



ÇEV 806
Hava Kirliliği ve İklim Deđiřimi

4 - Hava Kalitesi Mevzuatı

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

Hava Kirliliği Ölçüm Yöntemleri

PM ölçümleri

- Gravimetrik analiz (kütle ölçümü için)
- Atomic absorpsiyon spektrofotometre (kimyasal analiz için)

Gaz ölçümleri

- Spektrofotometre (SO_2 , O_3)
- Kemilüminesans (NO_2 , O_3)
- Gaz Kromatografi (GC) yöntemleri
 - GC-FID (UOB'ler)
 - GC-MS (UOB'ler)
- FTIR (CO , SO_2 , O_3 , benzen, toluen ...)

Hava Kalitesi Mevzuatı

- Güncel mevzuata erişmek için: <http://www.mevzuat.gov.tr/>
- **HAVA KALİTESİ DEĞERLENDİRME VE YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ**
(Resmi Gazete Tarih: 06.06.2008 Sayı: 26898)
- **SANAYİ KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ**
(Resmi Gazete Tarih: 03.07.2009 Sayı: 27277)
- **ISINMADAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ**
(Resmi Gazete Tarih: 13.01.2005 Sayı: 25699)
- Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi (2013/37)

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi

| KİRLLETİCİ | Türkiye-Limit Değerler | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| | Süre | 2014 Sınır Değer | 2015 Sınır Değer | 2016 Sınır Değer | 2017 Sınır Değer | 2018 Sınır Değer | 2019 Sınır Değer | 2020 Sınır Değer | 2021 Sınır Değer | 2022 Sınır Değer | 2023 Sınır Değer | 2024 Sınır Değer | Türkiye için AB Limit Değerlerin Geçerli Olacağı Tarih |
| | | (µg/m ³) | | | | | | | | | | | |
| SO ₂ | saatlik | 350+150 | 350+120 | 350+90 | 350+60 | 350+30 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 1 Ocak 2019 |
| | 24 saat | 125+125 | 125+100 | 125+75 | 125+50 | 125+25 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 | |
| | yıl ve kış | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| NO ₂ | saatlik | 200+100 | 200+90 | 200+80 | 200+70 | 200+60 | 200+50 | 200+40 | 200+30 | 200+20 | 200+10 | 200 | 1 Ocak 2024 |
| | yıl | 40+20 | 40+18 | 40+16 | 40+14 | 40+12 | 40+10 | 40+8 | 40+6 | 40+4 | 40+2 | 40 | |
| NO _x | yıl | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 1 Ocak 2014 |
| PM10 | 24 saat | 50+50 | 50+40 | 50+30 | 50+20 | 50+10 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 1 Ocak 2019 |
| | kış dönemi | 40+50 | 40+40 | 40+30 | 40+20 | 40+10 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| | yıl | 40+20 | 40+16 | 40+12 | 40+8 | 40+4 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| Pb | yıl | 0.5+0.5 | 0.5+0.4 | 0.5+0.3 | 0.5+0.2 | 0.5+0.1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 Ocak 2019 |
| C6H6 | - | 5+5 | 5+5 | 5+5 | 5+5 | 5+3.75 | 5+2.5 | 5+1.25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 Ocak 2021 |
| CO | 8 saat | 10000+6000 | 10000+4000 | 10000+2000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 | 1 Ocak 2017 |
| O ₃ | 8 saat | hedef değer | | | | | | | | 120 | 120 | 120 | 1 Ocak 2022 |
| | saatlik | bilgi eşiği | | | | | | | | 180 | 180 | 180 | |
| | | uyarı eşiği | | | | | | | | 240 | 240 | 240 | |
| Arsenik | yıl | Bir yılda PM10 fraksiyonundaki toplam içerik için hedef değer | | | | | | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 1 Ocak 2020 |
| Kadmiyum | yıl | | | | | | | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | |
| Nikel | yıl | | | | | | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | |
| Benzo(a)piren | yıl | | | | | | | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | |

NOT: 1 Ocak 2014'ten itibaren AB limit değerlerin geçerli olacağı tarihe kadar limit değerler toleranslı değerlerdir. AB Limit Değerlerin geçerli olacağı tarihlere kadar tolerans payları sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır

Table 1
Threshold limits and permitted exceedances of air pollutants in Turkey.

| Air Pollutant | Averaging Period | Threshold Limits ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | Permitted exceedances each year ^b |
|------------------|------------------|---|----------------|--------------------|--|
| | | Turkish Legislation | EU Legislation | WHO Recommendation | |
| PM ₁₀ | 24 h | 50 | 50 | 50 | 35 |
| SO ₂ | 1 h | 350 | 350 | – | 24 |
| NO ₂ | 1 h | 250 ^a | 200 | 200 | 18 |
| CO | 8 h | 10000 | 10000 | 10000 | N/A |
| O ₃ | 8 h | 120 ^a | 120 | 100 | 25 days averaged over 3 years |

^a For the year 2019.

