



































Barla ve Karakuş Dağları Batı Uzantılarının Jeomorfoloji Haritasına Ait Açıklamalar.

 Fay diklikleri. (Fault scarps)	 Fay breşleri. (Fault breccia)
 Örtülü faylar (Covered faults)	 Yamaç enkazı. (Slope ruins)
 Bindirme hattı. (Joint lines)	 Bataklık. (Marsh)
 Parçalanmış üst Pliosen sathları. (Torn upper pliocene surfaces)	 Kaynaklar. (Spring)
 Plio-Kuaterner dolgu ve üzerindeki aşınım sathları. (Plio-Quaterner filling and erosion surfaces over)	 Subatan. (Sinkhole)
 Havza kenarındaki Kuaterner aşınım kademeleri. (Quaterner erosion levels near river basins)	 Obruk. (Openpit)
 Vadi oluğu. (Trough valley)	 Dolin. (Doline)
 Gömük vadi. (Buried valley)	 Uvata. (Uvata)
 Asılı vadiler (Suspended valley)	 Mağara. (Cave)
 Kapma (Capture)	 Traverten. (Travertein)
 Badlands (Badlands)	 Nivo-karstik şekiller. (Nivo-karstic figures)
 Kayma (Lend slide)	 Bozulmuş nivo-karstik şekiller. (Spoilt nivo-karstic figures)
 Aşınımına bağlı belirgin diklikler (Specific scarps caused by erosion)	 Lapy a oluşumları ile şekillenmiş sahalar. (Aries formed by lapies)
 Belirgin tepeler (Specific hills)	 Geçici akarsu. (Sesonal streams)
 Alüviyal dolgu. (Alüviyal fillings)	 Devamlı akarsu (Perennial streams)
 Akarsu taraçaları (River terraces)	 Göllet (Puddle)
 Birikinti konisi (Accumulation cones)	 Yerleşmeler. (Provinces)



# BİNA İÇİ HAVA KALİTESİNİN ÖNEMİ VE SAĞLIĞA ETKİLERİ ÜZERİNE BİR DENEME

(An Investigation on the Importance of Indoor Air Quality and Health Issues)

Dr. Sultan (Külçür) BAYSAN\*

## ÖZET

*Bu araştırma bina içi hava kalitesini ve bunu etkileyen faktörleri ele alarak, kötü hava kalitesinin sağlık üzerine etkileri üzerinde durmaktadır. Amaç, konunun sağlık açısından gösterdiği öneme ve kötü hava kalitesinin sağlığa etkilerine dikkat çekerek, turistik tesislerde konuya verilen önemin artırılmasına ve konuyla ilgili sınırlı sayıda bulunan Türkçe literatüre katkıda bulunmaktır. Araştırmalar, bina içindeki kötü hava kalitesinin ağız, burun ve göz mukozası başta olmak üzere küçük çaplı semptomlardan, ciddi solunum yolu rahatsızlıklarına kadar etken olabildiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada hava kalitesini etkileyen faktörler ile kötü hava kalitesinin insan sağlığına etkileri ve iyi hava kalitesi için gerekli önlemler üzerinde durulmaktadır. Bu önlemler arasında bina içi iyi hava kalitesini sağlamak için havadaki zararlı gaz ve bileşikler ile partikül maddelerin kaynağının bulunması ve bunların elimine edilmesi gösterilmektedir.*

*Anahtar kelimeler: Bina içi Hava Kalitesi, Isıtma, Havalandırma, Air-Conditioning (HVAC), Sağlık*

## ABSTRACT

*This paper aims to draw attention to the importance of indoor air quality. It investigates the effects which cause poor quality of air, aims at researching the health issues which are influenced by the poor air conditions indoors. It touches upon quality of air in tourist establishments and aims to add to Turkish literature on which there are only few studies. This paper focuses on how the issue be made operational by giving the ways to comply to the indoor air quality standards. It shows that the health problems related with the poor air quality indoors starts with small mukous membrane problems to respiratory and other serious illnesses. In order to prevent poor indoor air quality requirements of the stan-*

---

\*Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edb. Fak. Coğrafya Böl. 10100 Balıkesir, sbaysan@balikesir.edu.tr



dards by the WHO and ASHRAE should be complied. To do this, the effects of harmful gases and particule matter should be carefully monitored and these substances should be eliminated.

*Key words: Indoor Air Quality, Heating, Ventilating, Air-Conditioning (HVAC), Health*

## 1. Giriş

Türkiye'de henüz dışarı hava kalitesinin sağlanmadığı Bursa ve Balıkesir gibi birçok il varken, bina içi hava kalitesinin sağlanmasından bahsetmek önemsiz gibi görünmektedir. Bugün özellikle Türkçe literatür bina-içi hava kalitesinden ziyade dışarıdaki hava kirliliği ile havadaki kirliliğinin kontrolü konusunda yoğunlaşmış durumdadır (Borat, 1983, Müezzinoğlu, 1987a & 1987b). Oysa, insan Uluslararası Oteller Çevre İnisiyatifi'ne göre (International Hotels Environment Initiative, IHEI), yaşamının 10'da 9'unu bina içlerinde ve bu zamanın %65'ini kendi evinde geçirmektedir<sup>1</sup>. İnsanın günlük 10-20 m<sup>3</sup> civarında hava tükettiği (IHEI, 1993: 95) ve zamanının büyük bölümünü kötü hava sirkülasyonu içinde geçirdiği düşünülürse, bina içi sirkülasyonun ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmakta, ofis, konut ve endüstriyel özelliği olmayan iç ortamlardaki hava kalitesi endişe yaratmaktadır (Spengler, Hollowell, Moschandreas ve Fanger, 1982; NRC, 1981). Günümüzde, bina içindeki havayı kirletici konsantrasyonların, dışarıdaki seviyeden çoğunlukla daha yüksek olması dış ortamdaki kirleticilere maruz kalmak kadar önemli görülmektedir (Özkaynak, 1997: 10). Buna örnek olarak kış aylarında Balıkesir'de binaların yaygın olarak kullanılmakta olan kalitesiz kömür ile ısıtılması (Koç, 1997) ve egsoz gazları dolayısıyla meydana gelen yanma ürünlerinin bina içlerinde de rahatsızlık yaratması örnek gösterilebilir.

