



*TÜRK DÜNYASI UYGULAMA ve ARAŞTIRMA
MERKEZİ
HALK SAĞLIĞI DERGİSİ*

HAVA KİRLİLİĞİ

Sevil Akbulut Zencirci, Burhanettin Işıklı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Nasıl atf yaparım

Zencirci SA, Işıklı B. Hava Kirliliği. Türk Dünyası Uygulama Ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi. 2017; 2(2),24-36.



HAVA KİRLİLİĞİ

Sevil Akbulut Zencirci, Burhanettin Işıklı
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Özet:

İnsan sağlığını veya çevresel dengeleri bozacak şekilde bileşiminin değişmesi, kirletici maddelerin havada bulunması hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Hem atmosfer kirliliği, hem de, kapalı ortam hava kirliliğine maruz kalmanın yarattığı sağlık riski, dünya çapında başta gelen ölümcül sağlık riskleri arasında metabolik riskler, beslenmeye bağlı riskler ve sigara kullanımından sonra dördüncü sıradadır.

Kirleticiler, gazlar (kükürt dioksit, azot oksitler, hidrokarbonlar, karbonmonoksit, ozon, uçucu organik bileşikler, vs) ve partikül maddeler (asitler, organik kimyasallar, metaller, toprak veya toz partikülleri, bakteri, küf, mantar, polenler vs) olarak iki gruba ayrılır.

Hava kirliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan "Hava Kalitesi İndeksi" belli bir bölgedeki hava kalitesinin karakterize edilmesi için kullanılan bir indekstir. Türkiye'de 2015 yılı için izin verilen PM10 limitine göre, 81 ilin ancak 43 (%53) ünün; AB hava kalitesi limitine göre 19'unun (%33), DSÖ hava kalitesi limitine göre ise sadece Çankırı'nın izin verilen sınırın altında hava kalitesine sahip olduğu bildirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, atmosfer kirliliği, kapalı ortam hava kirliliği, hava kalitesi indeksi

AIR POLLUTION

Abstract:

Air pollution is defined as the change of components of air to disrupt human health or environmental balances, and also the presence of pollutants in air. Health risks created by exposure to air pollution through both the atmospheric pollution and/or indoor air pollution are the fourth among the leading lethal health risks in the world after metabolic risks, nutritional risks and after tobacco usage.

Pollutants can be classified in two groups as gases (sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, carbon monoxide, ozone, volatile organic compounds, etc.) and particulate matters (acids, organic chemicals, metals, soil or dust particles, bacteria, molds, fungi).

The " Air Quality Index " is an evaluation criterion to characterize air quality in a particular region. According to the PM10 limit allowed for Turkey in 2015, only 43 (53%) of the 81 provinces were reported to have air quality below the permissible limit; while it was 19 (33%) of the 81 provinces according to the EU air quality limit, and only one province (Çankırı) had appropriate air quality according to the WHO air quality limit.

Key Words: Air pollution, atmospheric pollution, indoor air pollution, air quality index

Yazışma Adresi: Dr. Sevil Akbulut Zencirci, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Halk Sağlığı AD., Odunpazarı, Eskişehir
E-mail: sevilakbulut83@gmail.com
Geliş tarihi: 11.10.2017, Kabul tarihi: 01.11.2017

Hava, atmosferi meydana getiren gazların karışımı olup, canlılar için su ve besinler gibi hayati öneme sahiptir (1, 2). Tüm insanların kabul edilebilir kalitede havaya serbestçe ulaşması temel bir insanlık hakkıdır (3). Normal temiz havada; %78.09 azot, %20.95 oksijen, %0.093 argon, %0.03 karbondioksit bulunur. Duman, toz tanecikleri, kükürtlü, azotlu gazlar ya bulunmaz ya da eser miktardadır (4).

İnsan sağlığını veya çevresel dengeleri bozacak şekilde havanın bileşiminin değişmesi olarak da tanımlanan hava kirliliğini EPA (Environmental Protection Agency = Amerika Çevre Koruma Ajansı) ise, “kirletici maddelerin insan sağlığına veya refahına zarar verecek

I. ATMOSFER KİRLİLİĞİ

Hava, toprak ve su gibi alıcı ortamlardan biridir. Havaya kirletici veren olgu ve olaylar ise verici kaynakları olarak adlandırılır. Doğal kaynaklardan gelen kirleticilere doğal kirleticiler, yapay kaynaklardan gelenlere ise yapay kirleticiler denir (8). Doğal kirletici kaynaklar yer kabuğu hareketleri gibi jeojenik; fotosentez, metabolik faaliyetler, bitki ve hayvansal emisyonlar gibi biyojenik aktivitelerden oluşur (9). Yapay kirletici kaynaklar ise antropojenik aktivitelerle oluşan evsel, sanayi ve ulaştırma faaliyetleri sonucu ortaya çıkar (3, 7).

Havaya karışan herhangi bir kirleticinin, atmosferde meydana gelen, taşıma, fizik, kimyasal ve biyolojik parçalama mekanizmaları ile temizlenmesine havanın otopürifikasyonu denir. Havaya karışan kirleticilerin miktarı

Tarihte Hava Kirliliği

Çok eski tarihlerden beri hava kirliliği bulunduğu düşünülmekle birlikte ilk kayıtlar 12. yüzyılda Mısır

veya başka zararlı çevresel etkiler oluşturacak şekilde havada bulunması” olarak tanımlanmaktadır (4, 5).

Hava kirliliği dünyanın önde gelen sağlık risklerinden biridir. Hava kirliliğine maruz kalmanın yarattığı sağlık riski, dünya çapında başta gelen ölümcül sağlık riskleri arasında metabolik riskler, beslenmeye bağlı riskler ve sigaradan sonra dördüncü sıradadır (6).

