

T.C.

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi Halk Sağlığı

Anabilim Dalı

**ÖĞRENCİLERDE HASTA BİNA  
SENDROMU PREVALANSI İLE İÇ ORTAM  
HAVA KALİTESİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ: KÜTAHYA OKUL  
ÖRNEĞİ**

DR. ÖMER FARUK TEKİN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. İnci Arıkan

KÜTAHYA - 2019



T.C.

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi Halk Sağlığı

Anabilim Dalı

**ÖĞRENCİLERDE HASTA BİNA  
SENDROMU PREVALANSI İLE İÇ ORTAM  
HAVA KALİTESİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ: KÜTAHYA OKUL  
ÖRNEĞİ**

DR. ÖMER FARUK TEKİN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. İnci Arıkan

KÜTAHYA – 2019

## İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İç Ortam	3
2.1.1. İç Ortam Hava Kalitesi	3
2.1.2. İç Ortam Hava Kirleticileri	5
2.1.3. Okul İç Ortamı Hava Kalitesi	17
2.2. Hasta Bina Sendromu	21
2.2.1. HBS Tanımı	21
2.2.2. HBS Semptomları	22
2.2.3. HBS Risk Faktörleri	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Araştırmanın Yeri	25
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme	26
3.3. Okulların Genel Özellikleri	27
3.4. Araştırma İle İlgili Gerekli İzinler	28
3.5. Araştırmanın Uygulanması	29
3.6. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler	29

3.6.1. Anket	29
3.6.2. Ölçüm Araçları	31
3.7. Tanımlar Ve Kriterler	33
3.7.1. Hasta Bina Sendromu	33
3.7.2. İç Ortam Hava Kalitesi İndeksi	34
3.8. İstatistiksel Yöntem	34
4. BULGULAR	36
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
7. KAYNAKLAR	68
EKLER	90

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1	İç Ortam Kaynaklarından Ortaya Çıkan Bazı Sağlığa Zararlı Kirleticiler	6
Tablo 2.2	Okullarda Yapılmış Karbondioksit Ölçümleri ve Sağlık Etkileri	14
Tablo 2.3	PM'nin Temel Özelliklerinin Partikül Boyutuna Göre Karşılaştırılması: PM <sub>2.5</sub> ve PM <sub>10</sub>	15
Tablo 2.4	Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında İç Ortam Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	18
Tablo 2.5	Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında HBS İle İlgili Yapılan Çalışmalar	24
Tablo 3.1	Çalışmanın Yapıldığı Okulların Genel Özellikleri	28
Tablo 4.1	Öğrencilerin Eğitim Durumu Özellikleri	36
Tablo 4.2	Öğrencilerin Sosyodemografik Özellikleri	37
Tablo 4.3	Öğrencilerin Yaşadıkları Evlerin Genel Özellikleri	39
Tablo 4.4	Öğrencilerde Hayat Boyu ve Son Bir Yıldaki Solunum Sistemi, Alerji Semptomları Görülme Sıklığı	40
Tablo 4.5	Öğretmen ve Velilerin Sınıf İç Ortam Alguları	42
Tablo 4.6	Öğrenci Velilerinin Okulların Çeşitli Özellikleri Hakkındaki Genel Görüşleri	43
Tablo 4.7	HBS'nin Sosyodemografik Özellikler İle İlişkisi	44
Tablo 4.8	HBS'nin Öğrencilerin Yerleşim Yeri ve Öğrenim Durumu İle İlişkisi	45
Tablo 4.9	HBS'nin Yaşanılan Evin Özellikleri İle İlişkisi	46
Tablo 4.10	HBS İle Öğretmen ve Velilerin Sınıf İç Ortam Alguları Arasındaki İlişki	47

Tablo 4.11	HBS İle Sınıf İç Ortam Algılarının Çoklu Lojistik Regresyon Model 1 Sonuçları	48
Tablo 4.12	Ölçüm Sonuçlarının Ortalama ve Ortanca Değerleri	48
Tablo 4.13	HBS İle PM ve CO2 Ölçümlerinin İlişkisi	49
Tablo 4.14	HBS İle PM ve CO2 Ölçümlerinin Çoklu Lojistik Regresyon Model 2 Sonuçları	50
Tablo 4.15	HBS İle Ölçüm Değerleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi	53
Tablo 4.16	İHKİ İle HBS ve Ölçüm Değerleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi	54
Tablo 4.17	HBS İle İHKİ Değerinin Çoklu Lojistik Regresyon Model 3 Sonuçları	55

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	PM'nin Vücuda Muhtemel Giriş Yolları	16
Şekil 3.1	Çalışmanın Yapıldığı Okulların Harita Üzerindeki Konumları	25
Şekil 3.2	Örneklem Büyüklüğü ve Katılımcı Sayıları	26
Şekil 3.3	Particles Plus 8306 Partikül Ölçüm Cihazı	31
Şekil 3.4	Testo 480 Çok Fonksiyonlu Ölçüm Cihazı	32
Şekil 3.5	HBS Tanı Algoritması	33
Şekil 4.1	Öğrencilerde Okuldan Kaynaklandığı Düşünülen HBS Semptomları	41
Şekil 4.2	Öğrencilerde HBS Görülme Sıklığı	42
Şekil 4.3	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen Sıcaklık Değerlerinin Dağılımı	51
Şekil 4.4	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen Nem Değerlerinin Dağılımı	51
Şekil 4.5	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen PM <sub>2.5</sub> Değerlerinin Dağılımı	52
Şekil 4.6	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen PM <sub>10</sub> Değerlerinin Dağılımı	52
Şekil 4.7	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen CO <sub>2</sub> Değerlerinin Dağılımı	53
Şekil 4.8	Kırsal ve Kentsel Bölgelerde İHKİ Değerinin Dağılımı	54



## KISALTMALAR

<b>AB</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>ASHRAE</b>	Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği
<b>BBH</b>	Binaya Bağlı Hastalık
<b>CO</b>	Karbon monoksit
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbon dioksit
<b>dB</b>	Desibel
<b>DSÖ</b>	Dünya Sağlık Örgütü
<b>HBS</b>	Hasta Bina Sendromu
<b>HKDYY</b>	Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
<b>IARC</b>	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı
<b>İHKİ</b>	İç ortam hava kalitesi indeksi
<b>µm</b>	Mikrometre
<b>NO</b>	Nitrojen monoksit
<b>NO<sub>2</sub></b>	Nitrojen dioksit
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Nitröz oksit
<b>PAH</b>	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
<b>PM</b>	Partikül madde
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Çapı 2.5 µm'den küçük partikül madde
<b>PM<sub>10</sub></b>	Çapı 10 µm'den küçük partikül madde
<b>ppm</b>	Milyonda bir
<b>SO<sub>2</sub></b>	Kükürt dioksit
<b>VOC</b>	Uçucu organik bileşikler

## TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimi ile her zaman yol gsterici olan, her konuda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danıőmanım Doç. Dr. İnci Arıkan'a, tez verilerinin toplanması aőamasında yardımlarından dolayı Dr. Melike Tellioglu'na, değerli arkadaşlarım Dt. Ali Baőar Özen, Uzm. Dr. Emre Mırçık, Dr. Muammer Pak ve Dr. Nazif Yalçın'a, bugünlere gelmemdeki en yüksek payın sahibi olan, annem Nurhan Tekin ve babam merhum Kadir Tekin'e, hayatımın her anında en büyük destekçim, yol ve hayat arkadaşım Büőra Tekin'e teşekkür ederim.



## ÖZET

**Öğrencilerde Hasta Bina Sendromu Prevalansı İle İç Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi: Kütahya Okul Örneği.** Çalışmanın amacı, ilköğretim öğrencilerinde Hasta Bina Sendromu (HBS) yaygınlığı ile iç ortam hava kalitesi ilişkisini değerlendirmektir. Eylül-Kasım 2018 tarihlerinde Kütahya merkezde kırsal ve kentsel bölgelerde yer alan basit rastgele yöntemle seçilmiş üç okulda gerçekleştirilen çalışma için etik kurul onayı ve gerekli izinler alındı. Okullarda öğrenim gören 1089 öğrenciden 966 öğrenci ile çalışma tamamlandı. Öğrenci velileri tarafından “*MM 080 NA School*” isimli anket formu dolduruldu. Son 3 ayda yaşanan ve okuldan kaynaklandığı düşünülen en az bir genel ve en az bir mukokutanöz semptoma sahip olanlar HBS pozitif olarak kabul edildi. Belirlenen günlerde sınıflarda partikül madde (PM) ve karbondioksit seviyeleri ölçüldü. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programı kullanıldı. Çoklu lojistik regresyon uygulandı, kır-kente göre düzeltildi ve bağımlı değişken HBS olma durumu alındı. Bağımsız değişkenler olarak sınıf iç ortam kalitesini sorgulayan sorulara verilen cevaplar, ölçüm değerlerinin kategorik sınıflaması ve İç ortam Hava Kalite İndeksi (İHKİ) alındı. Çalışma %50,9’u kız olmak üzere 966 öğrencide gerçekleştirildi. HBS prevalansı %10,2 bulundu ve HBS semptomları %14,3 yorgunluk, %11,9 burun tıkanıklığı- akıntısı, %9,3 baş ağrısı olarak sıralandı. Ölçülen ortalama PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerleri sırasıyla 21,51 µg/m<sup>3</sup>, 301,96 µg/m<sup>3</sup> ve 1612,82 ppm idi ve kentsel bölgede kırsal bölgeye göre ölçüm değerleri yüksekti. HBS olma riski; ilkokulda okuyanlarda, sınıf hava kalite algısı ve sınıf aydınlatma algısı kötü olanlarda, PM<sub>2.5</sub> değeri >45 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> değeri 150-300 µg/m<sup>3</sup>, CO<sub>2</sub> değeri 1500-2000 ppm arasında olan sınıflardaki öğrencilerde ve İHKİ değerinin her bir kademe artmasıyla 6 kat daha yüksek bulundu. Her on öğrenciden birinde HBS görülmektedir. HBS ile iç ortam kalitesinden rahatsız olma durumu ve artan CO<sub>2</sub>, PM ölçüm değerleri arasında ilişki saptanmıştır. Okullarda HBS hakkında bilgilendirilme ve ilişkili faktörleri iyileştirmeye yönelik çalışmaların devamlılığı önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Hasta bina sendromu, iç ortam, hava kalitesi, okul

## ABSTRACT

**Evaluation of Sick Building Syndrome Prevalence and Indoor Air Quality in Students: Kütahya School Sample.** In this study, it was aimed to evaluate the relationship between Sick Building Syndrome (SBS) prevalence and indoor air quality in elementary school students. Ethical committee approval and necessary permissions were obtained for the study which was carried out in three randomly selected schools in rural and urban areas in the centre of Kütahya between September and November 2018. The study was completed with 966 students out of 1089 students studying in schools. Questionnaire "MM 080 NA School" was completed by the parents of the students. Those who had at least one general and at least one mucocutaneous symptom in the last 3 months and thought to be originated from school were accepted as SBS positive. Those who had at least one general and at least one mucocutaneous symptom in the last 3 months and thought to be originated from school were accepted as SBS positive. On determined days, particulate matter (PM) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) levels were measured in the classrooms. SPSS 20.0 package program and multiple logistic regression were used for the evaluation of the data, it was corrected according to rural and urban status and dependent variable SBS status was taken. As the independent variables, the answers to the questions questioning the indoor quality of the classroom, categorical classification of measurement values and Indoor Air Quality Index (IAQI) were taken. The study was conducted on 966 students, 50.9% of whom were girls. The prevalence of SBS was found to be 10.2% and SBS symptoms were listed as 14.3% fatigue, 11.9% nasal obstruction and discharge, and 9.3% headache. The mean values of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> and CO<sub>2</sub> were 21.51 µg/m<sup>3</sup>, 301.96 µg/m<sup>3</sup> and 1612.82 ppm, respectively, and the measured values were higher in urban areas than in rural areas. The risk of SBS was found to be higher in the students who has poor class air quality perception and poor class lighting perception, in primary schools students, students in the classrooms in which the values of PM<sub>2.5</sub>> 45 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> 150-300 µg/m<sup>3</sup> and CO<sub>2</sub> values between 1500-2000 ppm and 6 times higher with each step increase of IAQI. One in ten students has SBS. There was a relationship between SBS and disturbance of indoor quality and increased CO<sub>2</sub> and PM values. In schools, it is important to be informed about SBS and the continuity of studies aimed at improving related factors.

**Keywords:** Sick building syndrome, indoor, air quality, school

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hava kirliliği, havanın, çevrede ekolojik sisteme ve insan sağlığına zarar veren duman, katı maddeler ya da kimyasallar ile kirlenmesi olarak tanımlanmaktadır (1). İç ortamda biriken kirleticiler, dış ortam kirleticilerinden daha tehlikeli olabilmektedir (1). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanlar yaşamlarının yaklaşık %90'ını ofis, ev, okul, spor salonu, toplu taşıma araçları gibi iç ortamlarda geçirmektedirler (2). İç ortamda yetişkinlerden daha fazla zaman geçiren çocuklar, hızlı metabolizmaya sahip olmaları, organ sistemlerinin gelişmemiş olması ve artmış büyüme hızları nedeniyle çevre etkilerine maruziyet açısından erişkinlere göre daha duyarlıdır (3). Çocukların okul ortamındaki kirli havaya maruz kalmasının nörogelişim üzerine olumsuz etkilerinin olduğu epidemiyolojik çalışmalarda belirtilmiştir (4–6).

İç ortam hava kalitesi 70'li yıllardan itibaren giderek artan bir öneme sahip olmuştur ve içinde bilinen kirleticilerin bulunmadığı ya da belirlenen konsantrasyonları aşmadığı ve bu ortamdaki insanların havanın kalitesi ile ilgili bir memnuniyetsizlik hissetmediği hava olarak tanımlanmaktadır (7,8). İç ortam hava kalitesi, yüksek sıcaklık, nem ve kirleticilerin olması ile bozulmaktadır. Kirletici olarak kabul edilen sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik bileşikler, karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, karbondioksit, partikül maddeler (PM) gibi faktörlerin bazı semptomlarla ilişkili olduğu bilinmektedir. Özellikle 0,5 µm çaplı PM'lerin alt solunum yollarına girişi kolay olmakta, PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>'nun ise %60'a yakınının dış ortam kaynaklı olduğu bildirilmektedir (9–11). İç ortam hava kalitesinin bozulması ile ortaya çıkan sağlık problemlerinden birisi de Hasta Bina Sendromu (HBS)'dur.

HBS, baş ağrısı, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü, cilt ve mukoz membranların irritasyonu gibi semptomlarla seyreden, modern binalarda zaman geçiren insanlarda görülen bir durum olarak tanımlanmaktadır (12). HBS'nin nedenleri olarak; binalardaki ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerindeki yetersizlik, iç ortam hava kalitesinin kötü olması, küf ve nem varlığı gibi çevresel etkilerin yanında, gürültü, stres, psikososyal faktörler, alerjik durumlar gibi kişisel faktörler de bulunmaktadır (13–16).

HBS ile ilgili yapılmış çalışmalar giderek artmakla beraber, bu çalışmalarda daha çok iş ortamındaki yetişkinler değerlendirilmektedir. Literatürde çocuklardaki HBS ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), çocuklardaki solunum hastalıklarının %36'sının ve kronik hastalıkların %22'sinin, sınıflardaki kötü iç ortam hava kalitesi ile ilişkili olduğunu raporlamıştır (17). Ülkemizde ise her ne kadar iç ortam hava kalitesi ve kirleticilerini saptamaya yönelik çalışmalara rastlamak sevindirici olsa da, HBS ve iç ortam hava kalitesi ile ilişkinin değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Hava kirliliği ve sağlık etkileri arasındaki ilişkiyi belirlemek için maruz kalma değerlendirmesi esastır. Ancak çevresel epidemiyolojinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri bu maruz kalmanın doğasını çözümleyebilmektir (18). Özellikle savunmasız gruplardan çocuklar, yaşlılar ve kadınlarda yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Kütahya'nın merkezinde yer alan kentsel ve kırsal bölgelerdeki okullarda okuyan ilköğretim öğrencilerinde, HBS yaygınlığı ile iç ortam hava kalitesi ilişkisini değerlendirmektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. İç Ortam

Konutlar, toplantı salonları, okullar, işyerleri insanların zamanlarının büyük bir kısmını geçirdiği iç ortamlardır. Konutlar, işyerleri, resmi binalar ve okullar içerisindeki hava genel olarak iç ortam havası olarak adlandırılmaktadır. Bazı kaynaklarda iç ortam havası; yapı-içi hava, kapalı ortam havası ya da iç hacim havası olarak da geçmektedir (19–21). Yapılan çalışmalarda insan yaşamının hemen hemen %90'ının iç ortamda geçtiği belirtilmektedir. Sosyodemografik özellikler ne olursa olsun kişiler iç ortam hava kirliliğinden büyük oranda etkilenirler (19). Genel olarak çocuklar iç ortamda yetişkinlerden daha fazla zaman geçirmektedirler. Bu durumda, hızlı metabolizmaya sahip olmaları, organ sistemlerinin gelişmemiş olması ve artmış büyüme hızları nedeniyle çocuklar, iç ortam çevre etkilerine maruziyet açısından daha duyarlıdır (3).

#### 2.1.1. İç Ortam Hava Kalitesi

İç ortam hava kalitesi, ilk olarak maden işçilerinin ve Afrika'dan Amerika'ya götürülen kölelerin gemilerde ölümleriyle birlikte 18. yüzyılda önemli bir konu haline gelmiştir. Sanayi devrimiyle, nüfusu artan kentlerde, 19. yüzyılda hijyen ile ilgilenen araştırmacılar hastalıkların nedenini araştırmak için evlerde, okullarda ve diğer binalarda epidemiyolojik çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. 1950'lere kadar iç ortam havası, dış ortam havasından daha fazla dikkat çekmiştir. Özellikle tüberküloz gibi sağlık problemleri iç ortam havasından kaynaklanmıştır. Ancak 1952'ye gelindiğinde Londra'da hava kirliliği nedeniyle birkaç hafta içinde binlerce insan hayatını kaybetmiştir. 1960'lı yıllarda birçok ülkede Çevre Koruma Örgütleri ve İş Sağlığı ve Güvenliği Örgütleri faaliyete başlamıştır. Bundan sonra ilgi, dış ortama ve endüstriyel iş yerlerine kaymış ve endüstriyel olmayan iç ortamlar koruyucu olarak görülmüştür. 1973'te Orta Doğu'daki petrol ambargosu enerji kıtlığına, fiyat artışına neden olmuş, enerji tasarrufu için binalar daha az havalandırılmış, yeni yapı malzemeleri (sentetik) kullanıma sunulmuş ve binalardaki havalandırma sistemi kullanımı yaygınlaşmıştır. Bununla beraber yapılan ölçümlerde, tipik iç ortam kirleticilerinden uçucu organik bileşikler ve formaldehit iç ortamda dış ortama göre daha yüksek saptanmış, böylece

iç ortamda, dış ortamdaki daha fazla zaman harcadığımız bilgisi ile *iç ortam hava kalitesinin* sağlık problemleriyle ilgisi düşünölmeye başlanmıştır (22).

İç ortam hava kalitesini, içeride kullanılan eşyalar, bina malzemeleri, insan aktiviteleri ve dışarıdan bina içerisine giren kirletici maddeler oluşturmaktadır (23). Sağlıklı bir iç ortam hava kalitesi ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği) – 62 standardına göre; içinde bilinen kirleticilerin, yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu ortam içinde bulunan insanların en az %80'inin, havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik (rahatsızlık, konforsuzluk hissi) hissetmediği hava olarak tanımlanmaktadır (7,8). İç ortam kalitesi ise, yapı içerisindeki hava kalitesi, ısıtma, aydınlatma ve akustik konfor koşulları, koku, ortam titreşimleri gibi diğer ergonomi koşulları ile tanımlanmakta ve bu binalarda vakit geçiren insanların sağlık, konfor ve verimlilikleri üzerine etkileri bulunmaktadır (24,25).

Sıcaklık ve nem, hava kalitesi algısı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. ASHRAE standartlarına göre iç ortam sıcaklığı yaz için 22,8 – 26,1 °C arasında, kış için 20,0 – 23,6 °C arasında olmalıdır (26). İç ortam sıcaklık seviyesi arttıkça baş ağrısı, solunumsal semptomlar, burun ve boğaz semptomları artmaktadır (27,28). Sabit bir hava kirliliği seviyesinde, sıcaklık ve nem arttıkça algılanan hava kalitesi azalmaktadır (29,30). İç ortam neminin %30-65 arasında olması gerekmektedir (26). Düşük nem seviyeleri burun-boğaz mukozasında kuruluk, göz iritasyonuna neden olurken, yüksek nem astım semptomlarının artmasına ve mikroorganizmaların/mantarların iç ortamda kolonize olmasına neden olmaktadır (31).

İç ortamda aydınlatma, yeterli görmenin sağlanması, göz zorlanması ve yorgunluğunun önlenmesi, etkili çalışma ve kazaların önlenmesi açısından önemlidir. Bir yüzeye düşen ışık miktarına aydınlatma şiddeti denmektedir ve ölçüm birimi lüktür (32). Aydınlatma için kabul edilen değerler bulunulan ortamın ve işin niteliğine göre değişse de, oturma alanları için 80 lüks, sınıflar için 250 lüks, okuldaki diğer alanlar için 150 lüks, işyerlerinde 100-3000 lüks arasında değerler verilmektedir (32,33).



Yaşadığımız ortamı kirleten en önemli etkenlerden biri de gürültüdür. Gürültü, ses şiddeti birimi desibel (dB) olarak ölçülür. İşitme sistemine zarar veren gürültü düzeyi uluslararası standartlara göre 85 dB seviyesindedir. Gürültünün işitme kaybı dışındaki psikososyal etkileri insanları huzursuz ederek, onların iletişimini güçleştirerek, dinlenme olanağını kısıtlayarak, sinir sistemini olumsuz etkileyerek, çalışma verimini düşürerek ve işitme sorunları yaratarak ortaya çıkmaktadır (34). İç ortamdaki gürültünün kaynağı olarak ortamda bulunan eşya ve aletlerin yanı sıra iç ortamdaki bireyler de kaynak olarak kabul edilmektedir (35).

### **2.1.2. İç Ortam Hava Kirleticileri**

İnsanın hak ettiği sağlıklı bir iç ortam; temiz hava, uygun sıcaklık, görsel sağlık ve konforu içerir (36). Konutlarda ve diğer kapalı yapılarda iç ortam havasında; insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik bileşikler, çeşitli mikroorganizma ve alerjenler gibi biyolojik, fizyolojik ve kimyasal zararlı etkenlerin görülmesine “iç ortam hava kirliliği” denir (20).

Dış ortam kirleticileri (trafik, endüstriyel emisyon, polen vb.) binaların açık pencerelerinden, havalandırma sistemlerinden ve bina kaçaklarından iç ortama girmektedir. İç mekanları ısıtmada artan oranlarda sıvı petrol ve gazın kullanılması, bina inşaatlarında yeni kullanılmaya başlanan değişik yapı malzemeleri, mobilya boya ve cilaları, klimalar, iş yerlerinde kullanılan fotokopi makineleri ve tütün kullanımı da iç ortam hava kirliliği yaratarak, dış ortam kirleticileri ile birlikte hava kalitesinin daha da bozulmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla, iç ortam atmosferinde, nitrojen oksitleri, ozon, 10 µm'den küçük inhale edilebilen partiküller (PM<sub>10</sub>), karbon monoksit, uçucu organik bileşikler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, formaldehit, radon, biyolojik ajanlar, asbest, kurşun ve tütün yanma ürünlerinden kaynaklanan bir hava kirliliği meydana gelmektedir (37). İç ortam kaynaklarından ortaya çıkan bazı sağlığa zararlı kirleticiler ve kaynakları Tablo 2.1'de gösterilmiştir (38).

