



Araştırma Makalesi

Bir Üniversitedeki Adölesan ve Erişkinlerde Hasta Bina Sendromu Belirtilerinin CO₂ ile İlişkisinin İncelenmesi

Ayla AÇIKGÖZ¹, Burak BAYKARA², Nazan UYSAL³ ✉

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi, Onkoloji Birimi, 35340 Balçova/İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, 35340 Balçova/İzmir

³Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, , 35340 Balçova/İzmir

Sunuluş tarihi: 15 Kasım 2012, Kabul edilme tarihi: 10 Ocak 2013

ÖZET

Bina içi hava kalitesinin kötüleşmesi ile bu binalarda yaşayanlarda hasta bina sendromunun ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı, iç ortam hava kalitesinin erişkinlerde ve beyin gelişiminin devam ettiği adölesanlarda hasta bina sendromu yakınmaları ile ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu çalışma, 18–54 yaş aralığında bulunan, toplam 213 sağlıklı öğrenci (40 erkek, 86 kadın) ve çalışan (39 erkek, 48 kadın) üzerinde yapılan tanımlayıcı bir çalışmadır. Araştırmada hasta bina sendromu yakınmaları çalışmaya katılanların doldurduğu hasta bina sendromu sorgulama anketi ile değerlendirilmiştir. Hasta bina sendromu sorgulama anketi, hasta bina sendromu şikâyetlerini dikotom (var/yok türü) değişkenlere dönüştürerek hazırlanmıştır. İç ortam hava kalitesi ise saat 10.00–12.00 arasında dersliklerde (adölesanların 2 saatlik ders süresince) ve erişkinlerin çalışma alanlarında yapılan ortam karbondioksit, nem ve sıcaklık ölçümü ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın verileri yüzde dağılımları hesaplanarak ki-kare testi ile değerlendirilerek, korelasyon analizi yapılmıştır. Çalışmaya katılanların bulunduğu ortamların CO₂ konsantrasyon ortalaması adölesanlarda 1 870±22; erişkinlerde 1 005±36 olarak ölçülmüştür. Çalışmaya katılanların %95,2'sinde hasta bina sendromu yakınmalarından en az birinin bulunduğu görülmüştür. Hasta bina sendromunun alt başlıklarının görülme sıklıkları ise; fiziksel yakınmalar adölesanlarda %69,0 erişkinlerde %72,4; bilişsel yakınmalar adölesanlarda %28,6 erişkinlerde %25,3; göz ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %34,1 erişkinlerde %48,3; kaygı ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %62,7 erişkinlerde %52,9; solunum ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %77,0 erişkinlerde %69,0; duyuşsal alan ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %69,8 erişkinlerde %67,8 olarak hesaplanmıştır. Ölçülen CO₂ konsantrasyonları ile hasta bina sendromunun yakınmaları arasında yapılan korelasyon analizinde gençlerde ve erişkinlerde fiziksel şikâyetlerde orta derecede pozitif yönde anlamlı bir korelasyon; gençlerde ek olarak solunumsal şikâyetlerde zayıf derecede pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur (sırası ile gençlerde fiziksel, $r = 0,294$, $p = 0,001$; solunumsal, $r = 0,200$, $p = 0,025$; erişkinlerde $r = 0,264$, $p = 0,014$). Öğrenim görülen ve çalışılan binaların iç ortam havası CO₂ düzeyinin normal değerlerin üzerinde olduğu, bu ortamda yaşayanların bu durumdan değişik düzeylerde etkilenebildikleri görülmüştür. Çalışmaya katılanlar hasta bina sendromu ve iç ortam hava kalitesi hakkında bilgilendirilerek, konunun önemi ve önemi bakımından farkındalık yaratılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İç hava kalitesi, hasta bina sendromu, yaşam kalitesi ölççeği, karbondioksit

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi'ne aittir.

1. Giriş

Şehir insanı zamanının çoğunluğunu kapalı mekanlarda ve toplu taşıma araçları gibi kalabalık ortamlarda geçirmektedir. Bu kapalı ortamlardaki havanın kalitesi, içinde yaşayan insanların sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (WHO, 2009; WHO, 2011).

Konutlar endüstriyel olmayan işyerleri ve resmi binaların (okul, hastane vb) içindeki hava "iç ortam havası" olarak ifade edilmektedir. Çoğunlukla, iç ortamların havası açık ortamlara göre daha kirli olabilmektedir (Stellman, 1998). İç ortamların hava kalitesini binaların yapısı, üretim ya da yaşam alışkanlıkları gibi etkenler etkileyebilmektedir. İç

ortamlarda insan sağlığını olumsuz etkileyebilen karbondioksit (CO₂), karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik bileşikler, çeşitli mikroorganizma ve alerjenler gibi etkenlerin görülmesi "iç ortam hava kirliliği" olarak tanımlanmaktadır (Quinn ve Arnold, 2012).

İç hava kalitesi; iç ortamlarda solunan havanın ne kadar "iyi" ya da "kötü" olduğunu gösteren bir ölçüttür. "Kötü iç hava kalitesi", hastalığa ve üretkenlik kaybına yol açabilmektedir. "İyi iç hava kalitesi" ise sağlıklı bir yaşam ile üretken bir çalışma ve öğrenme ortamı oluşturmak için gereklidir (Fanger, 2006; CDCP, 2011).

