

## Bina içi solunan havada tehlikeler

Nazan Çobanoğlu<sup>1</sup>, Nural Kiper<sup>2</sup>

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi <sup>1</sup>Pediyatri Uzmanı, <sup>2</sup>Pediyatri Profesörü

**SUMMARY:** Çobanoğlu N, Kiper N. (Department of Pediatrics, Hacettepe University Faculty of Medicine, Ankara, Turkey). Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2006; 49: 71-75.

The increase in air pollution in door to air pollution levels detrimental to our health is one of the important problems of this century. As most of the lung maturation is completed during the postnatal period and in early childhood, and because of the physiological nature of infancy and childhood, air pollution affects children more than adults. As children spend most of their times indoors, their primary exposure to air pollution comes from breathing the air inside homes and schools rather than outdoors. There is an important relation between air pollution and asthma exacerbations, preterm births, low birth weights, lung development defects, infant deaths, cancer, and many immunological, neurological, reproductive and pulmonary diseases.

*Key words: air pollution, indoor, children.*

**ÖZET:** Sağlık açısından tehdit edici düzeydeki hava kirliliği yüzyılımızın en önemli sorunlarından biridir. Akciğerlerin gelişimi büyük oranda doğum sonrasında ve erken çocukluk döneminde gerçekleştiği için ve fizyolojik yapılarından dolayı çocuklar hava kirliliğinden erişkinlere göre daha çok etkilenirler. Çocuklar zamanlarının çoğunu bina içlerinde geçirdikleri için okul ve ev içi hava kirliliği de bina dışı hava kirliliği kadar öneme sahiptir. Astım eksazerbasyonları, prematüre doğumlar, düşük doğum ağırlıkları, akciğer gelişim defektleri, bebek ölümleri, kanser ve pek çok immünolojik, nörolojik, üremeye ilgili ve solunumsal hastalıklar ile hava kirliliği arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır.

*Anahatar kelimeler: hava kirliliği, bina içi, çocuk.*

Son yüzyılın önemli sorunlarından biri güvenli düzeyin üzerine çıkmış olan hava kirliliğinin yaratmış olduğu sağlık problemleri ve tehlikeleridir. Çocuklar hava kirliliğinin olumsuz etkilerine erişkinlere göre daha açıktırlar. Çünkü alveollerin %80'i postnatal olarak oluşur ve akciğerlerin tam gelişimi 6-8 yaşına dek devam eder<sup>1,2</sup>. Çocuklar bir dakikadaki solunum sayılarının daha hızlı olması ve fiziksel aktivitelerinin daha çok olması nedeniyle erişkinlere kıyasla daha fazla solunumsal toksik maddeye karşılaşırlar<sup>3</sup>. ABD'de 1971 yılında Temiz Hava Hareketi (Clean Air Act) oluşturulmuş ve altı kriter hava kirletici madde (criteria air pollutants) yani ozon, partikül madde, sülfür dioksit, nitrojen dioksit, karbon monoksit, kurşun ve 189 adet toksik veya tehlikeli hava kirletici madde (hazardous air pollutants) tanımlanmıştır<sup>4</sup>. Bu hava kirletici maddeler

kusma gibi akut hastalıklara, kanser gibi kronik hastalıklara, ayrıca immünolojik, nörolojik, üremeye ilgili, gelişimsel ve solunumsal hastalıklara yol açarlar.

Çocuklar zamanlarının çoğunu bina içlerinde geçirdikleri için okul ve ev içi hava kirliliği bizim için daha da önem kazanmaktadır. Soğuk ülkelerdeki binalarda merkezi ısıtma sistemi ve sıcak ülkelerde soğutma sistemlerinin sık kullanıma geçmesi nedeniyle bina içi hava değişimi ve temiz havanın bina içine girişi kısıtlı hale gelmiştir. Bu nedenle bina içi hava kirliliğinin önemi artmıştır. Bina içi pek çok hava kirletici madde olmasının yanında bina dışı hava kirliliği de bina içi ortamı belirgin şekilde etkilemektedir.

