyar Euro)  
yükselen sağlık maliyeti

Kaynak: Sağlık ve Çevre Birliği HEAL (2022).



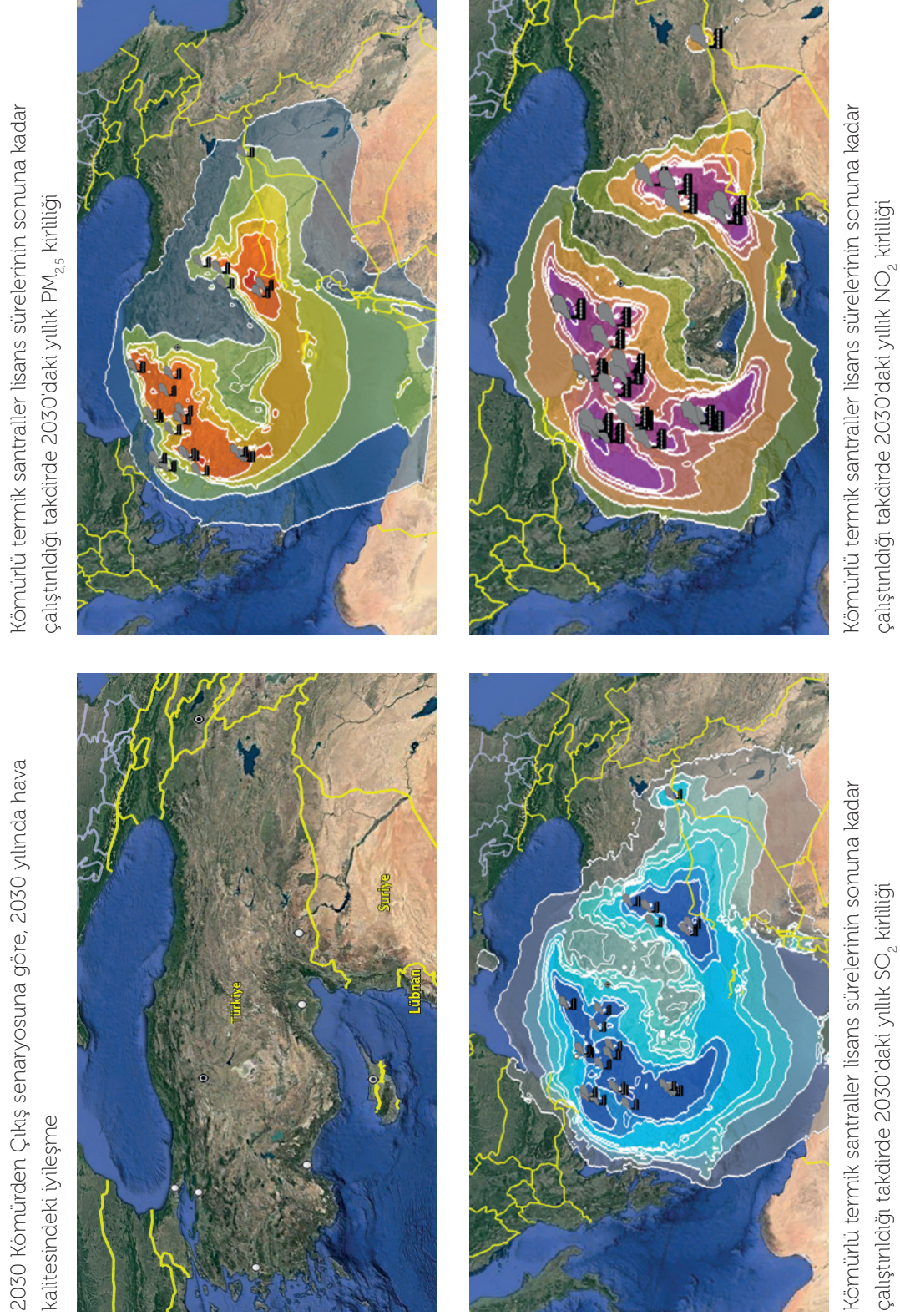
## 2030'da Kömürden Çıkışın Santral Bölgelerindeki Hava Kalitesine Etkisi

2030'a kadar kömürlü termik santrallerin kapatılması politikası benimsenirse:

- **İzmir ve Manisa arasındaki hava kirliliği önemli ölçüde azalacak:** İzmir İzdemir Termik Santrali'nin 2058 yerine 2027'de, Manisa Soma Kolin Termik Santrali'nin 2050 yerine 2029'da, Manisa Soma termik santrallerinin 2064 yerine 2027 ve 2028'de kapatılması, Manisa Soma'dan İzmir merkeze uzanan hava kirliliğini büyük oranda ortadan kaldıracaktır.
- **Adana-Osmaniye-Kahramanmaraş üçgenindeki termik santral kaynaklı kirlilik sonlanacak:** Kahramanmaraş'ta neden oldukları kirlilikle defalarca gündeme gelmiş olan Afşin-Elbistan santrallerinin, elektrik üretim lisans süreleri olan 2050'ler yerine 2026-2027 arasında kapatılması, kirliliği büyük ölçüde azaltırken; Adana'da bulunan Tufanbeyli ve Sugözü termik santrallerinin 2034 ve 2039 yerine 2029 ve 2026 yıllarında kapatılması, Adana'da yeni açılmış olan Emba Hunutlu Termik Santrali'nin 2064 yerine 2028'de kapatılması ve son olarak Hatay'daki Atlas Termik Santrali'nin 2057 yerine 2026'da kapatılması Maraş'ta kritik seviyenin çok üstünde olan termik santral kaynaklı hava kirliliğini 2028'den sonra sıfırlayacaktır.
- **Kütahya ve çevresinde, özellikle Kütahya Yoncalı ve Tavşanlı bölgelerindeki kirlilik azalacak:** Kütahya Yoncalı'da kritik seviyenin üzerindeki hava kirliliği, Seyitömer Termik Santrali'nin 2062 yılı yerine 2028'de kapatılmasıyla, Kütahya Tavşanlı'daki yüksek kirlilik ise Polat ve Tunçbilek santrallerinin sırasıyla izin süreleri olan 2057 ve 2062 yerine 2029 ve 2028'de kapatılmasıyla sıfırlanacaktır.
- **Çanakkale ise termik santrallere bağlı hava kirliliği en hızlı temizlenebilecek illerden biridir:** Çanakkale'de; Çan ilçesinde iki adet (Çan-18 Mart ve 2018'de açılmış Çan-2) ve Biga-Lâpseki arasında ise üç adet (İÇDAŞ Biga, İÇDAŞ Bekirli ve 2017'de açılmış olan İÇDAŞ CENAL) olmak üzere beş adet termik santral bulunmaktadır. Bu santraller, izin süreleri olan 2050'ler yerine 2030'dan önce kapatılırsa (Çan-18 Mart 2052 yerine 2029, Çan-2 2033 yerine 2026, Cenal 2062 yerine 2027, İÇDAŞ Bekirli 2056 yerine 2026, İÇDAŞ Biga 2056 yerine 2023) Çan başta olmak üzere Çanakkale merkezini de etkileyen kömürden elektrik üretimi kaynaklı hava kirliliği sıfırlanacaktır.
- **Muğla'da, özellikle Yatağan-Milas-Aydın arasındaki kirlilik bitecek:** Gözde tatil beldesi Muğla'nın doğa harikası kıyı şeridinde bulunan Kemerköy ve Yeniköy santrallerinin izin süreleri olan 2063 yerine 2029'da kapatılmaları ve kirliliğiyle gündemden inmeyen Yatağan Termik Santrali'nin yine 2063'te biten üretim izni yerine 2029'da kapatılması Yatağan-Milas-Aydın üçgenindeki kentleri yaşanamaz hale getiren kirliliği temizleyecek, aynı zamanda sahil şeridi de temiz bir nefes alacaktır.
- **Zonguldak merkezde yıllardır solunan kirli hava temizlenecek:** Zonguldak merkez sahil şeridinde bulunan ve Türkiye'nin en eski termik santrallerinden olan Çatalağzı Santrali'nin 2063 yerine 2028'de kapatılmasıyla; yine Zonguldak kent merkezinde üç farklı noktada bulunan ZETES santrallerinin 2053 yerine 2026-2027 arasında kapatılmasıyla kent merkezi ile Çaycuma, Gökçebey ve Kayıkçılar arasındaki iç bölgelerde hava kirliliği sıfırlanacaktır.



**Şekil 15** - Mevcut senaryo ile 2030 Kömürden Çıkış senaryosunun hava kalitesi açısından kıyaslanması



# Sonuç ve Öneriler

Dünya Sağlık Örgütüne göre hava kirliliği, dünya genelinde dakikada 13 kişinin ölümünden sorumludur ve küresel düzeyde ölüme yol açan çevresel risklerin en başında yer almaktadır.

Temiz Hava Hakkı Platformu'nun gerçekleştirdiği son modelleme çalışmasına göre ise Türkiye'de 2021 yılında en az 42 bin 67 kişi hava kirliliğinin neden olduğu hastalıklar sonucu hayatını kaybetmiştir. Ülkemizde hava kirliliği en çok kalp-damar hastalıklarına, kronik solunum yolu hastalıklarına, kanserlere, diyabet ve kronik böbrek hastalıklarına, solunum enfeksiyonları ve tüberküloza yol açarak ölüme sebebiyet vermektedir.

Hava kirliliğinin ruh sağlığına ve nörolojik sağlığa da etki ettiği giderek artan sayıda bilimsel çalışma ile ortaya konmaktadır. Hava kirlenmeye maruz kalmanın var olan psikiyatrik hastalıkların şiddetinin artmasına yol açtığı, uyku kalitesini ve süresini düşürdüğü gerçeği çok katmalı ve yaygın bir çevre sağlığı sorunu ile karşı karşıya olduğumuzu doğrular niteliktedir.

Hava kirliliğini sistematik biçimde ele almanın ilk aşaması hava kalitesinin düzenli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesidir. Türkiye'de her ne kadar AB uyum süreci ile birlikte oldukça yaygın bir ulusal hava kalitesi izleme ağı oluşturulmuşsa da bu ağı oluşturan hava kalitesi izleme istasyonlarından veri alımı ve alınan verilerin kalitesi, nitelikli bir değerlendirme yapmaya yetmeyecek düzeydedir. Ayrıca istasyonların tamamında tüm parametreler ölçülmemektedir. Örneğin ülke genelindeki 360 istasyonun sadece 173'ünde yani %50'sinden azında insan sağlığı açısından tehlikeli ince partikül maddelerin ( $PM_{2.5}$ ) ölçülmesi için gerekli altyapı bulunmaktadır. Öte yandan var olan istasyonlardan yeterli veri alım oranı da %36'da kalmaktadır. Bu durum diğer kirlenme parametreleri açısından da farklı değildir.