**Tablo 2.1.** İç Ortam Kaynaklarından Ortaya Çıkan Bazı Sağlığa Zararlı Kirleticiler (38)

<b>Kirletici</b>	<b>Başlıca İç Ortam Kaynağı</b>
Biyolojik kirleticiler	Küflü/nemli alanlar, havalandırma sistemleri, mobilyalar
Karbon monoksit	Yakıt (fuel)/tütün yanması
Radon	Yapı altındaki toprak, yapı-inşaat malzemeleri
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	Yakıt (fuel)/tütün yanması, yemek pişirme
Nitrojen oksitler	Yakıt (fuel) yanması
Sülfür dioksit	Kömür yanması
Formaldehit	Mobilyalar, yapı-inşaat malzemeleri, yemek pişirme
Pestisitler	Tüketici ürünleri, dışarıdan gelen toz
Asbest	Yapı-inşaat malzemelerinin tadilatı/yıkımı
Kurşun	Boyalı yüzeylerin tadilatı/yıkımı
Uçucu ve yarı-uçucu organik bileşikler	Yakıt (fuel)/tütün yanması, tüketici ürünleri, mobilyalar, yapı-inşaat malzemeleri, yemek pişirme
Partikül Maddeler	Yakıt (fuel)/tütün yanması, temizlik, yemek pişirme

Ülkemizde hava kalitesi yönetimine ilişkin usul ve esaslar Avrupa Birliği (AB) çevre mevzuatına göre hazırlanan (6 Haziran 2008 tarih, 26898 sayılı Resmi Gazete) 2008 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) ile belirlenmiştir (39). Bu Yönetmelik ile 11 kirletici [sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>), nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), PM<sub>10</sub>, kurşun, benzen, karbon monoksit, arsenik, kadmiyum, nikel, benzopiren, ozon] için limit değerler belirlenmiştir. Daha sonra Avrupa Birliği tarafından belirlenen hava kalitesi limit değerlerine uyum amacıyla 2013 tarihinde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi yayınlanmıştır (40). Bu genelgede, HKDYY ile belirtilen limit değerler aşamalı olarak azaltılmış, sağlığın korunması için 2019 yılına kadar 24 saatlik PM<sub>10</sub> limit değeri 50 µg/m<sup>3</sup>, 24 saatlik SO<sub>2</sub> limit değeri 125 µg/m<sup>3</sup>, yıllık NO<sub>2</sub> limit değeri 40 µg/m<sup>3</sup>, yıllık Kurşun limit değeri 0,5 µg/m<sup>3</sup>, yıllık benzen limit değeri 7 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

### **2.1.2.1. Biyolojik Kirleticiler**

Biyolojik kirlilik temel olarak hayvansal alerjenler (toz akarları, dışkı ve kıllarda bulunan proteinler), bakteri, küf, mantar, spor, endotoksin, mikotoksin ve çok değişken ve karmaşık özelliklere sahip her türlü canlı organizmadan kaynaklanır. Aynı zamanda insan metabolizması da endojen bir kirlenme kaynağı olarak kabul edilir. İnsan nefesinden tespit edilebilen 199 uçucu organik bileşikten en önemlileri izopren ve aseton iken bunlardan bazılarının diyabet ve akciğer kanseri gibi hastalıklarla ilişkisi bulunmuştur (41). Aşırı kalabalık ortam ve kötü yaşama koşullarına bağlı olarak aynı ortamı paylaşan kişilerde hastalıkların yayılımı daha kolay olmaktadır (19).

### **2.1.2.2. Karbon Monoksit**

Karbon monoksit (CO) yakıtın yetersiz yanması sonucu ortaya çıkan zehirli ve kokusuz bir gazdır. Su ısıtıcıları, gaz veya kömür ısıtıcıları, kömür sobalarının tümü iç ortam CO kaynaklarıdır. İç ortam CO seviyesinin yüksek olması, araç egzoz dumanının dış ortamdaki içeriye girmesi ile de olabilir. Ek olarak sigara dumanı da önemli bir CO kaynağıdır (42).

CO, hemoglobin ve miyoglobin gibi oksijen taşıyan proteinlere yüksek afinite ile bağlanarak toksik etkilerini ortaya çıkarmaktadır. Oksijene göre 200 kat daha yüksek afinite ile hemoglobine bağlanarak, karboksihemoglobin oluşturmakta ve oksijen-hemoglobin eğrisini sola doğru kaydırmaktadır. CO'nun en önemli toksik etkileri yüksek oksijen ihtiyacı olan beyin ve kalp gibi organlar üzerinedir. İskemik kalp hastalığına sahip bireyler daha yüksek risk altındadır (42).

### **2.1.2.3. Radon**

Uranyum-238 serisinden bir izotop olup Ra226'nın radyoaktif bozunumu sonucu ortaya çıkan bir gazdır. Doğada serbest olarak bulunan radyasyonun %55'ini oluşturur. Bina içindeki radonun en önemli kaynakları; çeşitli yapı malzemeleri, su, binanın altındaki ve çevresindeki toprak, kayalar ve kanalizasyon sistemleridir. Konutlarda radon düzeyi ancak ölçümle belirlenebilir. Radonun 2 pCi/lit'lik maruziyeti başta akciğer kanseri olmak üzere; çocukluk çağı kanserleri, akut myeloid lösemi ve akut lenfoblastik lösemiye neden olabilmektedir (19,20,42).

Sigara içmek gibi aktiviteler yüksek hava partikül seviyelerine yol açabileceğinden, sigara içenler radonun solunmasından dolayı risk altındadır. Sigara içenler için radon kaynaklı kanser riskinin, hiç sigara içmeyen bireylere göre 20 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir (42).

Dış ortamda, yerden yayılan radon hızla dağılır ve konsantrasyonları hiçbir zaman sağlığa tehdit oluşturabilecek seviyelere ulaşamaz. Ancak, iç ortamdaki düşük hava değişim oranları nedeniyle, dışarıda gözlenen binlerce kat daha yüksek konsantrasyonlarda birikebilir. Bir binanın içindeki radon konsantrasyonları, hem yapıyı çevreleyen topraktaki radon konsantrasyonuna hem de gazın dışarıdan sızmasına izin veren giriş noktalarının varlığına bağlıdır. Bu noktalardan bazıları; temel derzleri, zemin ve duvardaki çatlaklar, drenaj ve borular, elektrik tesisatı ve toprak döşemeli bodrum katlarıdır (42).

#### **2.1.2.4. Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar**

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) genel olarak organik ürünlerin (kömür, petrol, odun vb.) yetersiz yanması sonucunda ortaya çıkan, çoğunlukla renksiz, beyaz veya soluk sarı renkli katı organik bileşiklerdir. "PAH" terimi yalnızca karbon ve hidrojen atomlarından oluşan bileşikler belirtir. PAH kimyasal olarak birbirine bağlanmış iki veya daha fazla benzen halkasından oluşur. Fenantren, antrasen, naftalin, benzopiren, piren, flören PAH'a örnek olarak verilebilir. Başlıca antropojenik PAH kaynakları arasında, konut ısıtma, kömür gazlaştırma ve sıvılaştırma tesisleri, karbon karası, kömür katranı zifti ve asfalt üretimi, kok ve alüminyum üretimi, katalitik kırma kuleleri, petrol rafineleri ve motorlu taşıt egzoz gazı yer almaktadır. Ayrıca yiyeceklerin işlenmesi (kurutma, isleme) ve yüksek sıcaklıkta pişirilmesi (ızgara, kızartma, mangal) sırasında da PAH ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar endüstriyel amaçlar için sentezlenmeseler de ilaç, tarım ürünleri, fotoğraf ürünleri, ısıyla sertleşen plastikler, yağlama malzemeleri ve diğer kimya endüstrilerinde aracı olarak kullanılırlar (43,44).

Genel popülasyonda PAH'a maruz kalmanın ana yolu; çevre ve iç ortam havasını solumak, PAH içeren yiyecekleri yemek, sigara içmek veya soba/şömine dumanını solumaktır. Toksikite mekanizmasının, hücre zarı fonksiyonlarına ve hücre zarı ile ilişkili enzim sistemlerine etki ederek oluştuğu düşünülmektedir. Yüksek

lipofiliteye sahip olduğundan özellikle adipoz doku bakımından zengin organlarda birikmektedir. PAH'ın akut etkileri tam olarak belli olmamakla birlikte, yüksek düzeyde mesleki maruziyet sonucunda gözlerde tahriş, bulantı, kusma, ishal ve konfüzyon gibi semptomlara yol açtığı bildirilmiştir. Uzun süreli veya kronik maruziyet sonucunda bağışıklığı düşürdüğü, katarakt, böbrek ve karaciğer hasarı, solunum problemleri, astım benzeri semptomlara yol açabilmektedir. Naftalinin solunması ya da yüksek miktarlarda alınması eritrositlerde hemolize neden olabilir. Bunların dışında, uzun süreli maruziyet sonucu PAH'ın karsinojenik, immun süpresif, genotoksik ve teratojenik etkiler gösterdiği ortaya çıkmıştır (43,44).

#### **2.1.2.5. Nitrojen Oksitler**

Nitrojen oksitler, yüksek sıcaklıkta yanma sonucu küresel yan ürün olarak ortaya çıkan, atmosferdeki zehirli gazlardandır. Nitrojen oksit ailesinden; nitrik oksit veya nitrojen monoksit (NO), nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) ve türevleri insan sağlığı, çevre ve biyolojik ekosistemler (ozon tabakasının incelmeye, asit yağmurlar vb.) üzerine birçok olumsuz etkiye sahiptir. Nitrik oksit (NO), sudaki çözünürlüğü az olduğundan solunum sisteminin tüm kısımlarına yayılabilmektedir. Nitrojen oksitler, alveol hücre epitelinden ve kapiller damarlardan difüze olarak alveol yapılarını ve akciğer fonksiyonlarını bozmaktadır. Nitrojen oksitlere kısa süreli maruziyet, azalmış konakçı immun yanıtı, artmış akciğer inflamasyonu ve azalmış akciğer fonksiyonu gibi akciğer morbiditesine yol açmaktadır. Nitrojen oksit kirliliğinden ve asit yağmurlarından kaynaklanan minik parçacıklar akciğere etkili bir şekilde sızarak, bronşit, amfizem gibi solunum sistemi hastalıklarına neden olabilmekte ve kalp hastalığı sorunlarını şiddetlendirmektedir (45). Özellikle nitrojen dioksidin çocuklarda astıma neden olabileceği belirtilmekte ve 150 ppm'in üzerindeki konsantrasyonları ölüme neden olmaktadır (20).

#### **2.1.2.6. Sülfür Dioksit**

Sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) fosil yakıtların birincil yanma ürünü olarak ortaya çıkan keskin kokulu renksiz bir gazdır. Özellikle gazyağı ısıtıcıları sülfat aerosollerinin ve kükürt dioksidin iç ortamdaki ana kaynağıdır. Akut solunumsal morbidite ve mortalite de dahil olmak üzere çok çeşitli olumsuz sağlık etkileri ile ilişkilidir. İç ortam ısıtma kaynaklarının solunum semptomları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, SO<sub>2</sub>

düzeyindeki her 10 ppb (parts per billion)'lik bir artışın artmış hışıltı ve göğüste sıkışma ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (42,46).

#### **2.1.2.7. Formaldehit**

İlk olarak 1855 yılında sentezlenen formaldehit (CH<sub>2</sub>O), dünya çapında 21 milyon tonun üzerindeki üretimiyle, inşaat, ahşap malzeme, mobilya, tekstil, halı ve kimya endüstrisinde kullanılan önemli bir kimyasaldır. Çoğunluğu sulu bir solüsyon olarak satılmaktadır. Formaldehit, 80'lerin başında iç ortam hava kirleticileri içinde tanımlanmaya başlandı. *Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC)*, 2004 yılında formaldehiti, nazofariks karsinomuna ve muhtemelen lösemiye neden olduğunu belirterek Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırdı. *Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)*, 2010 yılında formaldehit için referans değerini 0,1 mg/m<sup>3</sup> olarak belirledi. *Avrupa Komisyonu (The European Commission)* 2014'te formaldehiti, kanserojen etkinin hayvan deneylerinde gösterildiği ve insanlar için muhtemel olduğu Kategori 1B karsinojen olarak sınıflandırdı (47,48).

Formaldehit insan vücudunun doğal bir metabolik ürünü olmasına rağmen, yüksek dozda maruz kalma akut zehirlenme riskini artırırken, uzun süreli maruz kalma kronik toksisiteye ve hatta kansere neden olabilir. Akut etkileri arasında zehirlenme, mukoz membran irritasyonu, dermatit, dermal alerji, alerjik astım gösterilmektedir. Kronik etkileri ise nörotoksosite (baş ağrısı, baş dönmesi, uyku bozuklukları, hafıza kaybı), pulmoner fonksiyon bozuklukları, hematoksosite (pansitopeni), genotoksosite, kanserojen olarak belirtilmektedir. Bu etkilerinden dolayı formaldehit, mesleki ve çevresel maruziyeti ele alınması gereken bir halk sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır (48).

#### **2.1.2.8. Pestisitler**

Pestisitler, canlı organizmaları [örneğin yabani otları (herbisitler), böcekleri (insektisitler), mantarları (fungisitler), kemirgenleri (rodentisitler)] öldürmek için kasıtlı olarak çevreye salınan toksik maddelerdir. Pestisitlerin en yaygın tüketimi tarımsal alanda kullanılan herbisitler ile gerçekleşmekte ve toplam kullanımın yaklaşık olarak %40'ına tekabül etmektedir (49). Ek olarak, vektörel hastalıkları engellemek için halk sağlığı faaliyetlerinde, park ve bahçelerdeki istenmeyen bitkileri kontrol

etmek amacıyla şehircilik faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bunun dışında, elektrikli aletler, buzdolapları, boya, halı, kağıt, karton ve gıda ambalajlarında böcek, haşere, bakteri ve mantar üremesinin önlenmesinde de kullanılmaktadır. Bununla birlikte mesleki ya da evde kullanım, pestisit kalıntısı içeren gıda tüketimi veya pestisitle kirlenmiş havanın solunması yoluyla insanlara zarar verebilmektedirler. Çok düşük dozlara maruziyet bile erken gelişim döneminde olumsuz sağlık etkileri oluşturabilmektedir. Çocukların fiziksel yapıları, davranışları ve fizyolojileri onları pestisitlere yetişkinlerden daha duyarlı kılmaktadır (49,50).

Pestisit maruziyeti sonucunda; astım, diyabet, Parkinson hastalığı, lösemi ve kanser gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Pestisitler; mesane kanseri, kolon kanseri, meme kanseri, prostat kanseri başta olmak üzere pek çok kanser türüne neden olabilmektedir. Çeşitli klinik ve epidemiyolojik çalışmalar sonucunda, pestisit maruziyeti ile bronşların hiper-reaktivitesi ve astım semptomları arasında ilişki bulunmaktadır. Ortaya çıkan bilimsel kanıtlar, diyabetin çevresel kirleticilere maruz kalmaktan etkilendiğini göstermektedir. Pestisitlere, özellikle organoklorinlere ve metabolitlerine maruz kalmanın, tip 2 diyabet geliştirme riskini artırdığından şüphelenilmektedir. Pestisitlere maruz kalma akut lösemisinin en önemli nedenlerinden biridir (49,50).

#### **2.1.2.9. Asbest**

Asbest temel olarak, amfibol (tremolit, aktinolit, antofilit, amozit, krozidolit) ve serpentin (krizotil) olarak iki grupta sınıflandırılan altı fibröz mineral grubunu içermektedir (51). Özellikle krizotil (beyaz asbest), krozidolit (mavi asbest) ve amozit (kahverengi asbest) ticari alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Krizotil tek başına dünya asbest tüketiminin %95'ini oluşturmaktadır. Kullanım alanları arasında; ısıtma boruları, izolasyon, su borusu kaplamaları, kanalizasyon boruları ve yangın emniyeti için bina iç yüzeyleri bulunmaktadır (52). Bunların dışında son yıllarda bazı çalışmalar doğal olarak oluşan, asbest içeren kayalara odaklanmaktadır. Sıcaklık ve mevsim değişimleri gibi, donma, çözülme ve aşınmaya neden olacak doğa olayları nedeniyle doğal olarak asbest içeren kayalardan rüzgar ile taşınan asbest, ağız ve burun yoluyla vücuda girerek çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır (53). Asbeste maruziyet sonucu plevral plak, mezotelyoma ve gastrointestinal sistem kanserleri ortaya

çıkabilmektedir. Türkiye’de bazı bölgelerde asbeste çevresel maruziyet nedeniyle köylerde artan mezotelyoma olguları ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (54,55).

#### **2.1.2.10. Kurşun**

Kurşun doğada yaygın olarak bulunan bir elementtir. Eski kurşun boyalı evler, kurşun ile sırlanmış kaplar, kurşun içeren ilaçlar, kurşunlu benzin kullanımı gibi etkenlere maruziyet sonucu olumsuz sağlık etkileri ortaya çıkmaktadır (56). İnsan vücudunda artmış seviyeleri nedeniyle üreme fonksiyonlarında bozulma (kadınlarda spontan düşük, erken doğum, ölü doğum, erkeklerde sperm kalitesinde düşüklük), nörotoksisite (sinirlilik, ajitasyon, baş ağrısı, uyuşukluk, kasılmalar, özellikle çocuklarda bilişsel fonksiyonlarda bozulma), nefrotoksisite (renal tubuler hasar), hematotoksisite (Hem sentezini bozarak hemolitik anemi) gözüküebilmektedir (57). Özellikle çocuklarda asemptomatik kurşun zehirlenmesi şeklinde ortaya çıkarak, düşük doz uzun süreli temas nedeniyle kalıcı mental bozukluklara neden olabilir (58).

#### **2.1.2.11. Uçucu Organik Bileşikler**

Uçucu organik bileşikler (VOC) kaynama noktası 50°C ila 260°C arasında değişen organik bileşiklerdir. En yaygın bulunanları BTKS’ler (benzen, toluen, ksilenler, strien) ve terpenlerdir ( $\alpha$ -pinen, limonen). Boyalar, cilalar, balmumları, solventler, deterjanlar veya temizlik ürünleri gibi birçok ev ürününde bulunan, ayrıca fotokopi makineleri ve yazıcıların kullanımı sırasında da oluşan VOC’ların yaygın olarak ortaya çıkma nedenleri uçucu karakterleridir (59).

VOC’ların kısa süreli sağlık etkileri arasında baş ağrısı, halsizlik, cilt ve gözlerin irritasyonu bulunmaktadır. Uzun dönem sağlık etkileri olarak ise nazal tümörler, lösemi, astım, nazofaringeal kanser, akciğer kanseri, akciğer fonksiyonlarında azalma gösterilmektedir (60).

#### **2.1.2.12. Karbondioksit**

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) kokusuz, renksiz ve yanıcı olmayan bir gazdır. İç ortamdaki CO<sub>2</sub> seviyesi, dış ortam CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna, iç ortam CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna ve havalandırma yoluyla ikisi arasındaki CO<sub>2</sub>’nin uzaklaştırılması



ya da seyreltilmesine bağlıdır. CO<sub>2</sub>, atmosferin doğal bir bileşenidir ve sera gazı görevi görür (61).

Dış ortamdaki doğal kaynakları arasında hayvan ve bitki solunumları, organik madde ayrışması, su yüzeylerinden sızma, orman yangınları ve volkanik püskürmeler bulunur. CO<sub>2</sub> doğrudan suya absorbe olarak ya da fotosentez yoluyla havadan sürekli olarak uzaklaştırılmaktadır. Dış ortamdaki antropojenik kaynaklar arasında ise fosil yakıtların yanması, bina ısıtma ve soğutma, endüstriyel imalat aşamaları yer almaktadır (61).

İç ortamdaki en önemli kaynağı solunum sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub>'dir. Bu nedenle ortamdaki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, ortamdaki kişi sayısına, ortamın hacmine ve mekanın havalandırma koşullarına göre değişmektedir. İç ortamdaki diğer kaynaklar arasında havalandırılmamış ya da kötü havalandırılan ısıtma cihazları (gaz sobaları, ortam ısıtıcıları, su ısıtıcıları ve fırınlar) ve sigara içilmesi bulunmaktadır (62,63).

Yapılan çalışmalarda CO<sub>2</sub>'ye uzun süre ya da tekrarlanan maruz kalma sonucunda, bildirilen nörofizyolojik semptom (baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi, konsantrasyon güçlüğü) prevalansının yüksek CO<sub>2</sub> seviyeleri ile ilişkisi gösterilmektedir. Özellikle CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun 1000 ppm'i aştığı durumlar konsantrasyon eksikliği ile ilişkilendirilirken, 1500 ppm üzerinde baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik şikayetlerinin arttığı bildirilmektedir (64–66). Okullarda yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde ölçülen karbondioksit seviyeleri ve sağlık etkileri Tablo 2.2'de verilmiştir.

**Tablo 2.2.** Okullarda Yapılmış Karbondioksit Ölçümleri ve Sağlık Etkileri

Yazar	Yer	Yıl	Örneklem	CO <sub>2</sub> kons. (ppm)	Yorum
Mendell et al. (67)	ABD	2016	3 okul 150 sınıf	600-7000	CO <sub>2</sub> seviyesi arttıkça okul performansı azalmaktadır
Muscatiello et al. (68)	ABD	2015	10 okul 64 sınıf	352-1591	CO <sub>2</sub> seviyesi arttıkça baş ağrısı, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü artmaktadır
Dorizas et al. (69)	Yunanistan	2015	9 okul	893-2082	CO <sub>2</sub> seviyesi öğrenci sayısı ile artmaktadır. CO <sub>2</sub> seviyesi ile semptomlar (alerji, burun irritasyonu, yorgunluk) arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır
Elbayoumi et al. (70)	Filistin	2015	12 okul	785-1155	Yüksek karbondioksit konsantrasyonunun gözlemlendiği sınıflarda öğrencilerin sağlık yakınmaları artmaktadır
Gaihre et al. (71)	İskoçya	2014	60 okul	1086	CO <sub>2</sub> seviyesi arttıkça devamsızlık artmaktadır
Ferreira et al. (72)	Portekiz	2014	51 sınıf	1152-1578	CO <sub>2</sub> seviyesi arttıkça konsantrasyon güçlüğü ortaya çıkmaktadır
Myhrvold et al. (65)	Norveç	1996	35 sınıf	601-3827	CO <sub>2</sub> seviyesi arttıkça konsantrasyon güçlüğü, okul başarısında azalma, baş ağrısı görülmektedir

Uluslararası kılavuz ve standartlarda CO<sub>2</sub> seviyeleri ile farklı tanımlamalar yapılmaktadır. Avrupa Birliği *EN 13779 standartlarına* göre <400 ppm değerler mükemmel, 400-600 ppm arası ortalama, 600-1000 ppm arası makul, >1000 ppm değerler ise düşük iç ortam hava kalitesi olarak sınıflandırılmaktadır. Birleşik Krallık Bina Bülteni 101 kriterlerine göre okullar için günlük ortalama sınır değer olarak 1500 ppm, maksimum değer olarak ise 5000 ppm kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ise sınır değeri 1000 ppm olarak belirlemektedir (73).