✉ Nazan Uysal

Tel:(232) 412 44 60, Faks: (232) 412 44 59

E-posta: nazan.uysal@deu.edu.tr

Dünya sağlık örgütü, modern çalışma binalarında yaşayan çalışanların deri, müköz membran irritasyonları ile solunum ve merkezi sinir sistemini ilgilendiren semptomları hasta bina sendromu olarak tanımlamıştır (WHO, 1983). Hasta bina sendromunda mukoza, deri, solunum ve merkezi sinir sistemi olmak üzere dört sistemi ilgilendiren semptomlar ve şikayetler ortaya çıkmaktadır. Mukoza irritasyonu ile ilgili olarak; boğazda kuruma ve tahriş, burunda akıntı ya da tıkanma, gözlerde batma, kaşıntı, yaşarma, kontakt lenslerde batma ve tahammülsüzlük şikayetleri görülmektedir. Deride tahriş, kızarıklık, yanma ve kuruma gibi şikayetler gözlenmektedir. Solunum sistemini ilgilendiren göğüste sıkışıklık, nefes darlığı, öksürük, hırıltılı solunum gibi şikayetler görülmektedir. Merkezi sinir sistemi ile ilgili olarak da sersemlik hissi, baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü gibi şikayetler ifade edilmektedir (Fanger, 2006; Bell vd., 2008). İç ortam hava kalitesi kötüleştiğinde ortaya çıkan hasta bina sendromu şikayetleri binadan ayrılınca ortadan kaybolmaktadır (Godish, 2001).

Çocuklar ve adölesanlar metabolik yolların ve vital organların gelişmesi henüz tamamlanmadığından, merkezi sinir sisteminde de koruyucu bariyerler henüz tamamlanmadığından iç hava kirliliğinin olumsuz etkilerine erişkinlere göre daha açıktırlar (Dietert vd., 2000; Rice ve Barone, 2000). Adölesan dönem, çocukluktan erişkinliğe geçiş olarak tanımlanır ve insanlarda 11–20 yaşlarını içerir (Spear, 2000).

İç hava kalitesini ölçmek ve kontrol etmek için uygulanan iki yöntem bulunmaktadır; biri ortam CO₂ seviyesinin ölçümü, diğeri karışım gaz ölçümüdür (ASHREA, 1999). CO₂ tek başına iç hava kirleticisi olmamasına rağmen, ortamdaki seviyesinin artması havalandırmanın yetersizliğine, dolayısıyla bina içi kaynağı olan kirleticiler açısından hava kalitesinin kötüleştiğine işaret etmektedir (ASHRAE, 1999; ASHRAE, 2004).

Renksiz ve kokusuz bir gaz olan CO₂'nin en önemli kaynağı canlı organizmaların solunum havasıdır. Binaların içindeki CO₂ konsantrasyonu da ortamda bulunan insanların sayısının artması ile orantılı olarak artmakta, ortamın havalandırılması ile azalmaktadır. Sanayileşmenin etkisi ile her geçen yüzyıl atmosferik seviyesi giderek artan CO₂'nin bu yüzyıldaki oranı 377 ppm'dir (%0,0377) (CDCP, 2011; Sundell vd., 2011). 1 000 ppm' in altındaki CO₂ konsantrasyonu iç ortam havasında normal kabul edilmektedir (ASHRAE, 2001). CO₂ konsantrasyonu 800 ppm' e ulaştığında hasta bina sendromu şikayetleri ortaya çıkmaktadır; 5 000 ppm sağlığı etkileyebilen en üst seviye olarak kabul edilmektedir. 15 000 ppm' de kalp hızı artmakta, solunum güçlüğü ortaya çıkmaktadır. 30 000 ppm de ise kas ağrıları, konvülsiyon, konsantrasyon güçlüğü ve ölüm riski ortaya çıkmaktadır (Caldirola vd., 1997; Dominici vd., 2006; Salthammer, 2011). Konforlu bina içi havası için ise sıcaklığın 19 ile 23 °C arasında, nisbi nemin ise %40 ile %60 arasında olması gerekmektedir (Fanger, 2006; CDCP, 2011). Bunların yanında, hava kirliliğinin kardiyovasküler ve solunum hastalıkları ile ilişkisi bilinmektedir (Caldirola vd., 1997;

Dominici vd., 2006; Ahluwalia ve Matsui, 2011). Yüzde 5 CO₂ konsantrasyonunun 15 dakika solunması ile veya yüzde 35 CO₂ konsantrasyonlu havanın tüm vital kapasite ile bir kez solunması panik bozukluğu olan hastalarda panik atağı tetiklemektedir (Caldirola vd., 1997).

Literatürde iç hava kalitesi ile hasta bina sendromu ilişkisinin ortaya koyulduğu çalışmalar bulunmaktadır (Godwin ve Batterman, 2007; Hansen vd., 2008; Heudorf vd., 2009; Zhang vd., 2011; Norback vd., 2012). Ülkemizde de iç hava kalitesinin bina içinde yaşayanların sağlığına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır (Keskin vd., 2005a; Keskin vd., 2005b; Sofuoğlu vd., 2010; Gül, 2011; Gül vd., 2011; Sofuoğlu vd., 2011). Bu çalışmanın amacı, iç ortam hava kalitesinin erişkinlerde ve beyin gelişiminin devam ettiği adölesanlarda hasta bina sendromu yakınmaları ile ilişkisinin araştırılmasıdır.