Hava kalitesi değerlendirmesinin hukuki altyapısı da uluslararası standartların çok gerisindedir. Ana kirlenme kaynakları olan kaba partikül maddeler ( $PM_{10}$ ), kükürt dioksit ( $SO_2$ ), azot dioksit ( $NO_2$ ) ve ozon ( $O_3$ ) için tespit edilmiş olan yasal limit değerler Dünya Sağlık Örgütü'nün kılavuz değerlerinin çok üstündedir. Yani Türkiye'de, insan sağlığı için belirlenen konsantrasyonlardan çok daha yüksek miktarda kirlenmeye maruz kalınması söz konusudur. Kanserojen olduğu bilinen  $PM_{2.5}$  için ise ulusal mevzuatta hala bir limit değer tanımlanmış değildir.

Hava kirliliği, iklim değişikliği ile yakından ilintilidir ve iklim değişikliğine bağlı olarak gelişen pek çok yeni çevresel koşul havanın kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Yükselen sıcaklıklar ile yer yüzeyi ozon seviyesindeki artış, sıklığı ve şiddeti artan doğal yangınlar sonucu ortaya çıkan siyah karbon ve diğer partikül maddeler iklim değişikliği sonucu hava kalitesini olumsuz etkileyen faktörler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, çoğu hava kirlenme kaynağı aynı zamanda kısa ömürlü sera gazıdır ve iklim değişikliği sorununa karmaşık mekanizmalarla etki etmektedir. Hava kirliliği ve iklim değişikliği, birlikte ele alınması gereken, ancak düşük karbonlu bir geleceğe geçiş politikalarının küresel düzeyde sistematik biçimde uygulanması ile başa çıkılabilecek iki yaşamsal ve küresel sorundur.





Böylesi bir çabanın ilk aşaması hem en önemli sera gazı olan karbon dioksitin, hem de ince partikül madde, kükürt dioksit ve azot dioksit gibi temel kirleticilerin ana kaynağı olan enerji sektörünün fosil yakıtlardan kurtulması olmalıdır. Sağlık ve Çevre Birliği'nin yürüttüğü son çalışmaya göre Türkiye'deki kömürlü termik santrallerin 2030 yılına kadar kapatılması durumunda 102 bin ölüm ve 194 milyar EUR'luk sağlık maliyeti engellenebilir.

Bu tespitlerden yola çıkarak Temiz Hava Hakkı Platformu olarak aşağıdaki politika önerilerinin yetkili kurumlarca hayata geçirilmesinin Türkiye'de halk sağlığının iyileştirilmesi, Anayasa'da tanımlanan sağlıklı bir çevrede yaşama hakkının ve temiz hava hakkının güvence altına alınması ve küresel iklim krizi ile mücadeleye etkin katkı verilmesi açısından önemli ve öncelikli olduğunu düşünmekteyiz:

### Hava Kalitesinin İzlenmesi

- Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı tüm nüfusu ve tüm ana kirlenici kaynaklarını kapsayacak şekilde ülke genelinde genişletilmelidir.
- Ağ kapsamındaki tüm istasyonlarda PM<sub>2.5</sub> da dahil olmak üzere tüm ana kirlenicilerin izlenebilmesi için gerekli altyapı oluşturulmalıdır.
- İzleme istasyonlarından sürekli ve düzenli veri alımı sağlanmalıdır.
- İzleme verilerinin doğrulanması ve doğrulanmış verilerin kamuoyuna sistematik biçimde raporlanması sağlanmalıdır.

### Hava Kalitesi Mevzuatı

- Hava kalitesi mevzuatı geliştirilirken başta Dünya Sağlık Örgütü Hava Kalitesi Kılavuzu olmak üzere kirlenicilerin sağlık etkileri üzerine mevcut bulunan en güncel sağlık etki literatürü çerçevesinde insan ve halk sağlığının korunması önceliği ile hedefler belirlenmelidir.
- Hazırlıkları devam eden ve taslak halinde bulunan Dış Ortam Hava Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ndeki tüm kirlenicilerin limit değerleri bu sağlık literatürü ve DSÖ kılavuz değerleri gözetilerek yeniden belirlenmelidir.
- PM<sub>2.5</sub> için ulusal limit değer zaman kaybetmeden DSÖ kılavuz değeri doğrultusunda tespit edilmeli ve yürürlüğe konmalıdır.
- Hava kalitesi mevzuatı hiçbir sektöre istisna tanınmadan sorumlu kuruluşlarca uygulanmalıdır.

### Sağlık Etki Değerlendirmesi

- Hava kalitesi mevzuatı başta olmak üzere, tüm çevre mevzuatı ve sektörel yasal düzenlemeler ile sektörel politika belgeleri, strateji ve eylem planları sağlık etki değerlendirmesine tabi tutulmalıdır.
- Tüm yatırımlar proje ve izin süreçlerinde çevresel etki değerlendirmesi ile eşgüdüm içerisinde sağlık etki değerlendirmesine tabi tutulmalıdır.

### Fosil Yakıtlardan Çıkış

- Enerji sektörü başta olmak üzere fosil yakıtların kısa-orta vadeli bir planla terk edilmesi için ulusal bir politika belirlenmelidir.
- Başta kömür olmak üzere fosil yakıtlara verilen kamu teşvikleri ve gizli teşvik niteliğindeki çevre mevzuatından muafiyetler kaldırılmalıdır.

### İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği

- Hava kirliliğinin önlenmesi ve halk sağlığının iyileştirilmesi, iklim değişikliği politikalarının önemli yan faydaları olarak tanımlanmalı ve bu üç politika alanı ortak bir perspektifle eşgüdümlü olarak ele alınmalıdır.



**Azot dioksit:** Bir azot atomu ve iki oksijen atomundan oluşan, formülü  $\text{NO}_2$  olan, kırmızımsı kahverengi, keskin kokulu ve zehirli bir gazdır.

**Hedef değer:** HKDY Yönetmeliğine göre; hava kirleticileri için, çevre ve/veya insan sağlığı üzerindeki uzun dönemli zararlı etkilerden kaçınmak, bunları önlemek veya azaltmak amacıyla belirlenen ve öngörülen süre sonunda mümkün olan yerlerde ulaşılmaması gereken seviye.

**İklim cezası:** Özellikle insanların soluduğu yer seviyesindeki hava içerisinde ozon üretiminin, iklim değişikliği nedeniyle giderek yaygınlaşan sıcak hava dalgalarının sonucu artması için kullanılan bir ifade.

**Kılavuz değer:** Düzenleyici makamlara potansiyel bir toksik maddenin izin verilebilir seviyelerini belirlemede yardımcı olmak üzere bilimsel çalışmalar ışığında, tespit edilen değer.

**Kirletici:** İnsan kaynaklı faaliyetler sonucunda doğrudan veya dolaylı olarak dış ortam havasına verilen ve çevre ve/veya insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olabilecek herhangi bir madde.

**Kükürt dioksit:** Bir kükürt atomu ve iki oksijen atomundan oluşan, formülü  $\text{SO}_2$  olan, renksiz, keskin kokulu reaktif bir gazdır. Hava kirliliğine ve asit yağmurlarına yol açtığı için hem insan hem ekosistem sağlığına zararlıdır.

**Limit değer:** HKDY Yönetmeliğine göre; hava kirleticileri için, çevre ve/veya insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerden kaçınmak, bunları önlemek veya azaltmak amacıyla bilimsel olarak belirlenen, öngörülen süre içinde ulaşılabilecek ve ulaşıldıktan sonra da aşılması gereken seviye.

**Metreküp ( $\text{m}^3$ ):** Bir hacim ölçü birimidir. Bir kenar uzunluğu bir metre olan küpün hacmidir. 1.000 litreye eşittir.

**Mikrogram ( $\mu\text{g}$ ):** Bir ağırlık ölçü birimidir. Bir gramın milyonda birine, ya da bir miligramın binde birine eşittir.

**Mikrometre ( $\mu\text{m}$ ):** Bir uzunluk ölçü birimidir. Milimetrenin binde birine, metrenin milyonda birine eşittir.

**$\mu\text{g}/\text{m}^3$ :** Gaz ve partikül madde kirleticilerin 1 metreküp hava içindeki mikrogram cinsinden ağırlıkça yoğunluklarını (konsantrasyonlarını) ifade eden ölçü birimidir.

**Partikül madde (PM):** Karbon, ağır metaller, inorganik iyonlar, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve yerküre kökenli elementlerden oluşan parçacıklı maddelere verilen addır.

**Partikül madde 10 ( $\text{PM}_{10}$ ):** Aerodinamik çapı 10 mikrometre ve daha küçük olan katı veya sıvı formdaki aerosollere (parçacıklı maddelere) denir. Fosil yakıtların yakılması gibi insan faaliyetlerinin yanı sıra, toz ve kum fırtınaları, volkanik patlamalar ve doğal orman yangınları da  $\text{PM}_{10}$  oluşumuna yol açar.

**Partikül madde 2,5 ( $\text{PM}_{2,5}$ ):** Aerodinamik çapı 2,5 mikrometre ve daha küçük olan katı veya sıvı formdaki aerosollere (parçacıklı maddelere) denir. Saç teline yaklaşık 1/30'u kadar küçük olan  $\text{PM}_{2,5}$  ülkeler arasında bile binlerce kilometrelerce yol alabilir.

EK 1 - Özelleştirilmiş termik santraller ve yakın çevrelerindeki hava kalitesi izleme istasyonları ile bu istasyonlarda izlenen ana kirlenici ile yıllık ortalama değerleri