Bina içi hava kirliliğine neden olan etkenler yemek pişirmek için kullanılan yakıtlar, pişirme sonrasında açığa çıkan duman, modern

bina yapım maddeleri, izolasyon maddeleri, koruyucu maddeler, mobilya boya, temizlik maddeleri, kişisel bakım ürünleri, pestisitler, evde beslenen hayvanlar, iyonizan radyasyon ve hava temizleme cihazlarının kullanımınıdır. Hava temizleme cihazları küfler, mantarlar, bakteriler gibi biyolojik ürünler yanında toz ve mineral lifler gibi çeşitli kirletici maddelerin ev içine yayılmasına neden olurlar. Ayrıca bina içi hava kirliliğine neden olan ve sağlığı tehdit edici çok önemli bir faktör de çevresel sigara dumanıdır<sup>5,6</sup>.

Bina içi hava kalitesi de insan sağlığı açısından büyük önem taşır. Bina içi hava kalitesine iyi diyebilmemiz için sıcaklığın 19-23°C arasında, göreceli nem oranının %40-60 olması ve hava akım hızının 0.1 m/sn olması gerekir. Bina içi nem oranının %70'den yüksek olması küf mantarı oluşma riskinin artırır. Bina içi akım hızının da 0.3 m/sn'nin üzerinde olması hava ısısında 1°C'lik düşüşe neden olur<sup>7,8</sup>.

Bina içi hava kirliliğine neden olan faktörlerin başlıcaları; bakteriler, mantarlar ve diğer mikroorganizmalar, nitrojen oksitler, mineral lifler, radon 99, formaldehid, çözücüler, pestisitler ve poliklorinize bifeniller, besinsel tozlar, evcil hayvanlar ve laboratuvar hayvanları, çevresel sigara dumanıdır.

#### *Bakteriler, mantarlar ve diğer mikroorganizmalar*

Bunlardan en iyi bilineni Legionella'dır. İlk kez 1976 yılında Philadelphia otelinde toplantı yapan Amerikan askerlerinden 182'sinin pnömoni olması ve bunlardan 29'unun tanesinin ölmesiyle tanımlanan mikroorganizma Legionella pneumophila olarak adlandırılmıştır. Legionella salgınları kontamine suların aerosol haline gelmesi ve bunların inhalasyonu sonucunda oluşur. Duşlar, musluktan suyun hızlı ve çevreye sıçrayarak akması ve su fişkırtan düzenekler sonucunda su aerosol haline gelir. Ayrıca oda nemlendiricileri de bir kaynak olabilirler<sup>9</sup>.

Bina içi havanın mikrobiyolojik kontaminasyonu sonucunda ekstresek allerjik alveolit, nemlendirici ateşi, astım, allerjik rinit, hasta bina sendromu ve enfeksiyonlar görülebilir. Bina içi havanın mikrobiyolojik kontaminasyon kaynakları nemlendirici cihazlar, soğutucu cihazlar ve su sızıntılarıdır<sup>10</sup>.

Sık görülen etkenler Micropolyspora faeni, Thermoactinomyces vulgaris, Aspergillus fumigatus; daha az sıklıkla görülen etkenler

Penicillium türleri, Aureobasidium pululans, Bacillus subtilis, Sphaeropsidales türleri, Cytophaga allerginae, Trichosporon cutaneum, Merulius lacrymans, Stachybotrys chartarum (S. atra) dır.

*Ekstresek allerjik alveolit:* Bu hastalığın akut ve kronik olarak iki şekli vardır. Akut şekli 6-8 saat içinde başlar ve 'grip-benzeri' hastalık, ateş, titreme, nefes darlığı, öksürük ve genel yaygın ağrılar görülür. Kronik şekli düşük düzeyde uzun süreli karşılaşma sonucunda oluşur ve kilo kaybı, nefes darlığı görülür. Alveol içindeki enflamasyon skar dokusunun oluşmasına neden olur<sup>11</sup>.