Açık alanlardaki havanın kirlenmesiyle ortaya çıkan hava kirliliğine atmosfer kirliliği, kapalı ortamlardaki havanın kirlenmesiyle ortaya çıkmasına ise kapalı ortam hava kirliliği denmektedir (7, 8). Tanıma uygun olarak bu makalede hava kirliliği atmosfer kirliliği ve kapalı ortam kirliliği olarak iki bölümde ele alınacaktır.

ve hızı, havanın otopürifikasyon hız ve kapasitesini aştığında hava kirliliği ortaya çıkar (8).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)’ye göre 2012 yılında 3 milyon ölüm açık hava kirliliğine atfedilmektedir. Bu ölümler sıklıkla iskemik kalp hastalığı, inme, akciğer kanseri ve akut solunum yolu enfeksiyonları ve kronik obstrüktif akciğer hastalıklarına bağlı olmaktadır (10).

DSÖ ve Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafından (IARC), 17 Ekim 2013’te dış ortam hava kirliliği grup 1 kanserojen etken olarak ilan edilmiştir. Partiküler madde de ayrıca tek başına kanser yapıcı ilan edilerek grup 1’e eklenmiştir. Aynı açıklamada dış ortam hava kirliliğinin akciğer kanserine yol açması ile ilgili olarak yeterli bilimsel kanıtın oluştuğu, mesane kanseri oluşma olasılığını da artırdığı ifade edilmiştir (11).

dökümanlarındadır. Hava kirliliği 18. ve 19. yüzyıllarda endüstrileşme ile fark edilmeye başlanmış, 20. yüzyılda ise

kirlilik epizodları belirgin hale gelmiştir (9). 1930'da Belçika'da Meuse vadisinde 6 gün süren sis; 60 kişinin ölümüne, birçok kişide önemli akciğer sorunlarına neden olmuş, 1931'de İngilterede sanayinin yoğun olarak bulunduğu Manchester ve Salford bölgelerinde 9 gün süren sis 592 ölüme neden olmuştur. 1948'de ise ABD Pensilvanya'da 4 günlük sis sonucu; 14000 kişi hastalanmış, 20 ölüm meydana gelmiştir. 1952, 1956 ve 1962'de Londra'da meydana gelen hava kirliliklerinde ise sırasıyla 4000, 1000, 300 ölüm meydana gelmiştir (12). Londra afetleri sonrası Londra'da, ilerleyen yıllarda diğer ülkelerde, kontrol için düzenlemelere gidilmiş ve Birleşmiş milletler ve DSÖ gibi kuruluşlarca programlar yürütülmeye başlanmıştır (7).

Türkiye'de 1950'lerden sonraki hızlı nüfus artışı, hızlı kentleşme ve

endüstrileşmeyle artan enerji ihtiyacının daha çok petrol ve kömür gibi fosil yakıtlarla karşılanması sonucu başta İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyük kentler olmak üzere şiddetli hava kirliliği dalgaları ortaya çıkmıştır (13). 1960'lı yıllarda Ankara'da yaşanan yoğun hava kirliliği sonrası gerekli önlemler alınmadığında hava kirliliğinin gelecekte, Türkiye'de önemli bir sorun olacağı bilim adamları ve aydınlarca dile getirilmesine rağmen "Hava çamaşır mıdır ki; kirlensin." denilerek önemsenmemiştir (8). 1988 yılında Ankara ve 1992'de İstanbul'da doğal gaz kullanılmaya başlanmasıyla bu iki büyük kentte hava kalitesinde iyileşmeler yaşanmıştır. Takip eden yıllarda diğer illerde de kullanılmaya başlansa da şehrin tamamı kullanmadığından hava kalitesi özellikle kış aylarında olmak üzere istenen düzeylere ulaşamamıştır (9, 14).

Atmosfer Kirliliğinin Oluşmasında Önemli Faktörler

Atmosfer kirliliğinin oluşabilmesi için ortamda kirletici kaynaklarının olması, coğrafik yapının ve meteorolojik koşulların uygun olması gereklidir. Uygun olmayan kentleşme, evsel ısıtmada kalitesiz yakıtların kullanılması, fazla atık bırakan ısıtma sistemlerinin kullanılması, termik santraller ve diğer sanayi tesisleri, taşıt egzozları önemli kirletici kaynakları oluşturmaktadır (8). Kirletici kaynaklarının yakınında sıra dağların bulunması, açık alanların olmayışı gibi bölgenin coğrafi özellikleri ile hava hareketlerinin durumu kirliliğin diğer belirleyicileridir (4, 9).

Hava Kirliliği Tipleri

Hava kirliliği birleşimine bağlı olarak Londra tipi ve Los Angeles tipi olarak iki alt tipe ayrılmaktadır.

a. Londra tipi: Kömür ve petrol yanma ürünlerinin sisle karışmasıyla oluşur. Kükürt dioksit ve sülfirik asit birikimi ön plandadır (12). Kirlilik düşük sıcaklıklarda ve yüksek nemde meydana gelir; sabahın erken saatlerinde en yüksek

Hava kirliliği üzerinde etkili olan atmosferik olaylardan birisi de ısı inversiyonudur. Normalde yere yakın olan sıcak hava yükseldikçe soğur ve hava kirleticileri soğuk atmosfer bölgelerine doğru yükselir. Atmosferin üst tabakasına rastlantısal olarak sıcak hava kitlesi gelmesi durumunda bu hava tabakası daha sıcak olduğu için aşağısındaki hava katmanlarının yukarı doğru çıkmasını engelleyerek kirleticileri kapana sıkıştırır. Londra'da 1952 yılında oluşan hava kirliliğinde ısı inversiyonu meydana gelmiş olup, 4000 kişinin ölümünde etkili olmuştur(4,12).