Bina içi hava kalitesi konusu ülkemiz için yeni bir konudur. Hatta Türk Çevre Mevzuatı'nda dahi bu konuya atıf bulunmamaktadır (TÇV, 1992). Oysa İnternet'te yapılan kısa bir arama dahi bu konunun İngilizce literatürde ne kadar geniş bir çalışma alanına sahip olduğunu göstermeye yeter<sup>2</sup>. Ayrıca International Journal of Indoor Air Quality; Teacher's Guide to Indoor Air Quality, Residential Indoor Air Quality; TECHCLEAN Indoor Air Quality Solutions, Features; ASHRAE Journal ve Indoor Air Quality Management Programs bu konuda dergiler, rehberler, hava kalitesini sağlamaya yönelik çalışmalar ve bu konuda uygulanan programlara yönelik birkaç örnektir. Türkçe literatürde bu konuda çalışma sayısı sınırlıdır. Bu alanda Tesisat Mühendisleri Derneği'nin ASHRAE'nin (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) yayınlarından çeviri el kitapları örnek olarak gösterilebilir (Derbentli, 1997, Genceli, 1997 ve Özkaynak, 1997). İngilizce literatür, bina içi hava kalitesi karşılığı olan 'Indoor Air Quality' kelimelerini IAQ, ve ısıtma, havalandırma ve

<sup>1</sup> P1 <http://www.nsc.org/ehc/indoor/teachers.htm>

<sup>2</sup> Havalandırma hakkında <http://www.council82.org/ventilation.html>; standartlar hakkında <http://www.ashrae.org/index/htm>; bina içi hava kalitesi ve iklim dergisi için <http://www.munksgaard.dk/indoor.air/in0703.html> adreslerine bakınız.



air-conditioning karşılığı olan Heating, Ventilation and Air-Conditioning kelimelerini ise HVAC olarak kısaltmıştır. Bu araştırmada da son olarak verilen bu kısaltma kullanılmaktadır.

Önceleri sadece ısı ayarlamalarıyla bina içinde konfor sağlamaya yönelik air-conditioning gibi yöntemler uygulanırken, günümüzde sağlık bina içi iyi hava kalitesinin sağlanmasında ön planda tutulmaktadır. Artık otellerde hiç sigara içilmeyen odalar ayrılmakta, kirli hava filtreleri, kötü solvent kullanımı, bilgisayar ve diğer elektronik ekipmanda kullanılan katot-ışın gösterim tüplerinin olası hastalık yapıcı etkileri izlenmektedir. Ayrıca floresan aydınlatmasının da rahatsızlığa neden olduğundan şüphelenilmektedir (Fawcett, 1988a: 150).

İnsanların büyük çoğunluğu doğal şartlar altında saf havadan belirli bir oranda sapmayı tolere edebilecek yapıya sahiptir. Ne zaman havadaki kirlenme belirlenen eşik değerleri üzerinde seyretse, insan sağlığına olumsuz etkiler başlamaktadır. Hava kalitesinin düşük olması konfor ve sağlık problemlerine, verim düşüklüğüne ve memnuniyetsizliğe neden olmaktadır. Ancak bu eşik değerlerin kesin olmadığı ve bina içi kötü hava kalitesinin sağlıklı bir insan ile hassas ve bazı rahatsızlıkları olan bir başkası arasında farklı etkilerde bulunacağı unutulmamalıdır (Fawcett, 1988a: 150).

## 2. Bina içi hava kirliliğinin potansiyel kaynakları

Bina içi hava kirliliğinin potansiyel kaynakları arasında yanma ürünleri karbonmonoksit, nitrojen oksitleri, sülfürdioksit ve hidrokarbonlar gibi çeşitli gazlar ve su ısıtıcıları, pişirme ocakları, pişirme dumanları, yağlar, baharatlar, tuvalet ve banyo kokuları, insan aktivitelerinden kaynaklanan yan ürünler (ter vb.) ile garajlardaki araç motorları ve diğer yanma kaynaklı partiküller bulunmaktadır. Bunlardan zehirleyici etkiye sahip olan karbonmonoksitin (CO) yaklaşık 15 ppm'inin insan vücudu için zararlı etkiler yaptığı saptanmıştır (McQuiston & Parker, 1994: 102). Bina içi havanın kalitesinde uygun olmayan yanma teknikleri sonucu oluşan karbonmonoksit, 'ölümcül zehir' olarak tanımlanmaktadır. Düşük düzeydeki konsantrasyonu karar verme yetisi ile görme duyusunu hasara uğratmakta, daha yüksek konsantrasyonu ise sırasıyla başağrısı, başdönmesi, koma, solunum durması ve ölümlü noktalanmakta ayrıca risk grupları için kalp krizi ve yüksek tansiyona neden olmaktadır (Sacheim & Lehman, 1998: 141). Türkiye'de kış aylarında özellikle soba ile ısıtmanın olduğu mekanlarda CO kaynaklı zehirlenmelere sık rastlanmaktadır.

Kalabalık yerlerde, örneğin konaklama tesislerinde daha çok insan metabolizmaları sonucu artan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) de etkilidir. CO<sub>2</sub> düzeyleri özellikle okul, konferans salonu gibi kalabalık ortamlarda daha da yoğunlaşma göstermektedir. Çevre Koruma Acentesi (The Environmental Protection Agency: EPA) özellikle okul, konutlar ve toplu bulunan alanlarda CO<sub>2</sub> düzeyinin en fazla 1000ppm (1.8grm<sup>3</sup>) olmasını önermektedir (Fawcett, 1988a: 102). Nitekim otellerde otel personeli uzun süreli kötü hava kalitesi ortamına maruz kalmakta, genellikle misafirlere için kısa süreli etkilenmelerden söz edilmektedir (IHEI, 1993). Bu durum rahatsızlık duyma, iritasyon, allerjik reaksiyon ve diğer rahatsızlıkları şeklinde kendine göstermektedir.

