

## Hava Kirliliği

---

Mehmet Karadağ\*

### ÖZET

Kapalı ve açık ortamlardaki hava kirliliğine maruziyet, solunum sistemi hastalıklarının oluşmasına ve alevlenmelerine neden olmasının yanında, malign ve nonmalign hastalıklara bağlı olarak toplumda hastalık ve ölüm riskini artırmaktadır. Hava kirliliğinin konser gelişimindeki rolü kesin değildir. Motorlu taşıtların egzoz dumanına yoğun şekilde maruz kalan kişilerde, akciğer kanseri insidansında artış net olarak gösterilememiştir. Hava kirliliği değişik mekanizmalarla hastalık oluşturmaktadır. Atmosferik kirlilik hem kapalı hem de açık ortamlarda gaz ve partikül formlarında bulunur. Gazların ve partiküllerin inhalasyonu ile oluşan akciğer hasarı değişik mekanizmalarla olmaktadır ancak mekanizmaları henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hava kirliliği, solunum sistemi hastalıkları, gaz ve partikül

### SUMMARY

#### Air Pollution

Exposures to indoor and outdoor air pollutants may both exacerbate and cause respiratory diseases and also increase the population's risk for morbidity and mortality from malignant and nonmalignant diseases. The role of air pollution in carcinogenesis is uncertain. Individuals with heavy exposure to motor vehicle emissions do not appear to have an increased incidence of lung cancer. Air pollutants cause disease through various mechanisms. Atmospheric pollutants, whether indoors or outdoors, exist in both gaseous and particulate forms. The mechanisms by which inhaled gases and particles injure the lung are diverse and not yet fully understood.

**Key words:** Air pollution, respiratory diseases, gaseous and particulate.

---

### GİRİŞ

Hava kirliliği ile insanoğlunun tanışması, ateşin keşfi ile başlamıştır. Dumanla ilk karşılaşma sırasında ortaya çıkan göz yaşarması, öksürme, boğazda gıcık hissi gibi belirtiler de, hava kirliliğinin ilk hasarları olarak tarihe geçmiş ancak binlerce yıl insanların çok fazla ilgisini çekmemiştir. Solunan havanın özellikleri insan sağlığı ile çok yakından ilişkilidir. Doğdumuz andan itibaren, tüm ömür boyunca, her saat yaklaşık bin kez akciğerlerimize çektiğimiz havanın içeriğinin değişmesi, akciğerlerimizin verdiği reaksiyonu da değiştirmektedir.

Atmosfer havasında anormal şartlarda bulunan gazlar;

Azot % 78.084±0.004

Oksijen % 20.946±0.002

Argon % 0.934±0.001

Karbondioksit % 0.033±0.001

Ayrıca çok küçük miktarlarda da; Hidrojen, Neon, Helyum, Kripton, Ksenon, Metan, Azotoksittir.

Çevresel faktörler solunan bu havanın içeriğini değiştirmektedir. Normal yapının bozulması ve havanın kirlenmesi iki şekilde oluşmaktadır.

#### 1. Doğal Nedenler

Polenler, funguslar...

#### 2. İnsan Kaynaklı Nedenler

Egzos dumanı, Madenler, fabrika bacaları

Doğal nedenler önlenemeyen nedenlerdir. İklim şartları ve coğrafi özelliklerle yakından ilişkilidir. Çeşitli allerjik ve enfeksiyöz hastalık tablolarına neden olmalarına rağmen hava kirliliğinin sınıflandırılmasında ve kirlilikle mücadelede bu konuya fazla yer verilmemektedir.

Kapalı ve açık ortamlardaki hava kirliliği denince, daha ziyade insan kaynaklı nedenler akla gelmektedir. Bu nedenler doğal ortam şartlarıyla birleşince kapalı ve açık ortamlarda sağlık açısından riskli faktörlerin oluşmasına neden olmaktadır.