### 2.1.2.13. Partikül Maddeler

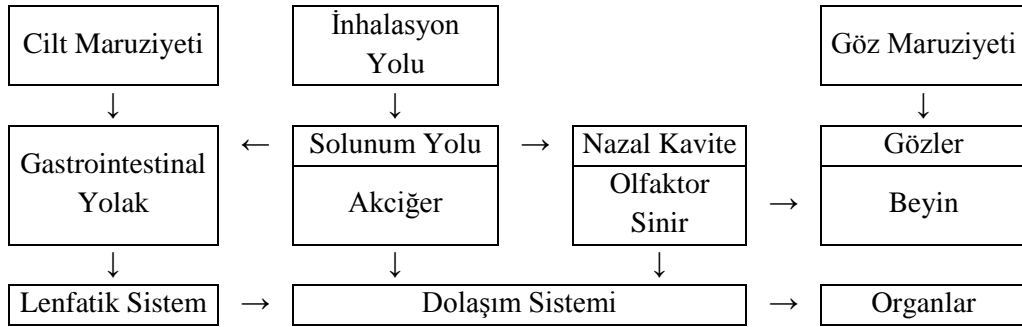
Partikül maddeler (PM), havada asılı katı ve sıvı parçacıkların karışımından oluşan yaygın bir hava kirleticisidir. Çapı 10  $\mu\text{m}$ 'den büyük olan partiküller büyük ölçüde burun ve üst solunum yolu tarafından tutulmaktadır. 2,5 ila 10  $\mu\text{m}$  arasındakiler “kaba”, 2,5  $\mu\text{m}$ 'den küçük olanlar “ince”, 0,1  $\mu\text{m}$ 'den küçük olanlar ise “ultra ince” partiküller olarak adlandırılmaktadır (74). PM'nin sağlıkla ilişkili göstergesi olarak genellikle çapı 10  $\mu\text{m}$ 'den küçük partiküllerin ( $\text{PM}_{10}$ ) ve çapı 2,5  $\mu\text{m}$ 'den küçük partiküllerin ( $\text{PM}_{2.5}$ ) kütle konsantrasyonları kullanılmaktadır. Avrupa'da birçok yerde  $\text{PM}_{2.5}$  konsantrasyonları  $\text{PM}_{10}$  konsantrasyonunun %50-70'ini oluşturmaktadır (75). PM'nin genel kimyasal bileşenleri arasında sülfatlar, nitratlar, amonyum, sodyum, potasyum kalsiyum, magnezyum, klor, karbon, partiküle bağlı su, metaller (kadmiyum, bakır, nikel, çinko) ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar bulunmaktadır (75,76).  $\text{PM}_{2.5}$  ve  $\text{PM}_{10}$  partiküllerinin genel özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 2.3'te gösterilmiştir (77).

**Tablo 2.3.** PM'nin Temel Özelliklerinin Partikül Boyutuna Göre Karşılaştırılması:  $\text{PM}_{2.5}$  ve  $\text{PM}_{10}$  (77)

Özellikler	$\text{PM}_{2.5}$	$\text{PM}_{10}$
Çap	2,5 $\mu\text{m}$ 'den küçük	10 $\mu\text{m}$ 'den küçük
İçerik	Sülfat, nitrat, amonyum, hidrojen, karbon, PAH, metaller (Kurşun, Kadmiyum, Nikel, Bakır, Çinko), partiküle bağlı su, biyogenik organikler	Resüspanse toz, toprak tozu, sokak tozu, kömür ve petrol uçucu külü, metal oksitler (Silisyum, Alüminyum, Magnezyum, Demir, Kalsiyum karbonat), deniz tuzu, polen, küf sporları
Kaynak	Kömür, petrol ve benzinin yanması; Nitrojen, sülfat ve biyogenik organiklerin dönüşüm ürünleri; yüksek sıcaklık işlemleri; döküm-çelik fabrikaları	Yollardaki toprağın resüspansiyonu; tarım ve madencilik nedeniyle ortaya çıkan toprak; endüstriyel tozlar; inşaatlar, kömür ve petrol yanması
Yaşam süresi	Günler – haftalar	Dakikalar – saatler
Menzil (kilometre)	100 – 1000	1 – 10

İç ortamdaki PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un %60'a yakınının dış ortam kaynaklı olduğu bildirilmektedir (11). Dünya Sağlık Örgütü'nün Hava Kalitesi Kılavuzu'na göre yıllık ortalama konsantrasyonların kabul edilebilir değerleri PM<sub>2.5</sub> için 10 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> için 20 µg/m<sup>3</sup> iken, 24 saatlik konsantrasyonlarda (yılda 3 gün) PM<sub>2.5</sub> için 25 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> için 50 µg/m<sup>3</sup>'dir (78).

PM çeşitli yollardan vücuda girerek sağlık etkileri ortaya çıkarmakta, muhtemel giriş yolları arasında cilt maruziyeti, inhalasyon yolu ve göz maruziyeti bulunmaktadır (Şekil 2.1) (79). Artan PM<sub>10</sub> konsantrasyonu okul çocuklarında akciğer ventilasyon kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır (80,81). PM<sub>2.5</sub> seviyesi artmış okullardaki öğrencilerde; egzersizle oluşan astım, fleksural dermatit, bir yıl içinde atopik astım, iç ortam alerjenlerine karşı deri prick testi pozitifliğinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (82). Partikül maddelerin cilt etkileri üzerine yapılmış çalışmaların incelendiği bir çalışmada, atopik dermatit, egzama ve deri alerjilerinin partikül madde ile ilişkilerine değinilmiştir (83). PM'ye maruziyetin kardiyopulmoner hastalık ve iskemik kalp hastalığının mortalitesi üzerine etkili olduğu gösterilmektedir (77). Dünya üzerindeki kardiyopulmoner nedenli ölümlerin %3'ünün ve akciğer kanseri nedenli ölümlerin %5'inin PM ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (84). Correia ve ark. 2000-2007 yılları arasında yaptıkları çalışma sonucunda PM<sub>2.5</sub> değerinin 10 µg/m<sup>3</sup> azalmasıyla ortalama yaşam süresinin 0,35 yıl arttığını belirtmişlerdir (85).



**Şekil 2.1.** PM'nin Vücuda Muhtemel Giriş Yolları (79)

### 2.1.3. Okul İ Ortamı Hava Kalitesi

Çocuklar zamanlarının büyük bir kısmını ev ve okul gibi i ortamlarda geçirmektedirler. Yetişkinlere göre gelişmemiş bağışıklık sistemleri ve solunum sistemleri nedeniyle çocuklar, iç ortam kirleticilerine daha duyarlıdırlar (86). Okullardaki iç ortam hava kalitesi; uçucu organik bileşikler, aldehitler, partikül maddeler (PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>), küfler ve bakteriler gibi çok çeşitli iç ortam kirleticileri ile karakterize edilir (87,88).

*Web of Science* veri tabanında “*indoor air quality*” ve “*school*” anahtar kelimeleri ile 2000 – 2019 yılları arasındaki yayınlar tarandığında 118 çalışma bulundu. Bu makalelerden örneklemini 18 yaş ve üstü bireylerin oluşturduğu çalışmalar, havalandırma sistemleri ile alakalı olarak yapılmış teknik çalışmalar, tam metin olarak yayınlanmamış bilimsel kongre-sempozyum sunumları çıkarılarak 65 çalışma incelendi (Tablo 2.4).

**Tablo 2.4.** Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında İç Ortam Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yazar	Yıl	Yer	Örneklem	Ölçülen Parametreler
Kaduwela et al. (89)	2019	ABD	1 okul	CO <sub>2</sub> , PM <sub>0.3</sub> , PM <sub>2.5</sub>
Eckert et al. (90)	2019	Almanya	24 okul	VOC
Yassin et al. (91)	2019	Kuveyt	9 okul	VOC
Ma et al.(92)	2019	Çin	1 okul 106 çocuk 9-12 yaş	CO <sub>2</sub> , RH%, °C
Ruggieri et al. (93)	2019	İtalya	12 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , toz, PM <sub>2.5</sub>
Majd et al. (94)	2019	ABD	16 okul	PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub>
Abdel-Salam et al. (95)	2019	Katar	16 okul	°C, RH%, CO, CO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Andualem et al. (96)	2019	Etiyopya	8 okul 51 sınıf	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , bakteri
Barmparessos et al. (97)	2018	Yunanistan	1 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , TVOCs
Jarvi et al. (98)	2018	Finlandiya	6 okul 11-15 yaş 105 öğretmen	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Finell et al. (99)	2018	Finlandiya	5742 öğrenci	Hava kalitesinin öznel değerlendirmesi, Hava kalitesi ile ilişkili semptomlar
Vornanen-Winqvist et al. (100)	2018	Finlandiya	1 okul 700 öğrenci	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , Formaldehit, PM <sub>2.5</sub> , VOCs, toz örneğinde mikrobiyaya
Johnson et al. (101)	2018	ABD	12 okul	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , TVOCs, °C, RH%, formaldehit
Hizri et al. (102)	2018	Malezya	2 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , PM, bakteri
Stabile et al. (103)	2017	İtalya	3 okul	CO <sub>2</sub> , PM
Al-Hemoud et al. (104)	2017	Kuveyt	7 okul 6-15 yaş	CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, aldehitler, VOCs, PM <sub>10</sub>
Peng et al. (105)	2017	Çin	4 okul	°C, CO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Marzocca et al. (106)	2017	İtalya	3 okul	VOC, benzen, toluen, etilbenzen, ksilen
Finell et al. (107)	2017	Finlandiya	14-16 yaş 195 okul 26946 öğren.	Ölçüm yok

**Tablo 2.4.** Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında İç Ortam Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar (Devamı)

Yazar	Yıl	Yer	Örneklem	Ölçülen Parametreler
Vornanen-Winqvist et al. (108)	2017	Finlandiya	1 okul 700 öğrenci 11-15 yaş	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , Formaldehit, PM <sub>2.5</sub> , VOCs, tozda mikrobiyata
Di Gilio et al. (109)	2017	İtalya	1 okul	PM <sub>2.5</sub> , Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
Kalimeri et al. (110)	2016	Yunanistan	3 okul	°C, RH%, VOCs, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , Radon, CO, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Simoni et al. (111)	2016	İtalya	44 okul 2273 öğrenci 10±1,8 yaş	PM <sub>2.5</sub> , CO <sub>2</sub>
Wei et al. (112)	2016	Fransa	310 okul	
Madureira et al. (87)	2016	Portekiz	20 okul 8-10 yaş	°C, RH%, VOCs, Aldehitler, CO, CO <sub>2</sub> , bakteri, mantar, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Lazovic et al. (113)	2016	Sırbistan	4 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Mainka et al. (114)	2015	Polonya	2 okul	VOCs, PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , biyoaerosoller, CO <sub>2</sub>
Yang et al. (115)	2015	Kore	116 okul	°C, RH%, PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , bakteri, TVOCs, formaldehit
Madureira et al. (116)	2015	Portekiz	20 okul 8-10 yaş 978 öğrenci	°C, RH%, VOCs, Aldehitler, bakteri, mantar, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , CO <sub>2</sub>
Wang et al. (117)	2015	İsveç	39 okul 1476 öğrenci	CO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub>
Hou et al. (11)	2015	Çin	2 okul	°C, RH%, PM <sub>2.5</sub> , CO <sub>2</sub>
Chatzidiakou et al. (118)	2015	İngiltere	6 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , TVOCs, VOCs, Formaldehit
Jovanovic et al. (119)	2014	Sırbistan	1 okul	°C, RH%, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , VOCs, formaldehit, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>
Ferreira et al. (72)	2014	Portekiz	51 okul 1019 öğrenci 5-10 yaş	°C, RH%, CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , VOCs, formaldehit, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Chatzidiakou et al. (120)	2014	İngiltere	2 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , VOCs, mantar, bakteri
Babayiğit et al. (121)	2014	Türkiye	31 okul	CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , formaldehit
Godoi et al. (122)	2013	Brezilya	3 okul	Ağır metaller, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , benzen, toluen

**Tablo 2.4.** Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında İç Ortam Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar (Devamı)

Yazar	Yıl	Yer	Örneklem	Ölçülen Parametreler
Dumala et al. (123)	2013	Polonya	5 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , bakteri
Pegas et al. (124)	2012	Portekiz	1 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , CO, VOCs, PM <sub>10</sub>
Chithra et al. (125)	2012	Hindistan	1 okul 1 sınıf	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub>
Jones et al. (126)	2012	İngiltere	5 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Madureira et al. (127)	2012	Portekiz	20 okul 1600 öğrenci 8-9 yaş	°C, RH%, VOCs, PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, bakteri, mantar
Pegas et al. (128)	2011	Portekiz	14 okul	°C, RH%, VOCs, CO <sub>2</sub>
Goyal et al. (129)	2011	Hindistan	1 okul	°C, RH%, PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , CO <sub>2</sub>
Pegas et al. (130)	2011	Portekiz	14 okul	°C, RH%, VOCs, CO <sub>2</sub> , CO, karboniller, NO <sub>2</sub>
Kim et al. (131)	2011	Kore	82 okul	VOCs, PM <sub>10</sub> , aldehitler
Miller et al. (132)	2010	İngiltere	1 okul 11 sınıf	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Nagenda et al. (133)	2010	Hindistan	1 okul 82 öğrenci	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , CO
Mumovic et al. (134)	2009	İngiltere	9 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Yang et al. (135)	2009	Kore	55 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , TVOCs, bakteri, formaldehit
Stranger et al. (136)	2008	Belçika	27 okul	PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , benzen, toluen
Fraga et al. (137)	2008	Portekiz	46 okul 1607 öğrenci	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , VOCs
Heudorf (138)	2007	Almanya	1 okul	CO <sub>2</sub>
Godwin et al. (139)	2007	ABD	9 okul 64 sınıf	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , VOCs, biyoaerosoller
Rumchev et al. (140)	2007	Avustralya	6 okul	°C, RH%, PM <sub>2.5</sub> , formaldehit
Smedje et al. (141)	2006	İsveç		PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
Ramachandran et al. (142)	2005	ABD	2 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , Mantar
Petronella et al. (143)	2005	ABD	139 öğrenci	°C, RH%, VOCs, formaldehit, O <sub>3</sub> , küf, PM <sub>10</sub>
Poupard et al. (144)	2005	Fransa	8 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , PM <sub>0.3-7.5</sub>



**Tablo 2.4.** Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında İç Ortam Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar (Devamı)

Yazar	Yıl	Yer	Örneklem	Ölçülen Parametreler
Son et al. (145)	2005	Kore	11 okul 40 sınıf 1359 öğr	PM <sub>10</sub> , VOCs
Meklin et al. (146)	2003	Finlandiya	32 okul	Mantar, bakteri
Kolokotroni et al. (147)	2002	İngiltere	1 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub>
Chaloulakou et al. (148)	2002	Yunanistan	1 okul	CO
Siskos et al. (149)	2001	Yunanistan	10 okul 20 sınıf 160 öğr	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , ses, formaldehit, TVOCs
Lee et al. (150)	2000	Çin	5 okul	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , formaldehit, PM <sub>10</sub> , bakteri, SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub>

(°C: sıcaklık, RH%: rölatif nem, CO<sub>2</sub>: karbondioksit, PM: partikül madde, CO: karbon monoksit, NO<sub>2</sub>: nitrojen dioksit, VOCs: uçucu organik bileşikler, SO<sub>2</sub>: sülfür dioksit, TVOCs: toplam uçucu organik bileşikler, O<sub>3</sub>: ozon, H<sub>2</sub>S: hidrojen sülfür)

## 2.2. Hasta Bina Sendromu (HBS)

### 2.2.1. HBS Tanımı

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanlar yaşamlarının yaklaşık %90'ını ofis, ev, okul, spor salonu, toplu taşıma araçları gibi iç ortamlarda geçirmektedirler (2). İnsanların iç ortamdaki tepkileri üç ana kategoride toplamak mümkündür. Birincisi, iç ortam hava kirliliğinin en yaygın etkileri, yetersiz bulunan iç ortam hava kalitesi nedeniyle, sıcaklıktan rahatsızlık duyma, havasızlık, kuru hava veya kötü kokular gibi şikayetlerdir. İkincisi, iç ortamdaki faktörlerin neden olabileceği bazı hastalıklar bulunmaktadır. Binaya Bağlı Hastalık (BBH) terimi, doğrudan iç ortam havası kirleticileri nedeniyle meydana gelen, tanı konabilen semptomlar barındıran durumlarda kullanılır. BBH örnekleri olarak hipersensitivite pnömonisi, binaya bağlı astım ve lejyonelloz gösterilebilir. Son olarak hastalar tıbbi semptomları belirsiz sebeplerle rapor edebilir ve iç ortam ile olası bir ilişki kurabilirler. Kabul edilmiş tek bir tanımı olmamakla birlikte, HBS terimi bir binada yaşayan, vakit geçiren ya da çalışan kişilerde, belirli bir hastalık ya da neden olmadan meydana gelen akut sağlık ya da konfor etkilerini tanımlamak için kullanılmaktadır (151–153). Dünya

Sağlık Örgütü (DSÖ) ise HBS'yi baş ağrısı, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü, cilt ve mukoz membranların irritasyonu gibi semptomlarla seyreden, modern binalarda yaşayanlarda görülen bir durum olarak tanımlamıştır (12).

1973'teki enerji krizi evlerde ve ofislerde havalandırmanın azalmasına neden oldu. Saatlik hava değişimi yaklaşık 10 kat, kişi başına düşen temiz hava miktarı ise yaklaşık 5 kat azaldı. Havalandırma kapasitesindeki bu düşüş, iç ortam hava kirleticilerinin birikimine, iç ortamda vakit geçiren kişilerin bu kirleticilere maruziyetine ve sonuç olarak da sağlık sorunlarına yol açtı (154). Enerji tasarrufu sağlamak için çift cam uygulaması yapılması, doğal havalandırmayı en aza indirdi. Diğer yandan yeni inşaat malzemeleri, ofis donanımları, yazıcılar ve faks makineleri gibi aletler de iç ortam hava kirleticisi olarak yerini aldı (154). 1983 yılında DSÖ ilk kez HBS terimini tanımlayarak kullandı (12).

HBS ile ilgili araştırmalarda genellikle ilk aşama olarak HBS semptomları ve çevresel algılar üzerine kişilerin kendi görüşlerini beyan ettikleri anket çalışmaları kullanılmakta, ikinci aşamada iç ortamda teknik ölçümler yapılmakta ve son olarak çevresel iyileştirmelerden sonra tekrarlanan anket uygulamaları gerçekleştirilmektedir (151,155,156). Bazı çalışmalarda sadece HBS semptomları sıklığı üzerinden değerlendirme yapılmakta (157–160), bazılarında ise belirli semptom gruplarından uygun kriterler (mukokutanöz semptomlar, genel semptomlar) ile HBS tanısı konmaktadır (15,161).

### **2.2.2. HBS Semptomları**

HBS etyolojisi tam olarak aydınlatılmamış mukokutanöz semptomlar ve genel semptomlar olmak üzere iki semptom grubu içermektedir (162).

Mukokutanöz semptomlar arasında; gözde kaşıntı/yanma/batma, burun tikanıklığı/akıntısı/rahatsızlık hissi, boğaz kuruluğu, ses kısıklığı, öksürük, yüz kuruluğu/kızarıklığı, saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması, ellerde kuruluk/kaşıntı/kızarıklık bulunmaktadır (163–166).

Genel semptomlar ise; yorgunluk, ağırlık hissi, baş ağrısı, bulantı/baş dönmesi, uyku problemleri, konsantrasyon güçlüğü, karın ağrısı gibi semptomlardan oluşmaktadır (159,163,166,167).

Tüm HBS semptomları genel popülasyonda yaygın olarak gözükmele birlikte, bu semptomları HBS'nin bir parçası yapan ayırt edici özellik, belirli bir binada bulunma süresi ile olan ilişkileridir. Ayrıca bu semptomlar binadan ayrıldıktan sonra birkaç saat içinde düzelmektedir (162).

### **2.2.3. HBS Risk Faktörleri**

HBS için çeşitli çevresel risk faktörlerinin tanımlandığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu risk faktörleri arasında sıcaklık, rölatif nem, havalandırma, bina rutubet ve küfü, tütün dumanı, video monitör ekranı, iç ortam kimyasal maruziyeti ve iç ortam biyoaerosolleri, toz ve havadaki partiküller sayılabilmektedir (151).

Oda sıcaklığının artışı ile birlikte HBS semptomlarından baş ağrısı, yorgunluk, göz semptomları, burun semptomları ve boğaz semptomlarının arttığı bildirilmektedir (28,168). İç ortam hava neminin düşük olması ve havanın kuruluğu gözlerin ve üst solunum yollarının irritasyonu gibi çeşitli sağlık etkilerine neden olmaktadır(169–171). İç ortamın havalanması CO<sub>2</sub> seviyesi ve hava akım hızı ile ilişkilendirilmektedir. Hava akım hızının artması ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun azalması HBS semptomlarında azalmaya neden olmaktadır (172). İç ortamda rutubet ve küf bulunması; astım oluşumu, var olan astımın alevlenmesi, dispne, hırıltı, öksürük, solunum yolu enfeksiyonları, bronşit, alerjik rinit, egzama gibi birçok solunum sistemi rahatsızlığına ve alerjik yakınmalara neden olmaktadır (173,174). İç ortam kimyasal maruziyeti ve partikül maddelerin sağlık etkilerine yukarıda değinilmiştir.

HBS için etkili olan çevresel risk faktörlerinin yanında, önemli bir belirleyici olarak kişisel risk faktörleri de bulunmaktadır. Birçok araştırmada kadınlarda HBS prevalansı ve semptomların yaygınlığı erkeklere göre daha yüksek bulunmuştur (14,175,176). Farklı çalışmalar incelendiğinde HBS ile yaş arasında bir ilişki gösterilememektedir (151). Kişilerde gözüken atopi ve alerjinin (kedi, köpek, polen alerjisi) HBS semptomlarını artırdığı belirtilmektedir (159,177). Atopi HBS'ye neden olan faktörlere karşı kişisel duyarlılığı etkileyebilmektedir (178). Çevresel sigara dumanı maruziyeti ve sigara içiciliği de HBS semptomlarına katkı sağlamaktadır (179).

*Web of Science* veri tabanında “*sick building syndrome*” ve “*school*” anahtar kelimeleri ile 2000 – 2019 yılları arasındaki yayınlar tarandığında 8 makale bulundu. Bu makalelerden HBS semptomlarının sorgulanmadığı çalışmalar dışlanarak 5 çalışma incelendi (Tablo 2.5).

**Tablo 2.5.** Okullarda 2000-2019 Yılları Arasında HBS İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yazar	Yıl	Yer	Örneklem	Yaş	Parametreler	HBS
Norbäck, D. et al. (157)	2016	Malezya	462	14-16	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , Toz (Endotoksin, ergosterol, muamik asit, fungal DNA)	Göz semp. %11,6 Rinit %18,8 Boğaz semp. %15,6 Cilt semp. %11,1 Baş ağrısı %20,6 Yorgunluk %22,1
Zhang, X. et al. (158)	2014	Çin	2134	11-15	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub>	Cilt semp. %4,6 Mukozal semp. %22,7 Genel semp. %20,4 Okul kay. cilt. %2,3 Okul kay. muko. %12,9 Okul kay. genel %11,7
Zhang, X. et al. (159)	2011	Çin	1993	11-15	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> ,	Cilt semp. %6,7 Mukozal %33,4 Genel %28,6
Zhang, X. et al. (180)	2011	Çin	1993	11-15	°C, RH%, CO <sub>2</sub> , Toz (Endotoksin, ergosterol, muamik asit, fungal DNA)	Cilt semp. %8 Mukozal semp. %31,9 Genel semp. %28,1
Saijo, Y. et al. (160)	2010	Japonya	1077	6-12	Ölçüm yapılmamıştır.	MM080 Anketi Göz %4,4 Burun %14 Öksürük %4,8 Cilt %11,3 Genel %4,8 En az bir %25,2

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Yeri

Kütahya, Ege Bölgesi İç Batı Anadolu’da bulunan bir ildir. Toplam nüfusu 577.947, il merkezi nüfusu 266.784’tür. 0-14 yaş aralığında 103.928 çocuk bulunmaktadır (181).

Araştırma Kütahya Merkez’de bulunan ikisi kırsal ve biri kentsel olmak üzere üç okulda gerçekleştirilmiştir. Birinci okul şehir merkezine 25 km uzaklıkta bulunan bir köy okuludur ve bundan sonra adı “O1” (kırsal) şeklinde gösterilecektir. İkinci okul şehir merkezine 5 km uzaklıkta bulunan merkeze yakın bir köy okuludur ve “O2” (kırsal) olarak bahsedilecektir. Üçüncü okul ise “O3” (kentsel) şeklinde etiketlenen kent merkezinde bulunan bir okuldur.