^b For EU and Turkish Legislation.

↑
Dünya Sağlık Örgütü
(WHO) **eski** sınır
değer önerileri!

WHO Yeni Sınır Değer Önerileri

| Parametre [µg/m ³] | 1 Sa. Ort. | 8 Sa. Ort. | 24 Sa. Ort. | Yıllık Ort. | Pik Sezon |
|-----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|
| PM _{2.5} | | | 15 * | 5 | |
| PM ₁₀ | | | 45 * | 15 | |
| SO ₂ | | | 40 * | | |
| NO ₂ | | | 25 * | 10 | |
| O ₃ | | 100 * | | | 60 ** |

*99th percentile, (i.e., 3-4 exceedance days per year)

** Peak season is defined as an average of daily maximum 8-hour mean O₃ concentration in the six consecutive months with the highest six-month running average O₃ concentration

WHO - Hava Kirleticileri Sınır Değerleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Kirletici | Ortalama Süre | DSÖ Sınır Değeri (2005) | DSÖ Sınır Değeri (2021) | HKDYY Sınır Değeri (2024 yılı için) |
|-------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| PM _{2.5} | Yıllık | 10 | 5 | — |
| | 24 saatlik | 25 | 15 | — |
| PM ₁₀ | Yıllık | 20 | 15 | 40 |
| | 24 saatlik | 50 | 45 | 50 |
| O ₃ | Pik sezon * | — | 60 | — |
| | 8 saatlik | 100 | 100 | 120 |
| NO ₂ | Yıllık | 40 | 10 | 40 |
| | 24 saatlik | — | 25 | — |
| | Saatlik | 200 | 200 | 200 |
| SO ₂ | 24 saatlik | 20 | 40 | 125 |
| | Yıllık | — | — | 20 |
| CO | 24 saatlik | — | 4000 | — |
| | 8 saatlik | — | 10000 | 10000 |

*En yüksek konsantrasyonun görüldüğü birbirini takip eden 6 ayın ortalaması.

Uluslararası Hava Kalitesi Mevzuatı

- EPA NAAQS
- <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>
- AB standartları
- https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/eu-air-quality-standards_en
- WHO Ambient (outdoor) air pollution (22 Eylül 2021)
- [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

EPA NAAQS

| Pollutant [links to historical tables of NAAQS reviews] | Primary/ Secondary | Averaging Time | Level | Form |
|---|--------------------------|----------------------------|--|--|
| Carbon Monoxide (CO) | primary | 8 hours | 9 ppm | Not to be exceeded more than once per year |
| | | 1 hour | 35 ppm | |
| Lead (Pb) | primary and secondary | Rolling 3 month average | 0.15 µg/m ³ (1) | Not to be exceeded |
| Nitrogen Dioxide (NO₂) | primary | 1 hour | 100 ppb | 98th percentile of 1- hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years |
| | primary and secondary | 1 year | 53 ppb (2) | Annual Mean |
| Ozone (O₃) | primary and secondary | 8 hours | 0.070 ppm (3) | Annual fourth-highest daily maximum 8-hour concentration, averaged over 3 years |

EPA NAAQS

| | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------|----------|------------------------|---|
| Particle Pollution (PM) | PM _{2.5} | primary | 1 year | 9.0 µg/m ³ | annual mean, averaged over 3 years |
| | | secondary | 1 year | 15.0 µg/m ³ | annual mean, averaged over 3 years |
| | | primary and secondary | 24 hours | 35 µg/m ³ | 98th percentile, averaged over 3 years |
| | PM ₁₀ | primary and secondary | 24 hours | 150 µg/m ³ | Not to be exceeded more than once per year on average over 3 years |
| Sulfur Dioxide (SO₂) | | primary | 1 hour | 75 ppb ⁽⁴⁾ | 99th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years |
| | | secondary | 3 hours | 0.5 ppm | Not to be exceeded more than once per year |

