AIR POLLUTION

Contents

- Chapter 1 : Air Pollution and Air Pollutants
  - Introduction
  - Definition of air pollution
  - Definition of gas and particulate pollutants
  - Primary and secondary pollutants
- Chapter 2 : Concentration Units of Air Pollutants
- Chapter 3: Sources of Air Pollutants and Effects of Air Pollution
- Chapter 4 : Meteorology of Air Pollution
- Chapter 5 : Dispersion of Pollutants in the Atmosphere and Dispersion Models

Course Resources

- Wark, K., Warner, C.F. and Cooper, *Air Pollution: Its Source and Control*, Harper & ROW Publishers, 1995.
- Lutgens, F.K., Tarbuck, E.J., *The Atmosphere: An Introduction to Meteorology*, 7th International ed., New Jersey, Prentice-Hall International, Inc., 1998.
- De Nevers, N., Air Pollution Control Engineering, 2nd International ed., Singapore, McGraw-Hill Book Co., 2000.
- W. T. Davis, "*Air Pollution Engineering Manual*", 2nd Ed., Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons Inc., 2000
- Turner, D.B., *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, Washington, D.C., HEW, Rev., 1969.
- Ertürk, F., Tayanç, M., Saral, A., Demir, S., (2005), "*Nokta Kaynak Emisyonlarının Hesaplanması ve Atmosferik Dağılımlarının Bilgisayar Programıyla Modellenmesi*", T.C. Çevre ve Orman bakanlığı Personeli Eğitim Semineri El Kitabı, 11–15 Tem. 2005, Ankara

CHAPTER 1
AIR POLLUTION
AND
AIR POLLUTANTS

Emissions (Sources)

Emissions (Sources)

- **Polluted Air**

Clean Air?

HISTORY OF AIR POLLUTION

- 12. yydan beri süre gelen bir problem…Modern hayatın yan ürünlerinden (?) biri…
-
- 12.yyda İngiltere'de **kalitesiz kömür** kullanımı ve oluşan hava kirliliği… Kalitesiz kömürün yasaklanması…
- Asıl önemli etkiler **19.yyda sanayi devrimi** ile başlar…
- Büyüyen sanayi için artan **enerji ihtiyacı** ve bu ihtiyacı karşılamak için artan **fosil yakıt kullanımı**…

HISTORY OF AIR POLLUTION

- 20. yüzyılda petrolün de enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte , **'fotokimyasal smog'** olarak bilinen ve ilk olarak ABD'nin Los Angeles kentinde görülen bir başka hava kirliliği türünün ortaya çıkması…

- Kış aylarında yerleşim bölgelerinde ısınma maksadıyla kullanılan kömür ve yüksek kükürtlü fuel-oil'dan kaynaklanan **'kükürtlü smog' (sulfur smog)** 'dan farklı olarak, fotokimyasal smog bilhassa yaz aylarında, solar radyasyonun kuvvetli olduğu ve motorlu taşıtların yoğun olarak bulunduğu kentlerde meydana gelmekte… (Los Angeles, Atina gibi…)

HISTORY OF AIR POLLUTION

- 20. yüzyılın son çeyreğinde kirleticilerin uzun mesafe taşınımları ile beraber meydana gelen

  – **Lokal (kentsel) hava kirliliği problemleri,**
  – **Bölgesel asit yağmurları,**
  – **Küresel sera etkisi (küresel ısınma)** ve
  – **Küresel ozon tabakasının delinmesi (incelmesi)** gibi

- **Yerel, bölgesel** ve **küresel** ölçekteki hava kirliliği problemleri önem kazanmıştır.

Air Pollution Episodes (Vak'a)

- Sanayi devriminden sonra 20. yüzyılda meydana gelen önemli hava kirliliği episodlarından bazıları:

- Aralık 1930, Meuse Valley (Belçika)- Üç gün süren yoğun sis ve kirlenme (smog) neticesinde yüzlerce insan hastalandı, **60 kişi öldü**.

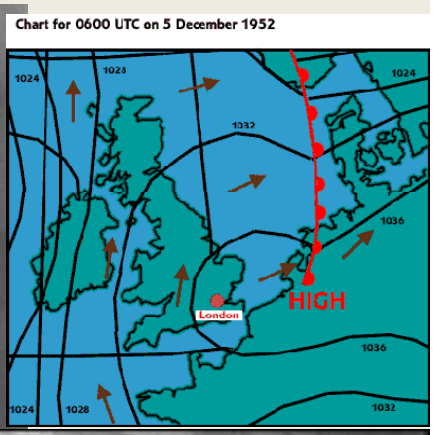
Air Pollution Episodes (Vaka)

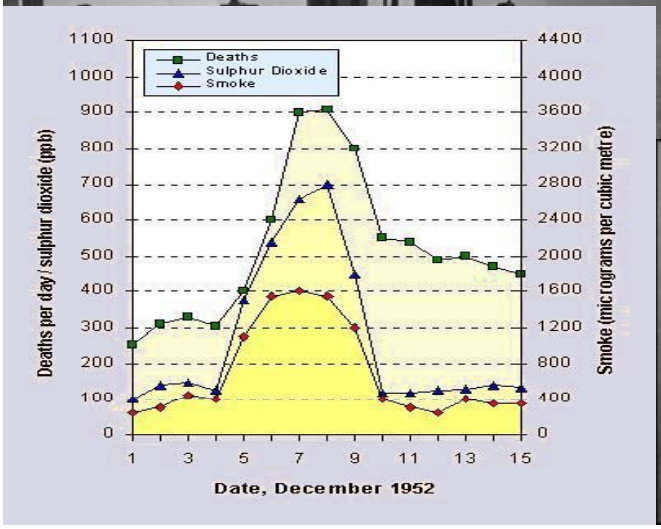
- Ocak 1931, Manchester ve Salford (İngiltere)- 9 gün süren yoğun sis neticesinde **592 kişi öldü**.