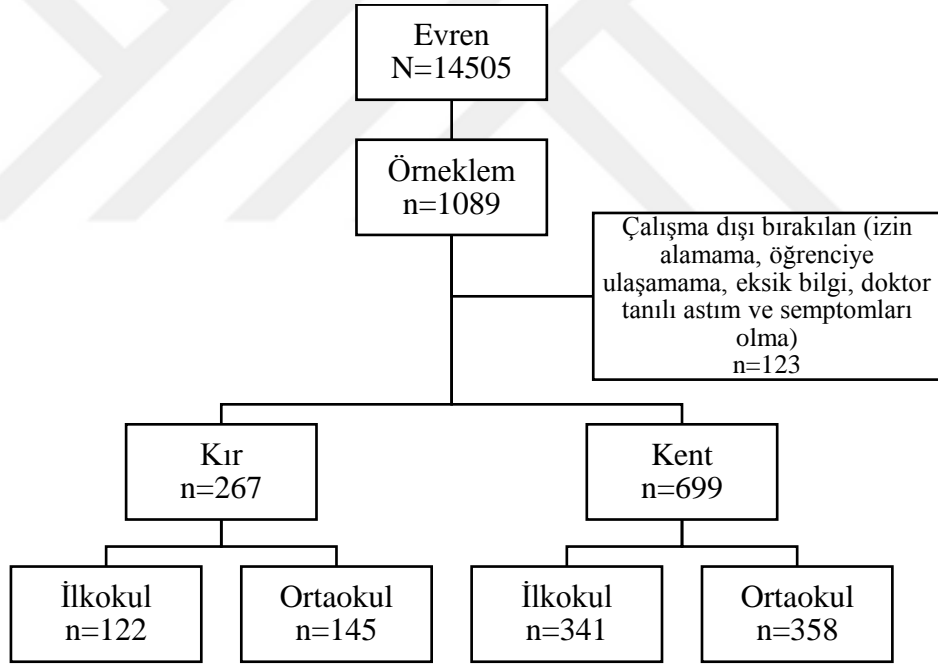
Ülkemizdeki eğitim sisteminde dört yıl ilkokul, dört yıl ortaokul ve dört yıl lise olmak üzere 4+4+4 sistemi uygulanmaktadır. Dersler 40 dakika, teneffüsler genellikle 10 dakikadır. Araştırmanın yapıldığı kırsal okullarda tam gün eğitim verilmekte, O3 okulunda ise ortaokul öğrencileri sabah, ilkokul öğrencileri ise öğleden sonra okula gelmektedir.



Şekil 3.1. Çalışmanın Yapıldığı Okulların Harita Üzerindeki Konumları

### 3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Eğitim Araştırma Bölgesi olan merkez ilçe sınırlarında ilköğretim okulunda öğrenim gören 14505 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem hacmi, HBS görülme sıklığı %50 (bilinmeyen durumlarda), hata payı %3, güven aralığı %95 alınarak en az 935 hesaplandı. Kırsal alandan 2 ve kentsel alandan 1 okul basit rastgele örneklem yoluyla seçildi. O1 (n:173), O2 (n:114) ve O3'te (n:802) 42 sınıfta öğrenim gören toplam 1089 öğrencinin tamamına ulaşılmaya çalışıldı. Öğrenciye ulaşamama, öğrenci velisinin çalışmaya katılmayı onaylamaması ve anket formunda eksikleri olan öğrencilerin çalışma dışında bırakılması gibi nedenlerle 966 öğrenci ile çalışma tamamlandı. Katılım oranı %88,71 idi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Örneklem Büyüklüğü ve Katılımcı Sayıları

### 3.3. Okulların Genel Özellikleri

O1'in ilkököl ve ortaokul kısmı ayrı binalarda yer almaktadır. Binalar arası mesafe yaklaşık olarak 50 m'dir ve aralarında okul bahçesi bulunmaktadır. İlkokul kısmı 2008 yılında inşa edilmiş çelik konstrüksiyonlu ve yalıtımlı tek katlı binadır. Her birinin alanı 42 m<sup>2</sup> olan 8 dersliğe sahiptir. Havalandırması sınıflardaki pencereler ile doğal yolla sağlanmaktadır. Isıtma sistemi kaloriferdir ve ortaokul binasında bulunan kazan dairesinde yakılan kömür ile ısıtılmaktadır. Dersler 08.40'ta başlamakta ve 15.40'ta bitmektedir. Öğle arası 12.20 ile 13.20 arasındadır. Her bir ders 40 dakika ve her bir tenefüs 10 dakikadır. Sınıflardaki yazı tahtaları, tahta kalemi ile kullanmaya uygundur ve tahta-demirden oluşmuş iki kişilik sıralar mevcuttur. Okulun her gün paspas ile ıslak temizliği ve haftada bir gün çamaşır suyu ile kapı ve pencere kolları temizliği yapılmaktadır. Okulda anasınıflı da dahil 84 öğrenci öğrenim görmektedir. Ortaokul kısmı ise 1986 ve 2016 yıllarında yapılan iki binanın birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Yalıtıma sahip olan betonarme binanın havalandırması doğal yoldan, ısıtması ise bina içinde bulunan kazan dairesi yardımıyla kömür ile olmaktadır. Ders saatleri 8.30 ile 15.50 (öğle arası; 12.30-13.30) arasındadır ve 40 dakika ders, 10 dakika tenefüs şeklindedir. Toplam 11 derslik bulunmaktadır ve öğrenim gören öğrenci sayısı 89'dur. Sınıflarda akıllı tahta ve tahta-demirden oluşan sıralar mevcuttur. Sınıflar 49 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Okulun temizliği haftada iki kez ıslak temizlik şeklinde uygulanmaktadır.

O2 okulunda ilkököl ve ortaokullar aynı anda eğitim görmektedir. 2008 yılında inşa edilmiş olan okul betonarmedir ve yalıtımı bulunmamaktadır. Öğrenci sayısı 114'tür ve 8 dersliğe sahiptir. Havalandırması doğal yollardan sağlanmakta ve ısıtması doğalgaz kaloriferlidir. Ders saatleri 8.30 ile 16.00 (öğle arası; 12.40-13.40) arasındadır. Sınıflar 36 m<sup>2</sup>'dir ve sınıflarda akıllı tahta ve tahta-demirden oluşan sıralar vardır. Okulun temizliği her gün kuru temizlik ve haftada bir ıslak temizlik olarak yapılmaktadır.

O3 okulu 1988 ve 2001 yıllarında inşa edilmiş iki betonarme binadan oluşmaktadır. Yalıtımı yoktur, doğalgaz kaloriferi ile ısınmaktadır ve havalandırması doğal yollardan olmaktadır. Yalnızca bir sınıfta klima bulunmaktadır. Ders saatleri sabahçı öğrenciler için 7.30-13.10 arası, öğlenci öğrenciler için 13.20-18.10

arasındadır. Dersler 40 dakika, teneffüsler 10 dakikadır. Ortaokul öğrencileri sabah, ilkokul öğrencileri öğleden sonra gelmekte ve aynı sınıflarda eğitim görmektedirler. 423'ü ortaokul, 379'u ilkokul olmak üzere 802 öğrenci eğitim görmektedir. Alanları 45-50 m<sup>2</sup> arasında değişen 28 derslik bulunmaktadır. Sınıfların tamamında akıllı tahta mevcuttur ve sıralar tahta-demirdendir. Okulun temizliği ıslak temizlik şeklinde gün aşırı yapılmaktadır.

Türkiye genelinde ilkokullarda sınıf başına düşen öğrenci sayısı 22 iken, ortaokullarda 24'tür. TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak) bölgesinde ise ilkokullarda ve ortaokullarda sınıf başına düşen öğrenci sayıları sırasıyla 18 ve 21'dir. İl bazında bakıldığında ise Kütahya'da ilkokullarda sınıf başına düşen öğrenci sayısı 17, ortaokullarda ise bu sayı 20'dir (182). Çalışmanın yapıldığı okullarda ise sınıf başına düşen öğrenci sayıları ilkokullar için 24 ve ortaokullar için 28'dir.

**Tablo 3.1.** Çalışmanın Yapıldığı Okulların Genel Özellikleri

Bölge	Okul	Sınıf Alanı (m <sup>2</sup> )	Sınıf Hacmi (m <sup>3</sup> )	Öğrenci sayısı	Çalışma Saatleri	Derslik Sayısı	Derslik başına düşen öğrenci sayısı	Öğrenci Yoğunluğu *
Kır	O1 ilkokul	42	121,8	84	08.40 – 15.40	5	16,8	0,4
	O1 ortaokul	49	142,1	89	08.30 – 15.50	5	17,8	0,36
	O2 okulu	36	104,4	114	08.30 – 15.10	8	14,25	0,4
Kent	O3 ilkokulu	47,5	137,75	379	07.30 – 13.10	12	31,58	0,66
	O3 ortaokulu	47,5	137,75	423	13.20 – 18.10	12	35,28	0,74

\*Metrekareye düşen öğrenci sayısı

### 3.4. Araştırma İle İlgili Gerekli İzinler

Araştırma ile ilgili Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 24.10.2018 tarih ve 2018-13/11 numaralı karar ile etik kurul onayı (Ek-2) ve Kütahya İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve Kütahya Valiliği'nden 20.09.2018 tarih ve 16963940 sayılı onay alındı (Ek-3).



### 3.5. Araştırmanın Uygulanması

Araştırma 1-31 Ekim 2018 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Verilerin toplanmasına başlamadan önce çalışmanın yapıldığı okullarda idareci ve öğretmenler ile toplantı yapılarak çalışma hakkında bilgi verildi. Anketler, ölçümlerle eş zamanlı olarak sınıf öğretmenlerine verilerek öğrencilere dağıtılması sağlandı. Veliler tarafından doldurulan anketler ölçüm yapıldıktan bir gün sonra okullara gidilerek toplandı. Aynı zamanda öğretmenler tarafından da sınıf iç ortamı hakkında bilgi alındı.

Partikül ve karbondioksit ölçümleri her bir sınıfta, dersin ilk yarısında ve ikinci yarısında 5'er dakika olmak üzere iki defa yapıldı. Ölçümler yapılırken sınıflar arası geçişlerde cihazların kalibrasyonları yapıldı. Ölçüm yapılacak sınıflarda ders süresince kapının ve pencerelerin kapalı olması sağlandı. Ölçümler kapıdan ve pencerelerden en uzak noktada yapıldı. Ölçümler öğrencilerin sıraya oturduklarında ortalama burun mesafesinde olacak şekilde cihazlar yerleştirilerek gerçekleştirildi.

### 3.6. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler

#### 3.6.1. Anket

Anket formunda kullanıcıların sosyodemografik özellikleri ve “*MM 080 NA School*” Anket Formu bulunmaktadır.

“*MM Questionnaire*” anket formu Andersson ve ark. tarafından 1985 yılında iç ortam hava kalitesinin ve bu ortamlarda yaşayan kişilerdeki etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. İlerleyen yıllarda bu anket formunun farklı sürümleri ofis – okul – hastane gibi ortamlarda kullanılmış olup, her biri farklı isimlendirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan sürümü “*MM 080 NA School*” formudur. Bu formda; sosyodemografik özellikler (cinsiyet, yaş, boy, kilo, anne-baba eğitim durumu ve mesleği), alerji-astım hikayesi, şimdiki semptomlar, ev, sınıf ve okul çevresel ortamı hakkında genel düşünceler ile ilgili değerlendirme bölümleri yer almaktadır (183).

Alerji-astım hikayesi ile ilgili son bir yıl içinde ve tüm hayatı boyunca; astım, bronşit olup olmadığı, göğsünden ıslık sesi veya hırıltı/hışıltı gelip gelmediği, saman nezlesi, göz ya da burunda alerjik yakınmalar olup olmadığı, vücudunda ya da

diz/dirsek eklemlerinde egzama olup olmadığı, iltihaplı akciğer hastalığı (ateşli bronşit, zatürre, verem) geçirip geçirmediği soruları yer almaktadır.

Ev ortamı ile ilgili evde sigara içilip içilmediği, yaşadığı evin tipi, kaç yıllık bina olduğu, odalardaki yer malzemeleri ve halıların kapladığı alanı, evde yaşayan kişi sayısı, evin ısınma tipi, evcil hayvan olup olmadığı, evin önündeki cadde/sokak trafik yoğunluğu, evde rutubet/nem/küf varlığı bulunmaktadır.

Şimdiki (son 3 ayda görülen) semptomlar (yorgunluk, baş ağrısı, uyku problemleri, gözde kaşıntı/yanma/batma, burun tıkanıklığı/akıntısı/rahatsızlık hissi, öksürük, yüz kuruluğu/kızarıklık, saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması, ellerde kuruluk/kaşıntı/kızarıklık, karın ağrısı) “evet/sıklıkla (her hafta)”, “evet/bazen” “hayır/hiç” olarak sorgulandı ve cevabı “evet/ sıklıkla” olanlar için bu semptomların okul ortamından kaynaklanıp kaynaklanmadığı “evet”, “hayır”, “bilmiyorum” olarak yanıtlanması istenildi.

Sınıf iç ortamı ile ilgili sorular; sıcaklık koşulları, hava kalitesi, aydınlatma, gürültü koşulları, mekan (sıra, sandalye, renk) ve temizlik durumu ile ilgili, okul çevresi ile ilgili sorular ise aktiviteler ve oturmak için yeterli alan, bitkisel alanlar, ışık, trafik güvenliği, koridor, kantin, beden eğitimi salonu ve tuvaletlerin durumunu içeren “çok iyi – iyi – kabul edilebilir – kötü – çok kötü” seçeneklerinden oluşan 5’li likert tipi cevapları içermekteydi. Bu sorular öğretmenler ve veliler tarafından cevaplandırıldı.

İki uzman tarafından anketin İngilizce’den Türkçe’ye, Türkçe’den İngilizce’ye çevirileri yapılmıştır. 10 kişilik grupta anket sorularının anlaşılabilirliği, geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiştir. Soruların açık, anlaşılır olduğu onaylanmış, likert tipi sorular için Cronbach alpha: 0,890 bulunmuştur.

Sınıf iç ortam sorularının her biri algı olarak ifade edilip (Örn: sıcaklık algısı, hava kalitesi algısı vb.) iyi ve kötü algı olarak sınıflandırıldı. Likert cevaplardan kötü ve çok kötü; *kötü algı*, çok iyi, iyi, kabul edilebilir ise *iyi algı* olarak gruplandırıldı.

### 3.6.2. Ölçüm Araçları

#### 3.6.2.1. *Particles Plus 8306 Partikül Ölçüm Cihazı*

Partikül ölçüm cihazı; 0,3 – 25 µm arasındaki değerleri 0,1 CFM (2,83 LPM) hava akış oranı ile saymaktadır. 25,4 cm x 12,9 cm x 11,4 cm boyutlarında, 1 kg ağırlığında taşınabilir bir cihazdır (Şekil 3.3). Kolay konfigüre edilebilir olup 6 kanala sahiptir ve toz parçacıklarını 25 seçenekten 6 seçeneği kişiselleştirerek farklı boyuttaki parçacıkları ölçerek kaydetmek mümkündür. Sıcaklık ve bağıl nem değerlerini de ölçmektedir. Yapılan ölçümler ISO 14644-1, E GMP Annex 1 veya FS 209'e uygun raporlanabilmektedir. Cihazın CE belgesi (Ek-4) ve kalibrasyon belgesi (Ek-5) bulunmaktadır.



Şekil 3.3. Particles Plus 8306 Partikül Ölçüm Cihazı

### 3.6.2.2. Testo 480 Çok Fonksiyonlu Ölçüm Cihazı

Testo cihazı basit, manuel kullanılan, mobil, sensörlü bir cihazdır (Şekil 3.4). Bu cihaz ile yapılacak her bir ölçüm için farklı probalar kullanılmaktadır. Çalışmamızda iç ortam hava kalitesi (IAQ) probu kullanılarak ortamın karbondioksit seviyesi, sıcaklık ve nem ölçümü yapıldı. Cihazın ölçüm aralıkları; sıcaklık için -100 °C ile +400 °C, nem için 0 ila +100 yüzde Rh ve CO<sub>2</sub> için ise 0 ila +10000 ppm aralığındadır. Cihazın kalibrasyon belgesi bulunmaktadır (Ek-6).

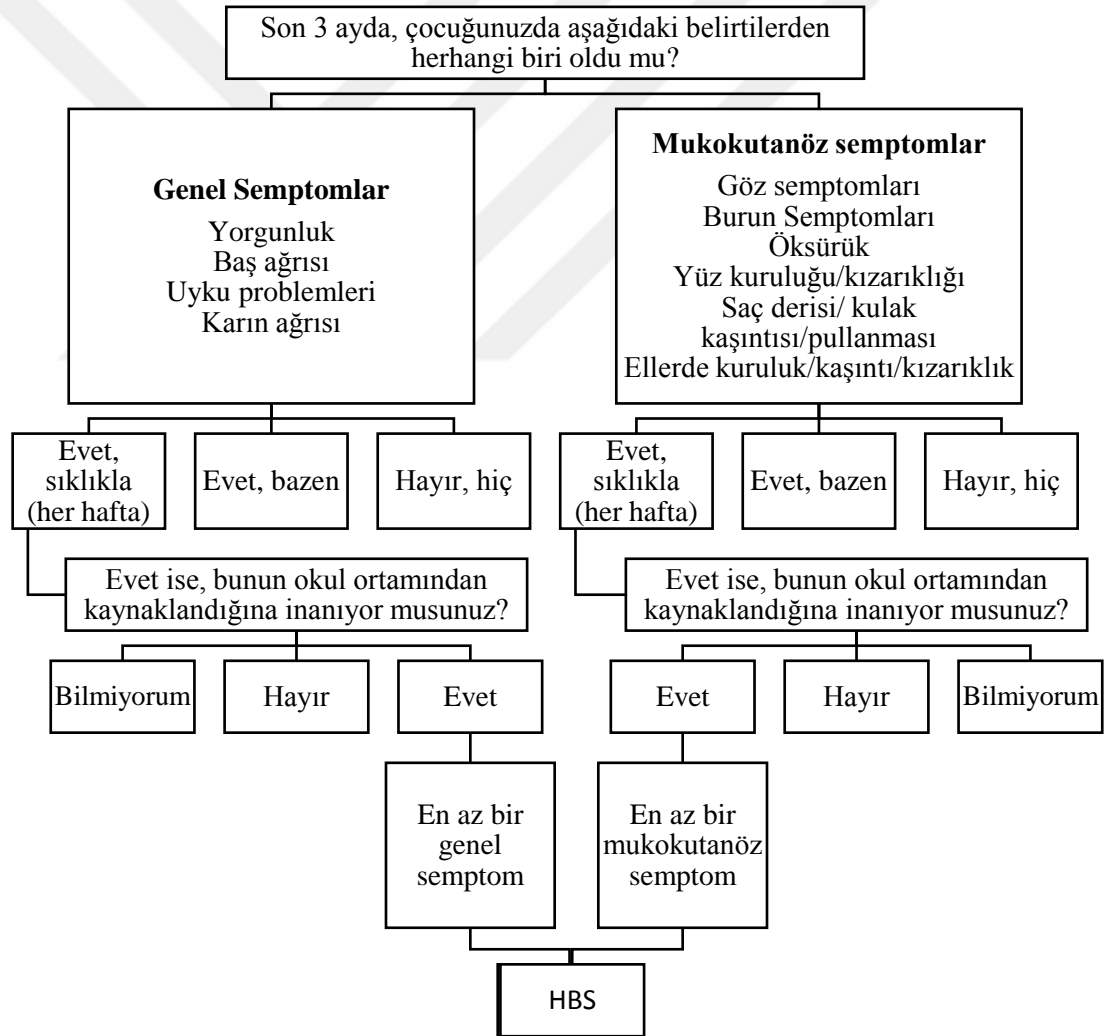


Şekil 3.4. Testo 480 Çok Fonksiyonlu Ölçüm Cihazı

### 3.7. Tanımlar ve Kriterler

#### 3.7.1. Hasta Bina Sendromu

Son 3 ayda yaşanan genel (yorgunluk, baş ağrısı, uyku problemleri ve karın ağrısı) semptomlar ve mukokutanöz (gözde kaşıntı, yanma, batma, burun tıkanıklığı/akıntısı, burunda rahatsızlık hissi, öksürük, yüz kuruluğu/kızarıklığı, saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması ve ellerde kuruluk/kaşıntı/kızarıklık) semptomların *her hafta* görüldüğünü ve bu semptomların okul ortamından kaynaklandığını belirten grup içinde, genel semptomlardan en az bir ve mukokutanöz semptomlardan en az bir semptom var ise HBS pozitif olarak kabul edildi (Şekil 3.5)(14,161).



Şekil 3.5. HBS Tanı Algoritması

### 3.7.2. İç Ortam Hava Kalitesi İndeksi (İHKİ)

Araştırmada iç ortam hava kalitesi hakkında genel bir değerlendirme elde etmek için PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> indeks değerleri kullanılarak İHKİ hesaplandı. PM<sub>indeks</sub>; ölçülen PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> değerlerinin DSÖ kılavuzunda yer alan PM<sub>2.5</sub> için 25 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> için 50 µg/m<sup>3</sup> değerlerine bölünmesiyle elde edilmektedir.

$$PM_{\text{indeks}} = \frac{\text{PM konsantrasyonu}}{\text{DSÖ kılavuzu}}$$

CO<sub>2</sub> indeksi; ölçülen CO<sub>2</sub> değerinin DSÖ'nün azami iç ortam CO<sub>2</sub> konsantrasyonu olarak kabul ettiği 1000 ppm değerine bölünüp 1 (bir) ile toplanması ile hesaplanır.

$$CO_{2\text{indeks}} = 1 + \frac{\text{CO}_2 \text{ konsantrasyonu}}{1000 \text{ ppm}}$$

İHKİ; PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> indeks değerlerinin aritmetik ortalamasından oluşmaktadır (114).

$$\text{İHKİ} = \frac{PM_{2.5\text{indeks}} + PM_{10\text{indeks}} + CO_{2\text{indeks}}}{3} = \frac{\sum_n \text{İHK}_{\text{indeks}}}{n}$$

Sıcaklık ve nem ölçümleri normal değerler arasındayken hesaplamaya katılmadı. Bu haliyle PM ve CO<sub>2</sub> değerleri ile hesaplanan İHKİ yükseldikçe İHK kötü olarak yorumlanmaktadır.

### 3.8. İstatistiksel Yöntem

Araştırmanın istatistikleri “IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Statistics 20” paket programı kullanılarak elde edildi.

Tanımlayıcı verilerde, kategorik değişkenlerde sayı ve yüzdeler, sayısal değişkenlerde ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri kullanıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Kategorik değişkenler arasındaki karşılaştırmalar için Pearson Ki-kare testi kullanıldı. 4 gözlü tablolarda herhangi bir gözdeki gözlenen değer >25 olduğu durumlarda Pearson Ki-kare, 5-25 arasında iken Yates düzeltilmeli Ki-kare, <5

olduğu durumlarda ise Fisher'ın kesin Ki-kare testi kullanıldı (184). HBS ile PM ve CO<sub>2</sub> ölçüm değerleri korelasyonuna Spearman testi ile bakıldı. Ölçüm değerlerinin bazılarının normal dağılıma uyumu için lineer logaritması alındı. İki bağımsız gruptaki normal dağılıma uymayan sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Tek değişkenli analizde  $p < 0,10$  değeri veren bağımsız değişkenler ile çok değişkenli iki lojistik regresyon modeli oluşturuldu, kır-kente göre düzeltildi. Bağımlı değişken HBS olma durumu, bağımsız değişkenler ise ilk model için; sınıf iç ortam kalite algısı soruları alındı. İkinci model için; ortamda ölçülen PM ve CO<sub>2</sub> değerleri (kategorik değişken olarak sınıflandırıldı) alındı. Ayrıca ölçüm sonuçlarının ve hesaplanan İHKİ'nin değerlendirilmesi için ayrı bir veri seti düzenlendi ve bu veri setinden üçüncü bir lojistik regresyon modeli oluşturuldu. İstatistiki anlamlılık için  $p \leq 0,05$  kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin %72,4'ü (n:699) kentsel bölgede eğitim görmekteydi. Çalışmanın gerçekleştirildiği okullara göre öğrenci sayıları; O1 okulunda 169 (%17,1), O2 okulunda 98 (%10,1) ve O3 okulunda 699 (%72,4) idi. Öğrencilerin %47,9'u (n:463) ilkokulda öğrenim görürken, %52,1'i (n:503) ortaokulda öğrenim görmekteydi. Öğrencilerin eğitim durumu özellikleri Tablo 4.1'de verildi.