### **AKUT AÇIK ORTAM KİRLİLİK ÖRNEKLERİ**

Hava kirliliğinin öneminin kavranmasında etkili olan faktörlerin başında, bazı hava kirliliği olaylarının sağlığa zararlı olduğunun gözlenmesi gelmektedir. İlk dikkati çeken olay 1930 yılı aralık ayında Belçika'da gerçekleşmiş ve tüm ülke sis tabakası ile örtülmüştür. Belçika'nın önemli bir sanayi bölgesi olan Meuse vadisi 25 km uzunluğundadır ve vadinin iki yakası boyunca 100-150 metre yükseklik arasında ağır sanayi, yüksek fırınlar, çelik fabrikaları, enerji santralleri, cam fabrikaları, kireç ocakları, çinko arıtma tesisleri ve suni gübre tesisleri yer almaktadır. Hava kirliliği sisli bir ortamda yoğun olarak yaşanmış ve bu olay sırasında 64 kişinin öldüğü saptanmıştır.

Bu olaydan 18 yıl sonra, bu kez ABD'nin kuzeydoğu bölgesinde, dar bir ovada yer alan içinde büyük çelik ve çinko redüksiyon fabrikalarının bulunduğu Donora kentinde, Ekim ayı sonlarında benzer bir olay yaşandı. 17 kişinin öldüğü bu olayda 5810 kişi de değişik şiddetlerde hava kirliliğinden etkilenme saptandı.

Ancak hava kirliliği konusunda tüm dünyanın ilgisini çeken ve Londra faciası diye adlandırılan olay 5-9 Aralık 1952 tarihlerinde gelişti. Sene sis tabakası ile birlikte gelişen olayda 4000'den fazla ölüm saptandı.

### **HAVA KİRLİLİĞİ YAPAN MADDELER**

Açık ortamlardaki hava kirlilikleri, toplu ölümlere yol açan olaylardan sonra dikkatle incelenmeye başlanmış ve bu konudaki çalışmalar değişik gruplar tarafından değişik açılardan ele alınmıştır. Kapalı ortamlardaki kirlilik konusuna ise retrospektif bir çalışma yapıldığında 200 yıl kadar önce özellikle kömür işçilerinde solunan havanın çeşitli sağlık sorunlarına neden olduğunun belirlendiği ve bu konuda önlemler alınmaya çalışıldığı görülmektedir.

Hava kirliliği kontrol çalışmaları 1950'lerin ortalarında başlamış, CAA (Clean Air Act) 1963'te orijinal metin olarak yayınlanmış ve 1990'da bu revize edilmiştir.

Birçok ulusal ve uluslararası çalışma grupları bu konuda sınıflandırmalar yapmış ve 1996'da ATS kongresinde tüm bu çalışmalar toplanarak sağlık açısından hava kirliliğinin etkileri en geniş şekilde dökümanite edilmiştir.

EPA (Environmental Protection Agency)'nin belirlediği 6 kritik madde hava kirliliğinde etkili ve sorumlu olarak belirlenmiştir. Bunlar; Sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>), Partiküller, Nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), Karbon monoksit

(CO), Ozon (O3) ve Kurşundur. Ayrıca çok sayıda toksik madde belirlenmiş ve şöyle bir sınıflandırma yapılmıştır;

#### 1- Kritik maddeler

\* Primer Kritik Maddeler; SO2, NO2, CO, Partiküller

\* Sekonder Kritik Maddeler; O3 ve Kurşun

#### 2- Toksik Maddeler

\* Karsinojenler; Benzene, Chlordane, Ethylene oxide, Hydrochloric acid, Methane, parathion, Toluene, Propylene oxide, Vinyl chloride.

Ozon ve Kurşun araç egzozundan çıkan hidrokarbon ve nitrit oksitlerin güneş ışını ile reaksiyonu sonucu fotokimyasal kirlilik ve sisle oluşurlar. Bu nedenle bu iki ajan sekonder kritik madde olarak belirlenmiştir.

Bu maddelerin sanayi tesislerinden, araçların egzozlarından, yakıt atıklarından ve diğer kaynaklardan havaya karışmalarına izin verilecek sınır belirlenmeye çalışılmış ve hava kalitesi ölçümleri yapılmaya başlanmıştır.

Her bir metreküp havada bulunmasına izin verilen gaz ya da partikül miktarı belirlenerek bu standartlar oluşturulmuştur. Bu standartlarda maddenin konsantrasyonu dışında maruziyet süresi de önemlidir. Her 5 yılda bir, yeni bilgi birikimleri ile bu standartlar gözden geçirilmektedir.