*Nemlendirici ateşi:* Semptomlar ekstresek allerjik alveolite benzer ve 6-8 saat içinde başlar, ancak ondan farklı olarak uzun süreli maruziyet toleransa neden olabilir. Genellikle uzun süreli bir sekeli yoktur ve tam iyileşme görülebilir<sup>12</sup>.

*Hasta Bina Sendromu (HBS):* Belli bir binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan ancak bu ortamdan uzaklaşınca kaybolan semptomlar "Hasta Bina Sendromu" olarak adlandırılır. Ana semptomlar gözlerde yanma ve sulanma, burun tıkanıklığı, akıntısı ve hapşırma, boğazda kuruluk, letarji, baş ağrısı ve bazen astımdır. Baş ağrısı genelde alnın iki tarafında ve göz arkalarında, zonklayıcı olmayan, künt karakterdedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarla HBS semptomları ve bazı mantar tipleri arasında ilişkisi olduğu gösterilmiştir<sup>13</sup>. Küf mantarları en iyi bilinen allerjenlerdir, fakat belli bazı mantarlar çok daha ciddi sağlık problemlerine yol açabilir. Stachybotrys chartarum (atra olarak da bilinir) 1993 yılında Cleveland Ohio'da neden olduğu pulmoner hemoraji ve hemosiderozis salgınıyla hasta bina sendromu arasında ayrı bir öneme sahip olmuştur. Araştırmacılar tarafından hastalığın Stachybotrys sporlarının inhalasyonu sonucunda oluştuğu düşünülmüştür<sup>14,16</sup>. Stachybotrys diğer mantarlar gibi çoğalmak için neme ve selüloz maddeye gereksinim duyar. Toksik etkisini trichothecenes olarak bilinen kimyasal metaboliti aracılığıyla oluşturur. Bu mantar pulmoner hemoraji ve hemosiderozisten başka immün hücre sayısında süpresyon, nörolojik ve solunumsal problemlere (baş ağrısı, sersemlik, hafıza kaybı, kronik yorgunluk, döküntü ve konjunktivit) yol açar.

### Nitrojen oksitler

Endüstriyel ortamlarda çalışanlar nitrik oksite (NO) ve nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), nitröz asit ve nitrik asitle karşılaşılır. Ev içi ortamlarda ise daha çok NO ve NO<sub>2</sub> suda çözünmeyen görülür. Bina içi en iyi bilinen NO<sub>2</sub> kaynakları yemek pişirmek için kullanılan gazlı ve benzinli ocaklar ve sigara dumanıdır. Kış aylarında bina içi NO<sub>2</sub> düzeyleri bina dışı düzeylerin 2-3 katı miktarda bulunurken yaz aylarında hemen hemen eşittir.

NO<sub>2</sub> suda çözünmeyen bir gazdır ve üst solunum yollarındaki mukus salgıları aracılığıyla az miktarda dışarı atılabildiği için inhale edildikten sonra alt solunum yollarına dek penetre eder. Yüksek düzeylerde inhale edilirse paroksizmal öksürük, hısıltı, kanlı balgam, bulantı, kusma, dispne, yorgunluk ve anksiyete görülebilir. Ayrıca solunum yetmezliğine bağlı ölüm görülebilir. Yaşayan kişiler ikinci bir akut hastalıkla karşı karşıya kalırlarsa birincisinden daha ağır geçirebilirler<sup>17</sup>.

### Mineral lifler

Asbest yüksek lifli, basınca ve ısıya dayanıklı, kimyasal olarak inert ve yüksek elektriksel dirence sahip bir grup minerale verilen isimdir. İki gruptan oluşurlar: serpentin (serpentine) ve amfibol (amfibol). Serpentin grubunda bir adet mineral vardır, bu da krizotildir (chrysotile) ve asbest olarak bilinen mineral budur (beyaz asbest). Diğer grup mineraller amfiboldür. Bunlar krosidolit (mavi asbest), amosit (kahverengi asbest), antofilit, tremolit, aktinolitdir. Asbest grubundan başka doğal mineral lifler de vardır: attapulgit, sepiolit, mollastonit. Ayrıca bir grup yapay mineral lifler vardır; bunlara "man-made mineral fibres" (MMMMF) denir.