seviyelere ulaşır ve görmede azalmaya neden olur. Kirliliğin bronşları tahriş ederek astım ve bronşitlere neden olduğu ileri sürülmektedir. Kirlilik yüksek seviyelere ulaştığında ise boğulma hissine ve ölümlere neden olur (15, 16)

b. Los Angeles tipi: Dumandan çok gazlara bağlı bir kirlilik söz konusudur. Los Angeles okyanus kıyısında etrafi

dağlarla çevrili, çanak şeklinde bir coğrafik yapıya sahip olan, otomobil trafiği yoğun bir şehirdir. Okyanustan gelen sisin otomobil egzoz gazlarıyla karışımı sonucu kirlilik oluşmakta, gün ortasında en yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Güneş ışığının etkisiyle oluşan fotokimyasal değişiklikler

Hava Kirleticileri

Kirleticiler birincil ve ikincil kirleticiler olarak sınıflanmaktadır. Kirletici kaynaklarından doğrudan atmosfere verilen kirleticilere birincil kirleticiler, kirleticilerin atmosferin oksijen ve su gibi bileşenleriyle kimyasal tepkimeleri sonucu atmosfer içinde oluşan kirleticilere ise ikincil hava kirleticileri denir (17). Örneğin termik santralden atılan SO₂ birincil kirleticiyken, SO₂'nin su ile reaksiyonu sonucu oluşan H₂SO₄ ise ikincil kirleticidir (4).

Kirleticiler fiziksel durumlarına göre de sınıflandırılır. Bu sınıflamaya göre kirleticiler; gazlar ve partikül maddeler (asılı parçacıklar) olarak iki gruba ayrılmaktadır (2, 17). Gazlar filtre ortamına adsorbe olmadıkça veya kimyasal olarak tepkimeye girmedikçe filtrelerden geçebilen küçük moleküllerdir (17). Partikül maddeler ise atmosferde asılı katı veya sıvı damlacık formunda bulunur, doğal ve antropojenik kaynaklardan havaya salınırlar (9).

1. Gazlar

Gazlar solunum sistemine kolayca girmesine rağmen suda çözündükleri takdirde üst solunum yollarında tutulduğundan akciğerin derinliklerine kadar ilerleyemezler (17). Bunlardan bazıları;

a) Kükürt dioksit (SO₂): Atmosfere salınan SO₂'nin; büyük bir kısmı özellikle kömürün yakıt olarak kullanıldığı termik santraller; ham madde işleyerek üretim yapan endüstriler; petrol rafineleri, çimento fabrikaları, metalürji endüstrisi; kentsel bölgelerde konut ve işyeri ısıtmasında kullanılan katı ve sıvı yakıtlar; orman yangınları, volkanik faaliyetler gibi

sonucu ortaya çıkan moleküller gözlerde sulanma ve yanma, iltihaplanma, ciltte tahriş, ve akciğer hasarına neden olur. Ayrıca bitkilerin kurumasına, boyaların aşınarak dökülmesine, lastiklerin çürümmesine yol açar (12, 15, 16).

doğal kaynaklardan meydana gelir (9). SO₂ burun ve farenkste irritasyona, silialari felç ederek enfeksiyonlara, ana hava yollarında spazm sonucu ölümlere yol açabilir. Bu gaz suda çözüldüğünden, büyük ölçüde solunum yollarının uç noktalarına ulaşmadan elimine edilir. SO₂ atmosferdeki nemde çözülmesi, güneş ışığı ve bazı kimyasalların varlığında sülfürik asit oluşturması ile asit yağmurları oluşumunda önemli etkenlerden biridir. Asit yağmurları ise bitkileri öldürür, toprağın yapısını ve bakteri florasını olumsuz etkileyerek verimliliği azaltır ve erozyonu hızlandırır, konut ve eşyalarda aşınmalara neden olurlar (8, 9, 18).

b) Azot oksitler (NO_x): NO_x'ler; katı veya sıvı yakıtların yüksek sıcaklıklarda yanmasıyla oluşan genellikle renksiz ve kokusuz gazlardır. İki önemli kaynağı motorlu taşıtlar ve termik santraller olup bunların dışında endüstri tesisleri, ticari ve evsel ısıtma için yakıt tüketiminden de kaynaklanabilir. Atmosfere salınan azot oksitler oksidasyon sonucu NO₂'ye dönüşür ve partiküllerle birlikte bulduklarında kentsel bölgelerde kırmızımsı-kahve renkli bir tabaka halinde görülebilir. Azot oksitler suda erimediğinden üst solunum yollarında elimine edilmeden akciğerlerin en uç noktalarına kadar kadar inhale edilirler. Kanın oksijen taşıma kapasitesinde azalma, solunum yollarında tahriş ve enfeksiyona yatkınlık gibi olumsuz sağlık sonuçlarına neden olur (8, 9, 18).

c) Hidrokarbonlar: Organik maddelerin tam yanmasıyla oluşurlar. Güneş ışınlarının etkisiyle ikincil kirleticilere dönüşerek, bunların karışımı

fotokimyasal duman denilen ve görme alanlarını kısıtlayan fotokimyasal sise neden olurlar (19).

d) Karbonmonoksit (CO): Genellikle yakıtlardaki karbon tam olarak yanmadığında meydana gelen karbon monoksit (CO) renksiz, kokusuz bir gazdır. Kent atmosferindeki CO'nun çoğu taşıtlardan kaynaklanmakla birlikte endüstri (metal işleme, kimyasal üretim tesisleri), odun yakılması ve orman yangınları sonucu ortaya çıkar (19). CO alveoler-kapiler membranda difüzyona

uğrayıp kanda hemoglobine bağlanıp karboksihemoglobin (COHb) oluşumuna neden olur. Önemli bir kapalı ortam hava kirleticisi de olan CO'nun hemoglobine afinitesi oksijene göre çok fazla olduğundan oksijenin hemoglobine bağlanmasını engeller. Böylelikle dokulara oksijen taşınmasını engelleyerek baş ağrısından boğulmaya kadar giden sağlık sonuçlarına neden olur (18-20). Tablo 1'de ortamdaki değişik karbon monoksit düzeylerinin sağlık etkileri görülmektedir (20).