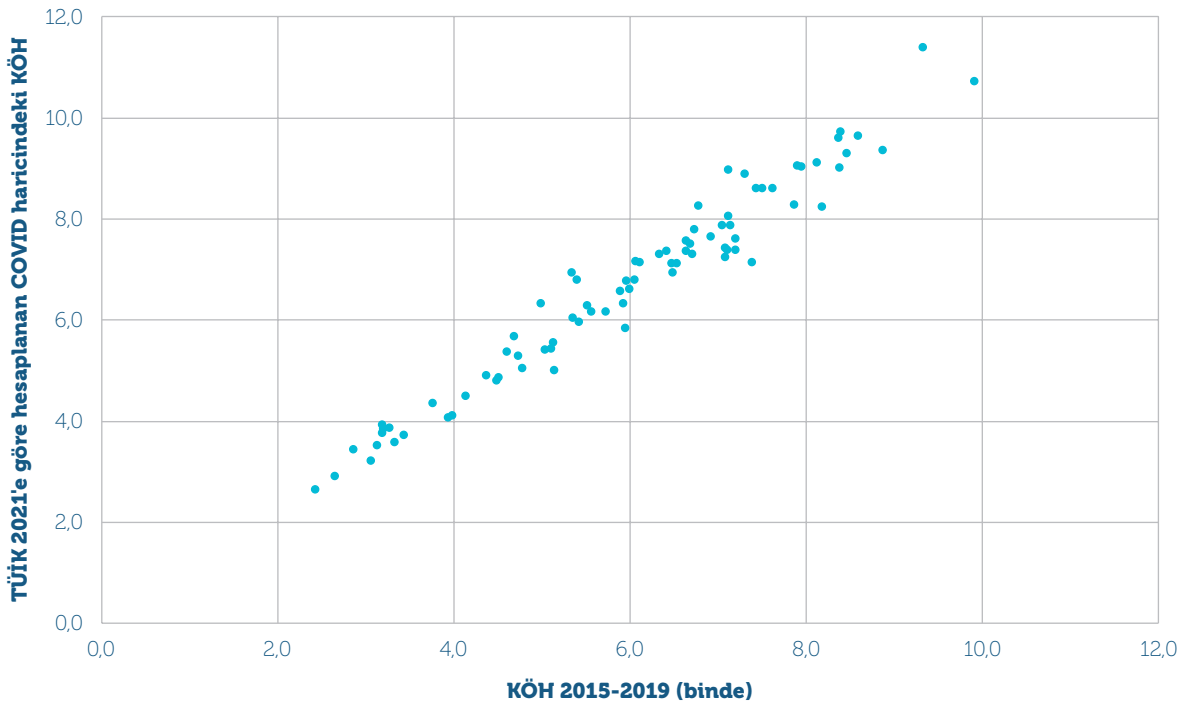
Santral Adı	İlçe	İl	Kuruluş Yılı	İstasyon Var mı?	En Yakın İstasyon	İstasyonun Santrale Mesafesi (km)	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>	
							Veri Alımı (%)	Yıllık Ortalama (µg/m <sup>3</sup> )	Veri Alımı (%)	Yıllık Ortalama (µg/m <sup>3</sup> )	Veri Alımı (%)	Yıllık Ortalama (µg/m <sup>3</sup> )	Veri Alımı (%)	Yıllık Ortalama (µg/m <sup>3</sup> )
Çayırhan	Nallihan	Ankara	1987	YOK	Ankara Merkez	160	-	-	-	-	-	-	-	-
Orhaneli	Orhaneli	Bursa	1992	YOK	Bursa Merkez	57	-	-	-	-	-	-	-	-
18 Mart Çan	Çan	Çanakkale	2005	VAR	Çan	9,5	95,97	49,72	0,00	32,98	90,14	28,64	90,71	16,93
Afşin A	Çoğulhan/Afşin	Kahramanmaraş	1984	YOK	Afşin	175	-	-	-	-	-	-	-	-
Afşin B	Çoğulhan/Afşin	Kahramanmaraş	2005	YOK	Afşin	175	-	-	-	-	-	-	-	-
Seytömer	Seytömer/Tavşanlı	Kütahya	1973	YOK	Tavşanlı	48	-	-	-	-	-	-	-	-
Tunçbilek	Tunçbilek/Tavşanlı	Kütahya	1956	YOK	Tavşanlı	14,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Soma	Soma	Manisa	1957	VAR	Soma	3,5	17,53	-	0,00	-	65,75	-	90,15	29,85
Yatağan	Yatağan	Muğla	1982	VAR	Yatağan	4	10,14	-	0,00	-	10,41	-	10,42	-
Kemerköy	Ören/Milas	Muğla	1995	VAR	Ören	6,5	1,37	-	31,51	-	1,64	-	36,78	-
Yeniköy	Bağdamlı/Milas	Muğla	1986	YOK	Milas Merkez	25	-	-	-	-	-	-	-	-
Kangal	Kangal	Sivas	1989	YOK	Sivas Merkez	89	-	-	-	-	-	-	-	-
Çatalağzı	Çatalağzı	Zonguldak	1989	VAR	Çatalağzı Kurzyaka	1,5	98,36	52,84	94,79	23,69	98,63	15,41	95,53	17,44



**Ek 2 - İller bazında, Kara Rapor 2022 için 2015-2019 resmi ölüm istatistikleri verilerinin ortalaması ile hesaplanan 2021 yılı kaba ölüm hızları ve TÜİK tarafından Şubat 2023'te açıklanan 2021 ölüm istatistiklerinde verilen kaba ölüm hızlarının kıyaslaması**