2. Yöntem

Tanımlayıcı tipteki bu çalışma, kesitsel bir araştırmadır. Çalışma evrenini 18–54 yaş aralığında bulunan, Tıp Fakültesi 1. Sınıf öğrencileri (20 yaş altı) ile hastanede açık ofislerde çalışan memurlar (20 yaş üstü) oluşturmaktadır (n = 213, 79 erkek, 134 kadın). Çalışmada Nisan 2010 tarihinde adölesanların bulunduğu Tıp Fakültesi 1. Sınıf amfisi, probleme dayalı öğrenim (PDÖ) dersliklerinde, erişkinlerin bulunduğu açık ofislerde iç ortam hava kalitesi ölçümü yapıldı. İç hava kalitesi, sabah 10.00–12.00 saatleri arasında sıcaklık–nem–CO₂ ölçüm cihazı ile (Sense Air, İsveç) 2 saat boyunca sürekli ölçüm yapılarak değerlendirildi. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik kurulundan alınan yazılı izin sonrasında çalışmaya başlandı. Ölçüm anında ölçüm yerinde bulunan ve ankete katılmayı kabul eden kişilerin sözel gönüllü onamları alındıktan sonra veriler toplandı. Bilinen kronik hastalığı olanlar, sigara kullananlar ile ölçüm gününde yapılan fiziksel değerlendirmede solunum yolu enfeksiyonu olan kişiler çalışmaya alınmadı. Çalışmaya katılan kişiler Hasta Bina Sendromu Sorgulama Anketini gözlem altında yanıtlama tekniği ile doldurdu.

Hasta Bina Sendromu Sorgulama Anketi NIOSH'un iç hava kalitesi ve çalışma alanı semptomları temel alınarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (NIOSH, 1989). Hasta bina sendromu şikâyetleri dikotom (var/yok türü) değişkenlere dönüştürülerek anket hazırlanmıştır. Ankette katılımcıların sosyodemografik ve sağlığa ilişkin özellikleri ile Hasta Bina Sendromu belirtilerinden hangilerinin görüldüğüne ait verilerin de toplandığı anket 34 maddeden oluşmaktadır. Ankette katılımcılara kendilerinde görülen belirtileri 'var', 'yok' ya da 'bazen' olarak seçenekler sunulmuştur. Hasta bina sendromu belirtileri mukoza, solunum, deri ve merkezi sinir sistemini ilgilendiren semptomlar daha ayrıntılı olarak altı başlıkta toplanmıştır: Fiziksel (başağrısı, yorgunluk, sersemlik, uyuşukluk, uyku hali), bilişsel (konsantrasyon güçlüğü, bilinç bulanıklığı, baş dönmesi), göz (gözde yanma, kuruluk, kaşıntı, sulanma), kaygı (gerginlik–tedirginlik hissi,

kolay sinirlenme, kalp çarpıntısı, can sıkıntısı), solunum (hapşırma, burunda doluluk hissi, burun akıntısı, burun tıkanıklığı, burunda yanma ve ağrı hissi, boğazda yanma ve kuruluk, nefes alırken zorlanma, hırıltılı solunum, göğüste sıkışma, göğüs ağrısı, öksürük), duyuşal (deride kuruluk–irritasyon, mide ağrısı, bedende uyuşukluk ve karıncalanma, genel ağrı–sız, kulak çınlaması, bacak krampları, sırt ağrısı, terleme). Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Ölçülen alanlara göre sıcaklık, nem ve CO₂ düzeylerinin ortalama ve standart sapma hesaplaması yapılmıştır. Sosyodemografik ve sağlığa ilişkin özellikleri ile hasta bina sendromu yakınmalarının değerlendirilmesinde ki–kare testi kullanılmıştır. Öğrencilerin hasta bina sendromu yakınmalarının varlığı ile öğrenim görülen alanlarda ölçülen CO₂ düzeyi ortalamaları arasındaki ilişki sayısal değerlerin korelasyon analizinde kullanılan Pearson korelasyon analiziyle değerlendirilmiştir. Bu analizde hasta bina sendromu için her alt grubu oluşturan yakınmalara ('var' ise 2, 'bazen' ise 1, 'yok' ise 0) puanlar verilerek sayısal değerlere dönüştürülmüş ve CO₂ düzeyleri ölçümle belirlenen sayısal değerler ile ilişkisi incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmaya katılan adölesanların yaş ortalaması 18,8±1,8 (%31,7'si erkek, %68,3'ü kadın); erişkinlerin yaş ortalaması ise 35,8±0,9 (%31,7'si erkek, %68,3'ü kadın) (%44,8'i erkek, %55,2'si kadın)dir. Gençlerin bulunduğu ortamların CO₂ seviyesi ortalaması 1 871±22 ppm (en düşük 1 532 ppm, en yüksek 2 156 ppm), erişkinlerin çalışma alanlarının CO₂ seviyesi ortalaması 1 005±36 (en az 566, en yüksek 2 156). Adölesanların yaşadığı ortamın nisbi nem ortalaması %56,9±0,1, sıcaklık ortalaması 23,0±0,1 °C; erişkinlerin yaşadığı ortamın nisbi nem ortalaması 43,3±0,6, sıcaklık ortalaması 25,0±0,2 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Ölçüm yapılan amfi 375 m², ölçüm anında derslikte bulunan kişi sayısı 267, kişi başına 375/267= 1,4 m² alan düşmektedir. Ölçüm günü sınıfta bulunan 267 öğrenciden, 126 öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir. Ölçüm yapılan PDÖ derslikleri 12 m², ölçüm anında PDÖ dersliklerinde bulunan kişi sayısı 11, kişi başına 12/11=1,1 m² düşmektedir. Çalışanların ofislerinde ise ofis büyüklüğü 24–30 m², ölçüm anında odada bulunan çalışan sayısı 10–12, kişi başına 2,4 m² düşmektedir. Hasta bina sendromunun alt başlıklarının görülme sıklıkları ise; fiziksel yakınmalar adölesanlarda %69,0, erişkinlerde %72,4; bilişsel yakınmalar adölesanlarda %28,6, erişkinlerde %25,3; göz ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %34,1, erişkinlerde %48,3; kaygı ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %62,7, erişkinlerde %52,9; solunum ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %77,0, erişkinlerde %69,0; duyuşal alan ile ilgili yakınmalar adölesanlarda %69,8, erişkinlerde %67,8 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2).