Tablo 1: Ortamdaki Değişik Karbon monoksit düzeylerinin sağlık etkileri (20)

<i>Ortamda CO (ppm)</i>	<i>Kanda CO Hb (%)</i>	<i>Başlıca Belirtiler</i>
50	7	<i>Hafif baş ağrısı</i>
100	12	<i>Orta derecede baş ağrısı</i>
250	25	<i>Ciddi baş ağrısı ve sersemlik</i>
500	45	<i>Bulantı, kusma</i>
1000	60	<i>Koma</i>
10000	95	<i>Ölüm</i>

e) Ozon: Ozon, atmosferde doğal olarak da bulunan, stratosfer tabakasında en yüksek konsantrasyonlara ulaşan oldukça reaktif bir gazdır. Troposferde ise enerji santralleri, rafineriler, kimya fabrikaları gibi antropojenik kaynaklardaki kirleticilerden fotokimyasal süreçler sonucu oluşabilir (4, 19). Akciğer işlevlerinde bozulma, kronik maruziyetle akciğerlerde yapısal hasarlara neden olur (12).

f) Uçucu organik bileşikler (UOB): Uçucu organik bileşikler yapılarında çok sayıda kimyasal içeren maddelerdir, ve pek çok türü mevcuttur. Genellikle motorlu taşıtlar, kimyasal üretim yapan endüstri ve güç santrallerinden kaynaklanırlar. Kapalı ortamlarda da önemli sağlık risklerine neden olan uçucu organik bileşiklerden bazıları benzen, toluen, etilbenzen, ksilen, stirendir. Örneğin; benzen, lösemi ile ilişkilendirilir ve merkezi sinir sistemi için toksik etkiye sahiptir (9).

2. Partikül maddeler

Partikül madde, atmosferde asılı bulunan katı partiküllerin ve sıvı damlacıkların bir karışımı olup, asitler (sülfat, nitrat gibi), organik kimyasallar, metaller, toprak veya toz partikülleri, bakteri, küf, mantar, deniz suyunun buharlaşması ile ortaya çıkan tuzlar ve allerjik polenlerden oluşur. Genel olarak katı ve sıvı yakıtların yanmasından, motorin ve kurşunlu benzin kullanan taşıtlar, termik santraller gibi yanma işlemlerinden, bazı endüstriyel

aktivitelerden ve atmosferik gazların dönüşümüyle oluşurlar (9, 12).

Partikül boyutları değişken olup toz, duman, is gibi bazı partiküller gözle görülebilirken, mikroskopla görülebilen boyutlarda olanları da bulunmaktadır(21). Partikül boyutu genellikle aerodinamik çap olarak ifade edilir; 2.5µm (mikrometre)'den daha büyük çaplılar kaba partiküller, 2.5 µm'den daha küçükler ince partiküller, 100 nm (nanometre) çaptan

daha küçük olanlar ise çok ince partiküller olarak adlandırılır (9).

Sağlık üzerindeki olumsuz etkiler partikül boyutu ile ilişkilidir. Solunum yollarına alınan partiküller maddenin 10 µm'den büyük olanları burun ve nazofarenkste tutulmaktadır. En büyük sorunu ise akciğerlerin derinliklerine kadar ilerleyebileceklerinden 10 mikrondan küçük olanlar oluşturur. Bunlar bronşlarda birikirken, bunların 1-2 mikron çapındakileri alveollerde toplanmakta, 0.5 mikron çapındakiler, özellikle 0.1 µm çapında olanlar ise alveollerden intrakapiller aralığa diffüze olmaktadır. Alveolo-kapiller bariyeri geçen partiküller başta kardiyak fonksiyonlar olmak üzere diğer sistemleri olumsuz etkileyebilmektedir. Partikül maddelerin; kalp ya da akciğer hastalığı olanlarda erken ölüm, kalp krizleri, astım atakları, akciğer fonksiyonlarında azalma, solunum yollarının tahrişi, öksürük veya nefes darlığı gibi solunum semptomlarıyla ilişkili bulunduğu bildirilmektedir (18, 19, 21).

Partikül maddelerin fiziksel özellikleri yanında kimyasal kompozisyonu da önemlidir. Karbon partikülleri en yaygın form olup, kanserlere ve akciğerlerde fonksiyon bozukluklarına neden olur. Kurşunlu benzin kullanan taşıtlardan ve sanayiden kaynaklanan kurşun partikülleri ise sinir sisteminde etkilerini gösterir. Partikül maddelerde bulunan civa, kadmiyum, asbest gibi maddeler de kanserojenik etkilere sahiptir (8, 19).

Hava Kalitesi Sınır Değerleri

İnsan sağlığının korunması, çevrede kısa ve uzun vadeli olumsuz etkilerin ortaya çıkmaması için atmosferdeki hava kirleticilerinin, birarada bulduklarında değişen zararlı etkileri de gözönüne alınarak tespit edilmiş konsantrasyon birimleriyle ifade edilen seviyelerdir (12).