**Tablo 4.1** Öğrencilerin Eğitim Durumu Özellikleri

	Sayı (n)	Yüzde (%)
<b>Bölge</b>	Kır (O1, O2)	267
	Kent (O3)	699
<b>Okul</b>	İlkokul	463
	Ortaokul	503

Çalışmaya katılan 966 öğrencinin %50,9'u (n:492) kız, %49,1'i (n:474) erkek idi. Yaş ortalaması  $9,23 \pm 1,90$  (min:6 – max:13), %47,9'unun (n:463) yaşı 9 yaş ve altında, %52,1'inin (n:503) yaşı 10 yaş ve üzerinde idi. Öğrencilerin annelerinin eğitim durumlarına bakıldığında %14,7'si (n:138), babalarının ise %25,7'si (n:234) üniversite mezunu idi. Öğrencilerin ebeveynlerinin çalışma durumları incelendiğinde annelerin %78'i (n:712) ev hanımı iken, babalarının %43'ü (n:391) işçi idi. Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyodemografik özellikleri Tablo 4.2'de verildi.



**Tablo 4.2. Öğrencilerin Sosyodemografik Özellikleri**

	Sayı (n)	Yüzde (%)
<b>Cinsiyet</b>		
Kız	492	50,9
Erkek	474	49,1
<b>Yaş</b>		
≤ 7	227	23,5
8-9	236	24,4
10-11	428	44,3
≥ 12	75	7,8
<b>Anne Eğitim Durumu</b>		
İlköğretim	557	59,4
Lise	243	25,9
Üniversite	138	14,7
Toplam	938	
<b>Baba Eğitim Durumu</b>		
İlköğretim	327	35,9
Lise	350	38,4
Üniversite	234	25,7
Toplam	911	
<b>Anne Mesleği</b>		
Ev Hanımı	712	78
İşçi	85	9,3
Memur	50	5,5
Diğer (esnaf, serbest meslek, çiftçi)	66	7,2
Toplam	913	
<b>Baba Mesleği</b>		
İşçi	391	43
Memur	173	19
Esnaf – Serbest Meslek	219	24,1
Diğer (çiftçi, işsiz)	127	14
Toplam	910	

Çalışmaya katılan öğrencilerin %34,9'unun (n:312) evlerinde sigara içilmekteydi. Öğrencilerin %60,4'ü (n:543) apartman dairesinde, %36,7'si (n:330) müstakil (tek katlı, villa) evde ikamet etmekteydi. Bu evlerin %46,2'sinin (n:416) yapım yılı 20 yıldan önce idi. Evlerin odalarında bulunan yer malzemesi %76,3 tahta, %23,7 beton idi. Evlerin %75,4'ünde (n:670) odalardaki halılar, oda alanlarının yarısından fazlasını kaplamaktaydı. Öğrencilerin %73,3'ünün (n:694) evinde 2 yetişkin, %24,1'inin (n:228) evlerinde 3 ve daha fazla yetişkin yaşamaktaydı. Öğrencilerin %19,7'si evde tek çocuk iken, %54,9'unun (n:520) evinde 2 çocuk, %25,4'ünün (n:241) evinde ise 3 ve daha fazla çocuk bulunmaktaydı. Evlerin %71,8'i (n:680) kalorifer, %22,6'sı (n:214) ise soba ile ısıtılmaktaydı. Evlerin %19,1'inde (n:176) evcil hayvan, %64,2'sinde (n:453) saksı bitkisi bulunmakta idi. Öğrenci velilerinin %44,0'ü (n:405) tarafından evlerinin önündeki trafik yoğun olarak belirtildi. Öğrencilerin yaşadıkları evlerin genel özellikleri Tablo 4.3'te verildi.

**Tablo 4.3. Öğrencilerin Yaşadıkları Evlerin Genel Özellikleri**

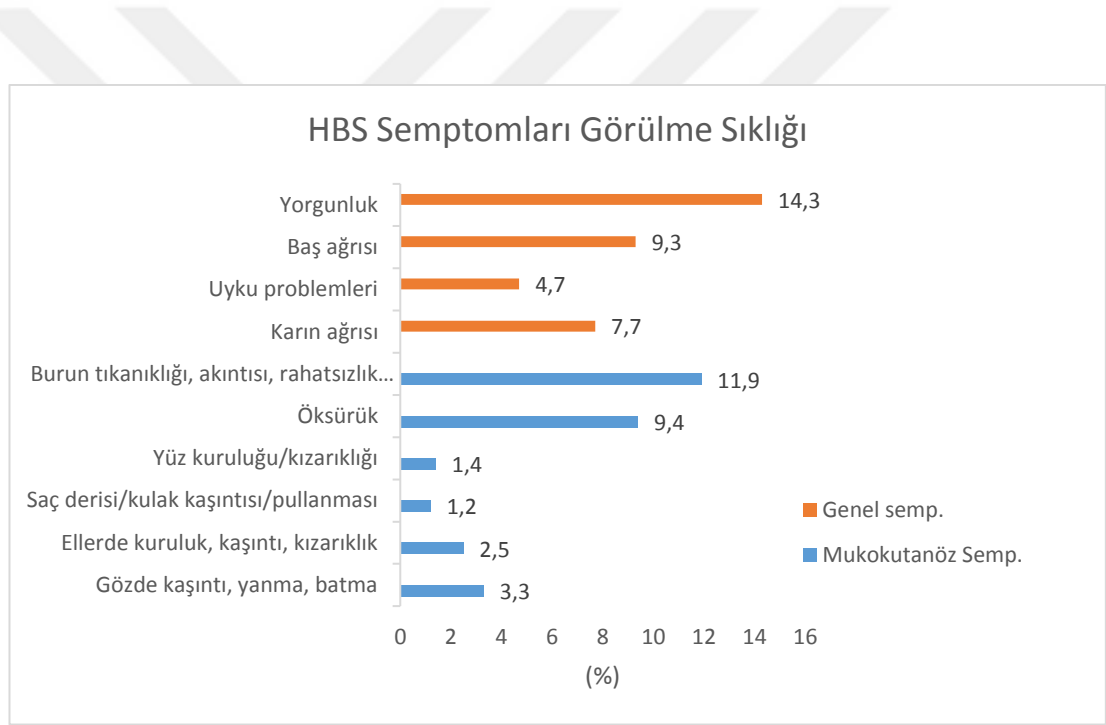
	Sayı (n)	Yüzde (%)
<b>Evde sigara içiliyor mu?</b>		
Evet	312	34,9
Hayır	581	65,1
<b>Ev Tipi</b>		
Apartman dairesi	543	60,4
Gecekondu	26	2,9
Müstakil (tek katlı, villa)	330	36,7
<b>Evin inşa yılı</b>		
20 yıldan eski	416	46,2
20 yıldan yeni	484	53,8
<b>Odalardaki yer malzemesi</b>		
Tahta	707	76,3
Beton	219	23,7
<b>Halı/oda alanı oranı</b>		
Yarisından az	219	24,6
Yarisından fazla	670	75,4
<b>Evde yaşayan yetişkin sayısı</b>		
1	25	2,6
2	694	73,3
3 ve daha fazla	228	24,1
<b>Evde yaşayan çocuk sayısı</b>		
1	187	19,7
2	520	54,9
3 ve daha fazla	241	25,4
<b>Isınma tipi</b>		
Kalorifer	680	71,8
Soba	214	22,6
Yerden ısıtma	53	5,6
<b>Evde evcil hayvan</b>		
Var	176	19,1
Yok	746	80,9
<b>Evde saksı bitkisi</b>		
Var	453	64,2
Yok	253	35,8
<b>Ev önü trafik yoğunluğu</b>		
Yoğun	405	44
Yoğun değil	516	56
<b>Evde rutubet/nem</b>		
Var	73	7,8
Yok	858	92,2

Öğrencilerdeki solunum sistemi ve alerji semptomları incelendiğinde; %5,6'sının (n:54) son bir yılda, %18,7'sinin (n:181) hayatının herhangi bir döneminde bronşit olma durumu mevcut idi. Son bir yılda göğsünden ıslık sesi veya hırıltı/hışıltı gelenler 65 kişi (%6,7) iken, hayatının herhangi bir döneminde aynı yakınması olanlar 163 kişi (%16,9) idi. Son bir yılda ve hayatının herhangi bir döneminde saman nezlesi, göz ya da burunda alerjik yakınmaları bulunan öğrencilerin yüzdeleri sırası ile %18,5 (n:179) ve %24,7 (n:239) idi. Vücudunda ya da diz ve dirsek eklemlerinde egzama olan öğrenci yüzdesi son bir yılda %3,6 (n:43) iken hayatının herhangi bir döneminde %4,5 (n:43) idi. Öğrencilerin %3,9'unda (n:38) son bir yılda yiyecek alerjisi gelişirken, hayatlarının herhangi bir döneminde bu durum %9,8'inde (n:95) gerçekleşmiş idi. Öğrencilerin aile bireylerinden herhangi birinde alerjik yakınması olma sıklığı %18,6 (n:180) iken, hırıltı-hışıltı görülme sıklığı %14,1 (n:136) idi. Öğrencilerde hayat boyu ve son bir yıldaki solunum sistemi, alerji semptomları görülme sıklığı durumu Tablo 4.4'te gösterildi.

**Tablo 4.4.** Öğrencilerde Hayat Boyu ve Son Bir Yıldaki Solunum Sistemi, Alerji Semptomları Görülme Sıklığı

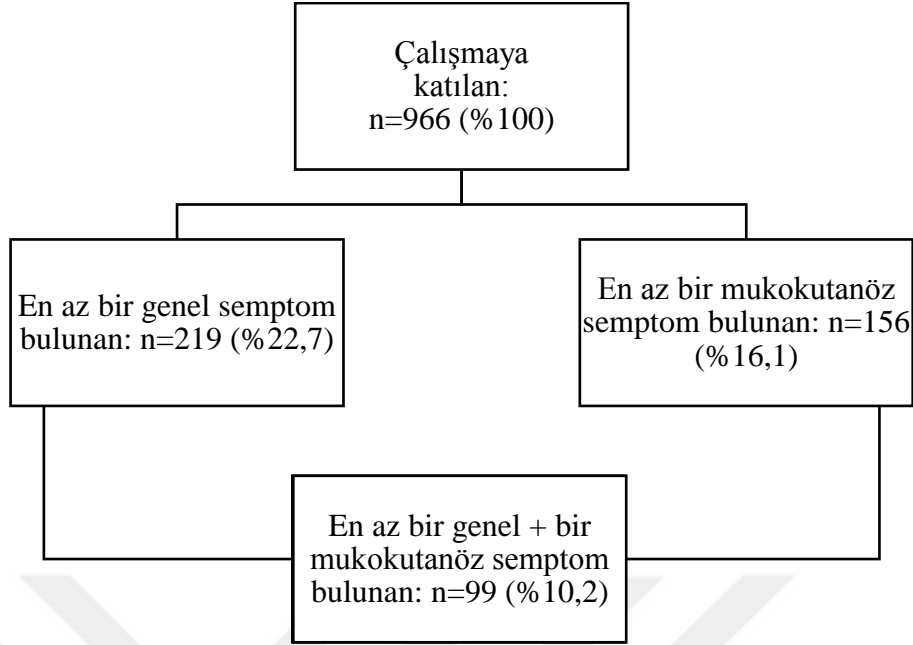
	Tüm Hayatında		Son bir yılda	
	Sayı(n)	Yüzde(%)	Sayı(n)	Yüzde(%)
Astım semptomları, bronşit olma durumu	181	18,7	54	5,6
Göğsünden ıslık sesi veya hırıltı/hışıltı gelmesi	163	16,9	65	6,7
Saman nezlesi, göz ya da burunda alerjik yakınmalar	239	24,7	179	18,5
Vücudunda ya da diz ve dirsek eklemlerinde egzama	43	4,5	35	3,6
Yiyecek alerjisi	95	9,8	38	3,9
Pnömoni, tüberküloz, bronşit gibi akciğer enfeksiyonu geçirme durumu	58	6,0	13	1,3
Ailede alerjik yakınması olan(lar)	180	18,6	102	10,6
Ailede wheezing hırıltı	136	14,1	81	8,4

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerde okuldan kaynaklandığı düşünülen HBS semptomlarının görülme sıklığı incelendiğinde; genel semptomlardan öğrencilerin %14,3'ünde (n:138) yorgunluk, %9,3'ünde (n:90) baş ağrısı, %7,7'sinde (n:74) karın ağrısı, %4,7'sinde (n:45) uyku problemleri görülmekte iken, mukokutanöz semptomların görülme sıklıkları incelendiğinde öğrencilerin %11,9'unda (n:115) burun tıkanıklığı/akıntısı/rahatsızlık hissi, %9,4'ünde (n:91) öksürük, %3,3'ünde (n:32) gözde kaşıntı/yanma/batma, %2,5'inde (n:24) ellerde kuruluk/kaşıntı/kızarıklık, %1,4'ünde (n:14) yüz kuruluğu/kızarıklığı ve %1,2'sinde (n:12) saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması mevcut idi. Öğrencilerin okuldan kaynaklandığı düşünülen HBS semptomları sıklığı Şekil 4.1'de gösterildi.



**Şekil 4.1.** Öğrencilerde Okuldan Kaynaklandığı Düşünülen HBS Semptomları

Çalışmaya katılan 966 öğrenciden en az bir genel semptom bulunma sıklığı %22,7 (n:219) iken, en az bir mukokutanöz semptom bulunma sıklığı %16,1 (n:156) idi. En az bir genel semptom ve en az bir mukokutanöz semptom bulunan kişilerle saptanan HBS olma durumu sıklığı %10,2 (n:99) olarak saptandı. Öğrencilerde HBS görülme sıklığı Şekil 4.2'de verildi.



**Şekil 4.2.** Öğrencilerde HBS Görülme Sıklığı

Çalışmada öğretmen ve velilerin sınıfların çeşitli özellikleri hakkında verdikleri likert tipi yanıtlar incelendiğinde; sıcaklık algısı kötü olanlar %5,9 (n:55), hava kalitesi algısı kötü olanlar %21,9 (n:199), aydınlatma algısı kötü olanlar %2,8 (n:26), gürültü algısı kötü olanlar %28,1 (n:254), temizlik algısı kötü olanlar %23,3 (n:215), mekân (sıra, masa, tahta malzeme kalitesi) algısı kötü olanlar %11,4 (n:104) idi (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** Öğretmen ve Velilerin Sınıf İç Ortam Algıları

Sınıf iç ortam algısı	İyi			Kötü	
	Çok iyi n (%)	İyi n (%)	Kabul edilebilir n (%)	Kötü n (%)	Çok kötü n (%)
Sıcaklık algısı	185(% 19,9)	534(%57,4)	156(% 16,8)	44(%4,7)	11(%1,2)
Hava kalitesi algısı	99(%10,9)	396(%43,5)	216(%23,7)	161(%17,7)	38(%4,2)
Aydınlatma algısı	272(%29,6)	515(%56,0)	107(%11,6)	17(%1,8)	9(%1,0)
Gürültü algısı	78(%8,6)	310(%34,2)	265(%29,2)	171(%18,9)	83(%9,2)
Mekan algısı	215(%23,5)	435(%47,5)	161(%17,6)	73(%8,0)	31(%3,4)
Temizlik algısı	164(%17,8)	339(%36,7)	205(%22,2)	145(%15,7)	70(%7,6)

Öğrenci velilerinin okul bahçesi hakkındaki görüşleri incelendiğinde aktiviteler ve oturmak için yeterli imkanı kötü olarak değerlendirenler 109 (%11,6) kişi, bitkisel alanlar, açık yeşil alanları kötü bulanlar 120 (%13) kişi, aydınlatmasını kötü bulanlar 53 (%5,8) kişi, trafik güvenliğini kötü kabul edenler 167 (%18) kişi idi. Diğer okul alanları için veriler cevaplarda ise koridoru kötü olarak değerlendirenler 52 (%5,7) kişi, kantini kötü olarak değerlendirenler 185 (%19,9) kişi, beden eğitimi salonunu kötü olarak görenler 40 (%5,9) kişi ve tuvaletleri kötü olarak değerlendirenler ise 434 (%46,3) kişi idi (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** Öğrenci Velilerinin Okulların Çeşitli Özellikleri Hakkındaki Genel Görüşleri

	İyi		Kötü		
	Çok iyi n (%)	İyi n (%)	Kabul edilebilir n (%)	Kötü n (%)	Çok kötü n (%)
<b>Okul bahçesi</b>					
Aktiviteler ve oturmak için yeterli imkan	250(%26,7)	417(%44,5)	161(%17,2)	94(%10,0)	15(%1,6)
Bitkisel alanlar, açık yeşil alan	234(%25,2)	381(%41,0)	195(%21,0)	100(%10,8)	20(%2,2)
Işık	261(%28,6)	474(%51,9)	126(%13,8)	39(%4,3)	14(%1,5)
Trafik güvenliği	214(%23,1)	359(%38,7)	187(%20,2)	116(%12,5)	51(%5,5)
<b>Diğer okul alanları</b>					
Koridor	198(%21,5)	487(%52,6)	186(%20,2)	43(%4,7)	9(%1,0)
Kantin	133(%14,5)	381(%41,5)	220(%23,9)	128(%13,9)	57(%6,2)
Beden eğitimi salonu	347(%37,8)	432(%47,1)	99(%10,8)	26(%4,4)	14(%1,5)
Tuvaletler	75(%8,0)	252(%26,9)	177(%18,9)	223(%23,8)	211(%22,5)

Çalışmada, öğrencilerin cinsiyet, yaş, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, anne mesleği, baba mesleği ile HBS olma durumu arasında bir ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ). Öğrencilerin sosyodemografik özellikleri ile HBS arasındaki ilişki Tablo 4.7’de verildi.

**Tablo 4.7.** HBS'nin Sosyodemografik Özellikler İle İlişkisi

	HBS			İstatistiksel Değerlendirme		
	Yok n (%)	Var n (%)	Toplam n (%)	X <sup>2</sup>	p	
<b>Cinsiyet</b>						
Erkek	429 (90,5)	45 (9,5)	474 (49,1)	0,576	0,448	
Kız	438 (89,0)	54 (11,0)	492 (50,9)			
<b>Yaş</b>						
≤ 7	197 (86,8)	30 (13,2)	227 (23,5)	4,521	0,210	
8-9	209 (88,6)	27 (11,4)	236 (24,4)			
10-11	392 (91,5)	36 (8,4)	428 (44,3)			
≥ 12	69 (92,0)	6 (8,0)	75 (7,8)			
<b>Anne Eğitim Durumu</b>						
İlköğretim ve altı	508 (91,2)	49 (8,8)	557 (59,4)	4,915	0,086	
Lise	213 (87,7)	30 (12,3)	243 (25,9)			
Üniversite	118 (85,5)	20 (14,5)	138 (14,7)			
<b>Baba Eğitim Durumu</b>						
İlköğretim ve altı	296 (90,5)	31 (9,5)	327 (35,9)	3,288	0,193	
Lise	317 (90,6)	33 (9,4)	350 (38,4)			
Üniversite	202 (86,3)	32 (13,7)	234 (25,7)			
<b>Anne Mesleği</b>						
Ev Hanımı	633 (88,9)	79 (11,1)	712 (78,0)	4,274	0,233	
İşçi	79 (92,9)	6 (7,1)	85 (9,3)			
Memur	42 (84,0)	8 (16,0)	50 (5,5)			
Diğer	62 (93,9)	4 (6,1)	66 (7,2)			
<b>Baba Mesleği</b>						
İşçi	355 (90,8)	36 (9,2)	391 (43,0)	4,228	0,238	
Memur	154 (89,0)	19 (11,0)	173 (19,0)			
Esnaf – Serbest Meslek	188 (85,8)	31 (14,2)	219 (24,1)			
Diğer	116 (91,3)	11 (8,7)	127 (14,0)			

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerde, kentsel bölgede yaşayanlarda kırsal bölgede yaşayanlara göre (p:0,010) ve ilkokulda öğrenim görenlerde ortaokulda öğrenim görenlere göre (p:0,025) HBS daha yüksek olarak saptandı. HBS'nin öğrencilerin yerleşim yeri ve öğrenim durumu ile ilişkisi Tablo 4.8'de gösterildi.



**Tablo 4.8.** HBS'nin Öğrencilerin Yerleşim Yeri ve Öğrenim Durumu İle İlişkisi

	HBS			İstatistiksel Değerlendirme	
	Yok n (%)	Var n (%)	Toplam n (%)	X <sup>2</sup>	p
<b>Yerleşim yeri</b>					
Kır	251 (94,0)	16 (6,0)	267 (27,6)	6,641	<b>0,010</b>
Kent	616 (88,1)	83 (11,9)	699 (72,4)		
<b>Okul</b>					
İlkokul	405 (87,5)	58 (12,5)	463 (47,9)	5,019	<b>0,025</b>
Ortaokul	462 (91,8)	41 (8,2)	503 (52,1)		

Çalışmada, inşası 20 yıldan yeni olan evde yaşayanlarda (p:0,025), iki ya da daha az çocuk bulunan evlerde yaşayanlarda (p:0,035) HBS prevalansı daha yüksek saptanırken, soba ile ısıtılan evde yaşayanlarda HBS prevalansı daha düşük saptandı (p:0,042). Yaşanılan evde sigara içilme durumu, ev tipi, odalardaki yer malzemesi, halı/oda alanı oranı, evde yaşayan yetişkin sayısı, evde evcil hayvan bulunma durumu, evde saksı bitkisi bulunma durumu, ev önü trafik yoğunluğu ve evde rutubet/nem bulunma durumu ile HBS arasında ilişki saptanmadı (p>0,05). Hasta bina sendromu ve yaşanılan evin özellikleri ile ilişkisi Tablo 4.9'da verildi.

**Tablo 4.9.** HBS'nin Yaşanılan Evin Özellikleri İle İlişkisi

	HBS			İstatistiksel Değerlendirme	
	Yok n (%)	Var n (%)	Toplam n (%)	X <sup>2</sup>	p
<b>Evde sigara içiliyor mu?</b>					
Evet	282 (90,4)	30 (9,6)	312 (34,9)	0,644	0,422
Hayır	515 (88,6)	66 (11,4)	581 (65,1)		
<b>Ev Tipi</b>					
Apartman dairesi	478 (88,0)	65 (12,0)	543 (60,4)	5,656	0,059
Gecekondu	21 (80,8)	5 (19,2)	26 (2,9)		
Müstakil (tek katlı, villa)	304 (92,1)	26 (7,9)	330 (36,7)		
<b>Evin inşa yılı</b>					
20 yıldan eski	382 (91,8)	34 (8,2)	416 (46,2)	5,048	<b>0,025</b>
20 yıldan yeni	422 (87,2)	62 (12,8)	484 (53,8)		
<b>Odalardaki yer malzemesi</b>					
Tahta	626 (88,5)	81 (11,5)	707 (76,3)	2,037	0,154
Beton	202 (92,2)	17 (7,8)	219 (23,7)		
<b>Halı/oda alanı oranı</b>					
Yarisından az	191 (87,2)	28 (12,8)	219 (24,6)	1,342	0,247
Yarisından fazla	603 (90,0)	67 (10,0)	670 (75,6)		
<b>Evde yaşayan yetişkin sayısı</b>					
2 ve daha az	639 (88,9)	80 (11,1)	719 (75,9)	1,160	0,282
3 ve daha fazla	209 (91,7)	19 (8,3)	228 (24,1)		
<b>Evde yaşayan çocuk sayısı</b>					
2 ve daha az	624 (88,3)	83 (11,7)	707 (74,6)	4,469	<b>0,035</b>
3 ve daha fazla	225 (93,4)	16 (6,6)	241 (25,4)		
<b>Isınma tipi</b>					
Kalorifer	602 (88,5)	78 (11,5)	680 (71,8)	6,354	<b>0,042</b>
Soba	201 (93,9)	13 (6,1)	214 (22,6)		
Yerden ısıtma	45 (84,9)	8 (15,1)	53 (5,6)		
<b>Evde evcil hayvan</b>					
Var	666 (89,3)	80 (10,7)	746 (80,9)	2,003	0,157
Yok	164 (93,2)	12 (6,8)	176 (19,1)		
<b>Evde saksı bitkisi</b>					
Var	404 (89,2)	49 (10,8)	453 (64,2)	0,050	0,823
Yok	227 (89,7)	26 (10,3)	253 (35,8)		
<b>Ev önü trafik yoğunluğu</b>					
Yoğun	356 (87,9)	49 (12,1)	405 (44,0)	2,487	0,115
Yoğun değil	470 (91,1)	46 (8,9)	516 (56,0)		
<b>Evde rutubet/nem</b>					
Var	66 (90,4)	7 (9,6)	73 (7,8)	0,001	0,999
Yok	771 (89,9)	87 (10,1)	858 (92,2)		

Çalışma grubunda, sınıf iç ortam algılarından sıcaklık algısı (p:0,002), hava kalitesi algısı (p:<0,001), aydınlatma algısı (p:<0,001), gürültü algısı (p:<0,001), mekan algısı (p:<0,001) ve temizlik algısı (p:<0,001) kötü olarak ifade eden velilerin öğrencilerinde HBS prevalansı daha yüksek bulundu. Hasta Bina Sendromu ile öğretmen ve velilerin sınıf iç ortam algıları arasındaki ilişki Tablo 4.10'da verildi.