Mineral lifler en sık tekstil alanında ve ısı, elektrik ve akustik izolasyon malzemesi olarak kullanılırlar. Ayrıca fren ve debriyaj balatalarında da kullanılırlar<sup>18</sup>.

Mineral liflerle karşılaşan kişilerde plevra ve periton tümörleri (mezotelyoma) ve akciğer kanserleri sık görülür<sup>19</sup>.

### Radon

Radon bir soy gazdır ve uranyum yıkım ürünleri arasında bir ara basamaktır. Üç tip radyasyon vardır: alfa, beta ve gamma. Radon alfa radyasyona sahiptir.

Radon bir binaya topraktan, bina temel malzemesinden ve bina yapımında kullanılan malzemedan girer. Bina içi havada bulunan partikül sayısının sigara içilmesi gibi bir nedenle artması durumunda daha fazla miktarda radon bu partiküllere tutunma ve inhale edilme riskine sahiptir<sup>20</sup>. Bina içi havada radon miktarının fazla olması akciğer kanseri görülme riskini artırır<sup>21</sup>.

### Formadehit

Formaldehitin bina içi kaynakları kereste ve kontrplak kullanılan ev ve mobilya malzemeleridir. Ayrıca sigara dumanından da bina içi havaya yayılır. Formaldehit tıbbi laboratuvarlarda prezervatif ve fiksatif olarak kullanılır. Ayrıca kozmetik malzemelerde, dezenfektanlarda, fotoğrafçılık malzemelerinde ve tahta ürünleri koruyucu malzemelerde bulunur<sup>22</sup>.

Daha önceden bina dışı hava kirliliğinde de anlatıldığı gibi formaldehit gözlerde, burunda ve boğazda irritasyona, öksürük, hısıltı, göğüs ağrısı ve bronşit oluşumuna neden olur. Formaldehitin kronik inhalasyonu da nazal epitelde ve diğer solunum yolu epitelinde zedelenmeye neden olur. Kronik formaldehit inhalasyonu akciğer ve nazofarengeal kanser insidansında artışa neden olmaktadır<sup>23</sup>.

### Uçucu organik bileşenler (UOB) ve pestisitler

Bina içi UOB konsantrasyonları bina dışı konsantrasyonlara göre iki kat daha fazladır. UOB'in bina içi kaynakları: kuru temizleme ile temizlenmiş giysiler (tetrakloroetilen); oda kokuları, mobilya koruyucuları ve güve öldürücü ilaçlar (para-diklorobenzen); bina yapım malzemeleri (formaldehit, stiren); tutkal ve daksil gibi büro malzemeleri (1, 1, 1-trikloroetilen) ve boya ve vernik (toluen, ksilen)tir.

Bu maddelerle akut karşılaşma SSS depresyonu, baş ağrısı, yorgunluk, konfüzyon, gözlerde burunda ve boğazda yanma yaparken, kronik karşılaşma psiko-organik sendrom veya pre-senil demans tablosuna yol açar. Benzenin kronik karşılaşması kemik iliği zedelenmesine ve buna bağlı olarak hematolojik hastalıklara ve lösemiye yol açabilir<sup>6</sup>.

Pestisitler dört kimyasal gruptan oluşurlar: organofosfatlar, karbamatlar, piretroidler ve organoklorinler. Diklorvos (organofosfat grubundan) ve para-diklorobenzen dışındaki pestisitler çok düşük buharlaşma basıncına sahiptir. Bu nedenle bina içi havasında az

oranlarda bulunurlar. Diklorvos bir organofosfattır ve kolinesteraz inhibisyonuna neden olarak etki gösterir. İnhalasyonunda baş ağrısı, bulantı, kusma görülür. Yüksek miktarlardaki inhalasyonunda bilinç bulanıklığı, solunum yolları sekresyonlarında artış ve ölüm görülebilir. Para-diklorobenzen ise katarakta ve karaciğer zedelenmesine neden olabilir<sup>24</sup>.