Gerek açık ortamlarda gerekse kapalı ortamlarda bu zararlı maddelerin konsantrasyonları izin verilen sınırın üzerine çıktığında, maruziyet süresi önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu maddelerin hedef organa ulaşma miktarları ve kişinin cevabı, hasar oranını belirlemektedir. Kişinin cevabını belirleyen, genetik faktörler ve diğer konakçı özellikleri gibi karmaşık etkenlerin olayda rol aldığı bilinmektedir.

### **1-SÜLFÜRDİOKSİT (SO<sub>2</sub>)**

Kömür ve petrol ürünleri gibi yakıt maddelerinin yanması ile oluşur. Ayrıca bazı sanayi kollarında üretim atıklarından da ortama yayılabilir. Havada bulunmasına izin verilen ortalama miktar 0.03 ppm (80 Mg/m<sup>3</sup>)'dir. 24 saat boyunca 0.14 ppm (365 Mg/m<sup>3</sup>) değerinin üzerine çıktığında zararlı etkileri görülmeye başlar. SO<sub>2</sub> suda erir ve inspirasyonla üst solunum yollarına alınır. SO<sub>2</sub> hava yolu rezistansını artırır ve akciğer fonksiyonlarını azaltır. Bir seri kimyasal reaksiyon ile SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> asidik sülfat ve nitrat partiküllerine dönüşerek bölgesel kirliliklere neden olabilir. Asit yağmurları şeklinde adlandırılan olay bu şekilde oluşmaktadır.

### **2-PARTİKÜLLER**

Havada bulunan partiküller doğal kaynaklı olabildiği gibi insanların neden olduğu kaynaklardan da gelişebilmektedir. Partiküllerin çapları inhalasyon açısından çok büyük bir öneme sahiptir. PM<sub>10</sub> Aerodinamik çapı 10 mm'den daha küçük olan partiküller trakeobronşial ağaçta birikebilir. 3-10 mm arasındaki partiküller alveollere kadar ulaşarak akciğer parenkimini etkileyebilir. 3 mm'den daha küçük çaptaki partiküller ise akciğerlerde birikim yapmaz ekspirasyon havası ile tekrar dışarı atılır.

1987'de NAAQS (Ulusal Çevre Hava Kalite Standartları Kurumu) partikül büyüklüğü 10 mm'dan küçük olan partiküller ölçmeye başladı. Bu tarihten sonra bu konudaki çalışmalar daha somut verilerin elde edilmesini sağlamıştır.

SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub>'nin yanması ile ortaya çıkan partiküller havada asılı olarak bulunur, sülfat ve nitrat içeren asit partiküllere dönüşebilirler.

### **3-NİTROGEN DİOKSİT (NO<sub>2</sub>)**

En önemli açık ortam NO<sub>2</sub> kaynağı motorlu araçlar olmakla birlikte fabrika bacaları ve endüstriyel kaynaklarda etkili olabilmektedir. Özellikle enerji santralleri NO<sub>2</sub>'nin ortama yayılmasında önemli rol oynamaktadır. EPA her ne kadar NO<sub>2</sub>'i outdoor olarak açık ortam kriter maddeleri arasında değerlendirirse de ABD'den en sık maruziyet kapalı ortamlarda gaz sobalarına bağlı olarak görülmektedir. NO<sub>2</sub> çözünme özelliği az olan, akciğerlerin alveollerine kadar geçebilen yanıcı bir gazdır. NO<sub>2</sub> respiratuar patojenlere karşı akciğerin defans sistemini bozar, NO<sub>2</sub> maruziyetinde solunum sistemi enfeksiyonlarında bir artış ile şiddetinde ve tedaviye cevapta da olumsuz yönde bulgular saptanmaktadır.

NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>'ün en önemli temel maddesidir. Genellikle hava kirliliği saptanırken ozon miktarında artış sıklıkla NO<sub>2</sub> artışıyla birlikte saptanır.