Adölesanlarda alerjisi olanlarda hasta bina sendromunun göz ve duyuşal alan ile ilgili şikayetlerin istatistiksel anlamlı olarak daha çok bulunduğu görülmüştür (sırası ile $p = 0,004$ ve $p = 0,003$). Alerjisi bulunan erişkinlerde ise hasta bina

sendromunun fiziksel, göz ve solunum ile ilgili şikayetlerin istatistiksel anlamlı olarak daha çok ortaya çıktığı gözlenmiştir (sırası ile $p = 0,0001$, $p = 0,002$, $p = 0,002$). Sigara dumanına hassasiyeti olanların adölesanlarda hasta bina sendromu ile ilgili bir şikayet bulunmazken, erişkinlerde fiziksel şikayetlerin istatistiksel anlamlı olarak daha çok bulunduğu görülmüştür ($p = 0,048$). Hava kirliliğine tahammülsüzlüğü bulunan adölesanların anksiyetesinin istatistiksel anlamlı olarak yüksek olduğu, erişkinlerde ise fiziksel, solunumsal ve duyuşal şikayetlerin istatistiksel anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür (sırası ile; adölesanlarda $p = 0,016$, erişkinlerde $p = 0,003$, $p = 0,010$, $p = 0,015$ Tablo 2).

Tablo 1. Çalışma ortamının ve çalışmaya katılanların genel özellikleri. Çalışma ortamı ölçüm sonuçları; adölesanların bulunduğu Tıp Fakültesi 1. Sınıf amfisi ile 14 probleme dayalı öğrenim dersliğinde, erişkinlerin bulunduğu 15 ayrı açık ofiste 10:00–12:00 saatleri arasında yapılan ölçümlerin CO₂, sıcaklık ve nem ortalamasıdır.

	Gençler	Erişkinler
CO ₂ (ppm)	1 870,1±22,1	1 005,0±36,1
Sıcaklık (°C)	23,0±0,1	25,0±0,2
Nem (%)	56,9±0,1	43,3±0,6

Ölçülen CO₂ konsantrasyonları ile hasta bina sendromunun yakınmaları arasında yapılan korelasyon analizinde gençlerde ve erişkinlerde fiziksel şikayetlerde orta derecede pozitif yönde anlamlı bir korelasyon; gençlerde ek olarak solunumsal şikayetlerde zayıf derecede pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur (sırası ile gençlerde fiziksel, $r = 0,294$, $p = 0,001$, solunumsal; $r = 0,200$, $p = 0,025$, erişkinlerde $r = 0,264$, $p = 0,014$) (Tablo 3).

4. Tartışma

Bu çalışmada öğrencilerin ve çalışanların bulunduğu amfi, PDÖ derslikleri ile çalışma ofislerinin karbondioksit seviyelerinin normal sınırların çok üzerinde olduğu, bu alanlarda yaşayan insanların bu durumdan değişik seviyelerde etkilendiği görülmüştür. Buna ek olarak, çalışmaya katılanların ifade ettikleri hasta bina sendromu şikâyetleri ile iç ortam karbon dioksit seviyesi arasında orta ve zayıf derecede pozitif yönde korelasyon olduğu bulunmuştur. Bizim bilgilerimize göre Türkiye' de iç ortam CO₂ seviyesinin hasta bina sendromu yakınmaları ile ilişkisinin erişkinler ile adölesanlarda incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye'deki okullardaki hava kalitesinin bina içinde yaşayanların sağlığına etkileri ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Bulgurcu vd., 2007; Bulut, 2008; Kuş vd., 2008; Sofuoğlu ve Sofuoğlu, 2011). Kuş ve arkadaşlarının üniversite dersliklerinde CO₂ ve partikül seviyesi ölçerek değerlendirdikleri iç hava kalitesinde CO₂ seviyesini ortalama 1 000–1 414 ppm (en yüksek 2 250 ppm) olarak ölçmüşlerdir (Kuş vd., 2008). Harran üniversitesi ofislerinde CO₂ ve partikül seviyesi ölçerek değerlendirilen iç hava kalitesinde CO₂ seviyesi ortalama 938,6 ppm olarak bulunmuştur (Bulut, 2008). İzmir bölgesindeki ilköğretim ve anasınıflarının