- Ekim 1948, Donora, Pennsylvania (ABD)- 4 gün süren sis sonunda 14000 kişilik nüfusun yarısı hastalandı, **20 kişi öldü.**

- Aralık 1952, Londra- 4 gün süren yoğun sis neticesinde **4000 kişi öldü.**

1952 London Episode (Dec 4-9)





CLEAN AND POLLUTED AIR

- Atmosferin doğal bileşiminde olmayan **gaz, katı veya sıvı** maddelerin havada bulunması… Doğal bileşiminde bulunanların daha yüksek değerlere çıkması…

Bileşen	Temiz Hava (ppm)	Kirli Hava (ppm)
Azot, N_2	790000	790000
Oksijen, O_2	209500	209500
Karbon dioksit, CO_2	280	380
Karbon monoksit, CO	0.1	40 - 70
Metan, CH_4	1.5	2.5
Nitröz oksit, N_2O	0.25	?
Azot dioksit, NO_2 (NO_X)	0.001	0.2
Ozon, O_2	0.02	0.5
Kükürt dioksit, SO_2	0.0002	0.2
Amonyak, NH_3	0.001	0.02
Diğer kirleticiler	değişken	değişken

Pollutanat Concentration

- **Hacimsel Konsantrasyon Birimleri**
  - **Sadece gaz kirleticiler için geçerlidirler**
  - **ppm** (milyonda kısım hacim):
    - 1 milyon hacim havadaki kirletici hacmi
      - Mesela, 1 miyon litre havadaki bir kirleticinin litre miktarı
  - **ppb (milyarda kısım hacim), ppt (trilyonda kısım hacim)**
  - **%** (yüzde kısım hacim):
    - 100 hacim havadaki kirletici hacmi
      - Mesela, 100 m^3 havadaki bir kirleticinin m^3 miktarı
- **Kütlesel Konsantrasyon Birimleri**
  - **Gaz ve partikül kirleticiler için kullanılabilir**
  - **µg/m^3 (mikrogram/m^3), mg/m^3 (miligram/m^3)**
    - 1 m^3 havadaki kirletici kütlesi (µg veya mg olarak)

Pollutanat Concentration

- **Dönüşüm:**

$$\frac{\mu g}{m^3} = (ppm)\frac{PM}{RT}10^3 \qquad \frac{mg}{m^3} = (ppm)\frac{PM}{RT}$$

P : kirletici gaz basıncı (atm)
M : kirletici gaz mol ağırlığı (gr/gmol)
R : ideal gaz sabiti
(0.082 l·atm/gmol·K, veya 0.082 m^3·atm/kmol·K)
T : gaz sıcaklığı (K)

% 1 = 10.000 ppm

Definition of Air Pollution

- **Hava Kirliliği Nedir?**
- Kirleticilerin insan sağlığı, bitki, ve yapı - malzemelerde **zararlı etkiler meydana getirecek** miktar (konsantrasyon) ve sürede atmosferde bulunması…

- **Kirleticiler için 2 önemli kriter:**
  - **Kirleticinin havadaki konsantrasyonu**
  - **Kirleticinin havada bulunma süresi**

- Bu iki kriterin değerleri, farklı kirleticiler için farklı seviyelerdedir…

Definition of Air Pollution

- Atmosferin bilinen ana bileşenlerinin (azot ve oksijen) toplam oranı:
  - **> % 99.95**
- **Kirleticilerin** atmosfer bileşimindeki **toplam oranı**:
  - **< % 0.05**
- Atmosfer bileşiminde % olarak bu kadar küçük konsantrasyonlar hava kirliliği problemleri meydana getirmektedir.

EXPOSURE (MARUZİYET)

- Teknik tanımda yer alan 2 kriter, hava kirleticilerinin **zararlı etki** gösterebilmeleri için gerekli olan kriterlerdir.
- Zararlı etkinin oluşabilmesi için maruziyetin gerçekleşmesi gerekir.
- Yani, etkilenen kitle (insan, diğer canlılar ve eşyalar), zararlı etkiyi meydana getirecek konsantrasyonda ve sürede hava kirleticisine **maruz kalmalıdır**.
- **Maruziyetin en temel şekli temastır.** Eşya ve yapılarda **yüzeysel temas** söz konusudur.

EXPOSURE (MARUZİYET)

- Ancak reaktif etkiler söz konusu olduğunda, insanlar ve diğer solunum yapan canlılar için **solunum sistemi,** çok hızlı ve reaktif maruziyet şeklidir.
- Bunun için bu **maruziyet,**
  - İnsanlar (özellikle hasas kesim olan yaşlılar ve çocuklar) için **saniyeler mertebesinde etkisini gösterirken**;
  - Cansızlar (yapı ve eşyalar) için **on yıllar mertebesinde** olabilmektedir.

EXPOSURE (MARUZİYET)

- **1952 Londra vak'asında** kükürtdioksitin (SO_2) ulaştığı maksimum konsantrasyon 2800 µg/m^3 değerine kadar çıkmıştı.