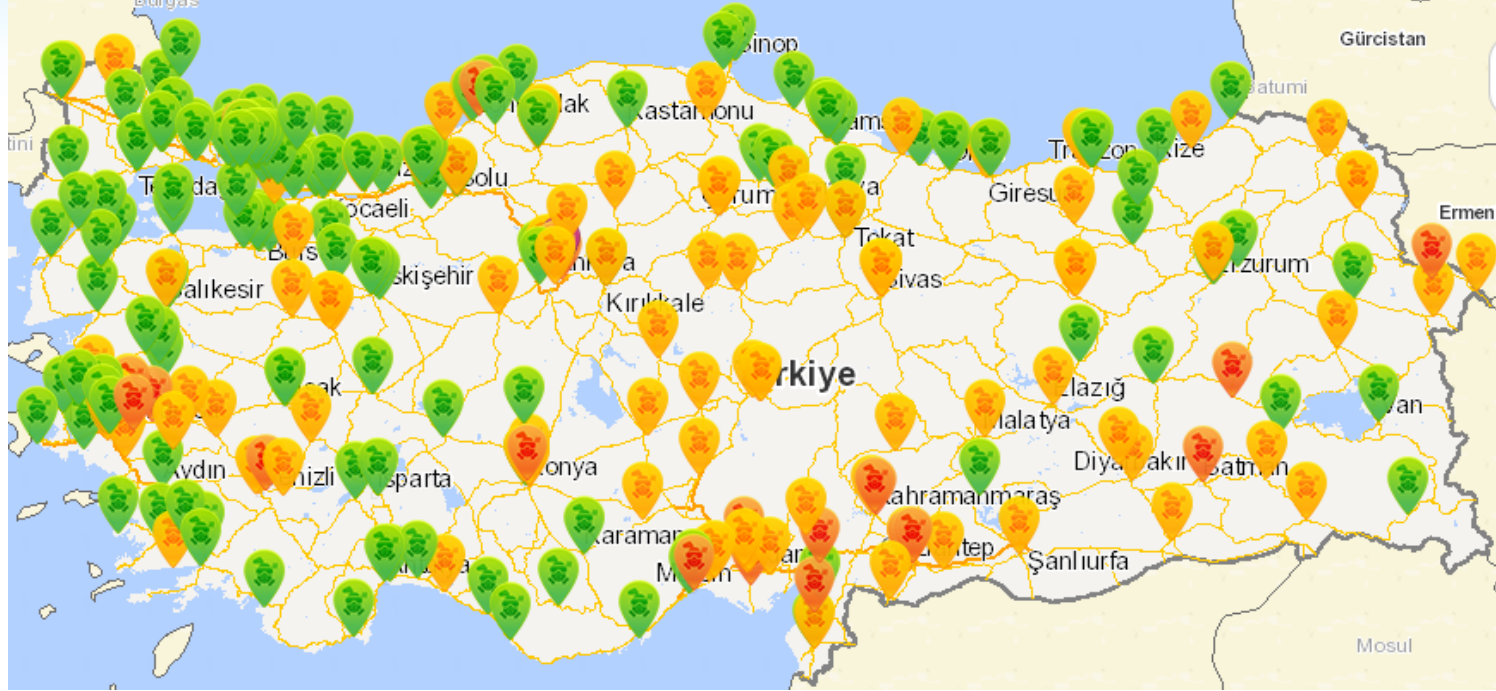
AB standartları

| Pollutant | Concentration | Averaging period | Legal nature | Permitted exceedences each year |
|--|-----------------------|------------------|---|---------------------------------|
| Fine particles (PM _{2.5}) | 25 µg/m ³ | 1 year | Target value to be met as of 1.1.2010 Limit value to be met as of 1.1.2015 | n/a |
| Fine particles (PM _{2.5}) | 20 µg/m ³ | 1 year | Stage 2 limit value to be met as of 1.1.2020 *** | n/a |
| Sulphur dioxide (SO ₂) | 350 µg/m ³ | 1 hour | Limit value to be met as of 1.1.2005 | 24 |
| Sulphur dioxide (SO ₂) | 125 µg/m ³ | 24 hours | Limit value to be met as of 1.1.2005 | 3 |
| Nitrogen dioxide (NO ₂) | 200 µg/m ³ | 1 hour | Limit value to be met as of 1.1.2010 | 18 |
| Nitrogen dioxide (NO ₂) | 40 µg/m ³ | 1 year | Limit value to be met as of 1.1.2010 * | n/a |
| Particulate matter (PM ₁₀) | 50 µg/m ³ | 24 hours | Limit value to be met as of 1.1.2005 ** | 35 |
| Particulate matter (PM ₁₀) | 40 µg/m ³ | 1 year | Limit value to be met as of 1.1.2005 ** | n/a |