değerlendirildiği başka bir çalışmada ise ilköğretim sınıflarındaki CO₂ seviyesi 1 000 ppm'in üzerinde ölçülmüş, anasınıflarında ise kış döneminde 1 000 ppm'in üzerine çıktığı gösterilmiştir (Sofuoğlu ve Sofuoğlu, 2011). Yurt dışında yapılan çalışmalarda da sınıflardaki öğrenci sayısının artması ile iç ortam hava kalitesinin kötüleştiği gösterilmiştir (Hansen vd., 2008; Zhang vd., 2011; Norback vd., 2012). Almanya'da yapılan bir çalışmada sınıflardaki CO₂ seviyesi 827 ile 2 861 arasında değiştiği görülmüştür (Heudorf vd., 2009). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan başka bir çalışmada ise okullarda 2 700 ile 3 330 ppm karbon dioksit seviyeleri ölçülmüştür (Godwin ve Batterman, 2007). Bu çalışmada yetişkinlerin bulunduğu çalışma ofislerindeki CO₂ seviyesi 1 004 ppm, öğrencilerin bulunduğu dersliklerin CO₂ ortalaması 1 870 ppm olarak ölçülmüştür.

Bir binada bulunurken ortaya çıkan, binadan ayrılınca ortadan kaybolan semptomlar topluluğu olan Hasta Bina Sendromunun ortam havası kötüleştiğinde ortaya çıktığı bilinmektedir. Bina içerisinde yaşayanların %20'den fazlasında hasta bina sendromuna ait şikâyetlerin bulunması sendromun varlığına işaret etmektedir (Deason vd., 1998). Bu çalışmada çalışmaya katılanların %95'i hasta bina sendromuna işaret eden semptom yakınmasında bulunmuş; ek olarak çalışmaya katılanların %68,3'ü açık havaya çıktığında

bu yakınmaların geçtiğini ifade etmiştir. Yakınmaların açık havaya geçince ortadan kalkıyor olması bu şikâyetlerin hasta bina sendromundan kaynaklanıyor olma olasılığını güçlendirmektedir.

Yapılan araştırmalarda hasta bina sendromu yakınmasının ortaya çıkmasında tespit edilen risk faktörlerinin bulunduğu görülmüştür. Kadın olmak en önemli risk faktörüdür (Burge, 2004). Bu çalışmada da hem adölesanlarda hem de erişkinlerde kadınların hasta bina sendromundan yakınmasının erkeklere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Herhangi bir hastalığı olmak hasta bina sendromunun ortaya çıkmasını kolaylaştırmaktadır (Stellman, 1998; CDCP, 2011; Quinn ve Arnold, 2012). Bilinen bir hastalığı olanlar ve genel fizik bakıda grip, nezle gibi hastalığı bulunanlar çalışmaya alınmamışlardır. Alerjisi olmak da hasta bina sendromu şikâyetlerinin kolaylıkla ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Stellman, 1998; CDCP, 2011; Quinn ve Arnold, 2012). Bu çalışmada toza ve hayvana karşı alerjisi olanlar ile hava kirliliğine hassasiyeti olanlarda hasta bina sendromu şikâyetlerinin daha çok ifade edildiği görülmüştür. Ancak erişkin grupta alerjisi olanlar adölesan gruba göre hasta bina sendromuna ait daha çok şikâyetin varlığını ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Ankete katılanların sağlığa ilişkin özellikleri ile hasta bina sendromu şikâyetlerinin görülme sıklığı. * $p < 0.05$

		Hasta Bina Sendromu Yakınmaları					
		Fiziksel	Bilişsel	Göz	Anksiyete	Solunumsal	Duygusal
Erkek	Adölesan	26 (%65)*	9 (%23)	10 (%25)	25 (%63)*	32 (80)*	21 (%53)
	Erişkin	21 (%54)	5 (%13)	16 (%41)	16 (%41)	23 (%59)	19 (%49)
Kadın	Adölesan	61 (%71)*	27 (31)	33 (%38)	54 (%63)*	65 (%76)*	67 (%78)*
	Erişkin	42 (%88)*	17 (%35)	26 (%54)	30 (%63)*	37 (%77)*	40 (%83)*
Allerji (+)	Adölesan	57	23	37*	57	71	69*
	Erişkin	31*	11	23*	20	29*	25
Sigara dumanına hassasiyet (+)	Adölesan	47	19	18	39	47	44
	Erişkin	38*	12	24	28	36	36
Hava kirliliğine hassasiyet(+)	Adölesan	55	26	25	52*	56	50
	Erişkin	54*	18	36	39	51*	50*