Su ile birleştiğinde sülfürik asidi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) oluşturan sülfür oksitleri de mu-



kozada sorunlara yol açmakta ve üst solunum yolu hastalıklarına neden olmaktadır. Sülfür oksitlerinin 8-10 ppm konsantrasyonu boğaz yangısı, 20 ppm'inin de öksürüğe neden olduğu belirtilmektedir (Sacheim & Lehman, 1998: 141). Havadaki partikül maddelerin sülfür dioksitleri emdiği ve bu partiküllerin akciğerlere gidip spazmalara ve hücre yapısının bozulmasına etken olduğu ve bu partiküllerin uzun süreyle akciğerlerde kaldığı saptanmıştır (Sacheim & Lehman, 1998: 141). Yine yanma sonucu oluşan nitrat oksitlerin sağlığa etkisi konusunda uzman görüşleri kesinlik kazanmamışsa da (McQuiston & Parker, 1994: 102) olası etkileri düşünülerek kontrollerinin yapılması önem taşımaktadır. Sacheim ve Lehman (1998: 141) nitrojen oksitlerin karbonmonoksit kadar tehlikeli bir kirletici olduğunu belirtmekte, bunların çeşitli göz ve solunum yolu rahatsızlıklarına neden olduğunu kaydetmektedirler. Ayrıca, 1.6-5 ppm nitrojen dioksinin 1 saat solunması halinde akciğerlerin solunan havayı vücuda dağıtma kapasitesini azalttığı, 25-100 ppm'inin akut bronşit ve akciğer yangısı (pneumonitis), 100 ppm'den fazlasının ise ölüme neden olduğu belirtilmektedir.

Toksik madde (örn. formaldehid) içeren ısı yalıtım köpükleri, tekstil, preslenmiş orman ürünleri, camlı (fibreglass), mineral lifler ve plastik ürünler ve asbest gibi bina malzemeleri hava kalitesini bozmakta, göz, burun ve boğaz yangıları, solunum sistemi rahatsızlıkları, bulantı, baş ağrısı şikayetlerine yol açmaktadır (Brown, 1988: 466). Formaldehid için ortalama değer 8 saat için 1 ppm olarak kabul edilmekte, evler için 0.1 ppm maksimum düzey olarak düşünülmektedir (McQuiston & Parker, 1994: 103).

Özellikle eski binalarda yalıtımı sağlamak ve su boruları için kullanılan asbest lifleri serbest kaldığında sağlık açısından tehlike yaratmaktadır. Kristalin yapıya sahip, bir grup mineralden oluşan asbest, paralel lif demetleri halindedir ve çimento, kauçuk, flaster, boya, bitüm, mastik plastik ve reçine gibi yapı malzemelerini güçlendirmek için ayrıca tavan, taban ve duvar kağıtları ve sıvalar ile ateşe dayanıklı bina elementleri ile ısı yalıtımı için kullanılmaktadır. Özellikle Avrupa ülkelerinde geniş kullanım bulan asbest, eskimesi de gözönüne alınırca şehir civarlarında havadaki oranı 100-200 m<sup>3</sup>/hava'ya kadar çıkmaktadır. Oran, asbest yayan kaynakların yakınlarında 1 milyon partiküle kadar çıkmakta, eski binalarda hastalık riskini daha da arttırmaktadır (IHEI, 1993: 64). Asbest insan sağlığına zarar verdiği için günümüzde ya yasaklanmış ya da gönüllü olarak kullanımı azaltılmaktadır (IHEI, 1993: 161). Asbestin sağlığa etkileri daha ayrıntılı olarak Bölüm 3'de ele alınmıştır. Bugün, havadaki asbestin kontrolü, ya binalardan kaldırılması ya da üzerinin kapatılması, sıyırılması gibi yöntemlerle uygulanmaktadır.

Radon gazı ve radon ürünleri de binanın üzerine kurulduğu radon ve radon ürünleri içeren ana materyal ya da çimento, tuğla gibi inşaat malzemelerinden yayılmakta ve kötü hava kalitesinde etken olmaktadır. Bu ürünlerin radyoaktif olma özelliği vardır ve yarılanma ömrü 3.8 gün olmasına rağmen devamlı solunması süre uzunluğuna da bağlı olarak insan sağlığını kanser riski ile tehdit etmektedir (Fawcett, 1988a: 146). İngiltere'de radyoaktif maddelerin yaygın şekilde bulunduğu arazilerde sıkça kanser vak'aları gündeme gelmektedir. Bina içi radon düzeylerinin 4 pikoküri/havaltre'nin altında tutulması (McQuiston & Parker, 1994: 102), bunun için de bina içi çatlaklarının kapatılması ve iyi havalandırmanın sağlanması önerilmektedir.

Tütün ürünlerinin pasif içimi de sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Si-



garanın insanın alışkanlıkları arasında en fazla etkiye sahip olduğu ve kanserojen etkisi olduğu belirtilmektedir (Weisburger, 1988; 99). Sigara içmenin, tek başına, erkeklerdeki kanser türü rahatsızlıkların %30'undan sorumlu olduğu ifade edilmektedir. Bu hastalık çoğunlukla akciğer, gırtlak, böbrek ve diğer organların rahatsızlıklarını içermektedir. Ayrıca sigara içilen ortamlarda kalmanın sigara içmeyenlerde kalp krizi oranını arttırdığı ve akciğer, göğüs gibi rahatsızlıklara yakalanma riskini çoğalttığı belirtilmektedir (Weisburger, 1988; 99). Yine bebek bekleyen ve sigara kullanan kadınların daha küçük ve ölüm oranı daha yüksek olan bebeklere sahip olduğu belirtilmektedir. Akciğer kanseri riski ile daha fazla karşı karşıya kalan sigara içenlerin ayrıca emphsema yani akciğerlerdeki alveollerin patolojik genişlemeleri ile kardivasküler hastalıklara daha fazla yakalandıkları kaydedilmektedir (Sacheim & Lehman, 1998: 141). Bu konu başka bir açıdan incelendiğinde sigara dumanının bina dekorasyonu ve örtüler üzerinde zamanla bozucu etkisi olduğu, bunlara sinen kötü bir koku yarattığı ve maliyeti arttırdığı gözlenmektedir.

Bina içi hava kalitesini etkileyen toz ve partikül maddeler, dışarıdaki havadan ya da bina içlerindeki aktivitelerden kaynaklanmakta, bina içi hava kalitesinin kötü olması havadaki partikül kirlenici ile bunların konsantrasyonunun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bunlar alerjik ya da solunum açısından rahatsız edici (irritant) özelliğe sahip olabilirler. Partikül büyüklükleri 0.01 mikrondan (10-6) daha küçük olabilir (partikül büyüklükleri için bkz. McQuiston & Parker, 1994: 104). Özellikle alerjik reaksiyonu ya da solunum sistemi rahatsızlıkları olanlar bu maddelerden daha çok etkilenmektedir. İleri durumlarda bakteri ya da diğer mikroorganizmalar uygun koşullar altında çoğalabilir ve bu durum da epidemik bazı rahatsızlıklara neden olabilir. Bu maddelerin ayrıca içerideki dekorasyona ve çeşitli araçlara zarar vermekte aynı zamanda temizlik ihtiyacı ve maliyetini arttırdığı belirtilmektedir.