#### Besinsel tozlar

Buğday, mısır, pirinç, arpa gibi tahıllar (ve unları), tahta çeşitleri, kahve, şeker kamışı, çay ve tütün yaprağı, saman, pamuk, keten, kenevir gibi maddelerden açığa çıkan tozlar akut ve kronik enflamasyon yoluyla pek çok solunum yolu hastalığına neden olur. Bunlar astım, hipersensitivite pnömonisi ve bronşit şeklinde ortaya çıkar. Besinsel tozlar daha çok meslek hastalığına yol açarlar. En sık karşılaşılan kişiler çiftçiler, fırıncılar, değirmencilerdir<sup>25</sup>.

#### Evcil hayvanlar ve laboratuvar hayvanları

Hayvan tüyleri ve tüylerin arasında bulunan ölü deri dokusu parçalarının en iyi bilinen etkileri allerjik reaksiyonlardır. Bunlar allerjik nezleden astuma dek değişen bir yelpazede solunum yolu hastalıklarına neden olurlar. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda gösterilen hipersensitivite insidansları şu şekildedir<sup>26</sup>: sıçan %56.5, tavşan %37, fare %37, kobay %24, kedi %12.9, köpek %9.6, hamster %1.6.

Evde kuş besleyenlerde allerjik reaksiyonlardan başka görülebilen en önemli hastalık akciğer kanseridir. Yapılan bir çalışmada evlerinde kuş besleyenlerde akciğer kanserinin beslemeyenlere oranla 6.7 kez daha fazla görüldüğü gösterilmiştir<sup>27</sup>.

#### Çevresel sigara dumanı

Çevresel sigara dumanının üç kaynağı vardır: İçeride çekmeler arasında sigaranın kendi kendine yanması sırasında açığa çıkan duman; kişinin içine çekmesi sırasında dudaklarının kenarından dışarı kaçan ve daha sonra dışarıya doğru üflediği duman; sigara kağıdı ve filtresinden yayılan gaz ve diğer maddeler. Bu kaynaklardan içeriği en toksik olanı sigaranın kendi kendine yanması sırasında açığa çıkan dumdur. Çevresel sigara dumanı 3800'den fazla çeşitte kimyasal bileşenden oluşur. Sigara dumanında bulunan başlıca toksik maddeler katran, nikotin, karbon monoksit, karbon dioksit, amonyak, nitrojen

oksitler, fenoller, katekol ve benzo[a]pyrene'dir. Sigara dumanı en iyi bilinen karsinojenik maddedir. Ayrıca pek çok sistemi ilgilendiren önemli hastalıklara yol açabilir<sup>28,29</sup>.