AB standartları

| | | | | |
|---|---|---------------------------|--|-------------------------------|
| Lead (Pb) | 0.5 µg/m ³ | 1 year | Limit value to be met as of 1.1.2005 (or 1.1.2010 in the immediate vicinity of specific, notified industrial sources; and a 1.0 µg/m ³ limit value applied from 1.1.2005 to 31.12.2009) | n/a |
| Carbon monoxide (CO) | 10 mg/m ³ | Maximum daily 8 hour mean | Limit value to be met as of 1.1.2005 | n/a |
| Benzene | 5 µg/m ³ | 1 year | Limit value to be met as of 1.1.2010 ** | n/a |
| Ozone | 120 µg/m ³ | Maximum daily 8 hour mean | Target value to be met as of 1.1.2010 | 25 days averaged over 3 years |
| Arsenic (As) | 6 ng/m ³ | 1 year | Target value to be met as of 31.12.2012 | n/a |
| Cadmium (Cd) | 5 ng/m ³ | 1 year | Target value to be met as of 31.12.2012 | n/a |
| Nickel (Ni) | 20 ng/m ³ | 1 year | Target value to be met as of 31.12.2012 | n/a |
| Polycyclic Aromatic Hydrocarbons | 1 ng/m ³ (expressed as concentration of Benzo(a)pyrene) | 1 year | Target value to be met as of 31.12.2012 | n/a |