Hava kirliliğinin doğru bir şekilde ölçülmesi, tüm illerde hava kirliliği politikaları oluşturulması ve bu politikalar çerçevesinde illerin hava kalitesinin bir önceki yılın değerlerinden daha iyi

durumlara getirilebilmesi amacıyla, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hava kalitesi ölçüm istasyonları kurularak Türkiye genelinde Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı oluşturulmuştur. Kurulan hava kirliliği ölçüm istasyonlarında kükürt dioksit ve partikül madde gibi ölçümler yapılmaktadır. Ölçüm istasyonlarında toplanan ölçüm verileri www.havaizleme.gov.tr adresinde yayınlanmaktadır (9).

Bir bölgedeki, hava kirliliğini ölçmek ve değerlendirmek için pek çok kirletici için kısa ve uzun vadeli sınır değerler tanımlanmıştır (8). Bütün ölçüm sonuçlarının aşılmaması gereken aritmetik ortalama değerlerine uzun vadeli sınır değerleri (UVS), maksimum günlük ortalama değerler veya bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının %95'ini aşmaması gereken değerlere ise kısa vadeli sınır değerleri (KVS) olarak tanımlanır(4). Ancak "normal değerler" kavramı, devletlerin ya da karar alıcıların sağlıklı bir toplum ve çevre düşünceleri ile ilişkilidir. DSÖ'nün sınır değerleri ile Avrupa Birliği'nin (AB) sınır değerleri karşılaştırıldığında, AB kirliliğe biraz daha fazla izin verebilen bir konumdadır. Türkiye'nin izin verdiği sınırlar ise bunların her ikisinin de üzerinde kirliliğe izin verecek sınırlardadır. Türkiye'de 2015 yılı için izin verilen PM₁₀ limitine göre, 81 ilin ancak 43 (%53)' ünün; AB hava kalitesi limitine göre 19'unun (%33), DSÖ hava kalitesi limitine göre ise sadece Çankırı'nın izin verilen normal sınırın altında hava kalitesine sahip olduğu bildirilmektedir (14).

06.06.2008 tarihli Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ile temel olarak 13 kirleticiye (SO₂, PM₁₀, NO_x,...) dair, insan sağlığı ve çevrenin korunabilmesi için sağlanması gerekli olan limit değerler yeniden belirlenmiştir, bu yönetmelikte; 2014 yılına kadar mevcut hava kalitesi sınır değerlerinin kademeli olarak azaltılması; 2014 yılından itibaren de tedbir alma yükümlülükleriyle beraber

kademeli olarak Avrupa Birliği ülkelerindeki hava kalitesi değerlerine ulaşılması hedeflenmektedir (22). Hava kirliliğinin değerlendirilmesinde kullanılan “**Hava Kalitesi İndeksi**”(HKİ) kirleticilerin belli bir bölgedeki hava kalitesinin karakterize edilmesi için ülkelerin kendi sınır değerlerine göre dönüştürdükleri ve kirlilik sınıflandırılmasının yapıldığı bir indekstir (23). Yaşanan bölgenin havasının ne kadar temiz veya kirli olduğu ve ne tür sağlık etkilerinin oluşabileceği konusunda bilgiler

verir. 0-500 aralığında düzenlenmiş bir skala olup HKİ değeri yükseldikçe hava kirliliğinin ve sağlık riskinin arttığı düşünülmektedir. Her bir hava kalitesi indeksi kategorisi bir renkle sembolize edilerek toplumun hava kirliliğinin sağlıksız seviyelere ulaşip ulaşmadığını anlamasını kolaylaştırmak hedeflenmiştir (24). Tablo 2’de EPA “Hava Kalitesi İndeksi kategorileri”, sağlık endişe seviyeleri, renkleri ve anlamı görülmektedir(24).

Tablo 2: EPA hava kalitesi indeksi (24)

Hava Kalitesi İndeksi Değeri	Sağlık Endişe Seviyeleri	Renkler	Anlamı
0-50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi yeterli kabul edilir ve hava kirliliği az riskli ya da risk oluşturmuyor.
51-100	Orta	Sarı	Hava kalitesi kabul edilebilir düzeyde; ancak bazı kirleticiler için, hava kirliliğine çok hassas olan az sayıda kişi için orta düzeyde sağlık endişesi olabilir.
101-150	Hassas Gruplar İçin Sağlıksız	Turuncu	Hassas gruplarda sağlık etkileri oluşabilir. Nüfusun tamamının etkilenmesi olası değildir.
151-200	Sağlıksız	Kırmızı	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplarda ise ciddi sağlık etkileri yaşanabilir.
201-300	Çok Sağlıksız	Mor	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri yaşayabilir.
301-500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlıkla ilgili acil durum: Nüfusun tamamının etkilenmesi olasıdır.

II. KAPALI ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ

İnsanların zamanlarının çoğunu geçirdiği ev, okul, ticari ve idari ofis binaları, hükümet binaları gibi endüstri harici binalar gibi mekanlar kapalı ortamlar olarak tanımlanır (25).

Kapalı ortam hava kirliliği, 1970’lerdeki petrol krizi sonrası, enerji kısıtlamalarının uygulandığı dönemde gündem gelmeye başlamıştır. Benzin

fiyatlarındaki artış ile enerjinin gideri yükseldikçe, enerji tasarrufuna yönelim olmuş, bunun için bina havalandırmaları azaltılmış, binaların hava sızdırmaz özellikte tasarlanması yoluna gidilmiştir. Yine bu dönemde doğal ürünlerin yerine kapalı ortam havasında dağılıp biriken sentetik ürün ve plastikler kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarların, yazıcıların ve

diğer elektronik cihazların yaygın olarak kullanılmaya başlanması da binaların ısı ve elektromanyetik radyasyon yükünü artırmıştır (26).