İller	TÜİK	5 yıl ortalaması hesaplanan	TÜİK açıklanan	TÜİK 2021'e göre hesaplanan	Fark (Açıklanan-Tahmin)
	2019 KÖH	KÖH 2015-2019 (binde)	2021 KÖH	COVID dışı KÖH	
Adana	5,1	4,9	6,6	5,4	11%
Adıyaman	4,4	4,2	5,4	4,9	18%
Afyonkarahisar	7,1	7,0	8,6	8,1	15%
Ağrı	3,2	3,4	4,5	3,9	13%
Aksaray	5,0	4,9	6,5	5,4	10%
Amasya	7,6	7,7	10,4	8,6	12%
Ankara	4,7	4,7	5,8	5,3	14%
Antalya	4,6	4,4	6,0	5,4	22%
Ardahan	6,7	7,4	8,2	7,3	-2%
Artvin	8,4	8,3	10,0	9,0	8%
Aydın	7,5	7,2	9,2	8,6	19%
Balıkesir	8,9	8,8	11,1	9,4	7%
Bartın	7,9	8,1	9,8	9,1	12%
Batman	3,1	2,9	3,9	3,2	10%
Bayburt	5,7	6,0	8,0	6,2	3%
Bilecik	7,2	6,9	9,0	7,4	6%
Bingöl	3,8	3,9	4,9	4,4	11%
Bitlis	3,4	3,3	4,1	3,7	12%
Bolu	7,1	7,1	8,8	7,9	11%
Burdur	7,9	7,9	9,5	8,3	5%
Bursa	5,5	5,6	7,1	6,3	13%
Çanakkale	8,4	8,4	10,8	9,6	14%
Çankırı	8,4	8,5	11,1	9,7	14%
Çorum	8,0	7,8	9,4	9,0	16%
Denizli	6,5	6,3	7,7	7,0	11%
Diyarbakır	3,2	3,2	4,2	3,9	24%
Düzce	6,1	6,1	7,8	7,2	16%
Edirne	8,6	8,6	11,2	9,6	12%
Elazığ	5,6	5,5	7,4	6,2	13%
Erzincan	6,5	6,5	8,2	7,1	10%
Erzurum	5,4	5,4	6,7	6,0	12%
Eskişehir	6,6	6,7	8,4	7,4	10%
Gaziantep	4,0	3,9	4,9	4,1	6%
Giresun	8,5	8,3	11,2	9,3	13%
Gümüşhane	6,1	5,7	8,4	6,8	19%
Hakkari	2,7	3,0	3,0	2,9	-2%
Hatay	4,7	4,6	6,0	5,7	23%
İğdir	3,9	4,0	4,5	4,1	3%
İsparta	7,1	7,1	8,3	7,4	5%
İstanbul	4,1	4,2	5,4	4,5	9%
İzmir	6,3	6,2	7,7	7,3	19%
Kahramanmaraş	4,5	4,3	5,7	4,8	10%
Karabük	7,1	7,1	9,3	7,9	11%
Karaman	6,0	6,0	7,5	6,8	13%
Kars	5,1	5,1	5,6	5,0	-1%
Kastamonu	9,9	10,0	12,7	10,7	7%
Kayseri	5,0	5,1	6,9	6,3	24%
Kırıkkale	6,8	6,6	9,1	8,3	25%
Kırklareli	8,1	8,2	10,6	9,1	11%
Kırşehir	6,7	6,5	8,4	7,8	20%
Kilis	6,0	5,7	7,2	5,8	2%
Kocaeli	4,5	4,4	6,1	4,9	9%

İller	TÜİK	5 yıl ortalaması hesaplanan	TÜİK açıklanan	TÜİK 2021'e göre hesaplanan	Fark (Açıklanan-Tahmin)
	2019 KÖH	KÖH 2015-2019 (binde)	2021 KÖH	COVID dışı KÖH	
Konya	5,4	5,3	7,2	6,9	32%
Kütahya	8,2	8,0	10,3	8,3	3%
Malatya	5,4	5,4	7,1	6,8	26%
Manisa	6,9	7,0	8,4	7,7	9%
Mardin	3,3	3,3	4,1	3,9	16%
Mersin	5,1	5,1	6,7	5,6	9%
Muğla	6,0	5,8	7,5	6,6	14%
Muş	3,3	3,4	4,2	3,6	4%
Nevşehir	6,6	6,6	8,5	7,6	14%
Niğde	5,9	5,9	7,2	6,3	8%
Ordu	7,1	7,1	10,1	9,0	27%
Osmaniye	4,8	4,7	6,8	5,1	7%
Rize	7,1	6,8	9,1	7,4	9%
Sakarya	6,1	6,0	7,8	7,2	20%
Samsun	6,5	6,5	8,9	7,1	10%
Siirt	3,2	3,3	4,1	3,8	15%
Sinop	9,3	9,5	12,7	11,4	19%
Sivas	6,7	6,9	8,8	7,5	10%
Şanlıurfa	3,1	3,1	3,8	3,5	13%
Şırnak	2,4	2,8	2,8	2,7	-6%
Tekirdağ	5,4	5,4	6,8	6,0	10%
Tokat	7,4	7,3	10,0	8,6	17%
Trabzon	6,4	6,4	8,7	7,4	16%
Tunceli	7,1	6,9	8,3	7,3	5%
Uşak	7,4	7,1	8,2	7,1	1%
Van	2,9	3,0	3,7	3,4	14%
Yalova	5,9	6,3	8,0	6,6	4%
Yozgat	7,3	7,3	9,2	8,9	21%
Zonguldak	7,2	7,0	9,4	7,6	9%
				Ortalama fark	12%
				Minimum fark	-6%
				Maximum fark	32%



## Ek 3 - Türkiye'de İşletmedeki 30 Termik Santralin 1965-2020 yılları arasında neden olduğu kümülatif sağlık etkisi ve maliyeti