Tablo 3. CO₂ seviyesi ile hasta bina sendromu yakınmaları arasındaki korelasyon analizi

		Hasta Bina Sendromu Yakınmaları					
		Fiziksel	Bilişsel	Göz	Anksiyete	Solunumsal	Duygusal
Adölesanlar	$r = 0,294$	$r = 0,079$	$r = 0,123$	$r = 0,043$	$r = 0,200$	$r = 0,111$	
	$p = 0,001$	$p = 0,381$	$p = 0,170$	$p = 0,633$	$p = 0,025$	$p = 0,216$	
Erişkinler	$r = 0,264$	$r = 0,076$	$r = 0,116$	$r = 0,033$	$r = 0,125$	$r = 0,084$	
	$p = 0,014$	$p = 0,481$	$p = 0,286$	$p = 0,760$	$p = 0,250$	$p = 0,437$	

Öğrencilerin ifade ettikleri hasta bina sendromu yakınmalarının üç semptomda toplandığı görülmektedir: “yorgunluk veya konsantrasyonda zorluk,” “solunum ile ilgili şikayetler,” “kaygı”. Bu sonuçlar bu konuda yurtdışında yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Godwin ve Batterman, 2007; Hansen vd., 2008; Norback ve Nordstrom, 2008; Heudorf vd., 2009; Zhang vd., 2011; Norback vd., 2012). İsveç’te yapılan bir çalışmada 20–25 yaş arası öğrencilerin bulunduğu sınıflarda CO₂ seviyesi arttıkça öğrencilerde baş-ağrısı, yorgunluk ve solunum ile ilgili şikayetler tanımlanmıştır (Norback ve Nordstrom, 2008). Erişkinlerde kötü iç ortam hava kalitesi ile ortaya çıkan hasta bina sendromunda göz ile ilgili şikayetlerin daha fazla olduğu görülürken, gençlerde konsantrasyon ve dikkat kaybı, anksiyete ile ilgili şikayetler daha çok gözlenmektedir (Hansen vd., 2008; Norback ve Nordstrom, 2008; Zhang vd., 2011; Norback vd., 2012). Bilindiği gibi beyin gelişimi anne karnında başlayıp adölesan dönemin sonuna kadar devam etmektedir (Spear, 2000). Bu çalışmada da kaygı ve konsantrasyon güclüğü gibi merkezi sinir sistemine ait semptomlar henüz gelişimi tamamlanmamış olan beyin daha fazla etkilendiğine işaret ediyor olabilir.

Amerikan İklimlendirme, Soğutma ve Isıtma Mühendisleri Derneği’nin yayınladığı standarda göre okullarda iyi iç ortam hava kalitesinin sağlanması için öğrenci başına en az 2 m² alan olması önerilmektedir (ASHREA; 2004). Bu çalışmada öğrenci başına düşen alan (m²) amfide 1,4 PDÖ dersliklerinde 1,1 olarak hesaplanmıştır. Erişkin grupta ise kişi başına 2,4 m² düşmektedir. Yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu şikayetlerinin binada bulunma sıklığı ve süresi ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir (Chester ve Levine, 1998; Hodgson, 2000; Allermann vd., 2003). Bu çalışmada erişkin grupta maruz kalınan CO₂ seviyesi adölesan gruba göre düşük olmasına rağmen adölesanlara göre daha uzun süre ve aralıksız bu ortamlarda kalmaktadırlar. Zaten hasta bina sendromu şikayetlerinin de erişkinlerde daha çok olduğu görülmüştür. Ortam CO₂ ölçümleri ile hasta bina sendromu şikayetlerinin korelasyon analizinde hem adölesanlarda hem de erişkinlerde görülen şikayetlerin maruz kaldıkları CO₂ seviyesi ile korelasyon içinde olduğu görülmüştür.

5. Sonuçlar

Bu çalışma çalışmaya katılan adölesanların öğrenim gördükleri amfi ve PDÖ dersliklerinde ve erişkinlerin çalışma ofislerinde iç hava CO₂ düzeyinin normal sınırların üzerinde olduğuna, bu ortamlarda yaşayanların bu yüksek karbondioksitten korele olarak değişik derecelerde etkilenebildiklerine işaret etmektedir. Adölesanlar daha yüksek CO₂ seviyelerine aralıklarla ve erişkinlere göre daha kısa süre maruz kalırken erişkinlerin maruz kaldığı CO₂ seviyesi daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak yine de her iki grubun da bu kötü havadan etkilenebildikleri gözlenmiştir. Adölesanlarda merkezi sinir sistemine ait şikayetler çoğunlukta, erişkinlerde göz ile ilgili şikayetlerin daha çok olduğu görülmüştür. Bu çalışma beyin gelişimi devam eden adölesanların buldukları ortamların havasının temiz

olmasının gerekliliğine işaret etmektedir. Bu çalışma iç ortam hava kalitesinin bu ortamlarda yaşayan farklı yaş gruplarına sahip kişilerin sağlığı üzerine etkilerini sorgulayan ön araştırma niteliğindedir. Daha sonraki çalışmalarda iç hava kalitesinin beyin gelişimi sürecinde beyin fiziksel ve kimyasal etkilenmesinin deneysel ortamlarda incelenmesi planlanmalıdır.