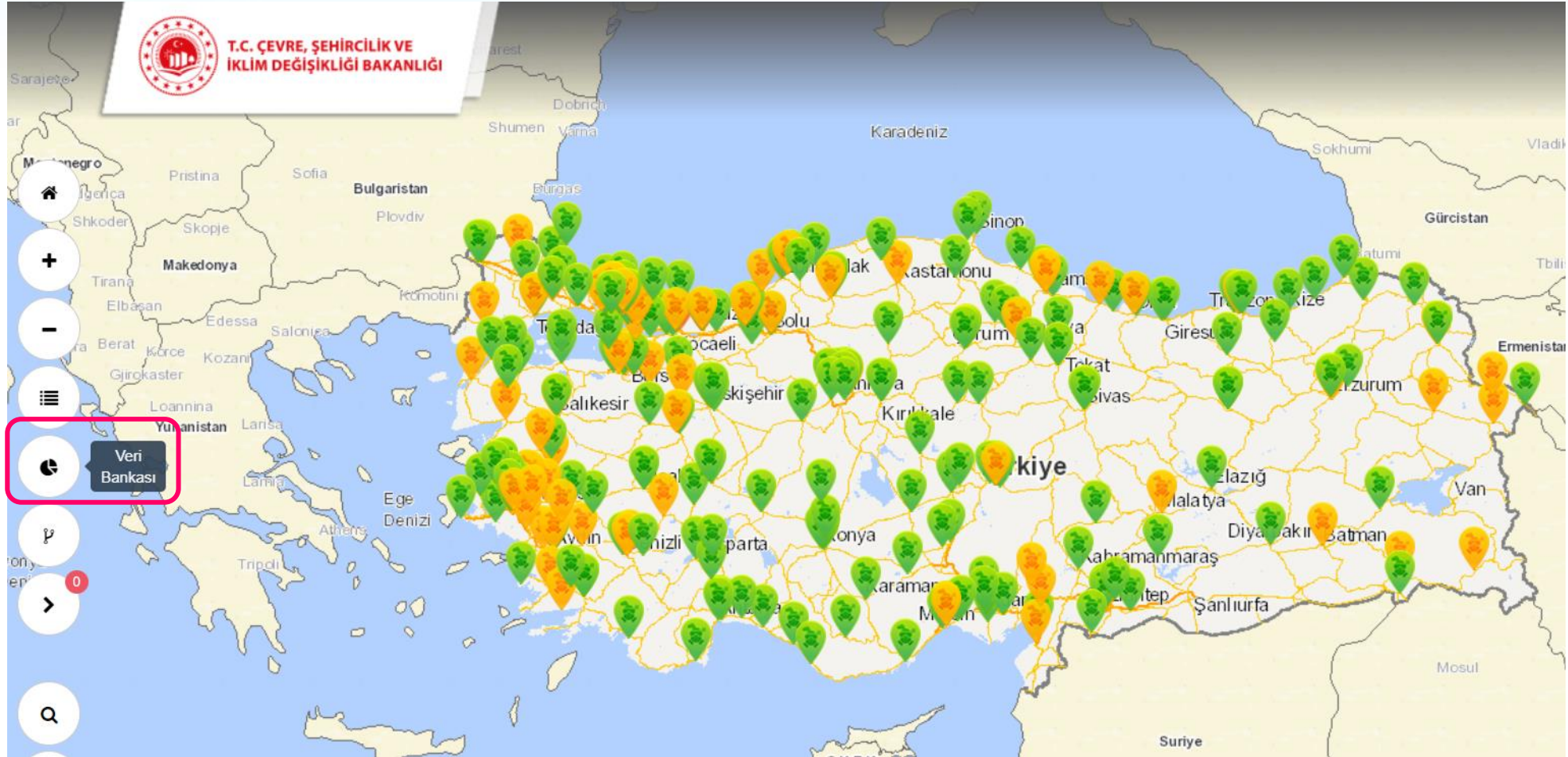
Hava Kalitesinin İzlenmesi



➤ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı

➤ <https://www.havaizleme.gov.tr/>

Veri İndirme



Veri İndirme

Hava Kalitesi - İstasyon Veri İndirme

Anasayfa / Veri Bankası / Hava Kalitesi - İstasyon Veri İndirme

FİLTRE

ZONGULDAK ☑ ✕ ZONGULDAK - TRAFİK ☑ ✕ 2 ADET SEÇİM YAPILDI. ☑ ✕

Saatlik Günlük 01.01.2022 00:00 📅 🕒 31.12.2022 23:00 📅 🕒

Sorgula Temizle

DETAYLI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

PDF'E AKTAR EXCEL'E AKTAR

| Tarih ↑ | Zonguldak - Trafik | |
|------------------|--------------------|------------------|
| | PM10 (µg/m3) | PM 2.5 (µg/m3) |
| 01.01.2022 00:00 | 68,76 | 45,00 |
| 01.01.2022 01:00 | 65,95 | 43,65 |
| 01.01.2022 02:00 | 74,45 | 43,80 |

EPA Hava Kalitesi İndeksi

| Hava Kalitesi İndeksi (AQI) Değerler | Sağlık Endişe Seviyeleri | Renkler | Anlamı |
|--------------------------------------|--------------------------|------------|---|
| 0 - 50 | İyi | Yeşil | Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor. |
| 51 - 100 | Orta | Sarı | Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir. |
| 101- 150 | Hassas | Turuncu | Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir. Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir. |
| 151 - 200 | Sağlıksız | Kırmızı | Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir. |
| 201 - 300 | Kötü | Mor | Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. Nüfusun tamamının etkilenme olasılığı yüksektir. |
| 301 - 500 | Tehlikeli | Kahverengi | Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir. |

Hava Kalitesi İndeksinin Hesaplanması

- $I_p = \left[\left\{ \frac{(I_{HI} - I_{LO})}{(B_{HI} - B_{LO})} \right\} * (C_p - B_{LO}) \right] + I_{LO}$
- C_p : p kirleticisinin konsantrasyonu
- B_{HI} : C_p değerine göre kesme noktası üst sınırı
- B_{LO} : C_p değerine göre kesme noktası alt sınırı
- I_{HI} : B_{HI} değerine karşılık gelen HKİ değeri
- I_{LO} : B_{LO} değerine karşılık gelen HKİ değeri

- $HKİ = \text{Max}(I_p)$
- $p=1, 2, \dots, n$; n: kirletici sayısı

Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları

| İndeks | HKİ | SO ₂ [µg/m ³] | NO ₂ [µg/m ³] | CO [µg/m ³] | O ₃ [µg/m ³] | PM ₁₀ [µg/m ³] |
|------------------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | | 1 Sa. Ort. | 1 Sa. Ort. | 8 Sa. Ort. | 8 Sa. Ort. | 24 Sa. Ort. |
| İyi | 0 – 50 | 0-100 | 0-100 | 0-5500 | 0-120 | 0-50 |
| Orta | 51 – 100 | 101-250 | 101-200 | 5501-10000 | 121-160 | 51-100 |
| Hassas | 101 – 150 | 251-500 | 201-500 | 10001-16000 | 161-180 | 101-260 |
| Sağlıksız | 151 – 200 | 501-850 | 501-1000 | 16001-24000 | 181-240 | 261-400 |
| Kötü | 201 – 300 | 851-1100 | 1001-2000 | 24001-32000 | 241-700 | 401-520 |
| Tehlikeli | 301 – 500 | >1101 | >2001 | >32001 | >701 | >521 |