Santral Şehri	Santral Adı	İşletmeye Alındığı Yıl	Kurulu Güç (MW)	Erken Ölüm	Erken Doğum	Bronşit Vakası (Çocukta)	
Maraş	Afşin Elbistan A	1984	1.355	16.530	9.123	88.650	
Maraş	Afşin Elbistan B	2005	1.440	1.046	582	7.312	
Yalova	Aksa Yalova	2012	143	33	17	227	
Hatay	Atlas	2014	1.200	770	363	5.177	
Bolu	Bolu Göynük	2015	270	86	42	537	
Çanakkale	Cenal (Karabiga)	2017	1.320	260	131	1.906	
Çanakkale	Çan 18 Mart	2005	320	1.309	775	8.346	
Çanakkale	Çan-2	2018	330	50	25	360	
Zonguldak	ÇATES (Çatalağzı) B	1989	314	1.100	524	7.914	
Ankara	Çayırhan	1987	620	7.909	4.795	51.679	
Kocaeli	Çolakoğlu	2015	190	210	114	1.433	
Çanakkale	İÇDAŞ Bekirli	2011	1.200	864	475	6.066	
Çanakkale	İÇDAŞ Biga (Değirmencik)	2005	405	685	351	5.339	
İzmir	İzdemir (Aliağa)	2015	350	92	47	680	
Sivas	Kangal	1989	457	18.475	10.159	95.052	
Muğla	Kemerköy	1993	630	11.600	7.528	78.297	
Bursa	Orhaneli	1992	210	2.457	1.440	16.317	
Kütahya	Polat	2013	51	19	10	136	
Kütahya	Seyitömer	1973	600	19.107	11.552	124.257	
Manisa	Soma B	1982	990	30.118	17.868	191.921	
Manisa	Soma Kolin	2019	510	62	31	449	
Adana	Sugözü İşken	2003	1.120	3.839	2.132	26.473	
Şirnak	Silopi	2009	405	251	94	870	
Adana	Tufanbeyli	2016	450	108	45	556	
Kütahya	Tunçbilek	1965	365	19.926	12.016	133.093	
Muğla	Yatağan	1982	630	33.129	21.004	223.098	
Muğla	Yeniköy	1986	420	23.595	15.192	154.343	
Zonguldak	ZETES 1 (Zonguldak Eren)	2010	160	405	194	2.862	
Zonguldak	ZETES 2 (Zonguldak Eren)	2010	1.230	1.412	714	9.696	
Zonguldak	ZETES 3	2016	1.400	646	317	4.300	
<b>TOPLAM</b>			<b>19.175</b>	<b>196.091</b>	<b>117.661</b>	<b>1.247.344</b>	

	Bronşit Vakası (Yetişkinde)	Hastaneye Başvuru	Astım ve Bronşit Semptomu Gösteren Gün (Astım Hastası Çocuklarda)	İş Günü Kaybı	Hasta Geçirilen Gün	Sağlık maliyeti (Milyar Euro, Üst Tahmin Değeri)	Sağlık maliyeti (Milyar TL, Üst Tahmin Değeri)
	9584	17010	790.978	4.610.611	34.925.619	25,34	380,11
	865	1.229	64.828	319.999	2.520.416	1,98	29,73
	25	47	2.015	9.116	94.531	0,08	1,20
	631	1.033	46.107	215.732	1.951.435	1,66	24,92
	63	122	4.717	19.304	254.331	0,23	3,51
	220	365	17.255	86.436	722.133	0,62	9,32
	893	1.697	75.470	495.598	3.450.128	2,71	40,60
	42	70	3.260	16.575	138.511	0,12	1,78
	793	1.351	69.163	185.156	2.592.044	2,29	34,36
	4.621	8.830	453.059	1.739.544	18.183.243	13,87	208,07
	151	289	12.743	60.375	587.435	0,46	6,88
	674	1.170	54.897	307.058	2.345.830	1,96	29,40
	580	955	48.367	216.775	1.879.292	1,53	22,97
	76	128	6.160	30.301	253.540	0,21	3,19
	10.911	19.705	849.728	5.430.025	40.457.739	29,76	446,37
	7.229	13.956	704.453	4.407.395	28.675.610	17,36	260,44
	1.492	2.864	144.916	667.998	5.841.364	4,08	61,27
	15	28	1.207	5.433	56.347	0,05	0,71
	11.152	21.041	1.104.428	5.514.161	43.090.984	32,65	489,82
	18.795	35.531	1.733.151	10.357.789	72.410.388	53,48	802,17
	52	87	4.061	20.592	171.948	0,15	2,21
	2.934	5.033	234.735	1.180.047	9.887.440	7,31	109,65
	160	262	8.149	68.131	503.368	0,44	6,59
	76	144	4.991	26.999	284.541	0,24	3,59
	11.783	21.646	1.181.630	5.607.097	44.320.654	33,67	505,04
	19.197	36.427	2.007.101	11.416.336	74.578.868	47,26	708,90
	13.569	26.646	1.388.489	8.457.424	54.798.780	33,87	508,04
	328	552	25.049	79.735	1.070.735	1,07	16,00
	1.112	1.913	84.876	298.305	3.753.172	3,67	55,04
	516	888	37.643	138.111	1.741.156	1,80	27,00
	<b>118.542</b>	<b>221.026</b>	<b>11.163.625</b>	<b>61.988.155</b>	<b>451.541.851</b>	<b>320</b>	<b>4.799</b>



**Ek 4 - 2030'da Kömürden Çıkış senaryosunda hava kirliliğinin en çok azaldığı illerdeki santrallerin lisans geçerlilik tarihleri ve üniteleri için önerilen kapanma tarihleri**