#### KAYNAKLAR

1. Dietert RR, Etzel RA, Chen D, et al. Workshop to identify critical windows of exposure for children's health: immune and respiratory systems work group summary. Environ Health Perspect 2000; 108 (suppl 3): 483-490.
2. Plopper CG, Fonucchi MV. Do urban environmental pollutants exacerbate childhood lung diseases? Environ Health Perspect 2000; 108: A252-A253.
3. Plunkett LM, Turnbull D, Rodnicks JV. Differences between adults and children affecting exposure assessment. In: Guzelian PS, Henry CJ, Olin SS, (eds). Similarities and Differences Between Children and Adults: Implications for Risk Assessment. Washington, DC: ILSI Press; 1992: 79-96.
4. Clean Air Act, 33 United States Code Sec. 1241 Et Esq., 1971.
5. Sexton K, Adgate JL, Church TR, et al. Children's exposure to environmental tobacco smoke: using diverse exposure metrics to document ethnic/racial differences. Environ Health Perspect 2004; 112: 392-397.
6. Wallace LA. Human exposure to volatile organic pollutants: implications for indoor air studies. Annu Rev Energy Environ 2001; 26: 269-301.
7. World WHO. Air Quality Guidelines for Europe Copenhagen. WHO, 1987.
8. Seifert B. (1990) Regulating indoor air. 5, 15-33. Proceedings of the fifth International Conference on Indoor Air Quality. Conference Secretariat, Ottawa, Canada, 1990.
9. Bartlett CLR, Macree AD, MacFarlane JT. Legionella Infections. London: Edward Arnold Ltd, 1986.
10. Arundel AV, Sterling EM, Biggin JH, Sterling TD. Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. Environ Health Perspect 1986; 65: 351-361.
11. Van Assendelft A, Forsen RO, Keskinen H, Alanko K. Humidifier associated extrinsic allergic alveolitis. Scand J Work Environ Health 1979; 5: 35-41.
12. Austwick PK, Davies PS, Cook P, Pickering CA. Comparative microbiological studies in humidifier fever. In Maladies des climatiseurs et des humidificateurs. Molina C, ed., INSERM Symposium, No. 135, 1986: 155-164.
13. Cooley JD, Wong WC, Jumper CA, et al. Correlation between the prevalence of certain fungi and Sick Building Syndrome. Occup Environ Med 1998; 55: 579-584.
14. Etzel RA, Montana E, Sorenson WG, et al. Acute pulmonary hemorrhage in infants associated with exposure to Stachybotrys atra and other fungi. Arch Pediatr Adolesc Med 1998; 152: 757-762.
15. Flappan SM, Portnoy J, Jones P, Barnes C. Infant pulmonary hemorrhage in a suburban home with water damage and mold (Stachybotrys atra). Environ Health Perspect 1999; 107: 927- 930.

16. Johanning E, Biagini R, Hull D, et al. Health and immunology study following exposure to toxigenic fungi (*Stachybotrys chartarum*) in a water-damaged office environment. *Arch Occup Environ Health* 1996; 68: 207-218.
17. Shima M, Adachi M. Effect of outdoor and indoor nitrogen dioxide on respiratory symptoms in schoolchildren. *Int J Epidemiol* 2000; 29: 862-870.
18. Brown RC, Hoskins JA, Miller K, Mossman BT. Pathogenetic mechanisms of asbestos and other mineral fibres. *Mol Aspects Med* 1990; 11: 325-349
19. Peto J, Seidman H, Selikoff IJ. Mesothelioma mortality in asbestos workers: Implications for models of carcinogenesis and risk assessment. *Br J Cancer* 1982; 45: 124-132.
20. Maghissi AA, Seiler MA. Enhancement of exposure to radon progeny as a consequence of passive smoking. *Environ Int* 1989; 15: 261-264.
21. Kunz E, Serc J, Placek V, Horacek L. Lung cancer in man in relation to different time distribution of radiation exposure. *Health Phys* 1979; 36: 699-706.
22. Blair A, Stewart PA, Hoover RN, et al. Mortality among industrial workers exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst* 1986; 76: 1071-1084.
23. WHO. Environmental Health Criteria for Formaldehyde. Vol 89. Geneva: World Health Organization, 1989.
24. Landrigan PJ, Claudio L, Markowitz SB, et al. Pesticides and inner-city children: exposures, risks, and prevention. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 431-437.
25. Howarth RF. Grain dust; some effects on health. HSE Research Paper 28. London: Health and Safety Executive, 1989.
26. Agrup G, Belin L, Sjöstedt L, Skerfving S. Allergy to laboratory animals in laboratory technicians and animal keepers. *Br J Ind Med* 1986; 43: 192-198.
27. Holst PA, Kromhout D, Brand R. For debate: pet birds as an independent risk factor for lung cancer. *BMJ* 1988; 297: 1319-1321.
28. Chilmonczyk BA, Salmun LM, Megathlin KN, et al. Association between exposure to environmental tobacco smoke and exacerbations of asthma in children. *N Engl J Med* 1993; 328: 1665-1669.
29. Klonoff-Cohen HS, Edelstein SL, Lefkowitz ES, et al. The effect of passive smoking and tobacco exposure through breast milk on sudden infant death syndrome. *JAMA* 1995; 273: 795-798.