**Tablo 4.10.** HBS İle Öğretmen ve Velilerin Sınıf İç Ortam Algıları Arasındaki İlişki

	HBS			İstatistiksel Değerlendirme	
	Yok n (%)	Var n (%)	Toplam n (%)	X <sup>2</sup>	p
<b>Sınıf sıcaklık algısı</b>					
İyi	822 (90,5)	86 (9,5)	908 (94,0)	8,571	<b>0,002</b>
Kötü	45 (77,6)	13 (22,4)	58 (6,0)		
<b>Sınıf hava algısı</b>					
İyi	699 (92,7)	55 (7,3)	754 (78,1)	32,594	<b>&lt;0,001</b>
Kötü	168 (79,2)	44 (20,8)	212 (21,9)		
<b>Sınıf aydınlatma algısı</b>					
İyi	851 (90,7)	87 (9,3)	938 (97,1)	33,335	<b>&lt;0,001</b>
Kötü	16 (57,1)	12 (42,9)	28 (2,9)		
<b>Sınıf gürültü algısı</b>					
İyi	640 (92,1)	55 (7,9)	695 (71,9)	14,682	<b>&lt;0,001</b>
Kötü	227 (83,8)	44 (16,2)	271 (28,1)		
<b>Sınıf mekan algısı</b>					
İyi	780 (91,1)	76 (8,9)	856 (88,6)	15,338	<b>&lt;0,001</b>
Kötü	87 (79,1)	23 (20,9)	110 (11,4)		
<b>Sınıf temizlik algısı</b>					
İyi	685 (92,6)	55 (7,4)	740 (76,6)	27,269	<b>&lt;0,001</b>
Kötü	182 (80,5)	44 (19,5)	226 (23,4)		

Oluşturulan çoklu lojistik regresyon modeli 1 sonucunda; HBS olma riski, ilkokulda okuyanlarda 1,6 kat (p:0,04), sınıf hava kalitesi algısı kötü olan velilerin öğrencilerinde 2 kat (p:0,01), sınıf aydınlatma algısı kötü olan velilerin öğrencilerinde 2,8 kat (p:0,023) daha yüksek saptandı (Tablo 4.11).

**Tablo 4.11.** HBS İle Sınıf İç Ortam Algılarının Çoklu Lojistik Regresyon Model 1 Sonuçları

Risk Grubu	Referans grubuna karşı Odds Raito	%95 Güven Aralığı			
		Alt	Üst	p	
Okul	Ortaokul	1	1,021	2,528	<b>0,040</b>
	İlkokul	1,606			
Sınıf sıcaklık algısı	İyi	1	0,556	2,535	0,657
	Kötü	1,188			
Sınıf hava algısı	İyi	1	1,176	3,309	<b>0,010</b>
	Kötü	1,972			
Sınıf aydınlatma algısı	İyi	1	1,151	6,707	<b>0,023</b>
	Kötü	2,778			
Sınıf gürültü algısı	İyi	1	0,922	2,497	0,101
	Kötü	1,517			
Sınıf mekan algısı	İyi	1	0,738	2,513	0,323
	Kötü	1,362			
Sınıf temizlik algısı	İyi	1	0,858	2,432	0,167
	Kötü	1,444			

Okul ortamında yapılan ölçümlerde ortalama değerler; sıcaklık için 23,88 ( $\pm 1,35$ ) °C, nem için %51,27 ( $\pm 4,5$ ), PM<sub>2.5</sub> için 21,51 ( $\pm 12,83$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>10</sub> için 301,96 ( $\pm 182,08$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve CO<sub>2</sub> için 1612,82 ( $\pm 496,15$ ) ppm olarak saptandı (Tablo 4.12).

**Tablo 4.12.** Ölçüm Sonuçlarının Ortalama ve Ortanca Değerleri

	Ortalama ( $\pm$ SD)	Ortanca (min-max)
Sıcaklık (°C)	23,88 ( $\pm 1,35$ )	23,80 (20,39-26,45)
Nem (%)	51,27 ( $\pm 4,5$ )	51,43 (38,70-60,59)
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21,51 ( $\pm 12,83$ )	19,67 (11,42-67,82)
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	301,96 ( $\pm 182,08$ )	260,64 (58,42-737,33)
CO <sub>2</sub> (ppm)	1612,82 ( $\pm 496,15$ )	1578,90 (743,04-3046,18)

Çalışmada, sınıflarda yapılan ölçüm sonuçları kategorik değişken olarak tanımlandığında; PM<sub>2.5</sub> değerleri arttıkça HBS prevalansının arttığı bulundu (p:0,05). PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerlerinden oluşturulan kategorik sınıflamalar ile HBS prevalansı

arasında ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ). Hasta bina sendromu ile PM ve CO<sub>2</sub> ölçümlerinin ilişkisi Tablo 4.13'te verildi.

**Tablo 4.13.** HBS İle PM ve CO<sub>2</sub> Ölçümlerinin İlişkisi

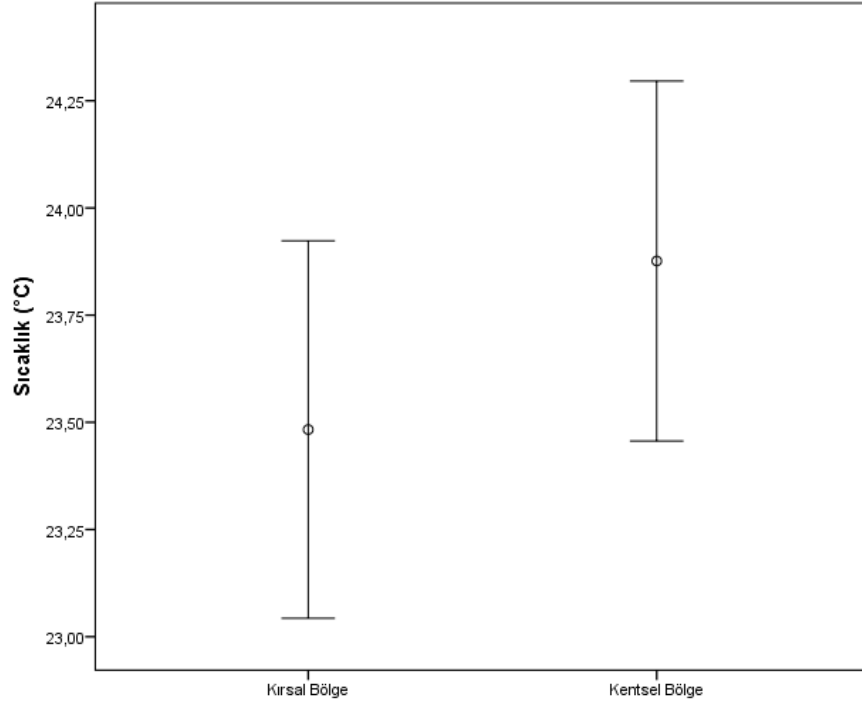
	HBS			İstatistiksel Değerlendirme	
	Yok n (%)	Var n (%)	Toplam n (%)	X <sup>2</sup>	p
<b>PM<sub>2.5</sub></b>					
<25 µg/m <sup>3</sup>	129 (94,9)	7 (5,1)	136 (14,1)	5,902	<b>0,050</b>
25-45 µg/m <sup>3</sup>	455 (89,9)	51 (10,1)	506 (52,4)		
>45 µg/m <sup>3</sup>	283 (87,3)	41 (12,7)	324 (33,5)		
<b>PM<sub>10</sub></b>					
<150 µg/m <sup>3</sup>	147 (90,7)	15 (9,3)	162 (16,8)	2,621	0,270
150-300 µg/m <sup>3</sup>	448 (90,9)	45 (9,1)	493 (51,0)		
>300 µg/m <sup>3</sup>	272 (87,5)	39 (12,5)	311 (32,2)		
<b>CO<sub>2</sub></b>					
<1000 ppm	114 (93,4)	8 (6,6)	122 (12,6)	2,104	0,551
1000-1500 ppm	280 (89,5)	33 (10,5)	313 (32,4)		
1500-2000ppm	267 (89,0)	33 (11,0)	300 (23,9)		
>2000ppm	206 (89,2)	25 (10,8)	231 (23,9)		

Oluşturulan çoklu lojistik regresyon modeli 2 sonucunda; HBS olma riski, ilkokulda okuyanlarda 2,3 kat ( $p:0,002$ ), PM<sub>2.5</sub> değeri >45 µg/m<sup>3</sup> olan sınıflardaki öğrencilerde 4,7 kat ( $p:0,032$ ), PM<sub>10</sub> değeri 150-300 µg/m<sup>3</sup> arasında olan sınıflardaki öğrencilerde 3,4 kat ( $p:0,049$ ) ve CO<sub>2</sub> değeri 1500-2000 ppm arasında olan sınıflardaki öğrencilerde 2,7 kat ( $p:0,05$ ) daha yüksek saptandı (Tablo 4.14).

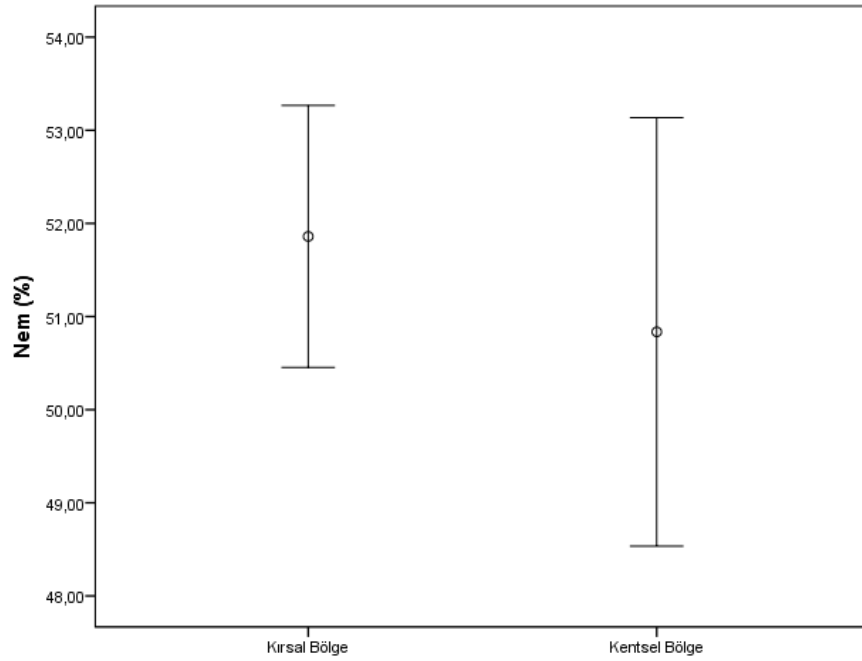
**Tablo 4.14.** HBS İle PM ve CO<sub>2</sub> Ölçümlerinin Çoklu Lojistik Regresyon Model 2 Sonuçları

Risk Grubu	Referans grubuna karşı Odds Raito	%95 Güven Aralığı		p	
		Alt	Üst		
Okul	Ortaokul	1			
	İlkokul	2,262	1,340	3,818	<b>0,002</b>
PM <sub>2.5</sub>	<25 µg/m <sup>3</sup>	1			
	25-45 µg/m <sup>3</sup>	2,322	0,831	6,490	0,108
	>45 µg/m <sup>3</sup>	4,689	1,145	19,203	<b>0,032</b>
PM <sub>10</sub>	<150 µg/m <sup>3</sup>	1			
	150-300 µg/m <sup>3</sup>	3,430	1,105	12,541	<b>0,049</b>
	>300 µg/m <sup>3</sup>	1,670	0,584	4,777	0,339
CO <sub>2</sub>	<1000 ppm	1			
	1000-1500 ppm	1,785	0,687	4,638	0,235
	1500-2000ppm	2,742	1,080	7,678	<b>0,050</b>
	>2000ppm	2,373	0,821	6,861	0,111

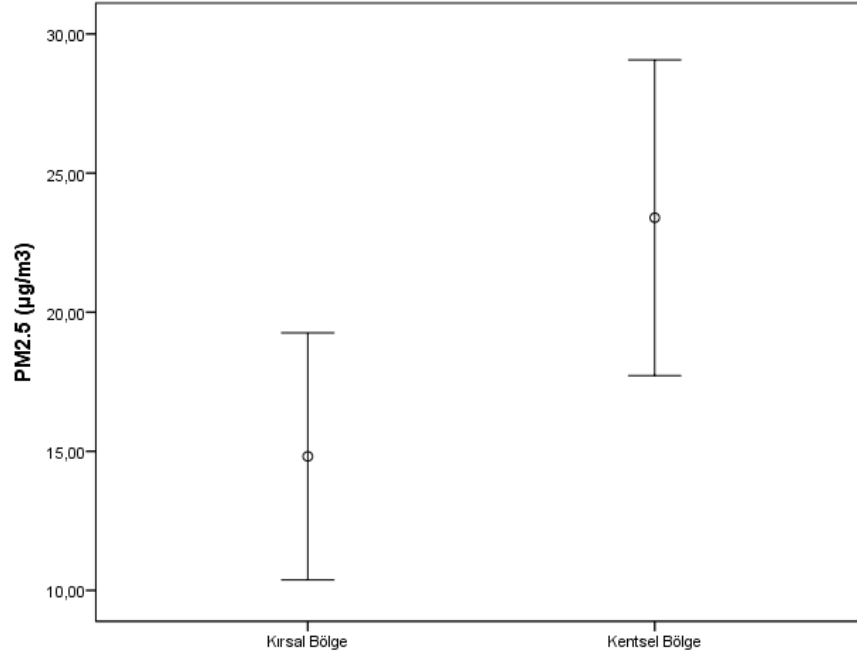
Kırsal ve kentsel bölgelerdeki ölçüm değerleri karşılaştırıldığında, kentsel bölgede ölçülen sıcaklık, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerleri kırsal bölgede ölçülen değerlere göre daha yüksek saptandı (p<0,05). Ölçülen nem değerlerinde kırsal ve kentsel bölgeler arasında fark yoktu (p>0,05) (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7).



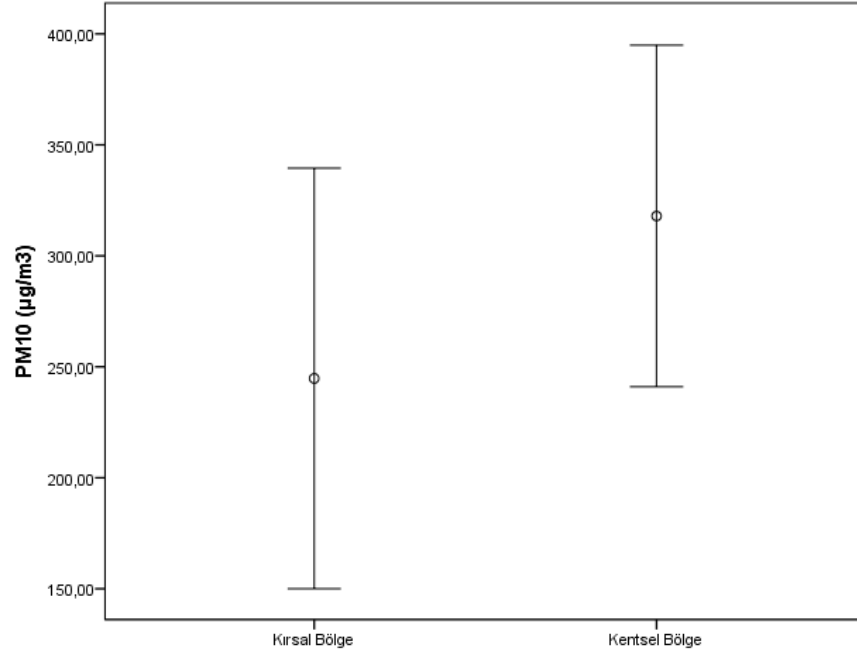
**Şekil 4.3.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen Sıcaklık Değerlerinin Dağılımı  
(Z:-3,330 p<0,001)



**Şekil 4.4.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen Nem Değerlerinin Dağılımı  
(Z:-0,508 p:0,611)

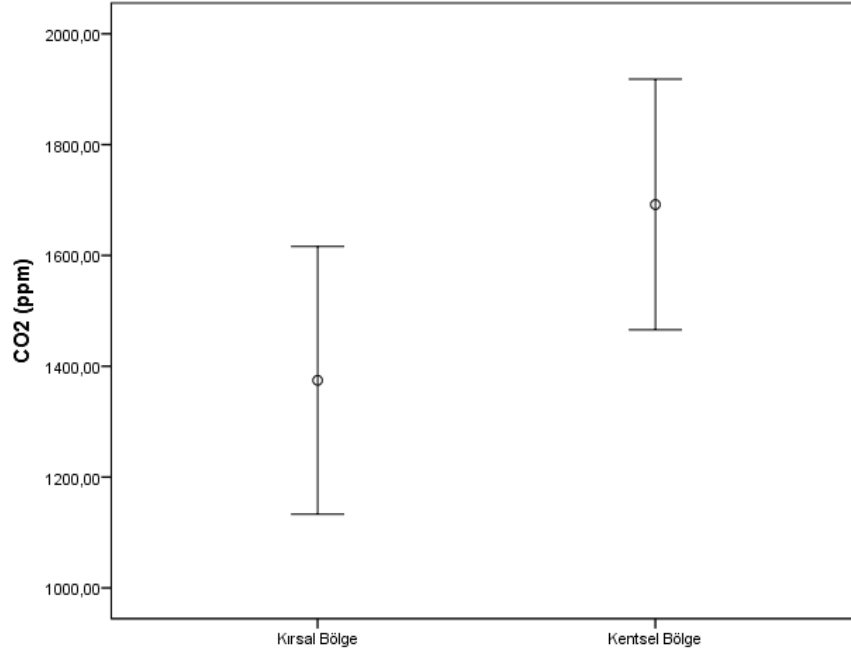


**Şekil 4.5.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen PM<sub>2.5</sub> Değerlerinin Dağılımı  
(Z:-2,465 p:0,014)



**Şekil 4.6.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen PM<sub>10</sub> Değerlerinin Dağılımı  
(Z:-2,211 p:0,027)





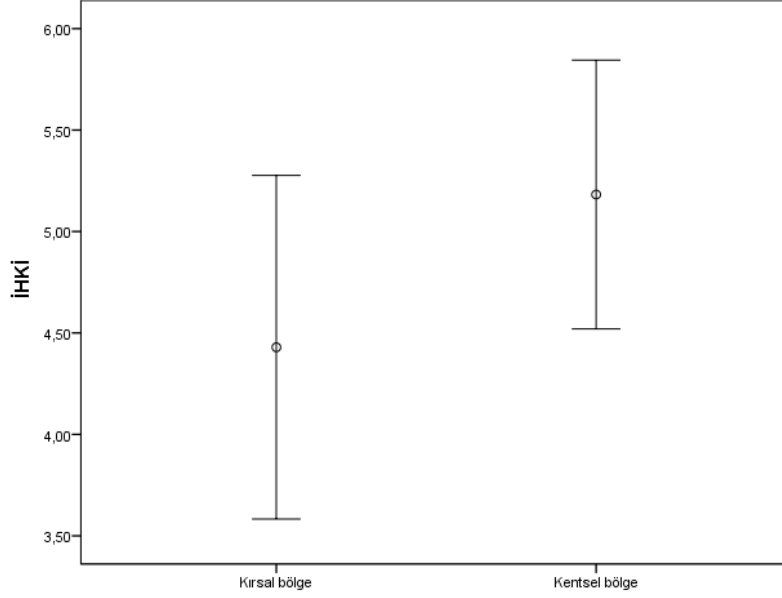
**Şekil 4.7.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Ölçülen CO<sub>2</sub> Değerlerinin Dağılımı  
(Z:-1,957 p:0,050)

HBS olma durumu ile PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub> ölçüm değerleri arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı (her bir ölçüm için: p<0,001) korelasyon bulundu (Tablo 4.15). Sıcaklık ve nem ölçümleriyle HBS arasında ilişki bulunamadı (p>0,05).

**Tablo 4.15.** HBS İle Ölçüm Değerleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

		<b>HBS</b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Sıcaklık</b>	<b>Nem</b>
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>r</b>	0,267	1,000				
	<b>p</b>	<0,001	-				
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>r</b>	0,226	0,793	1,000			
	<b>p</b>	<0,001	<0,001	-			
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>r</b>	0,180	0,468	0,375	1,000		
	<b>p</b>	<0,001	<0,001	<0,001	-		
<b>Sıcaklık</b>	<b>r</b>	0,076	-0,053	-0,130	-0,109	1,000	
	<b>p</b>	0,068	0,099	<0,001	<0,001	-	
<b>Nem</b>	<b>r</b>	0,013	0,230	0,297	0,630	-0,442	1,000
	<b>p</b>	0,680	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-

İHKİ ortalaması  $4,85 \pm 1,63$  (median:4.34- min:2,6-max:8,40) idi. İHKİ kentsel bölgede ( $5,18 \pm 1,53$ ) yer alan okulda kırsal alana ( $4,42 \pm 1,70$ ) göre daha kötü saptandı (Z:-2,26, p:0,024) (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8.** Kırsal ve Kentsel Bölgelerde İHKİ Değerinin Dağılımı

Kırsal alanda yer alan okulların sınıf hacimleri  $119,71 \pm 16,09 \text{ m}^3$  (min:104,4-max:142,1), sınıf mevcut ortalaması  $14,6 \pm 4,63$  (min:6-max:21), kentsel alanda olan okulun sınıf hacmi  $137,75 \text{ m}^3$  ve mevcut  $32,7 \pm 4,72$  (min:27-max:40) saptandı.

HBS ile İHKİ arasında anlamlı pozitif korelasyon bulundu (p:0,033). İHKİ ile sınıfların hacmi ve sıcaklık arasında korelasyon bulunamazken (p>0,05), sınıf mevcudu arttıkça İHKİ'nin kötüleştiği (p:0,013) saptandı (Tablo 4.16).

**Tablo 4.16.** İHKİ İle HBS ve Ölçüm Değerleri Arasındaki Korelasyon İlişkisi

		HBS	Sıcaklık	Nem	Sınıf mevcudu	Sınıf $\text{m}^3$
İHKİ	r	0,303	-0,119	0,457	0,384	0,156
	p	0,033	0,458	0,003	0,013	0,331

HBS olma riski, ilkokulda okuyanlarda 1,5 kat (p:0,031) ve İHKİ değerinin her bir kademe artmasıyla 6 kat daha yüksek saptandı (Tablo 4.17).

**Tablo 4.17.** HBS İle İHKİ Değerinin Çoklu Lojistik Regresyon Model 3 Sonuçları

Risk Grubu	Referans grubuna karşı Odds Raito	%95 Güven Aralığı			p
		Alt	Üst		
Okul	Ortaokul	1	1,044	2,434	<b>0,031</b>
	İlkokul	1,594			
İHK	İndex değeri	6,138	0,867	1,141	<b>&lt;0,001</b>

## 5. TARTIŞMA

Yaşamlarının büyük bir kısmını iç ortamlarda geçiren insanlar, çeşitli iç ve dış ortam kirleticilerine maruz kalmaktadırlar. Yetişkinlere göre iç ortamda daha fazla vakit geçirmek durumunda kalan çocuklarda, iç ortam hava kalitesinin önemi daha da artmaktadır (3). İç ortam hava kalitesinin bozulması ile birlikte bazı sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır. HBS bu sağlık problemlerinden birisidir. Türkiye’de batıda yer alan bir ilde, üç okulda gerçekleştirdiğimiz çalışmada, öğrencilerde HBS yaygınlığını saptamayı ve HBS ile ölçümlendiğimiz PM ve CO<sub>2</sub> değerlerinin, algılanan hava kalitesinin ve hesaplanan hava kalite indeksinin ilişkisini değerlendirmeyi amaçladık.