- Bu değer SO_2 için yaklaşık 1000 ppm değerine karşılık gelir. Yani,
  - **2800 µg/m^3 SO_2 ≈ 1000 ppm SO_2 ≈ % 0.1 SO_2**
  - **Ölüm vak'alarının meydana geldiği konsantrasyon seviyesi…**

- Bu seviyedeki SO_2 kirliliğinde, **soluma ile meydana gelen** ölüm vak'ası sayısı azamiye çıkmıştır (8 Aralıkta 900 ölüm)…

EXPOSURE (MARUZİYET)

- Ruhr-Almanya'daki bu heykel 1702 yılında yapılmış.
- **1908 -1968 yılları arasında, yüzeysel temas ile eydana gelen hava kirliliği (asit yağmurları) tahribatı** resimde görülmektedir.

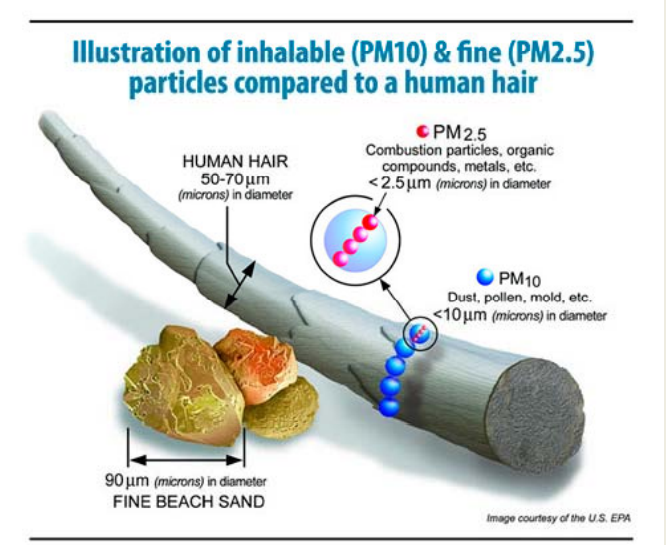
How acid rain affects stonework.
The picture on the left was taken in 1908.
The picture on the right was taken in 1968

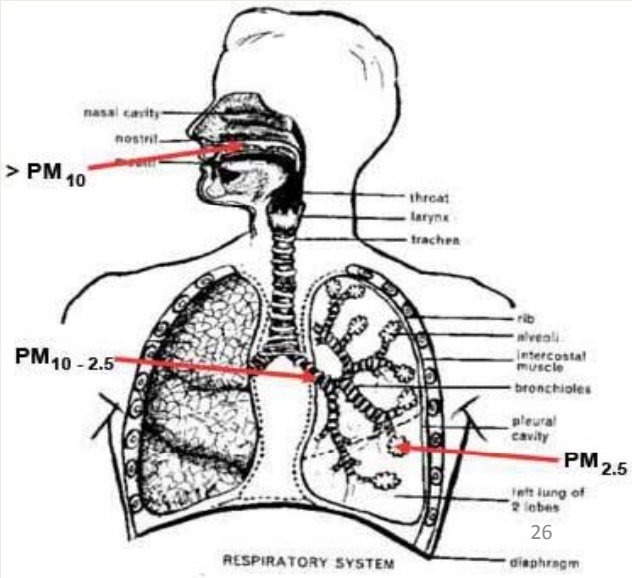
POLLUTANTS

- **Gaz Kirleticiler:**
  - Kükürt oksitleri, SO_X (SO_2 + SO_3)
  - Azot oksitleri, NO_X, (NO + NO_2)
  - Hidrokarbonlar (HClar, C_XH_Y)
  - Karbonmonoksit, CO
  - Halojen bileşikleri (florürler, klorürler, bromürler gibi)
- **Partikül (sıvı veya katı) Kirleticiler:**
  - Toz, Duman, Kurum
  - Metalik duman (füme)
  - Uçucu kül,
  - Mist, Sis, Aerosoller.

POLLUTANTS

- **Nedir <u>Partikül Madde</u>?**
- Atmosferde **katı veya sıvı** halde bulunabilen, **molekülden büyük (>0.0002 µm) ve 500µm'den küçük** maddelerdir.





POLLUTANTS

- **Oluşum Şekillerine ve Fiziksel Formlarına Göre Çeşitli Partiküller:**

- ***Toz*:** mikron (µm) boyutunda, kolloidden daha büyük, havada geçici bir süre askıda kalabilen katı partiküllerdir. Uçucu kül, ve mekanik işlemler neticesinde meydana gelen partiküller bu gruba dahildir

- ***Uçucu Kül*:** yanma neticesinde meydana gelen ve baca gazları içinde bulunan ince kül partikülleridir. Bu partiküller yanmamış yakıt (karbon) içerebilirler.

POLLUTANTS

- ***Sis:*** mikroskopik su damlacıklarından oluşan gözle görülebilen aeresol.

- ***Füme:*** yoğuşma, süblimasyon, veya kimyasal reaksiyon neticesinde teşekkül eden, genellikle 1 µm'den küçük partiküller (sigara dumanı, metalurjik proseslerden çıkan fümeler [CuO, ZnO vb.]).

- ***Mist*:** havada kendi ağırlığı ile düşecek büyüklükte olan sıvı damlacıkların dispersiyonu.

POLLUTANTS

- ***Duman***: tam olmıyan yanma neticesinde oluşan , genelde karbon ve diğer yanabilen maddelerden meydana gelen aeresoller.