### **4-KARBONMONOKSİT (CO)**

Organik materyallerin tam olmayan yanması sonucu ortaya çıkar. En önemli kaynağı araçların egzosudur ve daha çok dışarda bulunur. Ev içinde de sigaraya (tütün) ve gaz ocaklarına bağlı olarak bulunur. CO, O<sub>2</sub>'den 200 kat daha fazla affinite ile Hb'e bağlanır ve karbonxyhemoglobin oluşur. Alveole-kapiller membrandan geçiş hızları gözönünde bulundurulduğunda, inhale edilen havada CO'nin varlığı, kişinin % 100 O<sub>2</sub> solumasıyla bile gerekli O<sub>2</sub> alamaması sonucunu doğurmaktadır. Oksijen konsantrasyonunun % 12-14 seviyesine düşmesi Chayne-Stockes solunumuna, siyanoz, sersemlik ve düşünme bozukluğuna neden olur. Oksijen konsantrasyonunun % 10-12 seviyesine düşmesi ise solunum derinliği, hızlı nabız ve şuur bozukluğu ile sonuçlanır. Oksijen konsantrasyonunun % 8-10 olduğu durumlarda 6 dakikada % 50, 8 dakikada % 100 ölüm olur. Oksijen konsantrasyonunun % 4 olması halinde ise 40 saniyede koma ve konvülsiyon ile ölüm olur.

Vücutta CO'nin yarı ömrü ortalama 2.5 ile 4 saat arasındadır. Bu süreye etki eden faktörlere rasında hemogloblin düzeyi önemli bir yere sahiptir. Standart egzersiz testlerinde karboxyhemoglobin seviyesi % 2'den % 6'ya çıkarıldığında iskemik kalp hastalığı olanlarda anjınının başlama zamanı kısalmıştır.

### **5-OZON (O<sub>3</sub>)**

Araç egzosundan çıkan hidrokarbon ve nitritoksitlerin güneş ışını ile reaksiyonu sonucu fotokimyasal kirlilik ve sisle oluşur. Hayvan deneylerinde düşük dozda ozona maruz kalmanın, küçük hava yollarına zarar verdiği gösterilmiştir. Maruz kalan bir hayvan modelinde fibrozis yaptığı görülmüştür. Akciğer fonksiyonlarında geçic idüşmeye neden olur. Sürpriz olarak astım hastalarında astım olmayanlara göre O<sub>3</sub>'a karşı herhang ibir duyarlılık farkı bulunamamıştır.

### **6-KURŞUN**

Ozon gibi sekonder oluşan kritik kirlilik maddesidir. En fazla araç egzoslarından kaynaklanır. Yoğun trafik ortamlarında tam devirle çalışmayan motorlarda ve egzos borusunda birikir, daha sonra süratle giden aracın egzosundan çevreye yayılır. Kurşunsuz benzin kullanımı maruziyetin azalmasında etkilidir. Gelişmiş ülkelerde bu nedenle kurşunsuz benzin kullanımı yaygın olarak tercih edilmektedir. Kurşuna çocuklar daha hassastır. Çocuklarda daha küçük konsantrasyonlarda daha büyük hasarlar gelişmektedir.

### **AÇIK VE KAPALI ORTAM KİRLİLİK FARKLARI**

Genel anlamda yaşanan ortamları açık ve kapalı ortam olarak ayırabilmek çok kolay olmamaktadır. Çünkü kapalı ortamlarda da solunan havanın açık ortamla mutlaka bir ilişkisi mevcuttur. Ancak kapalı ortamlar denince akla gelen genellikle işyerleridir. Oysa son yıllarda ev ortamında da eşya imalatında

kullanılan birçok madde ve ğevde kullanılan deterjanlar, temizlik maddeleri, kimyasal ajanlar ve parfümler gibi inhalasyon yoluyla zararlı etkileri olan birçok maddeyle karşılaşmak da önemli bir faktör olarak dikkati çekmektedir.

Kapalı ortam olarak kabul gören işyerlerinde meslek hastalıkları ile savaş programları yapılmaktadır. Bu programlarda endüstriyel hava kirleticiler ile karşılaşma konsantrasyon ve süreleri için güvenli sınırlar belirlenmektedir. Ancak bu sınırlar açık ortamlar için geçerli olarak kabul edilmemektedir. Çünkü işyerlerinde kirli hava il epotansiyel karşılaşma süresi 8 saat sürerken, açık ortamda 24 saat devam etmektedir. Ayrıca endüstride çalışan işçiler genellikle sağlıklı erişkinlerdir oysa toplumda çocuklar, yaşlılar, aşırı duyarlı kişiler bulunmaktadır. İşyerlerinde kirli hava ile karşılaşma aralıklı olarak olduğundan, karyışlaşma olmadığı zamanlarda organizmanın hasarı tamir etme şansı vardır. Son olarak işyerlerindeki hava durumu kontrol edilebilir ve çeşitli önlemlerle düzenlemeler yapılabilir oysa açık ortamlarda bu şansımız yoktur.