DSÖ'nün ev içi hava kirliliğine bağlı hastalık yükü raporuna göre 2012 yılında küresel olarak meydana gelen 4.3 milyon ölüm ev içi hava kirliliğine atfedilmekte, bu ölümlerin neredeyse tamamının düşük ve orta gelirli ülkelerde olduğu bildirilmektedir. Bu ölümler nedenlerine göre sınıflandırıldığında sırasıyla inme, iskemik kalp hastalıkları, KOAH, alt solunum yolu enfeksiyonları ve akciğer kanseri nedenlidir (27).

Kapalı ortam havasındaki kirleticilerin miktarı ve türü; yapının özelliklerine, yapımında kullanılan malzemeye, ısıtma sistemine, havalandırma durumuna, içinde gerçekleştirilen aktivitelere (konut, işyeri, fabrika vb. olması), içinde yaşayan kişilerin davranış biçimlerine (sigara içme gibi), dış ortam havasının özelliklerine bağlıdır (9). Tablo 3'te "Sağlık Bakanlığı Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım" raporunda yer aldığı şekliyle kapalı ortam hava kirleticileri, bunların kaynakları ve sağlık etkileri görülmektedir (9).

Tablo 3: Kapalı ortam hava kirleticileri, kaynakları ve sağlık etkileri (9)

Kirleticiler	Potansiyel Kaynaklar	Sağlık Etkileri
Biyoaerosoller	<i>Bitkiler, hayvanlar, kuşlar, insanlar, yastıklar, yataklar, ev tozları, ıslak veya nemli malzemeler, dış ortam</i>	<i>Enfeksiyon hastalıkları; astım, solunum yolu hastalıkları, allerjik reaksiyonlar; zehirleyici etkiler</i>
İnce partiküler maddeler	<i>Sigara içimi, ısıtma veya yemek pişirme aktiviteleri, toz, toprak, deri döküntüleri, mantar sporları, kağıt ve kumaş fiberlerinden oluşan çökelen tozların tekrar ortama yayılması</i>	<i>Solunum yolları hastalıkları, akciğer fonksiyonları ile ilgili hastalıklar, kalp hastalıkları</i>
Ağır metaller	<i>Sigara içimi, dışarıdan içeriye taşınan parçacıklar, boya, ısınma amaçlı yakıt yakılması</i>	<i>Toksisite, gelişim bozukluğu, üreme bozuklukları</i>
Uçucu Organik Bileşikler	<i>Sigara içimi, parfümler, saç spreyleri, mobilya cilaları, temizlik maddeleri, hobi ve sanat malzemeleri, pestisitler, halı ve iplik boyaları, tutkal, yapıştırıcı ve yalıtım malzemeleri, boyalar, vernikler, yapıştırıcı bantlar, ahşap koruyucular, kuru temizlenmiş elbiseler, güve ilaçları, hava tazeleyici kokular, depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, kirlenmiş sular, plastikler</i>	<i>Bu kirleticilerin çoğu sinirsel/davranışsal zehir, karaciğer zehiridir ve kalbi etkiler</i>
Formaldehit	<i>Kontra plaklar, laminant parkeler, dolaplar, mobilyalar, formaldehit köpük yalıtım katkıları, halı ve kumaşlar, sigara içimi</i>	<i>Uzun süre maruz kalındığında gözlerde sulanmaya, gözlerde ve boğazda yanma hissine, mide bulantısına ve solunum zorluklarına yol açabilir, kanserojendir</i>
Pestisitler	<i>Böcek ve karınca öldürücüler, fare zehirleri, mantar ilaçları, mikrop öldürücüler, ot ilaçları</i>	<i>Bu kirleticilerin bir çoğu beyin ve karaciğer zehiri, üreme zehiri ve hassaslaştırıcıdır, kanserojendir</i>

Kirletici gazlar: Karbon dioksit Karbonmonoksit Azot oksitler Kükürt oksitler	Eksik yanma ürünleri, uygunsuz çalıştırılan gaz veya yağ kazanları sıcak su ısıtıcıları, ocaklar, kömür, odun sobaları, kombiler, havalandırmasız gaz sobaları-kerosen ısıtıcılar, tütün ürünleri, gazlı pişirme sobaları, araç egzozları	Hastalarda boğulma etkisini güçlendirir, frekansını artırır; sağlıklı yetişkin erkeklerde iş gücünü azaltır, baş ağrıları, göz küçülmesi, sağlıklı yetişkinlerde değişken belirtiler gösterebilir; hastalarda kalp-akciğer fonksiyonlarını olumsuz etkiler
Asbest	Boru ve kazan yalıtımı, tavan ve döşeme levhaları, dekoratif spreylere, kaplama ve lambriyerler	Uzun süre soluyanlarda asbestozis hastalığı ve mezotelioma vs. oluşturur
Radon	Binaların bulunduğu yerdeki toprak ve kayaç özellikleri, yeraltı suları, bazı bina malzemeleri	Kanserojendir

Kapalı Ortamları Etkileyen Bazı Kirletici Kaynakları;

a. Biyokütle

Dünyada üç milyondan fazla insan pişirme ve ısınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için biyokütle (ağaç, gübre ve tarımsal kalıntılar, kömür) kullanmaktadır (28). Dünyadaki kronik akciğer hastalığından yıllık ölümlerin üçte birinden fazlası ve akciğer kanseri ölümlerinin yaklaşık % 3'ü, biyokütle ve kömür sobalarından kaynaklanan kapalı ortam hava kirliliğinden kaynaklanmaktadır, bunun da çoğu gelişmekte olan ülkelerdeki fakir kadınlar tarafından oluşturulmaktadır (29). Yoksulluk insanları kirli ev enerjisi uygulamalarına bağımlı kıldığından artan refah ile geleneksel biyokütle yakıtları yerini daha temiz, daha verimli ve daha uygun yakıtlara bırakmaktadır (28).