HBS için, genel olarak kabul görmüş belirli bir tanı kriteri olmasa da bizim çalışmamızda olduğu gibi bazı çalışmalarda da, kişilerde görülen semptomlar üzerinden tanı konulabilmektedir (15,161). Bazı araştırmacılar ise tanı yerine, semptomların görülme sıklıkları üzerinden çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir (157-160,180). Çalışmamızda öğrencilerde HBS prevalansı %10,2 olarak bulundu. Literatürde yetişkinlerde HBS prevalansı %20,9-27,8 arasında değişirken, pediatrik popülasyonda yapılmış çalışmalar incelendiğinde prevalans belirten çalışma bulunamamıştır (13,14,161). Bu açıdan çalışmamız çocuklarda HBS prevalansının araştırıldığı ilk çalışmadır. Aynı zamanda ülkemizde HBS ve iç ortam hava kalitesi ilişkisinin değerlendirildiği tek çalışmadır.

Çalışmamızda HBS sıklığı kentsel bölgede öğrenim gören öğrencilerde kırsal bölgedeki öğrencilere göre daha yüksek saptandı. Ayrıca kentsel bölgede ölçülen PM ve CO<sub>2</sub> değerleri kırsal bölgelere göre daha yüksek bulundu. Literatürde kentsel ve kırsal alanlarda HBS sıklığını değerlendirilen çalışma olmamakla birlikte, iç ortam hava kalitesinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur. Branco ve ark. çocukların iç ortam hava kirliliğine kentsel alanda kırsal alana göre daha fazla maruz kaldığını ve bu iç ortam kirliliğinin daha çok PM<sub>2.5</sub> ve CO<sub>2</sub>’den kaynaklandığını bildirmiştir (185). Kırsal alandaki öğrencilerde rinokonjonktivit ve alerjik semptomların kentsel alandakilere göre daha az gözüktüğü ve kırsal alandaki sınıfların iç ortam hava kalitesinin daha iyi olduğu gösterilmiştir (186). Kore’de yapılan bir çalışmada iç ortam kirleticilerinin kentsel alanda daha fazla olduğu saptanmıştır (187). Ancak Polonya’da yapılan çalışmalarda kırsal bölgedeki hava kirliliğinin kentsel bölgedeki hava

kirliliğine göre daha fazla olduğu, bu farkın kırsal bölgede hava kirliliğine neden olan yakıtların kullanılmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (114,188). Literatür ile uyumlu olarak kentsel bölgedeki hava kirliliğinin daha yüksek olmasının, iç ortam hava kirliliğini artırdığı ve kentsel bölgede öğrenim gören öğrencilerde HBS'nin daha yüksek saptanmasının nedeninin iç ortam hava kirliliği olduğu düşünülebilir. Ayrıca çalışmamızda olduğu gibi bazı çalışmalarda da sınıflardaki öğrenci yoğunluğunun kentsel bölgede daha fazla olması ile kentsel bölgedeki HBS yaygınlığının fazla olması açıklanabilir (185).

HBS semptomları çalışmamızda olduğu gibi bazı çalışmalarda, genel ve mukokutanöz semptomlar olarak iki grupta toplanırken (14,161), bazı çalışmalarda ise genel, mukozal ve kutanöz olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (158,159,180). Çalışmamızda, katılımcılarda en az bir genel semptom bulunma oranı %22,7 iken, en az bir mukokutanöz semptom bulunma oranı %16,1'di. Zhang ve ark. yaptıkları longitudinal çalışmalarda, genel semptomların oranının %20,4 ile %28,6 arasında, mukozal semptomların oranının %22,7 ile %33,4 arasında ve kutanöz semptomların görülme sıklığının %4,6 ile %8,0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (158,159,180). Çocuklarda yapılmış çalışmalar sınırlı olmakla birlikte erişkinlerde yapılan bir çalışmada genel semptomların sıklığı %43,3, mukokutanöz semptomların sıklığı %41,5 olarak saptanmıştır (161). Diğer çalışmalarda genel semptomların görülme sıklıkları %18,3 ile %42,0 arasında, mukozal semptomların görülme sıklıkları %13,9 ile %45,18 arasında ve cilt semptomlarının görülme sıklıkları %2,2 ile %9,4 arasında değişmektedir (13,175,189,190).

Literatür incelendiğinde HBS ile ilgili kabul edilen semptomlar çalışmalar arasında farklılık gösterse de birçok çalışmada; yorgunluk, ağırlık hissi, baş ağrısı, uyku problemleri, konsantrasyon güçlüğü, bulantı, göz-burun semptomları, öksürük, saçlı deri-el-yüz semptomları ve karın ağrısı gibi semptomlar değerlendirilmiştir (14,157–161). Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerdeki semptomlar incelendiğinde; %14,3'ünde yorgunluk, %11,9'unda burun tıkanıklığı/akıntısı/rahatsızlık hissi, %9,4'ünde öksürük, %9,3'ünde baş ağrısı, %7,7'sinde karın ağrısı, %4,7'sinde uyku problemleri, %3,3'ünde gözde kaşıntı/yanma/batma, %2,5'inde ellerde kuruluk/kaşıntı/kızarıklık, %1,4'ünde yüz kuruluğu/kızarıklığı ve %1,2'sinde saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması bulunmakta idi. Japonya'da ilköğretim

öğrencilerinde yapılan bir çalışmada burun semptomları %14,0, cilt semptomları %11,3, öksürük %4,8 ve göz semptomları %4,4 olarak bulunmuştur (160). Malezya'da yapılan bir çalışmada ise öğrencilerde %22,1 yorgunluk, %20,6 baş ağrısı, %18,8 rinit, %15,6 boğaz semptomları, %11,6 göz semptomları ve %11,1 cilt semptomları varlığı saptanmıştır (157). Amouei ve ark. 2019 yılında yaptıkları çalışmada en sık görülen HBS semptomunu kışın baş dönmesi (%44,4) ve ilkbaharda yorgunluk (%37,2) olarak bildirmiştir (191). Bir başka çalışmada ise öğrencilerin %28,5'inde yorgunluk, %15,4'ünde burun tıkanıklığı/akıntısı, %9'unda öksürük, %8,5'inde baş ağrısı, %4,2'sinde göz semptomları, %3,8'inde yüz kaşıntısı, %3'ünde ellerde kaşıntı semptomları görülmüştür (158). Literatür verileri ile çalışmamızın sonuçları arasında benzerlik bulunmuş, bu sonuçlar incelendiğinde neredeyse tüm çalışmalarda en sık görülen semptomlar yorgunluk, burun semptomları, öksürük ve baş ağrısı olarak bildirilmiştir.

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin, öğrenim durumlarına göre HBS olma durumu incelendiğinde; ilkokul öğrencilerinde HBS, ortaokul öğrencilerine göre daha fazla idi. Fakat Amouei ve ark. HBS semptomlarının ilkokul öğrencilerine göre ortaokul öğrencilerinde daha fazla görüldüğünü bildirmiştir (191). İlkokul öğrencilerinde okul ortamına uyumdan kaynaklanan farklılıklar nedeniyle, ortaokul öğrencilerine göre daha fazla HBS görülmesinin nedeni açıklanabilir. Literatürde yeterli çalışma bulunmadığından doğru bir kıyaslama yapılamayacağını ve bu fark değerlendirilirken sosyodemografik ve çevre özelliklerin de dikkate alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

HBS olma durumu cinsiyet, yaş, atopi-alerjiye sahip olma, sigara kullanımı gibi çeşitli kişisel risk faktörlerinden etkilenmektedir (151). Yapılan birçok çalışmada kadınlarda HBS, erkeklere göre daha fazla görülmektedir (14,175,176). Ancak bu çalışmaların çoğu yetişkin popülasyonda yapılmıştır. İran'da kış ve ilkbahar aylarında okullarda yapılmış bir çalışmada, kış mevsiminde kızlarda HBS semptomlarının yaygınlığı erkeklere göre daha fazla iken, ilkbahar mevsiminde bir fark gösterilmemiştir (191). Çalışmamızda ise cinsiyete göre HBS olma durumu arasında bir fark bulunamadı. Yapılan bir derleme çalışmasında, çalışmamızla benzer olarak, HBS ile yaş arasında bir ilişkinin saptanmadığı bildirilmiştir (151). Özellikle

çalışmaya katılan öğrencilerin içinde buldukları yaş grubunda, literatürde yapılmış yeterli benzer çalışmalar mevcut değildir.

HBS, okul ve iş ortamından kaynaklandığı gibi ev ortamından da kaynaklanabilmektedir. Çalışmamızda yaşadıkları evi 20 yıldan yeni olanlarda, kendisinden başka en fazla bir kardeşi daha olan çocuklarda ve evlerindeki ısınma tipi kalorifer ya da yerden ısıtma olanlarda HBS daha fazla olduğu görüldü. Çalışmamızda her ne kadar evdeki rutubet/nem ile HBS arasında bir ilişki saptanmamış olsa da, birçok çalışmada evdeki rutubet/nem durumunun HBS için majör belirleyici bir faktör olduğu bildirilmiştir (177,192,193). Japonya’da yapılmış bir çalışmada, HBS prevalansı evi eski olanlarda, yeni olanlara göre daha fazla bulunmuştur (194). Ayrıca çalışmamızda eski evlerdeki ısınma tipi daha çok soba ile olmakta ve bu evler genelde kırsal bölgede yer almaktadır. Aslında kırsal ve kentsel bölgeler arasındaki hava kalitesinden kaynaklanan HBS olma etkisi, evin yaşı ve ısınma tipi üzerine karıştırıcı faktör olarak rol almış olabilir.

HBS’nin, iç ortamdan kaynaklanan problemler nedeniyle oluştuğu açıktır. İç ortam kalitesi; iç ortam hava kalitesinden, ısınma, aydınlatma ve akustik konfor koşullarından, kokudan ve diğer ergonomik koşullardan etkilenmekte ve bunların birinde ya da birkaçındaki olumsuz yöndeki değişiklikler nedeniyle bozulmaktadır (24). Bina içerisinde kullanılan eşyalar, bina malzemeleri, bina içerisinde yaşayanların aktiviteleri ve dış ortamdan iç ortama giren kirletici maddeler iç ortam hava kalitesinin belirleyicileri olarak sayılmaktadır (23). Özellikle, çalışmamızda olduğu gibi, iç ortam hava kalitesi ile HBS arasındaki ilişkinin değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır (14,28,154,159,166,170,177,191,195). İç ortam hava kalitesi, çeşitli iç ortam kirleticilerinin seviyelerinin ölçümüyle değerlendirilebileceği gibi (105,132,149), iç ortamda vakit geçiren kişilerin iç ortam ile ilgili algılarının değerlendirilmesi ile de belirlenebilmektedir (61,99,107).

Çalışmamızda sınıflardaki kuru hava, havasızlık ve koku durumu gibi bir takım değişkenlerin oluşturduğu hava kalitesi algısı kötü olan katılımcılarda HBS olma riski, iyi olanlara göre 1,97 kat daha fazla bulundu. Yetişkinlerde yapılmış çalışmalarda, havasızlık ve kokudan rahatsızlık duyanlarda, özellikle göz semptomları, yorgunluk, cilt semptomları olmakla birlikte, HBS’nin daha fazla görüldüğü bildirilmiştir (14–

16,161,196). İç ortamda artan küf, nem oranı, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, insan aktiviteleri gibi değişkenlerin kuru hava, havasızlık ve koku durumuna neden olabileceği düşünülebilir.

Termal konforun iç ortam hava kalitesi üzerine etkili olduğu bilinmektedir (29,30). İç ortam sıcaklığının yaz aylarında 22,8-26,1 °C, kış aylarında 20,0-23,6 °C arasında olması gerektiği bildirilmiştir (26). Çalışmamızda ortalama sıcaklık değeri  $23,88 \pm 1,35$  °C bulundu ve sınıf sıcaklık algısı kötü olanlarda HBS'nin, sıcaklık algısı iyi olanlara göre daha fazla görüldüğü saptandı. Katar'da 16 okulda yapılan bir çalışmada sınıflardaki ortalama sıcaklık değeri  $22,9 \pm 1,3$  °C olarak bulunmuştur (95). Madureira ve ark. ise 20 okulda yaptıkları ölçümlerde ortalama sıcaklık değerini  $20,5 \pm 2,06$  °C olarak saptamıştır (87). Çalışmamızın sıcaklık ölçüm değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermekte ve limit değerler arasında bulunmaktadır.

Sıcaklığın HBS ile ilişkili olduğu ve artan sıcaklık değerlerinde baş ağrısı, yorgunluk ve mukozal semptomların ortaya çıkabileceği bildirilmiştir (151). Bir çalışmada burun ve göz semptomlarının sıcaklık artışıyla birlikte arttığı bulunmuştur (197). Vermanen ve ark. yaptıkları müdahale çalışmasında havalandırma sistemlerindeki geliştirmelerin sıcaklık algısında iyileşmeye neden olduğunu göstermiştir (100). Çalışmamızda sıcaklık değerleri ile HBS arasında bir korelasyon bulunamadı.

Ortam aydınlatmasının kalitesi, kişilerin görsel konforu üzerinden doğrudan sağlığı etkilemektedir (198). Özellikle gün ışığından iyi yararlanılması sonucunda kişilerin üretkenliği ve psikososyal sağlığı olumlu yönde gelişmektedir (199). Yetersiz aydınlatma; baş ağrısına, göz yorgunluğuna ve diğer HBS semptomlarına neden olabilir. Yetersiz aydınlatmaya bağlı sağlık etkilerinin çoğu, kişi binadan çıktığında sona ermesi gerekmektedir (200). Jafari ve ark. ışık şiddeti ile kişilerdeki cilt semptomları, göz ağrısı ve halsizlik gibi bazı semptomlar arasında ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir (154). Doğru ışıklandırmanın öğrencilerin konsantrasyonlarını artırdığı ve öğrenme üzerine olumlu etkisinin olduğu gösterilmiştir (201). HBS ile aydınlatma arasında ilişkinin gösterildiği çalışmalar olmasına rağmen, bu çalışmalar daha çok ofis, çalışma ve ev ortamında gerçekleştirilmiş, her ne kadar aydınlatmanın öğrenciler üzerine etkileri araştırılmış olsa da, öğrencilerdeki HBS semptomları üzerine yeterli



çalışma bulunmamaktadır. Yine de çalışmamızın sonuçlarının literatür ile uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Çalışmamızda sınıf aydınlatma algısı kötü olanlarda HBS olma riski 2,78 kat artmış olarak bulundu. Uygun aydınlatılmış sınıflardaki öğrencilerde, HBS olma riskinin az olacağını düşünmekteyiz.

Gürültü; sık görülen, etkili, dikkat dağıtma potansiyeli yüksek bir iç ortam kirleticisi olup, HBS ile ilişkili olduğu bilinmektedir (198). Ancak desibel olarak ölçülen sesin şiddetinin yüksekliği ile tanımlanan gürültünün yanı sıra, sesin frekansının da HBS ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Kişilerin işitme eşiği altında kabul edilen yaklaşık 7 Hertz'lik seslerin, yorgunluk, baş ağrısı, konsantrasyon güçlüğü gibi bazı HBS semptomlarına neden olabileceği düşünülmektedir (202). Çalışmamızda, her ne kadar ses şiddeti ölçümü yapmış olmasak da, sınıf gürültü algısı kötü olanlarda HBS görülme sıklığı, algısı iyi olanlara göre daha fazla idi. Yapılan bir çalışmada baş ağrısı ve baş dönmesi gibi HBS semptomlarının gürültü ile ilişkisi gösterilmiştir (154). Dikkat dağıtıcı seslerin fazla olduğu ortamlarda kısa süreli hafızanın etkilendiği ve konsantrasyon kaybının yaşandığı bildirilmiştir (200). Ülkemizde ilköğretim okullarındaki gürültü düzeyinin limit değerleri üzerinde olduğu belirtilmiş ve gürültünün öğrencilerin öğrenme performanslarını olumsuz etkilediği, dikkat dağılması, baş, kulak ve boğaz ağrısına sebep olduğu saptanmıştır (203). Literatür verileri çalışmamızı destekler niteliktedir.

Hava kirliliği önemli çevre sorunlarından biridir ve özellikle kentsel alanlarda giderek artmaktadır. Dış ve iç ortam havasında bulunan kirliliğin etmenleri sağlığı olumsuz etkilemektedir (5). Çocuklar zamanlarının çoğunu ev ve okul gibi iç ortamlarda geçirdiğinden ve yetişkinlere göre gelişmemiş bağışıklık ve solunum sistemleri olduğundan dolayı iç ortam kirleticilerine daha duyarlıdırlar (86). PM'ler de havada asılı katı ve sıvı parçacıklarının karışımından oluşan yaygın bir hava kirleticisidir (74). İç ortamdaki PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un yarısından fazlası dış ortam kaynaklıdır (11). DSÖ, 24 saatlik konsantrasyonlarda sınır değerleri PM<sub>2.5</sub> için 25 µg/m<sup>3</sup> ve PM<sub>10</sub> için 50 µg/m<sup>3</sup> olarak belirlemiştir (78). Çalışmamızda, sınıfta yaptığımız PM ölçümleri sonucunda ortalama PM<sub>2.5</sub> değeri 19,67 µg/m<sup>3</sup>, ortalama PM<sub>10</sub> değeri 260,64 µg/m<sup>3</sup> olarak saptandı. Katar'da yapılan bir çalışmada ortalama PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> değerleri sırası ile 55,8 µg/m<sup>3</sup> ve 86 µg/m<sup>3</sup> bulunmuştur (95). Peng ve ark. Çin'de 4 okulda yaptıkları ölçümlerde ortalama PM<sub>2.5</sub> değerini 149-199 µg/m<sup>3</sup> arasında,

ortalama PM<sub>10</sub> değerini 138-205 arasında ölçmüşlerdir (105). 2016 yılında gerçekleştirilmiş bir başka çalışmada ise ortanca PM<sub>2.5</sub> değeri 82 µg/m<sup>3</sup> (39-244 µg/m<sup>3</sup>) ve ortanca PM<sub>10</sub> değeri 127 µg/m<sup>3</sup> (56-320 µg/m<sup>3</sup>) olarak saptanmıştır (87). Mainka ve ark. ise PM<sub>2.5</sub> değerini 41,17-106,06 arasında, ortalama PM<sub>10</sub> değerini 68,23-149,81 arasında bildirmiştir (114). Literatür verileri ile kıyaslandığında ölçümlendiğimiz PM<sub>2.5</sub> değerleri her ne kadar DSÖ limit değerlerinin üzerinde olsa da, diğer çalışmalarda saptanan değerlerden daha düşük seviyede olduğu görülmüştür. Ancak ölçtüğümüz PM<sub>10</sub> değerleri literatüre göre daha yüksek seviyede idi. PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un genel özelliklerinin verildiği Tablo 2.3'te görüldüğü üzere, PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> kaynakları birbirinden farklıdır ve bölgeler ve ülkeler arasında değişkenlik göstermektedir. Kullanılan yakıt kaynaklı olmakla birlikte, kırsal bölgede geniş tarımsal alanların bulunması, toprak faaliyetleri nedeniyle, kentsel alanda ise daha çok trafik faaliyetlerinden kaynaklanan partiküller, yüksek bulunan PM<sub>10</sub> değerlerini açıklayabilir.

Önemli iç ortam kirleticilerinden birisi de CO<sub>2</sub>'dir. CO<sub>2</sub>'nin en önemli kaynağı, solunum sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub>'dir ve ortamdaki kişi sayısına, ortamın hacmine ve havalandırma özelliklerine göre değişmektedir (62,63). DSÖ, iç ortam CO<sub>2</sub> konsantrasyonu için sınır değer olarak 1000 ppm değeri belirlemiştir (73) olsa da, 800 ppm üzerinde konsantrasyon güçlüğü ve baş ağrısı gibi semptomların görülmeye başladığı rapor edilmiştir (65,67,70). Çalışmamızda ortanca CO<sub>2</sub> değeri 1578 ppm olarak saptandı. Mendell ve ark. 3 okul ve 150 sınıfta yaptıkları ölçümlerde CO<sub>2</sub> değerini 600-7000 ppm gibi geniş bir aralıkta bulmuşlardır (67). Muscatiello ve ark. ise CO<sub>2</sub> seviyesini 352-1591 ppm aralığında saptamıştır (68). Yunanistan'da yapılan bir çalışmada CO<sub>2</sub> değerlerinin 893-2082 ppm aralığında, 1996 yılında Norveç'te yapılan bir çalışmada 601-3827 ppm aralığında olduğu görülmüştür (65,69). Ülkemizde yapılmış çalışmalarda ise sınıflarda ölçülen CO<sub>2</sub> seviyeleri >1500 ppm üzerinde bulunmuştur (23,204). Sınıflardaki öğrenci sayısı arttıkça CO<sub>2</sub> seviyeleri de artmaktadır (69,204). Çalışma sonuçlarımız her ne kadar DSÖ limit değeri olan 1000 ppm üzerinde ise de, literatürdeki diğer çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca özellikle kış aylarında soğuk nedeniyle yeterli havalandırmanın yapılamadığı durumlarda CO<sub>2</sub> seviyelerinin yüksek olacağı öngörülebilir. DSÖ iç ortamlarda limit CO<sub>2</sub> değerini 1000 ppm olarak belirlemiştir olsa da, sınıflar; ev ve ofis ortamına göre insan

açısından daha yoğun bir iç ortam olduğundan, ölçülen CO<sub>2</sub> değerlerinin yüksek olmasının nedenlerinden birinin de bu yoğunluk olduğu düşünülebilir.

İç ortam hava kalitesi ve HBS arasındaki ilişkinin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Bu incelemeler yapılırken iç ortam hava kalitesini değerlendirmek için sıcaklık, nem, karbondioksit, partikül maddeler, karbon monoksit, nitrik oksit, uçucu organik bileşikler, sülfür dioksit, ozon, formaldehit, benzen, toluen, aldehytler gibi çok farklı değişkenler ile HBS arasındaki ilişki araştırılmıştır (75-136). Çalışmamızda PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerleri ile HBS arasındaki ilişki incelendi ve çok değişkenli analizde HBS olma riski PM<sub>2.5</sub> değeri >45 µg/m<sup>3</sup> olan sınıflardaki öğrencilerde 4,7 kat, PM<sub>10</sub> değeri 150-300 µg/m<sup>3</sup> arasında olan sınıflardaki öğrencilerde 3,4 kat ve CO<sub>2</sub> değeri 1500-2000 ppm arasında olan sınıflardaki öğrencilerde 2,7 kat daha yüksek saptandı. Ayrıca HBS ile PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerleri arasında zayıf da olsa anlamlı korelasyon bulundu.

Malezya'da öğrencilerde yapılan bir çalışmada PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> ile HBS arasındaki ilişki gösterilmiştir (157). Zhang ve ark. ise CO<sub>2</sub> ile öğrencilerdeki HBS'nin genel ve mukokutanöz semptomları arasında anlamlı ilişki saptamıştır (159). Artan PM<sub>2.5</sub> değerlerinin hışıltılı solunum riskini arttırdığı belirtilmiştir (116). CO<sub>2</sub> konsantrasyonu arttıkça baş ağrısı, yorgunluk, konstanrasyon kaybının arttığı, okul performansının azaldığı birçok çalışmada gösterilmiştir (65,67,68,70,72). Öğrencilerde yapılan bir çalışmada yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun HBS olma durumunu arttırdığı ve kısa dönemli performansı düşürdüğü saptanmıştır (205). CO<sub>2</sub>'nin ana kaynağı insan solunumu olduğundan, sınıfların yeterli havalandırılmadığı durumlarda HBS olma riskinin arttığı bulunmuştur (11). Ayrıca sadece ölçüm değerlerinin değil, öğrencilerin psikososyal faktörlerinin de iç ortam hava kalitesi algısı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (107). 2016 yılında okullarda yapılan bir çalışmada, kötü iç ortam hava kalitesi algısının PM<sub>2.5</sub>'in 25 µg/m<sup>3</sup>'ün üstünde olduğu durumlarda 1,6 kat, CO<sub>2</sub>'nin 1000 ppm üstünde olduğu durumlarda 1,2 kat arttığı bulunmuştur (111). İsveç'te Wang ve ark. çalışmasında CO<sub>2</sub> ile iç ortam hava kalitesi algısı arasında ilişkinin varlığı bildirilmiştir (117). Literatür verileri çalışmamız bulguları ile benzerlik göstermektedir. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerlerinin hem iç ortam hava kalitesi üzerine, hem de HBS üzerine etkilerinin olduğu açıktır.