- ***Kurum:*** yanma neticesinde parçacıklarının aglomerasyonundan (birleşmesinden) meydana gelen ve tam olmıyan yanma neticesinde oluşan katran ihtiva eden partiküller.

- ***Aeresol***: gaz ortamında katı veya sıvı halde bulunan mikroskopik partiküllerin bir dispersiyonudur.Boyutları çok küçük olduğundan atmosferde asılı halde bulunurlar

POLLUTANTS

- ***Duman***: tam olmıyan yanma neticesinde oluşan , genelde karbon ve diğer yanabilen maddelerden meydana gelen aeresoller.

- ***Kurum:*** yanma neticesinde parçacıklarının aglomerasyonundan (birleşmesinden) meydana gelen ve tam olmıyan yanma neticesinde oluşan katran ihtiva eden partiküller.

- ***Aeresol***: gaz ortamında katı veya sıvı halde bulunan mikroskopik partiküllerin bir dispersiyonudur. Boyutları çok küçük olduğundan atmosferde asılı halde bulunurlar.

POLLUTANTS

Hava Kalitesi Değerlendirmesi Bakımından PM Tanımları

- **TSP (Total Suspended Particulates, Toplam asılı Parçacık Maddeler):** 30 mikrona kadar tüm parçacık maddelerin toplamını ifade eden eski bir sınıflandırma

  Bazı kaynaklarda 50-60 mikrona kadar sınır da verilmektedir…

  Hava kalitesi değerlendirmelerinde kullanımı yavaş yavaş terkedilmektedir.

POLLUTANTS

Hava Kalitesi Değerlendirmesi Bakımından PM Tanımları

- **PM_{10} :** 0 - 10 mikron boyut aralığındaki parçacıkların toplamını ifade etmektedir.

- **$PM_{2,5}$ (İnce partiküller) :** 0 – 2,5 mikron boyut aralığındaki parçacıkların toplamını ifade etmektedir.

- **$PM_{10-2.5}$ (Kaba partiküller) :** 2.5-10 mikron boyut aralığındaki parçacıkların toplamını ifade etmektedir.

POLLUTANTS

- **Özel ve Tehlikeli (Toksik ve Kanserojen) Kirleticiler (gaz ve prtikül formlarda):**
  - Çok çeşitli organik kirleticiler (mesela BTEXler)
  - Ağir metaller ve bileşikleri
  - Pesitisitler
- **Kalıcı Organik Kirleticiler (gaz ve partikül formlarda):**
  - Dioksinler/Furanlar
  - PCBler
  - PAHlar

POLLUTANTS

- Kaynaklardan atmosfere atılan kirleticiler **Birincil (Primer) Kirleticiler**dir.

- Kaynaktan atmosfere atılan birincil kirleticilerin atmosferdeki reaksiyonları ile oluşan **İkincil (Sekonder) Kirletciler:**
  - Fotokimyasal oksidantlar (Ozon, PANlar, Hidroksil radikalleri)
  - Sülfatlar, Nitratlar
  - Diğer organik kökenli bileşikler (aldehitler, keronlar vs)

POLLUTANTS

- **Birincil - İkincil Kirleticilerin Tasnifi**

Sınıf	Primer Kirleticiler	Sekonder Kirleticiler
• Kükürtlü Bileşikler	SO_2, H_2S	SO_3, H_2SO_4, sülfatlı bileşik
• Organik bileşikler	C1-C5 bileşikleri	Ketonlar, aldehitler, asitler
• Azot bileşikleri	NO, NH_3	NO2 , NO3 bileşikleri
• Karbonun oksitleri	CO, (CO_2)	Yok
• Halojenler	HCl, HF	Yok Fotokimyasal Oksidantlar: (Ozon, PAN , NO_2)