Kaynaklar

- Ahluwalia, S. K., Matsui, E.C., 2011. The indoor environment and its effects on childhood asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology* 11, 137–143.
- Allermann, L., Meyer, H. W., Poulsen, O. M., Nielsen, J.B., Gyntelberg, F., 2003. Inflammatory potential of dust from schools and building related symptoms. *Occupational and Environmental Medicine* 60, 1–5.
- ASHRAE(American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2004. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62.1–2004, Atlanta, USA.
- ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2001. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62–2001, Atlanta, USA.
- ASHRAE(American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 1999. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE Standard 62–1999, Atlanta, USA.
- Bell, M. L., Ebisu, K., Peng, R. D., Walker, J., Samet, J. M., Zeger, S. L., Dominici, F., 2008. Seasonal and regional short-term effects of fine particles on hospital admissions in 202 US counties, 1999–2005. *American Journal of Epidemiology* 168, 1301–1310.
- Bulgurcu, H., İtlen, N., Coşkun, A., 2007. Okullarda iç hava kalitesi problemleri ve çözümler. *VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, 23–26 Kasım, 2005, İzmir, 601–616.
- Bulut, H., 2008. Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin araştırılması. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi* 105, 28–37.
- Burge, P. S., 2004. Sick building syndrome. *Occupational and Environmental Medicine* 61, 185–190.
- Caldirola, D., Perna, G., Arancio, C., Bertani, A., and Bellodi, L., 1997. The 35% CO₂ challenge test in patients with social phobia. *Psychiatry Research* 71, 41–48.
- CDCP (Center for Disease Control and Prevention), 2011. NIOSH Home Workplace Safety & Health Topic, Indoor Environmental Quality. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/>.
- Chester, A. C., Levine, P. H., 1998. Concurrent sick building syndrome and chronic fatigue syndrome: epidemic neuromyasthenia revisited. *Clinical Infectious Diseases* 18, 43–48.
- Deason, J. P., Tsongas, T. A., Cothorn, C. R., 1998. Sick buildings: what have we learned and what can be done? *Environmental Engineering and Policy* 1, 37–45.
- Dietert, R.R., Etzel, R.A., Chen, D., Halonen, M., Holladay, S.D., Jarabek, A.M., Landreth, K., Peden, D.B., Pinkerton, K., Smialowicz, R.J., Zoetis, T., 2000. Workshop to identify critical windows of exposure for children’s health: immune and respiratory systems work group summary. *Environmental Health Perspective* 108, 483–490.
- Dominici, F., Peng, R.D., Bell, M.L., Pham, L., McDermott, A., Zeger, S.L., Samet, J.M., 2006. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *Journal of the American Medical Association* 295, 1127–1134.
- Fanger, P.O., 2006. What is IAQ? *Indoor Air* 16, 328–334.

- Godish, T., 2001. *Indoor Environmental Quality*, Lewis Publishers, New York, 211–245.
- Godwin, C., Batterman, S., 2007. Indoor air quality in Michigan schools. *Indoor Air* 17, 109–121.
- Gül, H., Gaga, E.O., Döğeroğlu, T., Özden, Ö., Ayvaz, Ö., Özel, S., Güngör, G., 2011. Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish city. *International Journal of Environmental Research Public Health* 8, 1110–1125.
- Gül, H., 2011. *Sick Building Syndrome in Public Buildings and Workplaces*, Springer, USA, 89–104.
- Hansen, A. M., Meyer, H. W., Gyntelberg, F., 2008. Building-related symptoms and stress indicators. *Indoor Air* 18, 440–446.
- Heudorf, U., Neitzert, V., Spark, J., 2009. Particulate matter and carbon dioxide in classrooms – the impact of cleaning and ventilation. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 212, 45–55.
- Hodgson, M. J., 2000. Sick building syndrome. *Occupational Medicine* 15, 571–585.
- Keskin, Y., Özyaral, O., Başkaya, R., Aslan, H., Hayran, O., 2005a. Bir lise binası kapalı alan atmosferine ait mikrobiyolojik içeriğin hasta bina sendromu açısından öğretmen ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Astım Allerji İmmünoloji Dergisi* 3, 116–130.
- Keskin, Y., Özyaral, O., Başkaya, R., Lüleci, E.N., Avcı, S., Susur Acar, M., 2005b. Bir kamu binası iç alan atmosferinin mikrobiyolojik kalitesi ve iş ortamı algısının hasta bina sendromu açısından sorgulanması. *Astım Allerji İmmünoloji Dergisi* 3, 56–67.
- Kuş, M., Okuyan, C., Bulut, H., Bulgurcu, H., 2008. Üniversite dersliklerinde iç hava kalitesinin değerlendirilmesi, 8. *Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu*, 12–14 Mayıs, 2008, İstanbul, 223–237.
- NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health), 1989. Criteria for a recommended standard: indoor air quality, Cincinnati, 89–106.
- Norback, D., Nordstrom, K., 2008. Sick-building syndrome in relation to air Exchange rate, CO₂, room temperature and relative air humidity in university computer classrooms: an experimental study. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 82, 21–30.
- Norback, D., Nordström, K., Zhao, Z., 2012. Carbon dioxide (CO₂) demand-controlled ventilation in university computer classrooms and possible effects on headache, fatigue and perceived indoor environment: an intervention study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, doi:10.1007/s00420-012-0756-6.
- Quinn, P., Arnold, D.T., 2012. Illinois Department of Public Health Guidelines for Indoor Air Quality, http://www.idph.state.il.us/envhealth/factsheets/indoorairstqualityguide_fs.htm, erişim: Mayıs 2011.
- Rice, D., Barone, S. Jr., 2000. Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models. *Environmental Health Perspective* 108, 511–533.
- Salthammer, T., 2011. Critical evaluation of approaches in setting indoor air quality guidelines and reference values. *Chemosphere* 82, 1507–1517.
- Sofuoglu, S.C., Sofuoglu, A., 2011. İlköğretim okullarında bina-içi çevresel kalite: İzmir çalışması sonuçlarının değerlendirilmesi. *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 13–16 Nisan 2011, İzmir, 1751–1766.
- Sofuoglu, S.C., Aslan, G., Inal, F., Sofuoglu, A., 2011. An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 214, 36–46.
- Sofuoglu, A., Kiyem, N., Kavcar, P., Sofuoglu, S.C., 2010. Polycyclic and nitro musks in indoor air: a primary school classroom and a women's sport center. *Indoor Air* 20, 515–522.
- Spear, L. P., 2000. The adolescent brain and age related behavioral manifestations. *Neuroscience Biobehavioral Reviews* 4, 417–463.
- Stellman, J. M., 1998. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. International Labour Office, Geneva, pp. 44.2-44.26 and 45.2–45.23.
- Sundell, J., Levin, H., Nazaroff, W.W., Cain, W.S., Fisk, W.J., Grimsrud, D.T., Weschler, C.J., 2011. Commemorating 20 years of indoor air ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air* 21, 191–204.
- WHO (World Health Organization), 2009. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen, 248 pp.
- WHO (World Health Organization), 2011. Methods for monitoring indoor air quality in schools. , Copenhagen, 32 pp.
- WHO (World Health Organisation), 1983. Indoor air pollutants: exposure and health effects, Euro Reports and Studies 78, Copenhagen, 42 pp.
- Zhang, X., Zhao, Z., Nordquist, T., Norback, D., 2011. The prevalence and incidence of sick building syndrome in Chinese pupils in relation to the school environment: a two-year follow-up study. *Indoor Air* 21, 462–471.