Metan gazı (CH<sub>4</sub>), marş, bataklık ve okyanuslar gibi oksijensiz ortamlarda ya da insan etkileriyle oluşan çöp depolama alanlarında çöp ayrışmaları sonucunda oluşan bir gazdır. Metan Methonogens isimli bakterilerin oksijensiz ortamda organik materyali bozması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Carey, 1992: 52). Binalarda ısıtma ve pişirme amaçlı kullanılan metan doğal gazda %75-85 oranında bulunmaktadır. Sızıntısı durumunda zehirlenmelere neden olmakta, yüksek konsantrasyonda ölümcül olabilmektedir (Carey, 1992: 52). Yoğunluğun kapalı ortamlarda artması durumunda patlamalara dahi sebep olabilecek etkiye sahip olduğu bilinmektedir.

Diğer maddelerden ozon (O<sub>3</sub>), fotokopi makineleri için imal edilen özel mürekkepler yapımında da kullanılmakta, kanserojen etkilere sahip olduğu ve yüksek konsantrasyonlarının akciğer ödemi (pulmonary edema) yani akciğerlerde sıvı birikmesine neden olduğu belirtilmektedir (Sacheim & Lehman, 1998: 142). Ayrıca fotokopi makinelerinin yaydığı radyasyonun da sağlığı tehdit ettiği kaydedilmektedir (IHEI, 1993: 93).

İyi hava kalitesi yukarıda sayılan çeşitli gaz ve ürünlerden başka havalandırma, nem, koku ve kimyasal buharlar ile de ilişkilidir. İyi düzenlenmiş bir HVAC sistem bu koşulları belirli limitler içinde tutarak konfor derecesini yükseltmeyi ve sağlıklı bir ortam yaratmayı esas alır. Bina ve çevresinde yalıtımı iyi yapılmamış garaj, devam eden inşaat gibi faaliyetler sürdürülüyorsa ve bina içi havalandırma ve air-conditioning etkili bir şekilde yapılamıyorsa kötü hava ka-



litesine neden olmaktadır. Ayrıca HVAC sistemlerinin yeterince ve düzenli olarak bakım görmemiş olmaları su ortamında gelişen mikroorganizmalara bağlı legionnaire hastalığına neden olmaktadır.

Havadaki yüksek nem binada yaşayanlarda rahatsızlığa yol açabildiği gibi eşyalar üzerinde yosunlaşma, renk değişimi, kötü kokuya neden olabilir ve metalleri korozyona uğratabilir. Yine havadaki düşük nemlilik oranı da ısıtma gereksinimi olan yerlerde enerji etkinliğini azaltır ve daha fazla enerji kullanımına (fossil yakıt emisyonları nedeniyle de daha fazla hava kirliliğine) yolaçabilir.

HVAC sistem bir tesiste en fazla enerji tüketen sistem olarak belirtilmektedir. Örneğin, ölçüm sayaçlı olan 300 odalık bir Alman otelinde tüm enerji maliyetinin %22'sini HVAC sisteminin tükettiği enerji oluşturmaktadır (IHEI, 1993: 32). Bunu %19 ile odalar, %12 ile mutfak ve %8'er ile çamaşırhane, havuz ve yürüyen merdivenler tüketmektedir. İnsan sağlığı açısından boğaz yangıları ve mukolitik problemler gibi çeşitli rahatsızlıklara neden olan havadaki düşük nem oranının yükseltilmesi hem bu şikayetlerin giderilmesi hem de enerjinin etkin bir şekilde kullanılması açısından önemlidir<sup>3</sup>.

Bina içi hava kalitesi açısından kirleticiler sağlığa zararlı olma sınırları altında olsa dahi rahatsız edici kokulara neden olabilirler. Bunlardan insan aktivitelerinden kaynaklanan kokular ve kimyasal buharlar ve sigara hava kalitesinin bu anlamda bozulmasında etkilidir. Kimyasal buharlar, temizleme amaçlı çözücüler (solvent), pestisid, boya ve verniklerden kaynaklanır. Solventlerin kanserojen etkileri bulunmakta, ayrıca bağımlılık yaratma özelliklerinden de söz edilmektedir (Fawcett, 1988b: 241). Kuru temizleme makinelerinin de solvent tipi çözücülerini kullandığı için kirletici etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (IHEI, 1993: 93). Genellikle banyolar, mutfak, sigara ortamları ve çöp alanlarından kaynaklanan bu tür rahatsız edicilerin kontrolünün sağlanması önem taşımaktadır.

### **3. Bina içi hava kalitesini etkileyen faktörlerin sağlık üzerindeki etkileri**

Bina içi hava kalitesinin düzeyi doğal havayı oluşturan gazların ve kirleticilerin insanın konfor ve sağlığına zarar vermeyecek seviyedeki kontrolleri önem taşımaktadır. Ancak belirtilmelidir ki, önce bu 'seviyenin' ne olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu bölüm buraya kadar işlenen bina içi hava kalitesini etkileyen faktörlerin sağlık üzerine etkilerini incelemektedir.

Bina içlerinde hava kalitesinin bir yerden diğerine farklılık gösterdiği bilinmektedir. Mutfak, banyo ve tuvaletler, garaja yakın bölümler ve kuaför ya da güzellik salonları hava kalitesinin düşük olduğu bölümler olarak belirtilmektedir. Utah'ta (ABD) yapılan bir çalışma birçok kuaför ya da güzellik salonlarının yeterli şekilde havalandırılmadığını ortaya koymuştur (Fawcett, 1988b: 247). Konaklama tesislerindeki bu tür salonlarda havadaki kompleks kimyasal yapıya sahip 'gizli' formülasyonların yarattığı koku bina içi hava kalitesinin düşmesinde etkilidir. Fawcett (1988b: 240) tırnak cilaları, permanent saç dalga solüsyonları, saç boya ve renk açıcıları ile dudak boyası ve göz farlarının dermatitis has-

<sup>3</sup> Daha ayrıntılı bilgi için bina içlerindeki nem oranının ayrıntılı olarak kontrolü konusunda ar, Witte, Shirey ve Hedrick'in 1998 tarihli çalışmasına bakılabilir.



talığına neden olduğunu belirtmekte ve bu konudaki veri azlığı ile bilinç düzeyinin şaşkırtıcı düzeyde sınırlı olduğunu kaydetmektedir.