POLLUTANTS

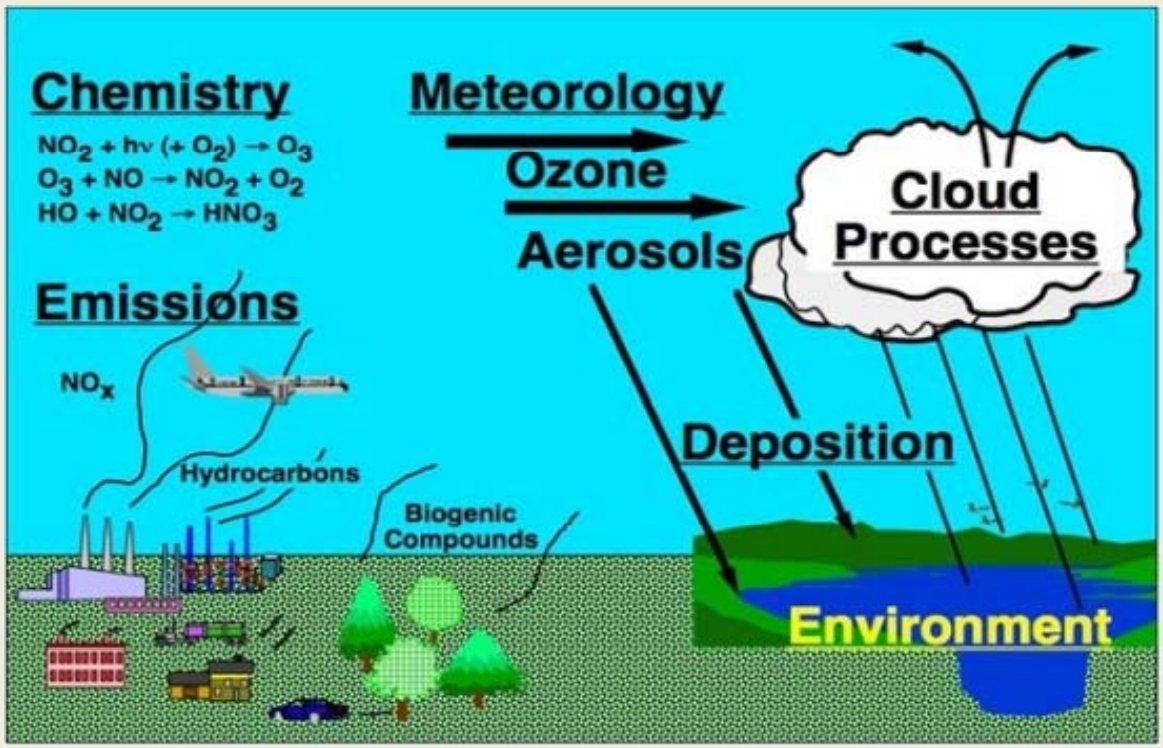
- **<u>Kısıtlamalara göre sınıflandırma</u>**
  - **Kriter kirleticiler, criteria pollutants):**
    - Hava kirliliği olaylarının başlangıcından beri izlenen, konsantrasyon ve maruz kalma sürelerine bağlı olarak insan ve diğer varlıklar üzerindeki etkilerine dair yeterli bilginin mevcut olduğu ve dolayısıyla **kesin kısıtlamaları olan kirleticilerdir**.
    - Başlıca altı kirleticiden ibarettirler. Bunlar **NO_2, SO_2, CO, O_3, PM10 ve Pb**'dur.
    - Ozon oluşumunda etkili olan **hidrokarbonlar** ve oluşan **oksidantlar** ile birlikte bu sekiz kirletici için "konvansiyonel kirleticiler" ifadesi kullanılır.

POLLUTANTS

- **Kısıtlamalara göre sınıflandırma**
  - **Kriter dışı kirleticiler (noncriteria pollutants):**
    - Bu tür kirleticiler **toksik ve zararlı kirleticiler** olarak tanımlanırlar.
    - Zararlı hava kirleticileri (HAPs) kızarıklık, nefes darlığı gibi etkilere yol açarken, toksik hava kirleticiler zehirlenme, kanser ölüm gibi etkilere sahiptir.
    - Çoğunlukla endüstriyel çalışma ortamlarında karşılaşılan kirleticilerdir. Bu nedenle çevre havasında işyeri ortamına göre beş on kat daha düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. Bu tür kirleticiler için endüstriyel ortamlara yönelik kısıtlamalar sağlık etkilerine dayalı olarak konulmaktadır.

HAVA KİRLİLİĞİ OLUŞUMU VE GİDERİMİ

- Kaynaktan atmosfere kirletici salımı (**emisyon**)
- Atmosferik (**meteorolojik**) ve **coğrafi/topografik** koşullara bağlı olarak kirleticilerin atmosferde dağılması, seyrelmesi ve taşınması (kaynaktan uzak mesafelere),
- Reaktif bozunma, kuru birikim, yaş birikim (yağmur) gibi çeşitli temizleme/giderim mekanizmaları ile kirleticilerin atmosferden temizlenmesi…