HKİ Hesaplama Örneği - 1

- Son 8 saat içerisinde ölçülen O_3 konsantrasyonları aşağıda verilmiştir. Bu kirletici için HKİ değerini hesaplayınız.
- 109, 115, 117, 157, 162, 104, 123, 101
- $C_p = (109 + 115 + 117 + 157 + 162 + 104 + 123 + 101) / 8$
- 8 saatlik ortalama: $C_p = 123.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

HKİ Hesaplama Örneği - 1

| İndeks | HKİ | O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|-----------|-----------|---|
| | | 8 Sa. Ort. |
| İyi | 0 – 50 | 0-120 |
| Orta | 51 – 100 | 121-160 |
| Hassas | 101 – 150 | 161-180 |
| Sağlıksız | 151 – 200 | 181-240 |
| Kötü | 201 – 300 | 241-700 |
| Tehlikeli | 301 – 500 | >701 |

Ozon için HKİ

$$IHI = 100$$

Ozon Konsantrasyonu

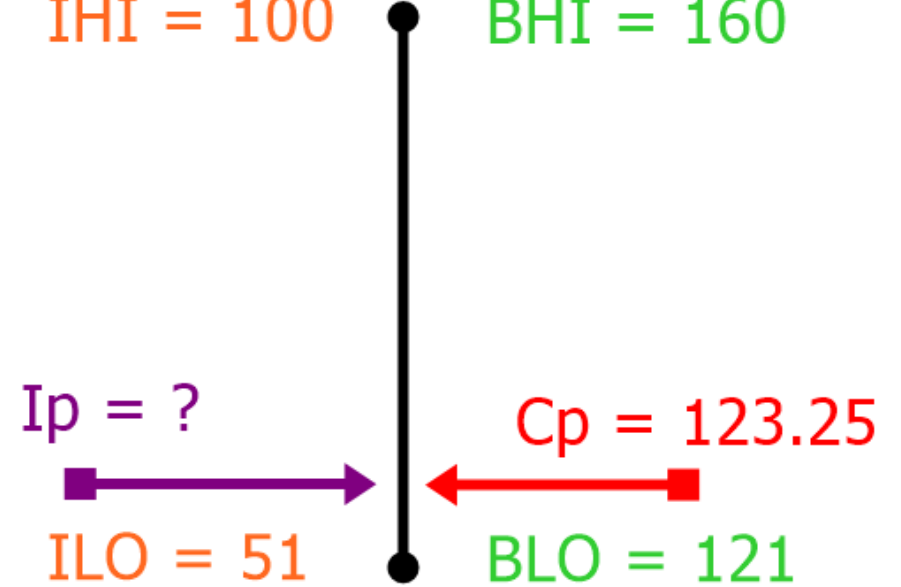
$$BHI = 160$$

$$I_p = ?$$

$$ILO = 51$$

$$C_p = 123.25$$

$$BLO = 121$$



HKİ Hesaplama Örneği - 1

➤ $B_{HI} = 160, B_{LO} = 121, I_{HI} = 100, I_{LO} = 51$

➤ $I_p = [\{ (I_{HI} - I_{LO}) / (B_{HI} - B_{LO}) \} * (C_p - B_{LO})] + I_{LO}$

➤ $I_p = [\{ (100 - 51) / (160 - 121) \} * (123,25 - 121)] + 51$

➤ $I_p = 54.1$ (Ozon için)

HKİ Hesaplama Örneği - 2

- Bir hava kalitesi istasyonunda ölçülen kirletici konsantrasyonları aşağıda verilmiştir. Her bir kirletici için I_p değerini hesaplayıp **HKİ** değerini bulunuz.
- 1 saatlik $SO_2 = 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 1 saatlik $NO_2 = 220 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 8 saatlik ort. $CO = 5800 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 8 saatlik ort. $O_3 = 140 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 24 saatlik ort. $PM_{10} = 145 \mu\text{g}/\text{m}^3$

HKİ Hesaplama Örneği - 2

- $I_p \text{ SO}_2 = 22.5$
- $I_p \text{ NO}_2 = 104.1$
- $I_p \text{ CO} = 54.3$
- $I_p \text{ O}_3 = 74.9$
- $I_p \text{ PM}_{10} = 114.6$
- $\text{HKİ} = \text{Max} (22.5, 104.1, 54.3, 74.9, 114.6)$
- $\text{HKİ} = 114.6$ (Hassas)