Küçük çaplı şikayetlerden baş ağrısı, göz, burun, boğaz mukozalarındaki iritasyon ile solunum sistemi rahatsızlıkları kötü hava kalitesine bağlı olarak rapor edilen rahatsızlıklar arasındadır. Daha şiddetli etkiler ise baş dönmesi, bulantı, kusma, astım ile uzun süreli kötü hava ortamında kalma sonucu toksik zehirlenme ya da akciğer ve diğer organ kanserleri olarak belirtilmektedir (IHEI, 1993: 96). Ayrıca arsenik, benzen ve asbest gibi bileşiklerin kanserojen etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bunlardan arseniğin cilt, akciğer ve karaciğer, benzenin leukaemia ve asbestin akciğer gibi kan hastalıklarına neden olduğu belirtilmektedir (Weisburger, 1988: 97).

Bina eski ve asbest içeren yapı elemanlarından oluşuyorsa uzun süreli asbest liflerinin olduğu ortamlarda bulunmak zararlıdır (IHEI, 1993). Asbest lifleri solunum sistemi ile alındığı ya da herhangi bir şekilde sindirim sistemine ulaştığında kolaylıkla parçalanamayan ve dışarı atılmayan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle asbestosis ve mesotholima adı verilen akciğer rahatsızlıklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Asbestosis hastalığı uzun süreli hava menşeli asbest liflerinin teneffüs edilmesi ile oluşur. Mesotholima ise bir tür akciğer kanseridir. Uzun süre partiküllerin solunumu kanser riskini arttırmaktadır (IHEI, 1993).

Havayolu mikroorganizmalardan legionella gibi bazı mikroorganizmalar da havalandırma ve air-conditioning sistemlerindeki nem içinde gelişme ortamı bulmaktadır. Droplet enfeksiyonu denen bir tür hastalık ise iyi havalandırılmamış yerler ile kalabalık ve kapalı alanlarda görülen bir rahatsızlıktır. Bunun dışında sebebi kesin olarak bulunamamış birçok rahatsızlık türü de vardır ki bu, 'hasta bina sendromu' (Sick Building Syndrome) olarak tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) binaların %30'unda nedeni bilinmeyen ya da kaynağı bulunamayan sağlık sorunlarına sahip insanların yaşadığını belirtmektedir (IHEI, 1993: 96). Bu sendromun bina içlerindeki kötü hava kalitesinden kaynaklanabileceği sanılmaktadır.

#### 4. Bina içi hava kalitesinin korunmasına ilişkin standartlar

Günümüzde bina içi hava kalitesi standartları konusunda tartışmalar gündemdedir ve kaliteyi yükseltebilmek için standart değerlerin oluşturulmasına çalışılmaktadır. Bu alandaki çalışmalar ve anlayış arttıkça bunların kapsamlarının genişleyeceği düşünülmektedir. Örneğin, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerikan Isıtma, Soğutma ve Air-Conditioning Mühendisleri Topluluğu (ASHRAE) bina içi havalandırmasında kabul edilebilir standartlar belirlemiştir<sup>4</sup>.

Bina içindeki hava kalitesi 62 numaralı ASHRAE standardına göre yüksek konsantrasyonda, bilinen zararlı gazlar olmaması ve orada yaşayanların %80 veya daha fazla daha fazlasından şikayet alınmayacak düzeyde olması ile ilişkilidir (Fawcett, 1988a: 101). ASHRAE 62-1989 standardına göre kişi başına 20 cfm (10L/s) bina havalandırması yapılmalıdır (ASHRAE, 1989).

<sup>4</sup> Daha fazla bilgi almak için Internet adresi daha önce verilmişti. Ayrıca bkz. Utterson & er, 1998 ile bina içindeki kirlenici kaynakların konsantrasyonları için Özkaynak, 1997: 9.

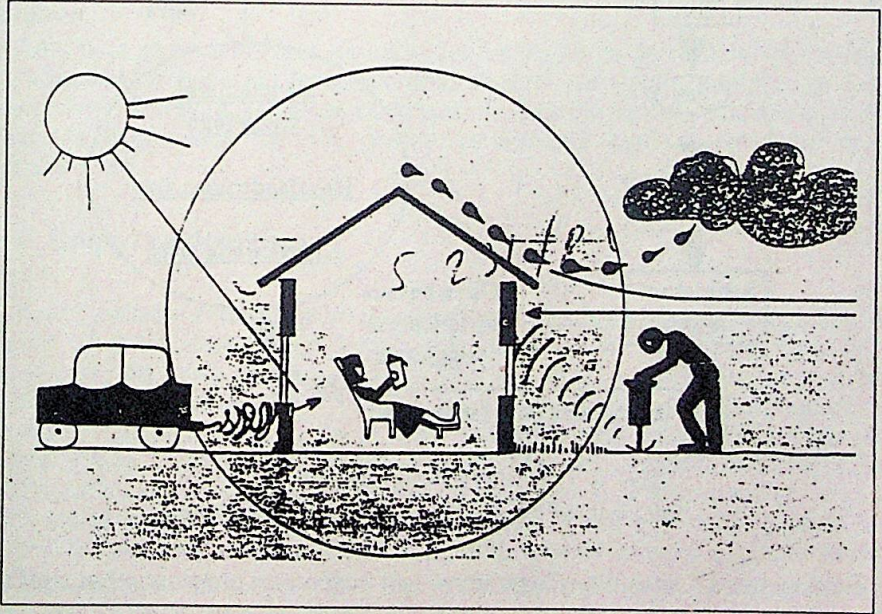


Kalabalık yerlerden konaklama tesisleri için henüz bina içi hava kalitesi ile ilgili standartlar bulunmamaktadır. Ancak bazı ülkelerde sadece çalışanlar için bazı kirleticilere karşı standartlar geliştirilmiştir (IHEI, 1993: 99). Bu alanda, millî ve yerel standartların çalışanların iş güvenliği ve misafirlerin sağlığı ile tatilden aldığı keyfi bozmemayı ön plana alacak şekilde belirlenmesi önem taşımaktadır. Örneğin, Le Meridien Newport Beach Otel, İngiltere bina içi hava kalitesini yükseltme amacıyla uyguladığı programın içerisinde su ısıtıcılarından bulaşıcı mikroorganizma yayılımını azaltmak için sistemini yeniden düzenlemek, soğutma gazlarının dışarı atılmasını önlemede kullanılacak bir alet takılmasını planlamış bulunmaktadır (IHEI, 1993).