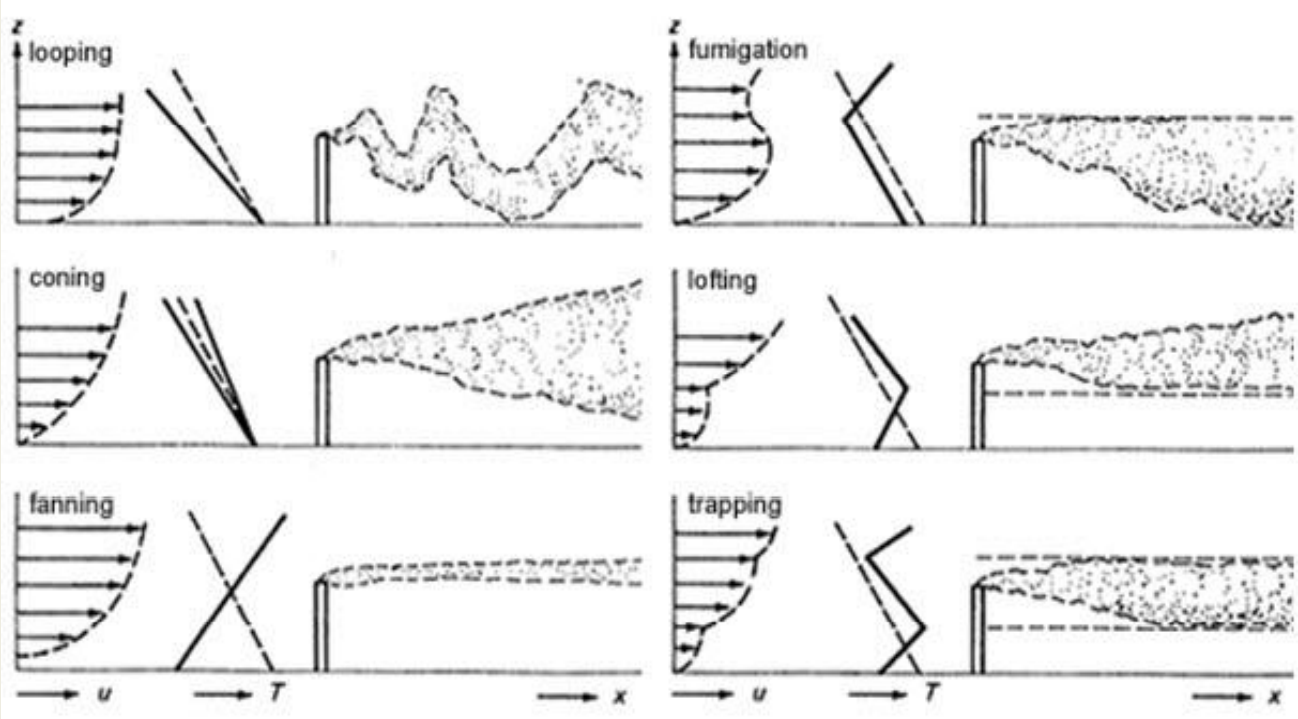
Meteorolojinin Etkisi

- Atmosfere salınan kirleticilerin, en geniş hava hacmine yayılmaları gerekir ki, en düşük konsantrasyon oluşsun ve maruziyet etkisi en aza inebilsin.

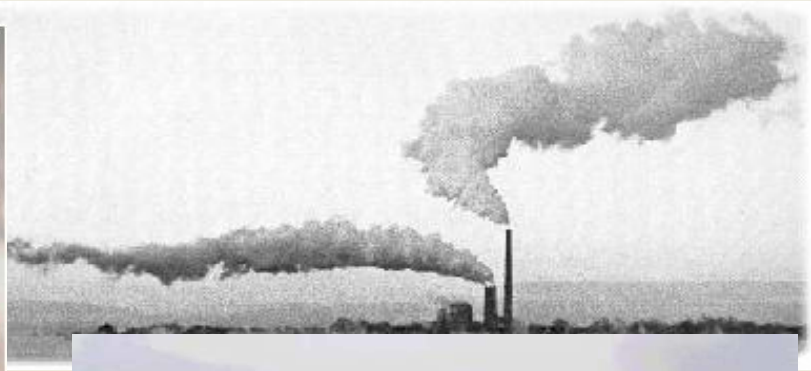
- Bunun için, atmosfere salınan kirleticilerin mümkün olduğunca **yükselebilmesi** ve **yatayda da yayılabilmesi** istenir.

- Bunun oluşabilmesine etki eden en önemli meteorolojik parametreler:
  - **Dikey sıcaklık gradyanı,**
  - **Basınç ve**
  - **Rüzgar hareketler**idir.