Sayılan nedenlerle işyerlerindeki kirlilik yoğunluğunun açık ortamlardan daha yüksek sınırlarda bulunması doğal olarak beklenen bu sonuçtur. İşyeri dışındaki kirlenme çevreye yayılarak dilue olur ve dışardaki kirlenmenin konsantrasyonu içe göre oldukça düşük olur.

## **HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ**

Hava kirliliğini kontrol altına alabilmek için önce hava kirliliğinin şiddetinin, kaynaklarının tespit edilmesi ve bunların kontrol programlarının yapılması gereklidir. Hava kirliliği loan bölgelerde kirliliğin şiddetini belirlemek için hava kirliliği ölçüm ağı kurulmalı ve yıl boyunca sürekli ölçüm yapılmalıdır. Böylece kirlilik şiddetinin bölgenin değişik kesimlerinde, mevsimlerle, hava akımı ve rüzgarlarla ayrıca diğer etkenlerle ilişkisi saptanır.

Şehir planlarının genellikle hava kirliliği ile yakın ilişkisi vardır. Plmansız şehirleşme, hakim rüzgarlar yönünde şehirlere yakın ve şehir içerisinde sanayi tesislerinin kurulması, yeşil sahaların yok edilmesi, hakim rüzgarları kesen yüksek binaların yapılması şehirlerde hava kirliliğini yaratan nedenler arasında önemli bir yere sahiptir.

Kükürt dioksitten zengin kömürlerin ısıtmada ya da sanayide kullanımı önemli bir risk faktörüdür. Doğal gaz gib ialternatiflerin desteklenmesi hava kirliliği kontrolünde etkili bir yöntemdir.

Trafik düzenlemeleri ve egzoz kontrolleri hava kirliliğini çok yakından etkilemektedir.

Eğitim her konuda olduğu gibi hava kirliliğinin kontrolünde de vazgeçilemeyecek bir öneme sahiptir. Soba ve kaloriferlerin usulüne uygun yöntemlerle yakılmasından, sanayi itesislerinin kalitesine ve trafik karmaşasının çözülmesine, işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında duyarlı olmaya kadar birçok konuda, eğitim sorunların çözümüne ışık tutacak etkili bir yöntemdir.

## **KAYNAKLAR**

1. American Thoracic Society, Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly: Health effects of outdoor air pollution. Part 1. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153: 3-50.
2. American Thoracic Society, Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly: Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153: 477-498.
3. Gülesen Ö. Hava Kirliliği ve Akciğer. In: Özyardımcı N (Ed) Nonspesifik Akciğer Hastalıkları. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1999; 1250-71.
4. Özyardımcı N. Hava Kirliliği ve İnsan Sağlığı. XIX. Tüberküloz ve Göğüs Hastalıkları Kognresi. Kongre Kitabı 1991: 165-175.
5. WHO: Helsinki Declaration on action for Environmental and Health in Europe. European Bulletin on Environment and Health. 1994; 2: 7-8.
6. WHO: Main Advers Health Effects of Air Pollutants. Environmental Epidemiology. A Project for Latin America and Caribbean. Ed. By Finkelman J. Corey G, WHO 1993.
7. Devalia JL, Rusznak C, Herdman Mj, et al: Effect of nitrogen dioxide and sulphur dioxide on airway responses of mild asthmatic patients to allergen inhalation. Lancet 1994; 344: 1668-1671.
8. Dockery DW, Pope CA III: Acute respiratory effects of particulate air pollution. Annu Rev Public Health 1994; 15: 107-132.
9. Sheppard D, Saisho A- Nadel JA, Boushey HA: Exercise increases sulfur dioxide-induced bronchoconstriction in asthmatic subjects. Am Rev Respir Dis 1981; 123: 486-491.

10. Samet JM, Utell MJ: Indoor and Outdoor Air Pollution. In: Fishman AP et al: Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders. New York: Mc Graw – Hill 1998; 12: 941-963.