### 5. Buna içi hava kalitesinin iyileştirilmesi için temel yaklaşımlar

Bina içi kötü hava kalitesini iyileştirme hava kalitesinin sürekli izlenmesi, standartların yerine getirilmesi, spesifik sorunların giderilmesi ve binaların düzenli olarak bakımıyla ilgilidir. Hava kalitesinin izlenmesi teknik bir iş olduğu için uzman işbirliğine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu aşamada ilk iş olarak hava kalitesini gözlemek ve problemin kaynağını bulmak gerekmektedir. Yapılan işlemlerden ve bine koşullarından kaynaklanan kötü hava kalitesi izlenmelidir. Örneğin, otoparka yakın olan binalardaki hava kalitesi araç trafiğinin az ya da çok olmasına bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla hava kalitesi ölçümleri bir kere için değil, aktivitelerin yoğunluğu da hesaba katılarak uygulanmalıdır.

Bina içinde yaşayanlar dışarı kaynaklı etkilerden doğrudan ya da dolaylı, farkında ya da farkında olmadan etkilenmekte, bu etki çevredeki faktörlerin yoğunluğu ve zamana göre işleyişleri ile farklılık göstermektedir (Şekil 1).



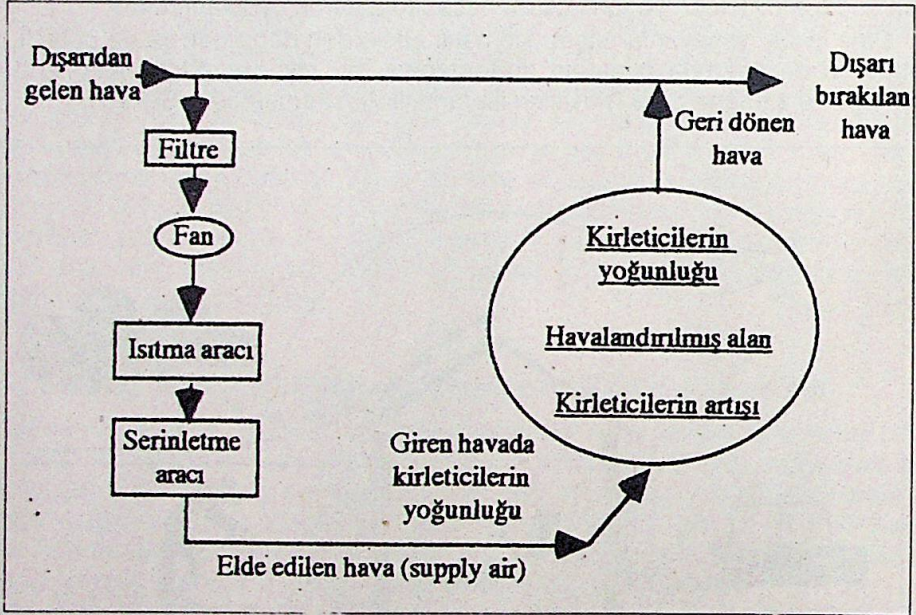
Şekil 1. Bina dışı stres kaynakları (Ryd, 1970: 36)



Bu yüzden insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı CO ve CO2 düzeyleri ile yine çeşitli etkinlikler sonucu ve dış kaynaklı olarak ortaya çıkan partikül veya tozlar ile floresan lambaları veya fotokopi makineleri gibi ofis aletlerinden kaynaklanan ozon ve serinletme tesisatı gibi nemli ortamlarda gelişen legionella bakteri türü ölçümleri ve konsantrasyon seviyeleri sürekli izlenmelidir. Bu maddelere nikotin miktarı, çeşitli kokular, spesifik toksikler, organikler, formaldehid, yer ve bina kaynaklı radon ve radon ürünleri ölçümleri de eklenmelidir.

Bu testler yapıldıktan sonra ikinci adım kirleticilerin kaynağını bulmak ve düzeltici önlemleri almaktır. Bu aşamada danışmanlık düzeyinde teknik yardım gerekli olabilir. Büyük bina ya da araç yenilenmeleri inşaat sektörünü devreye almayı gerektirebilir. Bu aşamada onların izlenmesi uygun malzeme ve yapı tekniğinin elde edilmesi açısından gerekebilir. Gerekli yenilenme veya bakım yapıldıktan sonra bina içi hava kalitesinin belirli aralıklarla izlenmesi sürdürülmelidir. Hava dolaşımı (ventilation) sağlanmalı, kirleticilerin oranı azaltılmalıdır<sup>5</sup>.

Şekil 2 tipik bir havalandırma sistemini göstermektedir. Eğer dışarıdaki hava kalitesi belirlenen standartlar ölçüsünde ve bina içinde kirletici kaynakları yoksa böyle bir sistemle bina içi iyi hava kalitesini sağlamak mümkündür. Bu işlem, filtreleme, iyi havalandırma, havayı temizleme ve gaz temizleme gibi aşamalarla gerçekleşmektedir<sup>6</sup>.



Şekil 2. Tipik bir HVAC havalandırma sistemi  
(McQuistor&Parker, 1994: 105'den sadeleştirerek)

Bina içi hava kalitesinin iyileştirilmesi için uygulanan programın her aşamada

5 Standartlar konusunda ASHRAE'ye başvurulabilir.

6 Daha fazla bilgi için bkz. McQuiston and Parker, 1994: 110-115.



değerlendirilmesi de önem taşımaktadır. Bu şekilde sistemin etkin bir şekilde çalışması sağlanmış olacaktır. Değerlendirme süreci sistemin kurulduğu andan itibaren başlamalıdır (IHEI, 1993: 99) ve aşağıdaki konulara önem vermelidir:

1. Misafirlerden ve personelden gelen şikayet tipi ve oranları ile bunların nasıl çözülebileceği gözden geçirilmelidir.

2. Problemin derecesine beğli olarak içerideki hava kalitesinin derecesi düzenlenen programa göre izlenmelidir.

3. Kurulmuş olan işletme ve bakım prosedürüne bağıli olarak uygulananların uygun olup-olmadığı incelenmelidir.

4. Yeni inşaat ve bakım olan yerlerde içerideki hava kalitesinin iyi olup-olmadığı izlenmelidir.

5. Misafir ve personele uygulanmak üzere bina içi hava kalitesi ve bu kalitenin artırılması yolunda uygulanan programın etkili olup-olmadığı ile ilgili bir anket çalışması düzenlenmelidir.