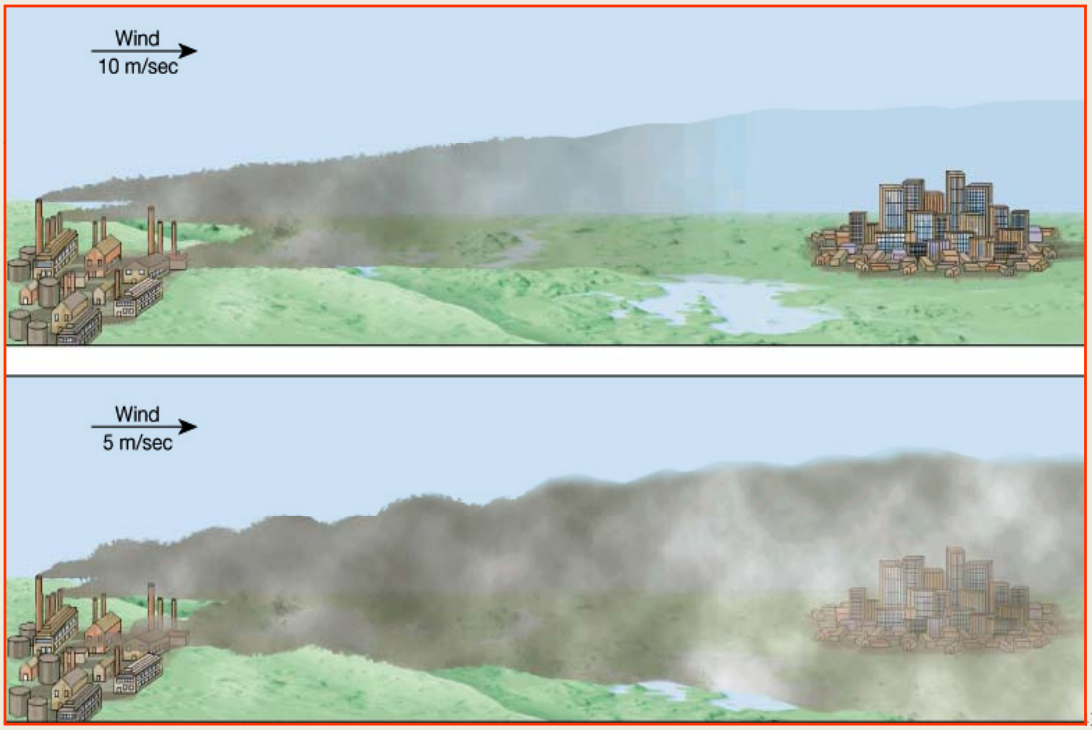
Meteorolojinin Etkisi



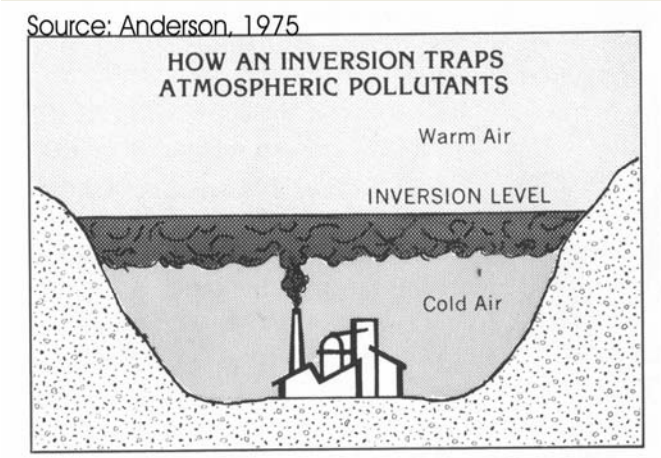
Meteorolojinin Etkisi

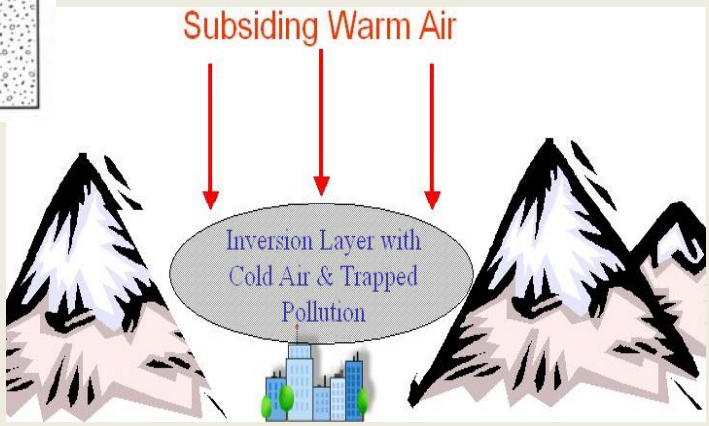


Meteorolojinin Etkisi



Meteoroloji ve Topografinin Etkisi





Ülkemizde Hava Kalitesi Yönetimi

HAVA KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRME VE YÖNETİMİ
YÖNETMELİĞİ

- **Resmî Gazete,** 6 Haziran 2008, Sayı : 26898

Emisyonlar için ayrı Yönetmelikler mevcuttur

Ülkemizde Hava Kalitesi Yönetimi

<u>EMİSYONLARI DÜZENLEYEN YÖNETMELİKLER</u>

SANAYİ KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

ISINMADAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ

Ülkemizde Hava Kalitesi Değerleri

Kirletici	Ortalama süre	Limit değer	Tolerans payı	Üst değerlendirme eşiği	Alt değerlendirme eşiği	Limit değere ulaşılacak tarih	Uyarı eşiği
SO_2	**saatlik** -insan sağlığının korunması için-	**350 µg/m³** (bir yılda 24 defadan fazla aşılmaz)	1.1.2014 tarihinde **150 µg/m³** (limit değerin %43' ü) ve 1.1.2019 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır			1.Ocak 2019	**500 µg/m³** (hava kalitesinin temsili bölgelerinde bütün bir "bölge" veya "alt bölgede" veya en azından 100 km²'de- hangisi küçük ise- üç ardışık saatte ölçülür)
	24 saatlik -insan sağlığının korunması için-	**125 µg/m³** (bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz)	1.1.2014 tarihinde **125 µg/m³** (%100) ve 1.1.2019 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	24-saatlik limit değerin %60' ı (**75 µg/m³** bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz)	24-saatlik limit değerin %40 'ı (**50 µg/m3** bir yılda 3 defadan fazla aşılmaz)	1.Ocak 2019	
	yıllık ve kış dönemi (1 Ekim den 31 Marta kadar) - ekosistemin koruması-	**20 µg/m³**		Kış dönemi limit değerinin %60'ı (**12 µg/m³**)	Kış dönemi limit değerinin %40'ı (**8 µg/m3**)	1.Ocak 2014	

Ülkemizde Hava Kalitesi Değerleri

Kirletici	Ortalama süre	Limit değer	Tolerans payı	Üst değerlendirme eşiği	Alt değerlendirme eşiği	Limit değere ulaşılacak tarih	Uyarı eşiği
NO_2	**saatlik** -insan sağlığının korunması için-	**200 µg/m3** (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	1.1.2014 tarihinde **100 µg/m³** (% 50) ve 1.1.2024 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerin %70'i (**140 µg/m³** bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	limit değerin %50'si (**100 µg/m³** bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	1.Ocak 2024	**400 µg/m³** (hava kalitesinin temsili bölgelerinde bütün bir "bölge" veya "alt bölge" de veya en azından 100 km²'de- hangisi küçük ise- üç ardışık saatte ölçülür)
	yıllık -insan sağlığının korunması için-	**40µg/m³**	1.1.2014 tarihinde **20 µg/m³** (% 50) ve 1.1.2024 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerin %80'i (**32 µg/m³**)	limit değerin %65'i (**26 µg/m³**)	1.Ocak 2024	
NO_X	**yıllık** – vejetasyonun korunması için-	**30 µg/m³**	-	limit değerin %80'i (**24 µg/m3**)	limit değerin %65'i (**19,5 µg/m³**)	1.Ocak 2014	