Research Article

Relation between the Symptoms of Sick Building Syndrome and Indoor Carbon Dioxide Concentrations in Adolescents and Adults

Ayla AÇIKGÖZ¹, Burak BAYKARA², Nazan UYSAL³ ✉

¹Dokuz Eylul University, Medical Faculty, Oncology Unit, 35340 Balçova/Izmir/Turkey

²Dokuz Eylul University, Medical Faculty, Department of Child and Adolescent Psychiatry, 35340 Balçova/Izmir/Turkey

³Dokuz Eylul University, Medical Faculty, Physiology, 35340 Balçova/Izmir/Turkey

Received: November 15, 2012; Accepted: January 10, 2013

ABSTRACT

It is known that, the sick building syndrome appears, with low indoor air quality in people who live in these building. The aim of this study was to investigate the relation between the indoor air quality and complaints of sick building syndrome in adults and adolescents whose brain development still continues. This study is a descriptive study in 213 healthy students (40 male, 84 female) and staff (39 male, 48 female), with an age range of 18–54. The symptoms of sick building syndrome were assessed by sick building syndrome questionnaire survey administered to the participating students. Sick building syndrome complaints converted to dichotomous (yes/no type) variables for analysis. Indoor air quality was assessed by measurement of carbondioxide, temperature and humidity levels between 10.00–12.00 am (during two lessons time for adolescents). The calculated percentage distributions were assessed by chi-square test. Correlations among variables were calculated using Pearson correlation analysis. The mean CO₂ concentration is 1 870±22 ppm in indoor air of adolescents, 1 005±36 in indoor air of adults. At least one of sick building syndrome complaints were present in 95.2% of the participants. The incidence of sick building syndrome groups were as follows; physical symptoms 69.0% in adolescents, 72.4% in adults, cognitive symptoms 28.6% in adolescents, 25.3% in adults, eye-related complaints 34.1% in adolescents, 48.3% in adults, anxiety 62.7% in adolescents, 52.9% in adults, respiratory symptoms 77.0% in adolescents, 69.0% in adults, sensory symptoms 69.8% in adolescents, 67.8% in adults. A moderate positive correlation was found between the CO₂ levels and the physical complaints of the sick building syndrome in both adolescents and adults; a weak positive correlation was found between the CO₂ levels and respiratory complaints of the sick building syndrome in adolescents (in adolescents physical, $r = 0.294$, $p = 0.001$, respiratory; $r = 0.200$, $p = 0.025$; in adults $r = 0.264$, $p = 0.014$). Carbon dioxide levels of indoor air were above the normal values in working and learning area of the buildings. The participants could be affected at different levels with this high levels of carbon dioxide. Participants in the study were informed about the sick building syndrome and indoor air quality, an awareness has been created about importance and prevention.

Keywords: Indoor air quality, sick building syndrome, quality of life, carbon dioxide.

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.