Yeni tesislerde birçok alan iyi bir bakım geçirdiğinde sorun çözümlenebilir özellikte iken, daha eski tesislerde ekipman ya da yenileştirme için sermaye yatırımı gerekebilir. Örneğin, bir havalandırma sistemi sorunu yaşıyorsa yapılacak işlemler en az maliyetliden yüksek maliyetliye doğru düşünülmelidir (IHEI, 1993: 98-99). Buna göre, hava filtrelerinin daha sık değiştirilmesi, daha etkili bir hava-filtre yönteminin kullanılması, dışarı hava oranının yükseltilmesi ve entalpi kontrolünün uygulanması, HVAC sisteminin yeniden dizayn edilmesi gerekmektedir. Bu yöntem enerji, egzoz fanları, dışarı hava oranının dönen hava karşısındaki kontrolü, ısının yeniden kazanılması ve otomatik kontrolleri kapsayabilir.

Bazı bina içi hava kalitesi sorunları daha spesifik ve daha fazla ilgi isteyebilir. Bu sorunlar bazen yerel havalandırma, temizlik ve uygun zamanlama ile giderilebilirler. Bunların içerisinde boya gazları, kaynak gazları, şiddetli mutfak kokuları ile kapalı alan ve çöp döküm yerlerinden kaynaklanan sorunlar bulunmaktadır.

## 6. Sonuç ve öneriler

Kabul edilebilir düzeyde olan hava kalitesi ile sadece binada yaşayanlar kendilerini rahat hissetmez, ayrıca kötü kokular ve zararlı derecedeki hastalık taşıyıcılardan da uzak kalınmış olunur. Bina içinde uygun nem ve hava akımını sağlamakla hem oturanların sağlıklı ve rahat bir çevrede yaşamlarını sürdürmeleri sağlanacak hem de iş veriminin artmasına katkıda bulunulacaktır. Bunun için ilk yapılacak olan havalandırma yolu ile havadaki kirleticilerin seyreltilmesidir. Bunda dışarıdaki havanın bina içerisinde sirkülasyonu ve hava kalitesini izleme ve kontrol önemli yer tutmaktadır. Buna göre bina içindeki hava kalitesinin izlenmesi ve kontrolünde aşağıdaki spesifik işlemler uygulanmalıdır:

Serinletme kulelerinde (cooling towers) durgun su birikimi önlenmeli, biyolojik kirleticiler ortadan kaldırılmalıdır. Air-conditioning borularında temizlik kontrol edilmeli, fazla nem yokedilip, mikroorganizmalar ve partikül maddeler ortadan kaldırılmalıdır. Yine havalandırma oranlarına dikkat edilmelidir. Mutfak ve ça-



maşırhane hariç bütün birimlerde havanın dışarıdaki havadan yaklaşık olarak %10 daha fazla olacak şekilde dengeli olması sağlanmalıdır. Bu oran havalandırma alanındaki negatif basıncın önlenmesi için gereklidir. Potansiyel hava kirliliği kaynaklarının (trafik emisyonları, su ısıtıcılarının buhar çıkış yerleri, kuru temizleme vantilatörleri, serinletme kuleleri gibi) dışarıdan hava girişi olacak şekilde düzenlemesi yapılmalıdır. Isıtma ve diğer yanma sistemlerinde yeterli hava-yakıt karışımı ve yakıt sızmaları olup-olmadığı kontrol edilmeli, atık gazlar için uygun havalandırmanın yapılması sağlanmalıdır.

Pestisid kullanımında uygun pestisidlerin seçimi, depolanma ve uygulaması ile yeterli havalandırmanın sağlanması gereklidir. Yükleme doklarında araç emisyonlarının ve atık alanlarındaki kokuların bina içlerine girmesini engelleyecek önlemler alınmalıdır. Depolama yerlerinde özellikle koku yayan ürünlerde üreticinin malı depolama ile ilgili önerileri izlenmelidir.

Mutfak, banyo, çamaşırhane ve kuru temizleme makinelerinde, temizleyici ve çözücüler (solvent) kullanılırken üreticinin koyduğu kurallara uyulmalı ve yeterli havalandırma sağlanmalıdır.

Sigara içilmeyen alanların kontrolü yapılmalıdır. Bunun için sigara içilen alanlardaki kül vb. dökülmeleri önlemek için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Duman ve kötü kokular konusunda aynı zamanda rutin mutfak kontrolleri yapılmalı, yeterli derecede havalandırma sağlanmalıdır.

Fotokopi makinelerinin kullanımı ve mürekkeplerinin yok edilmesi kontrollü yapılmalı, ozon emisyon standartlarına uyulmalı ve yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Pil odalarında patlayıcılık özelliği oluşumu ve asidik gaz yayılması engellenmelidir.

Asbestli materyalin kaldırılması ve kontrolü yetkili firmalar tarafından sağlık önlemleri alınarak gerçekleştirilmeli, tamiratın yapıldığı yerlerde kalan havalandırma sistemlerinin havadaki asbest liflerini yaymaları önlenmeli ve işlem bittikten sonra alanın partiküllerden temizlenmesi için zaman bırakılmalı ve hava test edilmelidir (IHEI, 1993: 71).

Diğer kirleticilerle birlikte kuaför ve güzellik salonu gibi yerlerde kozmetik ürünlerin yarattığı rahatsızlıkların da göz önüne alınması gerekmektedir. Bu konuda yapılması gereken zararlı bileşiklerin elimine edilip, 'sadece profesyonel kullanımı' için hazırlanan ürünlerin iyi şekilde etiketlenip, uzman tarafından kullanılması özendirilmelidir. Ayrıca son yıllarda sıkça kullanılan oda spreylelerinin de dikkatli kullanılmaları önerilmektedir.

Yine park alanlarında havalandırma oranları kontrol edilmeli ve araç emisyonlarının bina içerisine yayılması gerek yalıtım gerekse iyi havalandırma ile kontrol edilmelidir. Yalıtımda egsoz gazlarının bina otoparklarından bina içine yayılmasını önlemek esas olmalıdır.