Ülkemizde Hava Kalitesi Değerleri

Kirletici	Ortalama süre	Limit değer	Tolerans payı	Üst değerlendirme eşiği	Alt değerlendirme eşiği	Limit değere ulaşılacak tarih
PM (10)	**24 saatlik** -insan sağlığının korunması için-	**50 µg/m³** (bir yılda 35 defadan fazla aşılmaz)	1.1.2014 tarihinde **50 µg/m³** (% 100) ve 1.1.2019–tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	**30 µg/m³** (bir yılda 7 defadan fazla aşılmaz)	**20 µg/m³** (bir yılda 7 defadan fazla aşılmaz)	1 Ocak 2019
	yıllık -insan sağlığının korunması için-	**40.µg/m³**	1.1.2014 tarihinde **20 µg/m³** (% 50) ve 1.1.2019 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	**14 µg/m³**	**10 µg/m³**	1 Ocak 2019

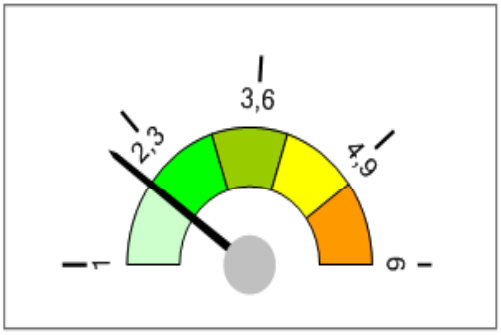
Ülkemizde Hava Kalitesi Değerleri

Kirletici	Ortalama süre	Limit değer	Tolerans payı	Üst değerlendirme eşiği	Alt değerlendirme eşiği	Limit değere ulaşılacak tarih
Kurşun	**yıllık** -insan sağlığının korunması için-	**0,5µg/m3** Sınayi faaliyetlerden uzun yıllar boyunca kontamine olmuş sanayi kaynakların yakınlarında **1 µg/m³** (bakınız madde 12 (4))	1.1.2014 tarihinde **0.5 µg/m³** (% 100) ve 1.1.2019 tarihine kadar veya madde 12 (4) 'e göre belirlenen "alt bölge"ler ve "bölge"lerde 1 Ocak 2019 + 5 yıla kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerin %70'i **(0,35 µg/m3)**	limit değerin %50'si **(0,25 µg/m3)**	1 Ocak 2019 veya madde 12 (4) 'e göre belirlenen "bölge" ve "alt bölge"lerde 1 Ocak 2019 +5 yıl. Böyle durumlarda limit değer 1 Ocak 2019 dan itibaren 1,0 µg/m³ olur.
Benzen	**yıllık** -insan sağlığının korunması için-	**5 µg/m³**	1.1.2014 tarihinde **5 µg/m³** (% 100) ve 01.01.2017 tarihinden 1.1.2021 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerin %70'i **(3, 5 µg/m³)**	limit değerin %40'ı **(2 µg/m³)**	1 Ocak 2021 zaman-sınırlı uzatmaya mutabık kalınan "bölge" ve "alt bölge"ler hariç (bakınız madde 12 (3))
Karbon monoksit	**maksimum günlük 8 saatlik ortalama** -insan sağlığının korunması için-	**10 mg/m³**	1.1.2014 tarihinde **6 mg/m³** (% 60) ve 1.1.2017 tarihine kadar tolerans payı sıfırlanacak şekilde her 12 ayda bir eşit miktarda yıllık olarak azaltılır	limit değerin %70'i **(7 mg/m³)**	limit değerin %50'si **(5 mg/m³)**	1 Ocak 2017

Ülkemizde Hava Kalitesi Değerleri

Kirletici	Hedef değer (a)	Hedef değerin yüzdesi olarak üst değerlendirme eşiği	Hedef değerin yüzdesi olarak alt değerlendirme eşiği	Hedef değere ulaşılacak tarih
Arsenik	**6 ng/m³**	% 60 **(3,6 ng/m³)**	% 40 **(2,4 ng/m³)**	1 Ocak 2020
Kadmiyum	**5 ng/m³**	% 60 **(3,0 ng/m³)**	% 40 **(2,0 ng/m³)**	1 Ocak 2020
Nikel	**20 ng/m³**	% 70 **(14 ng/m³)**	% 50 **(10 ng/m³)**	1 Ocak 2020
Benzo(a)piren	**1 ng/m³**	% 60 **(0,6 ng/m³)**	% 40 **(0,4 ng/m³)**	1 Ocak 2020

Hava Kalitesi İndeksi



HKİ ölçeği ve rengi	Hava kalitesi tanımlaması
1. açık yeşil	Çok iyi
2. yeşil	İyi
3. koyu yeşil	Yeterli
4. sarı	Orta
5. turuncu	Kötü
6. kırmızı	Çok kötü

Hava Kalitesi İndeksi

- Hava Kalitesi İndeksinde dikkate alınan kirleticiler ve indeks konsantrasyonları

Hava Kalitesi İndeksi	SO_2	NO_2	CO	O_3	PM10
	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama
	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
1 (çok iyi)	0 - 50	0 - 45	0 - 2900	0 - 35	0 - 55
2 (iyi)	51 - 199	46 - 89	3000 - 8900	36 - 89	56 -109
3 (yeterli)	200 - 399	90 - 179	9000 - 15900	90 - 179	110 - 159
4 (orta)	400 - 899	180 - 299	16000 - 21900	180 - 239	160 - 219
5 (kötü)	900 - 1499	300 - 699	22000 - 49900	240 - 359	220 - 799
6 (çok kötü)	> 1500	> 700	> 50000	> 360	> 800

Türkiye Hava Kalitesi İzlem Ağı

- **www.havaizleme.gov.tr**