Ünite Adı	Bulunduğu İl	Kurulu Kapasite (MW)	İşletmeye Alındığı Tarih	Resmî Kapanma Yılı	Tavsiye Edilen Kapanma Yılı
İzdemir Ünite 1	İzmir	350	2014	2058	2027
Soma B Ünite 1	Manisa	165	1981	2064	2027
Soma B Ünite 2	Manisa	165	1982	2064	2027
Soma B Ünite 3	Manisa	165	1985	2064	2028
Soma B Ünite 4	Manisa	165	1986	2064	2028
Soma B Ünite 5	Manisa	165	1991	2064	2028
Soma B Ünite 6	Manisa	165	1992	2064	2028
Soma Kolin Ünite 1	Manisa	255	2019	2050	2029
Soma Kolin Ünite 2	Manisa	255	2019	2050	2029
Samsun	91,37	40,90	40,90	40,90	40,90
Afşin Elbistan A Ünite 1	Kahramanmaraş	335	1984	2038	2027
Afşin Elbistan A Ünite 2	Kahramanmaraş	335	1985	2038	2027
Afşin Elbistan A Ünite 3	Kahramanmaraş	335	1986	2038	2027
Afşin Elbistan A Ünite 4	Kahramanmaraş	340	1987	2038	2027
Afşin Elbistan B Ünite 1	Kahramanmaraş	360	2005	2052	2026
Afşin Elbistan B Ünite 2	Kahramanmaraş	360	2005	2052	2026
Afşin Elbistan B Ünite 3	Kahramanmaraş	360	2005	2052	2026
Afşin Elbistan B Ünite 4	Kahramanmaraş	360	2006	2052	2026
EMBA Hunutlu Ünite 1	Adana	660	2023	2064	2028
EMBA Hunutlu Ünite 2	Adana	660	2023	2064	2028
Sugözü İskele Ünite 1	Adana	660	2003	2039	2026
Sugözü İskele Ünite 2	Adana	660	2003	2039	2026
Tufanbeyli Enerjisa Ünite 1	Adana	150	2016	2034	2029
Tufanbeyli Enerjisa Ünite 2	Adana	150	2016	2034	2029
Tufanbeyli Enerjisa Ünite 3	Adana	150	2016	2034	2029
Atlas Ünite 1	Hatay	600	2014	2057	2026
Atlas Ünite 2	Hatay	600	2014	2057	2026
Polat Ünite 1	Kütahya	51	2013	2057	2029
Seyitömer Ünite 1	Kütahya	150	1973	2062	2028
Seyitömer Ünite 2	Kütahya	150	1974	2062	2028

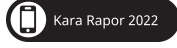


## Ek 4 - Devam

Ünite Adı	Bulunduğu İl	Kurulu Kapasite (MW)	İşletmeye Alındığı Tarih	Resmî Kapanma Yılı	Tavsiye Edilen Kapanma Yılı
Seyitömer Ünite 3	Kütahya	150	1977	2062	2028
Seyitömer Ünite 4	Kütahya	150	1998	2062	2028
Tunçbilek Ünite 1	Kütahya	65	1977	2064	2027
Tunçbilek Ünite 4	Kütahya	150	1977	2064	2028
Tunçbilek Ünite 5	Kütahya	150	1978	2064	2028
Çan 18 Mart TES Ünite 1	Çanakkale	160	2005	2052	2029
Çan 18 Mart TES Ünite 2	Çanakkale	160	2005	2052	2029
Çan-2 Termik Santrali	Çanakkale	330	2018	2033	2026
İÇDAŞ Bekirli Ünite 1	Çanakkale	600	2011	2056	2026
İÇDAŞ Bekirli Ünite 2	Çanakkale	600	2015	2056	2026
İÇDAŞ Biga Ünite 2	Çanakkale	135	2009	2056	2023
İÇDAŞ Biga (Değirmenci) Ünite 1	Çanakkale	135	2005	2056	2023
İÇDAŞ Biga Ünite 3	Çanakkale	135	2009	2056	2023
Cenal Ünite 1	Çanakkale	660	2017	2062	2027
Cenal Ünite 2	Çanakkale	660	2017	2062	2027
Kemerköy Ünite 1	Muğla	210	1993	2063	2029
Kemerköy Ünite 2	Muğla	210	1994	2063	2029
Kemerköy Ünite 3	Muğla	210	1995	2063	2029
Yeniköy Ünite 1	Muğla	210	1986	2063	2029
Yeniköy Ünite 2	Muğla	210	1987	2063	2029
Yatağan Ünite 1	Muğla	210	1982	2063	2028
Yatağan Ünite 2	Muğla	210	1983	2063	2028
Yatağan Ünite 3	Muğla	210	1984	2063	2028
Çatalağzı-B Ünite 1	Zonguldak	157	1989	2063	2028
Çatalağzı-B Ünite 2	Zonguldak	157	1991	2063	2028
ZETES 1- Ünite 1	Zonguldak	160	2010	2053	2023
ZETES 2 Ünite 1	Zonguldak	615	2010	2053	2026
ZETES 2 Ünite 2	Zonguldak	615	2010	2053	2026
ZETES 3 Ünite 1	Zonguldak	700	2016	2053	2027
ZETES 3 Ünite 2	Zonguldak	700	2016	2053	2027







<https://www.temizhavahakki.org/kararapor2022/>



temizhavahakki  
P L A T F O R M U



info@temizhavahakki.org



www.temizhavahakki.org



@temiz\_hava\_hakki



@temizhavahakki



@temizhavahakki



Temiz Hava Hakki Platformu