Bina ve içerisindeki ekipmanı daha ucuza maalemtmek düşüncesiyle kötü kalite ve sağlığa zararlı malzeme kullanımı bina içi hava kalitesinin düşük olmasına ve dolayısıyla binada oturanlarda rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bina içi hava kalitesinden sorumlu birimlere bakıldığında, bunların binayı yapan inşaat şirketinden, bina sahiplerine ve HVAC mühendislerine kadar uzandığı görülmektedir. Bu açıdan konuya gereken önem verilip, inşaatçıdan, oturma ruhsatını veren birimlere kadar bu konuda sorumluluk verilmeli, bu uygulanmadığı takdirde yaptırımı büyük olmalıdır.



Yine dışarı hava kalitesinin bina içi hava kalitesinde önemli bir etken olduğu unutulmamalı, bina içi ısıtmasında uygun yakma tekniklerine önem verilip kontroller sağlanmalı, kötü kalite kömürün yerine kaliteli kömürün kullanımı önerilmeli, ayrıca doğal gaz geçişi hız verilmelidir. Bunun yanında Türkiye'de bina içi hava kalitesi standartlarının belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. ASHRAE ve WHO standartları gözden geçirilip, bunların uygulamasına geçilmesi ve bu konuda kamuoyunun aydınlatılması da bir gerekliliktir.

Sonuç olarak bina içi hava kalitesinin önemine dikkat çekmeyi amaçlayan bu çalışma, bina içi hava kalitesinin sağlığa olumsuz etkileri olduğunu vurgulamaktadır. Bu yolda bina içi hava kalitesini etkileyen faktörler incelenmekte ve bunların kontrolü için uygulanabilecek önlemler sıralanmaktadır. Bu çalışmanın Türkçe literatürde yeni çalışmalara destek olması beklenirken, daha ayrıntılı ve yer-spesifik çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmalıdır.

## Kaynaklar

- ASHRAE (1989) 'Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality' ASHRAE Standard 62-1989, Atlanta
- Borat, O. (1983) Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, SEGEM Yayını, Ankara
- Brown, J.M. (1988) 'Scenarios of Mock Trials to Train Lawyers' 463-476 Fawcett, H.H. (ed.) Hazardous and Toxic Materials: Safe Handling and Disposal, Wiley, New York
- Carey, F.A. (1992) Organic Chemistry, Second edition, McGraw- Hill, Inc., New York
- Derbentli, T. (1997) Fizyolojik ilkeler ve Isıl Konfor, Bölüm 8, ASHRAE Temel El Kitabı, (ASHRAE TC 2.1 Physiology and Human Environment, ASHRAE Handbook, 1993 Fundamentals), Tesisat Mühendisleri Derneği, İstanbul
- Fawcett, H.H. (1988a) 'Respiration: System and Protection' 145-173 Fawcett, H.H. (ed.) Hazardous and Toxic Materials: Safe Handling and Disposal, Wiley, New York
- Fawcett, H.H. (1988b) 'Hazards of Home Chemistry' 231-253 Fawcett, H.H. (ed.) Hazardous and Toxic Materials: Safe Handling and Disposal, Wiley, New York
- Genceli, O.F. (1997) İç Hacimlerde Havanın Yayılması, Bölüm 31, ASHRAE Temel El Kitabı, (ASHRAE TC 5.3 Room Air Distribution, ASHRAE Handbook, 1993 Fundamentals), Tesisat Mühendisleri Derneği, İstanbul
- IHEI (1993) Environmental Management for Hotels: The Industry Guide to Best Practice, International Hotels Environment Initiative, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford
- Koç, T. (1997) 'Relationship between the Air Quality and the Physical Environment in Balıkesir' 66-72 İncecik, S., Ekinci, E., Yardım, F. & Bayram, A. (eds.) Air Quality Management at Urban, Regional



and Global Scales Proceedings of the 10th Regional IUAPPA Conference, Gümüşsuyu, İstanbul, 23-26 September 1997, Environmental Research Forum, Volumes 7-8, Trans Tech Publications, Switzerland

- Kosar, D.R., Witte, M.J., Shirey, D.B. & Hedric, R.L. (1998) 'Dehumidification Issues of Standard 62-1989' 71-75 ASHRAE Journal, The Magazine of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., March 1998, Atlanta
- McQuiston, F.C. & Parker, J.D. (1994) Heating, Ventilating and Air Conditioning: Analysis and Design, Fourth edition, Wiley, New York
- Müezzinoğlu, A. (1987a) Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını, İzmir
- Müezzinoğlu, A. (1987b) Hava Kalitesini Koruma Yönetmeliğinin Teknik Usulleri, Sempozyum Bildirisi, İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir
- NRC (1981) Indoor Pollutants, National Research Council, National Academic Press, Washington D.C.
- Özkaynak, T. (1997) Havada Bulunan Kirlenici Maddeler, Bölüm 11, ASHRAE Temel El Kitabı, (ASHRAE TC 2.3 Gaseous Air Contaminants Removal Equipment, ASHRAE TC 2.4 Particulate Air Contaminants and Particulate Contaminant Removal Equipment, ASHRAE Handbook, 1993 Fundamentals), Tesisat Mühendisleri Derneği, İstanbul
- Ryd, H. (1970) 'The importance of meteorology in building' 23-36 WMO (World Meteorological Organisation) Building Climatology, Proceedings of the Symposium on Urban Climates and Building Climatology, Brussels, October 1968 (Vol. II), Technical Note No. 109, WMO-No. 255.Tp.142, Geneva
- Sacheim, G.I. & Lehman, D.D. (1998) Chemistry for the Health Sciences, Eighth Edition, Simon & Schuster, New Jersey
- Spengler, J.C., Hollowell, D., Moschandreas & Fanger, O. (1982) 'Indoor Air Pollution', Environmental International, Pergamon Press, Ltd., Oxford
- TÇV (1992) Türk Çevre Mevzuatı, Cilt. I-II, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, ikinci Baskı, Ankara
- Uttersson, E.G. & Sauer, H.J. (1998) 'Outside Air Ventilation Control and Monitoring' 31-35, ASHRAE Journal, The Magazine of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., January 1998, Atlanta
- Weisburger, E.K. (1988) 'Long-Term Toxicity' 97-106 Fawcett, H.H. (ed.) Hazardous and Toxic Materials: Safe Handling and Disposal, Wiley, New York