Biyokütle yakıtı düşük enerjilidir; az ısı verir buna karşın çok fazla kirleticinin ortaya çıkmasına neden olur (9). Kapalı alanlarda açık ateşte veya geleneksel ocaklarda bu yakıtların verimsiz biçimde yakılması, karbon monoksit ve küçük parçacıklar, azot oksitler, benzen, bütadien, formaldehit, poliaromatik hidrokarbonlar ve diğer birçok sağlık zararlı kimyasallardan oluşan yüzlerce kirleticinin salınımına yol açmaktadır (28). Biyokütle yakıtı açığa çıkardığı kirleticilerle çocuklarda akciğer gelişiminde bozulma, alt solunum yolu enfeksiyonlarında artış, düşük doğum

ağırlığı, beslenme yetersizliği, erişkinlerde ise kronik obstruktif akciğer hastalığı, interstisyel akciğer hastalıkları, tuberküloz, akciğer kanseri, kardiyovasküler hastalıklar ve kataraktla ilişkili bulunmuştur (30).

b. Çevresel Sigara Dumanı Maruziyeti

Çevresel sigara dumanı, sigara içen kişinin üflediği dumanla birlikte içe çekmeler arasında sigaranın kendi kendine yanması sırasında açığa çıkan dumanın karışımından meydana gelir (31, 32). Sigara dumanı bazıları farmakolojik olarak aktif, antijenik, sitotoksik, mutajenik ve karsinojenik olan 4000'den fazla madde içerir (33).

Çevresel sigara dumanına maruz kalmanın güvenli bir seviyesi yoktur ve günümüzde çocukların neredeyse yarısı kamuya açık alanlarda tütün dumanıyla kirlenmiş havayı düzenli solumaktadır (34). Çevresel sigara dumanı bebeklerde ani ölüme, çocuklarda alt solunum yolu enfeksiyonları, akciğer fonksiyonlarında azalma, kulak enfeksiyonları ve astıma neden olmaktadır. Bunların yanında çevresel sigara dumanı hamilelerde düşük doğum ağırlığına, yetişkinlerde koroner kalp hastalığı ve akciğer kanseri dahil ciddi kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarına neden olur (31, 34). EPA'nin tahminlerine göre, çevresel tütün dumanı maruziyeti sigara içmeyenlerde yılda

yaklaşık 3.000 akciğer kanseri ölümüne neden olmaktadır (31).

DSÖ' ye göre günümüzde dünya nüfusunun sadece % 18'i ulusal kapsamlı

sigara yasağı yasalarıyla korunmaktadır (34).

Kapalı Ortam Hava Kirliliği İle İlişkilendirilen Durumlar

a.Hasta Bina Sendromu (HBS)

Hasta bina sendromu binada yaşayan kişilerde binada geçirilen zamanla ilişkili olarak ortaya çıkan fakat belirli bir hastalık veya nedene bağlanamayan akut sağlık etkileri olan durum olarak tanımlanır (35).

İlk kez 1970'li yıllarda özellikle bazı özellikleri olan binalarda çalışan kişilerde ortaya çıkmasıyla gündeme gelmiştir. Binada yaşayanlar baş ağrısı; göz, burun veya boğaz tahrişi; kuru öksürük; kuru kaşıntılı cilt; baş dönmesi ve mide bulantısı; konsantrasyon zorluğu; yorgunluk ve kokulara duyarlılık gibi rahatsız edici semptomlardan şikayet ederler. Kişilerin binaya girdiklerinde görülen belirtiler, binadan ayrıldıktan sonra kendiliğinden geçmektedir (35). Belirtiler binada yaşayanların hepsinde görülmemekle birlikte bu binalarda yaşayanlarda genel topluma göre daha sık gözlenmektedir. Bu sendromun görüldüğü binalar genellikle enerji tasarrufu amacıyla yapılan, iyi yalıtımlı, hava akımı az olan binalardır (20).

HBS'nin nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte binaların içindeki sıcaklık, nem, hava akımı, koku, havalandırma durumu, aydınlatma, uçucu organik bileşikler gibi birçok faktörün biraraya gelerek klinik tablonun ortaya

çıkmasında etkili olduğu öne sürülmektedir (20).

Bina ile ilişkili hastalıkta da benzer semptomlar görülmekle birlikte belirtiler klinik olarak tanımlanabilir ve net olarak belirlenebilir nedenlere sahiptir. Hastaların şikayetlerinin geçmesi için ise binadan ayrılışın üzerinden uzun süre geçmesi gerekmektedir (35).

b.Çoklu Kimyasal Duyarlılık Sendromu

Kimyasal maddelere düşük dozda maruz kalmayı takiben, birden fazla organ veya sistemle ilgili çeşitli yakınmaların birkaç saatten birkaç haftaya kadar sürdüğü bir sendromdur. En sık yakınmalar; baş ağrısı, halsizlik, yorgunluk, adale ağrısı, konsantrasyon güçlüğüdür. Tablonun ağır seyrettiği hastalar bazı ortamlara girdikleri zaman rahatsızlıklarının arttığını bildiklerinden bu ortamlara girmekten çekinirler. Ortamda bulunan kimyasalların kontrolü ve rahatsızlık veren maddelerle temastan kaçınmak yarar sağlar (20).

Sonuç olarak hava kirliliği dünyanın önde gelen sağlık risklerinden biri olup, tarih boyunca olduğu gibi günümüzde de önemini koruyan önemli bir halk sağlığı problemidir. Gerekli önlemlerin alınabilmesi için sürekli izlem çalışmalarının yayılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Aydınlar, B., Güven, H., & Kirksekiz, S. (2009). *Hava Kirliliği Nedir, Ölçüm ve Hava Kalite Modelleme Yöntemleri Nelerdir. Sakarya Üniversitesi. Sakarya.*
2. Velicanil, S. (1980). *Koruyucu ve Sosyal Tıp. Filiz Kitabevi, 177-239.*
3. World Health Organization (WHO). (2000). *Air quality guidelines for Europe.* http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8681/Air_quality_guidelines.pdf?sequence=3 Erişim tarihi:10.07.2017
4. Güler, Ç.& Akın L (2015). *Halk Sağlığı Temel Bilgiler. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 670-748.*
5. United States Environmental Protection Agency *Terms of Environment; Glossary, Abbreviations and Acronyms.* <http://infohouse.p2ric.org/ref/01/00402/aterms.html> . Erişim tarihi:10.07.2017
6. Forouzanfar, M. H., Alexander, L., Anderson, H. R., Bachman, V. F., Biryukov, S., Brauer, M., ... & Delwiche, K. (2015). *Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. The Lancet, 386(10010), 2287-2323.*
7. Akdur, R. (2009). *Hava Kirliliği ve Çözümler.* <http://www.recepakdur.com> Erişim tarihi: 10.07.2017
8. Akdur, R., Çöl, M., Işık, A., İdil, A., Durmuşoğlu, M., & Tunçbilek, A. (1998). *Halk sağlığı. Baskı, Ankara. AÜ TF Antıp AŞ Yayınları, 80-94.*
9. Sağlık Bakanlığı. (2010). *Türkiye'nin Hava Kirliliği Ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım.* http://www.ihs.gov.tr/ihsmkronik/dosya/turkiyenin_havakirliligi_veiklimdegisikligi_sorunlari.pdf Erişim tarihi:10.07.2017
10. World Health Organization. (2016). *Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease.* <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250141/1/9789241511353-eng.pdf?ua=1> Erişim tarihi: 10.07.2017
11. International Agency for Research on Cancer, & World Health Organization. (2013). *IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. No. 221. World Health Organization.*
12. Tekbaş, Ö. F. (2010). *Çevre Sağlığı. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basım Evi. Ankara. 5;143-156*
13. Elbir, T., Müezzinoğlu, A., & Bayram, A. (2000). *Evaluation of some air pollution indicators in Turkey. Environment International, 26(1), 5-10.*
14. Temiz Hava Hakkı Platformu;Türkiye 'de Hava Kirliliği: Kara Rapor <http://enerjimasasi.org/reportUpload/201608021208206137.pdf>. Erişim tarihi: 08.06.2017
15. Schnelle Jr, K. B., Dunn, R. F., & Ternes, M. E. (2015). *Air pollution control technology handbook. CRC press. 1;1-12.*
16. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011).*Çevre Sağlığı, Hava Kirliliği.* http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf Erişim tarihi: 08.06.2017
17. World Health Organization, & UNAIDS. (2006). *Air quality guidelines: global update 2005.* http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdfWorld Health Organization.
18. Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargın, M., & Bülbül, B. (2006). "Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu" Paneli Ardından. *Tıp Dergisi, 33, 105-12.*
19. Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri <http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/bilgi-dokumanlar/halk-sagligina-yonelik> Erişim tarihi: 08.06.2017
20. Bilir, N., & Yıldız, A. N. (2004). *İş sağlığı ve güvenliği. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 12;193-203, 30;377-380.*
21. United States Environmental Protection Agency, *Particulate Matter (PM) Basics.* <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics> Erişim tarihi: 08.06.2017
22. Hava Kalitesi Değerlendirme Ve Yönetimi Yönetmeliği <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm> Erişim tarihi: 08.06.2017
23. Hava Kalitesi İndeksi. <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html> Erişim tarihi: 08.06.2017

24. *Air Quality Index (AQI) Basics*.
<https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
Erişim tarihi: 08.06.2017
25. Stellman, J. M. (Ed.). (1998). *Encyclopaedia of occupational health and safety*. International Labour Organization. 44; 1-30
26. Vaizoğlu, S. A., Tekbaş, Ö. F., & Evcı, D. (2000). Kapalı ortam hava kalitesi, sağlığa etkisi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi STED*, 9(11), 417-419.
27. World Health Organization. (2014). *Burden of disease from household air pollution for 2012*. World Health Organization,
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March2014.pdf
Erişim tarihi: 08.06.2017
28. World Health Organization. (2006). *Fuel for life: household energy and health*. World Health Organization.
<http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlif e.pdf> Erişim tarihi: 08.06.2017
29. World Health Organization (WHO). (2011). *Health in the Green Economy, Co-benefits to health of climate change mitigation—housing sector*. World Health Organization.
<http://www.who.int/hia/hgehousing.pdf> Erişim tarihi: 08.06.2017
30. Fullerton, D. G., Bruce, N., & Gordon, S. B. (2008). *Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(9), 843-851.
31. United States Environmental Protection Agency, *Indoor Air Quality (IAQ), Secondhand Tobacco Smoke and Smoke-free Homes*
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/secondhand-tobacco-smoke-and-smoke-free-homes> Erişim tarihi: 08.06.2017
32. Çobanoğlu, N., & Kiper, N. (2006). Bina içi solunan havada tehlikeler. *Çocuk sağlığı ve hastalıkları dergisi*, 49(1), 71-75.
33. *Tütün Ürünleri ve Zararları*.
<http://www.havanikoru.org.tr/tutun-hakkinda/tutun-urunleri-ve-zararlari.html> Erişim tarihi: 08.06.2017
34. World Health Organization, *Tobacco*.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/> Erişim tarihi: 08.06.2017
35. *Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome*, United States Environmental Protection Agency.
https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf Erişim tarihi: 08.06.2017