Özellikle çocuklarda okul iç ortam havasından etkilenim ve sonuçları konusunda hassasiyet gösterilmesi önemlidir. İç ortam hava kalitesi ile ilgili ülkemizde kirletici parametre standartları belirlenmemiştir. Bu nedenle çalışmamızda iç ortam hava kalitesi ile ilgili genel bir fikir elde etmek için, ölçülen  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  ve  $CO_2$  değerleri kullanılarak İHKİ geliştirildi. Ancak iç ortam hava kalitesine etkili olan sıcaklık, nem gibi parametreler normal değerler arasında olduğundan indeks hesaplamasına dahil edilmedi. Bu haliyle İHKİ;  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  ve  $CO_2$  değerlerinin DSÖ kriterlerine (sırasıyla  $25 \mu g/m^3$ ,  $50 \mu g/m^3$  ve 1000 ppm) bölünüp aritmetik ortalaması alınarak hesaplandı ve İHKİ yükseldikçe iç ortam hava kalitesi kötü olarak yorumlandı. Çalışmamızda kentsel alandaki İHKİ değeri ( $5,18 \pm 1,53$ ), kırsal alandaki İHKİ değerinden ( $4,42 \pm 1,70$ ) daha yüksek saptandı. İHKİ değerinin her bir kademe artışıyla HBS olma riskinin 6 kat daha fazla olduğu gösterildi. Ayrıca sınıf mevcudu arttıkça İHKİ'nin arttığı, dolayısıyla iç ortam hava kalitesinin kötüleştiği bulundu. Polonya'da yapılan bir çalışmada İHKİ'nin, kırsal alandaki okullarda daha yüksek olduğu bildirilmiştir (114). Bununla birlikte literatürde okul iç ortam hava kalitesini belirten ve PM, formaldehit, VOC, PAH,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$  gibi farklı değişkenlerin ölçümlerinin yapıldığı çok sayıda çalışma mevcut olup bu çalışmaların çoğunda sınıftaki öğrenci sayısı arttıkça ölçülen parametre değerlerinin arttığı rapor edilmiştir (104-128). Ancak her bir parametre tek başına değerlendirilmiş olup, indeks hesabı yapılmamıştır. Çalışmamızda iç ortam havasındaki PM ve  $CO_2$  değerleri kullanılarak İHKİ hesabı yapıldığından, farklı iç ortamlarda biyolojik ve kimyasal kirletici parametrelerin dahil edilerek hesaplama yapılmasının daha yararlı olacağı söylenebilir.

Çalışmanın kısıtlılıklarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- HBS tanısının öğrencilerin velileri tarafından verilen yanıtlara göre konması
- Yapılan ölçüm sürelerinin kısa olması
- Yapılan ölçümler sonbaharda gerçekleştirildiğinden, mevsimsel farklılıkların görülememesi
- İç ortam hava kalitesinin birçok belirleyicisi (biyolojik kirleticiler, karbon monoksit, radon, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, nitrojen oksitler, sülfür

dioksit, formaldehit, pestisitler, asbest, kurşun, uçucu organik bileşikler vb.)  
olmasına rağmen, yalnızca PM ve CO<sub>2</sub> ölçümlerinin yapılması

- Literatürde çocuk popülasyonunda HBS ile ilgili yeterli çalışma olmaması nedeniyle sonuçları kıyaslanmanın zor olması



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kütahya’da üç ilköğretim okulunda gerçekleştirilen çalışma, ülkemizde, öğrencilerdeki HBS prevalansı ve HBS ile iç ortam kalitesi arasındaki ilişkinin değerlendirildiği ilk çalışmadır.

Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin 99’unda HBS görüldü ve HBS prevalansı %10,2 olarak saptandı. 219 öğrencide en az bir genel semptom, 156 öğrencide ise en az bir mukokutanöz semptom bulunmakta idi. En yaygın görülen HBS semptomları sırasıyla; yorgunluk, burun semptomları, öksürük, baş ağrısı ve karın ağrısı olarak bulundu. Kentsel bölgede yaşamının, ilkokulda öğrenim görenin, yaşanılan evin 20 yıldan yeni olmasının, sınıf iç ortam kalitesi ile ilgili sıcaklık, hava, aydınlatma, gürültü, mekan ve temizlik algılarının kötü olmasının HBS’yi artırdığı saptandı.

Çalışmada, sınıflarda yapılan ölçüm sonucunda, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerlerinin HBS ile aralarında pozitif korelasyon bulundu. Ölçülen değerlerin DSÖ referans değerleri üzerinde olduğu görüldü. Ayrıca kentsel bölgede ölçülen sıcaklık, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerleri kırsal bölgede ölçülen değerlere göre daha yüksekti.

İHKİ’nin normal popülasyon için oluşturulduğu, solunum sistemi bozuklukları ile alerjisi olan hassas gruplar için farklı yorumlanması gerektiği unutulmamalıdır. Bununla birlikte İHKİ ile bazı çevre sağlığı proje sonuçlarının değerlendirilmesinin daha kolay olacağını ve İHKİ’nin kullanılmasının hem iç ortam hava kalitesinin hem de HBS riskinin değerlendirilmesinde önemli bir yol gösterici olabileceğini düşünmekteyiz.

Öğrencilerin zamanlarının büyük bir çoğunluğunu geçirdiği okullarda, iç ortam hava kalitesi ile doğrudan ilişkili olan HBS, önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle ülkemizde okullarda HBS ile ilgili bilimsel araştırma eksikliği bulunmakta ve bu konu ile ilgili literatürün zenginleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

PM değerlerinin yüksek saptandığı kentsel bölgelerde, PM içerikleri araştırılmalı, öncelikle kirletici kaynakları engellenmeye çalışılmalıdır. Sınıflarda ve okulun diğer alanlarında ıslak temizliğe önem verilmeli, gerekli durumlarda hava

temizleme cihazları kullanılmalıdır. Sınıflardaki karbondioksit seviyesinin kontrol altında tutulabilmesi için sınıflar sık sık havalandırılmalıdır.

Okul yönetimleri iç ortam hava kalitesi ve HBS hakkında bilgilendirilmeli ve hava kalitesini iyileştirici düzenlemeler ve önlemler alınabilmesi için harekete geçmeleri konusunda teşvik edilmelidir.



## KAYNAKÇA

1. Tulchinsky T, Varavikova E. Çevre ve İş Sağlığı. In: Vaizoğlu SA, editor. Yeni Halk Sağlığı. 3rd ed. Palme Yayınevi; 2019. p. 471–533.
2. Zhang Y. Indoor air quality engineering. Indoor Air Quality Engineering. CRC press; 2004. 1–603 p.
3. Hu J, Li N, Lv Y, Liu J, Xie J, Zhang H. Investigation on indoor air pollution and childhood allergies in households in six Chinese cities by subjective survey and field measurements. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(9):979.
4. Norbäck D, Lu C, Wang J, Zhang Y, Li B, Zhao Z, et al. Asthma and rhinitis among Chinese children — Indoor and outdoor air pollution and indicators of socioeconomic status (SES). *Environ Int*. 2018;115:1–8.
5. Norbäck D, Lu C, Zhang Y, Li B, Zhao Z, Huang C, et al. Sources of indoor particulate matter (PM) and outdoor air pollution in China in relation to asthma, wheeze, rhinitis and eczema among pre-school children: Synergistic effects between antibiotics use and PM 10 and second hand smoke. *Environ Int*. 2019;125:252–60.
6. Rivas I, Viana M, Moreno T, Pandolfi M, Amato F, Reche C, et al. Child exposure to indoor and outdoor air pollutants in schools in Barcelona, Spain. *Environ Int*. 2014;69:200–12.
7. ASHRAE Standard 62.1-2013. Ventilation for acceptable indoor air quality: American Society of heating, refrigerating and air conditioning engineers, Atlanta, GA; 2013.
8. Babaroğlu A. Anaokullarında iç ortam hava kalitesi. *Tesisat Mühendisliği Derg*. 2015;23(150):5–12.
9. Morawska L, Ayoko GA, Bae GN, Buonanno G, Chao CYH, Clifford S, et al. Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. Vol. 108, *Environment International*. 2017. p. 75–83.



10. Chen F, Lin Z, Chen R, Norback D, Liu C, Kan H, et al. The effects of PM 2.5 on asthmatic and allergic diseases or symptoms in preschool children of six Chinese cities, based on China, Children, Homes and Health (CCHH) project. *Environ Pollut.* 2018;232:329–37.
11. Hou Y, Liu J, Li J. Investigation of Indoor Air Quality in Primary School Classrooms. *Procedia Eng.* 2015;121:830–7.
12. World Health Organization. Indoor air pollutants: exposure and health effects. (EURO Reports and Studies No 78). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. In 1983.
13. Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environ Health Prev Med.* 2017;22(1):38.
14. Arıkan İ, Tekin ÖF, Erbas O. Relationship between sick building syndrome and indoor air quality among hospital staff. *Med Lav.* 2018;109(6):435–43.
15. Vafaenasab MR, Morowatisharifabad MA, Taghi Ghaneian M, Hajhosseini M, Ehrampoush MH. Assessment of sick building syndrome and its associating factors among nurses in the educational hospitals of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. *Glob J Health Sci.* 2015;7(2):247–53.
16. Lu C-Y, Tsai M-C, Muo C-H, Kuo Y-H, Sung F-C, Wu C-C. Personal, Psychosocial and Environmental Factors Related to Sick Building Syndrome in Official Employees of Taiwan. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;15(1):7.
17. Who Regional Office for Europe. Health and environment in Europe: progress assessment. WHO Regional Office Europe. 2010.
18. Steinle S, Reis S, Sabel CE, Semple S, Twigg MM, Braban CF, et al. Personal exposure monitoring of PM2.5 in indoor and outdoor microenvironments. *Sci Total Environ.* 2015;508:383–94.

19. Güler Ç, Çobanoğlu Z, Vaizoğlu S. Yapı-içi Hava Kirliliği. In: Güler Ç, editor. Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık; 2012. p. 837–54.
20. Soysal, A., Demiral Y. Kapalı Ortam Hava Kirliliği. TSK Koruyucu Hekim Bülteni. 2007;6(3):221–6.
21. Akdur R. Hava Kirliliği ve Çözümler. In: Aslan D, editor. Halk Sağlığı ile İlgili Güncel Sorunlar ve Yaklaşımlar. Ankara: Ankara Tabip Odası; 2009. p. 151–5.
22. Sundell J. Reflections on the history of indoor air science, focusing on the last 50 years. Indoor Air. 2017;27(4):708–24.
23. Öztürk B, Düzovalı G. Okullarda hava kirliliği ve sağlık etkileri. X Ulus Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildir Kitabı. 2011;1715–23.
24. Aydın D, Mihlayanlar E. Yüksek Konut Yapılarında İç Ortam Kalitesinin İncelenmesi. Megaron. 2017;12(2).
25. Kim J, De Dear R. How does occupant perception on specific IEQ factors affect overall satisfaction. In: 7th Windsor Conference: The changing context of comfort in an unpredictable world Cumberland Lodge. Windsor, UK; 2012. p. 12–5.
26. ASHRAE Standard 55-2017. Thermal environmental conditions for human occupancy: American Society of heating, refrigerating and air conditioning engineers, Inc. Atlanta, USA; 2017.
27. Norbäck D, Smedje G. Aerosols, Subjective Indoor Air Quality and Asthma in Schools. Ann Occup Hyg. 1997;41(8):689–94.
28. Norbäck D, Nordström K. Sick building syndrome in relation to air exchange rate, CO<sub>2</sub>, room temperature and relative air humidity in university computer classrooms: an experimental study. Int Arch Occup Environ Health. 2008;82(1):21–30.
29. Fang L, Clausen G, Fanger PO. Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality. Indoor Air. 1998;8(2):80–90.

30. Turunen M, Toyinbo O, Putus T, Nevalainen A, Shaughnessy R, Haverinen-Shaughnessy U. Indoor environmental quality in school buildings, and the health and wellbeing of students. *Int J Hyg Environ Health*. 2013;217(7):733–9.
31. Arundel A V, Sterling EM, Biggin JH, Sterling TD. Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environ Health Perspect*. 1986;VOL. 65:351–61.
32. Güler Ç. Aydınlatma. In: Güler Ç, editor. Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık; 2012. p. 919–34.
33. Güler Ç, Vaizoğlu S. Okul Çevre Sağlığı. In: Güler Ç, editor. Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık; 2012. p. 1237–58.
34. Güler Ç. Gürültü. In: Güler Ç, editor. Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Yazıt Yayıncılık; 2012. p. 907–17.
35. Pujol S, Berthillier M, Defrance J, Lardies J, Levain JP, Petit R, et al. Indoor noise exposure at home: A field study in the family of urban schoolchildren. *Indoor Air*. 2014;24(5):511–20.
36. Kosonen R, Tan F. The effect of perceived indoor air quality on productivity loss. *Energy Build*. 2004;36(10):981–6.
37. Öztürk A, Bayram H. İç Ortam Hava Kirliliği. In: Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A, editors. Solunum Sistemi ve Hastalıkları Temel Başvuru Kitabı. İstanbul Tıp Kitabevi; 2011.
38. Zhang J, Smith KR. Indoor air pollution: A global health concern. *Br Med Bull*. 2003;68(1):209–25.
39. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği [Internet]. Resmi Gazete. 2008 [cited 2019 Sep 19]. Available from: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/06/20080606-6.htm>

40. Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi [Internet]. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2013 [cited 2019 Sep 19]. Available from: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editorodunya/GNG2013-37HavaKalitesiDegerl.pdf>
41. Luengas A, Barona A, Hort C, Gallastegui G, Platel V, Elias A. A review of indoor air treatment technologies. *Rev Environ Sci Biotechnol*. 2015;14(3):499–522.
42. Jones AP. Indoor air quality and health. *Atmos Environ*. 1999;33(28):4535–64.
43. Abdel-Shafy HI, Mansour MSM. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egypt J Pet*. 2016;24(1):107–23.
44. Rengarajan T, Rajendran P, Nandakumar N, Lokeshkumar B, Rajendran P, Nishigaki I. Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons with special focus on cancer. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2015;5(3):182–9.
45. Boningari T, Smirniotis PG. Impact of nitrogen oxides on the environment and human health: Mn-based materials for the NO<sub>x</sub> abatement. *Curr Opin Chem Eng*. 2016;13:133–41.
46. Bernstein JA, Alexis N, Bacchus H, Bernstein IL, Fritz P, Horner E, et al. The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol*. 2008;121(3):585–91.
47. Salthammer T. The formaldehyde dilemma. *Int J Hyg Environ Health*. 2015;218(4):433–6.
48. Tang X, Bai Y, Duong A, Smith MT, Li L, Zhang L. Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environ Int*. 2009;35(8):1210–24.
49. Blair A, Ritz B, Wesseling C, Freeman L. Pesticides and human health. *Occup Environ Med*. 2015;72:81–2.

50. Kim KH, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ.* 2017;575:525–35.
51. Yano E. Adverse health effects of asbestos: solving mysteries regarding asbestos carcinogenicity based on follow-up survey of a Chinese factory. *Environ Health Prev Med.* 2018;23(1):35.
52. Şenyiğit A, Dalgıç A, Kavak O. Asbestin sağlığa etkileri. *Dicle Tıp Derg.* 2004;31(4):48–52.
53. Bloise A, Catalano M, Critelli T, Apollaro C, Miriello D. Naturally occurring asbestos: potential for human exposure, San Severino Lucano (Basilicata, Southern Italy). *Environ Earth Sci.* 2017;76(19):648.
54. Niklinski J, Niklinska W, Chyczewska E, Laudanski J, Naumnik W, Chyczewski L, et al. The epidemiology of asbestos-related diseases. *Lung Cancer.* 2004;45:7–15.
55. Metintas S, Metintas M, Ak G, Kalyoncu C. Environmental asbestos exposure in rural Turkey and risk of lung cancer. *Int J Environ Health Res.* 2012;22(5):468–79.
56. Özmert E, Yurdakök K, Laleli Y. Ankara’da ilkokul çocuklarında kan kurşun düzeyi. *Çocuk Sağlığı ve Hast Derg.* 2003;46:20–3.
57. Gidlow DA. Lead toxicity. *Occup Med (Chic Ill).* 2015;65(5):348–56.
58. Şanlı C, Hızal S, Albayrak M. Kurşun ve Çocuk Sağlığı. *STED / Sürekli Tıp Eğitimi Derg.* 2005;14(4):70–5.
59. Sarigiannis DA, Karakitsios SP, Gotti A, Liakos IL, Katsoyiannis A. Exposure to major volatile organic compounds and carbonyls in European indoor environments and associated health risk. *Environ Int.* 2011;37(4):743–65.
60. Soni V, Singh P, Shree V, Goel V. Effects of VOCs on Human Health. In: *Air Pollution and Control* [Internet]. Springer, Singapore; 2018. p. 119–42. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-7185-0\\_8](http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-7185-0_8)

61. Zhang X, Wargocki P, Lian Z, Thyregod C. Effects of exposure to carbon dioxide and bioeffluents on perceived air quality, self-assessed acute health symptoms, and cognitive performance. *Indoor Air*. 2017;27(1):47–64.
62. Zhang X, Wargocki P, Lian Z. Human responses to carbon dioxide, a follow-up study at recommended exposure limits in non-industrial environments. *Build Environ*. 2016;100:162–71.
63. Kiray M, Sisman AR, Camsari UM, Evren M, Dayi A, Baykara B, et al. Effects of carbon dioxide exposure on early brain development in rats. *Biotech Histochem*. 2014;89(5):371–83.
64. Ramalho O, Wyart G, Mandin C, Blondeau P, Cabanes PA, Leclerc N, et al. Association of carbon dioxide with indoor air pollutants and exceedance of health guideline values. *Build Environ*. 2015;93(P1):115–24.
65. Myhrvold AN, Olsen E, Lauridsen O. Indoor environment in schools-pupils health and performance in regard to CO<sub>2</sub> concentrations. *Indoor Air*. 1996;96(4):369–71.
66. Dorizas PV, Assimakopoulos MN, Santamouris M. A holistic approach for the assessment of the indoor environmental quality, student productivity, and energy consumption in primary schools. *Environ Monit Assess*. 2015;187(5):1–18.
67. Mendell MJ, Eliseeva EA, Davies MM, Lobscheid A. Do classroom ventilation rates in California elementary schools influence standardized test scores? Results from a prospective study. *Indoor Air*. 2016;26(4):546–57.
68. Muscatiello N, McCarthy A, Kielb C, Hsu WH, Hwang SA, Lin S. Classroom conditions and CO<sub>2</sub> concentrations and teacher health symptom reporting in 10 New York State Schools. *Indoor Air*. 2015;25(2):157–67.
69. Dorizas PV, Assimakopoulos MN, Helmis C, Santamouris M. An integrated evaluation study of the ventilation rate, the exposure and the indoor air quality in naturally ventilated classrooms in the Mediterranean region during spring. *Sci Total Environ*. 2015;502:557–70.

70. Elbayoumi M, Ramli NA, Yusof NFFM, Madhoun W Al. Seasonal Variation in Schools' Indoor Air Environments and Health Symptoms among Students in an Eastern Mediterranean Climate. *Hum Ecol Risk Assess.* 2015;21(1):184–204.
71. Gaihre S, Semple S, Miller J, Fielding S, Turner S. Classroom carbon dioxide concentration, school attendance, and educational attainment. *J Sch Health.* 2014;84(9):569–74.
72. Ferreira AM da C, Cardoso M. Indoor air quality and health in schools. *J Bras Pneumol.* 2014;40(3):259–68.
73. Ahmed Abdul–Wahab SA, En SCF, Elkamel A, Ahmadi L, Yetilmezsoy K. A review of standards and guidelines set by international bodies for the parameters of indoor air quality. *Atmos Pollut Res.* 2015;6(5):751–67.
74. Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. Vol. 8, *Journal of Medical Toxicology.* 2012. p. 166–75.
75. World Health Organization. Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in Eastern Europe, Caucasus and central Asia. *World Heal Organ Reg Off Eur Copenhagen [Internet].* 2013 [cited 2019 Jun 25]; Available from: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf)
76. Cao L, Zeng J, Liu K, Bao L, Li Y. Characterization and cytotoxicity of PM<sub><0.2</sub>, PM<sub>0.2-2.5</sub> and PM<sub>2.5-10</sub> around MSWI in Shanghai, China. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(5):5076–89.
77. Kim KH, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. Vol. 74, *Environment International.* 2015. p. 136–43.
78. WHO. Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2006.

79. Chen R, Hu B, Liu Y, Xu J, Yang G, Xu D, et al. Beyond PM<sub>2.5</sub>: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution. *Biochim Biophys Acta - Gen Subj*. 2016;1860(12):2844–55.
80. Scarlett JF, Abbott KJ, Peacock JL, Strachan DP, Anderson HR. Acute effects of summer air pollution on respiratory function in primary school children in southern England. *Thorax*. 1996;51(11):1109–14.
81. Martins PC, Valente J, Papoila AL, Caires I, Araújo-Martins J, Matae P, et al. Airways changes related to air pollution exposure in wheezing children. *Eur Respir J*. 2012;39(2):246–53.
82. Annesi-Maesano I, Hulin M, Lavaud F, Raheison C, Kopferschmitt C, De Blay F, et al. Poor air quality in classrooms related to asthma and rhinitis in primary schoolchildren of the French 6 Cities Study. *Thorax*. 2012;67(8):682–8.
83. Ngoc L, Park D, Lee Y, Lee Y-C. Systematic Review and Meta-Analysis of Human Skin Diseases Due to Particulate Matter. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(12):1458.
84. Fang Y, Naik V, Horowitz L, Mauzerall D. Air pollution and associated human mortality: the role of air pollutant emissions, climate change and methane concentration increases from the preindustrial period to present. *Atmos Chem Phys*. 2013;13(3):1377–94.
85. Correia AW, Arden Pope C, Dockery DW, Wang Y, Ezzati M, Dominici F. Effect of air pollution control on life expectancy in the United States: An analysis of 545 U.S. Counties for the period from 2000 to 2007. *Epidemiology*. 2013;24(1):23–31.
86. Viegi G, Simoni M, Scognamiglio A, Baldacci S, Pistelli F, Carrozzi L, et al. Indoor air pollution and airway disease. Vol. 8, *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 2004. p. 1401–15.
87. Madureira J, Paciência I, Pereira C, Teixeira JP, Fernandes E de O. Indoor air quality in Portuguese schools: levels and sources of pollutants. *Indoor Air*. 2016;26(4):526–37.



88. Canha N, Mandin C, Ramalho O, Wyart G, Ribéron J, Dassonville C, et al. Assessment of ventilation and indoor air pollutants in nursery and elementary schools in France. *Indoor Air*. 2016;26(3):350–65.
89. Kaduwela AP, Kaduwela AP, Jrade E, Brusseau M, Morris S, Morris J, et al. Development of a low-cost air sensor package and indoor air quality monitoring in a California middle school: Detection of a distant wildfire. *J Air Waste Manage Assoc*. 2019;69(9):1015–22.
90. Eckert S, Femacher L, Fromme H, Lahrz T, Burghardt R, Kadler D. Indoor air quality in schools after the process of cleaning and coating linoleum flooring Results of the study LUPE 7. *Gefahrstoffe Reinhaltung Der Luft*. 2019;79(6):204–12.
91. Yassin MF, Pillai AM. Monitoring of volatile organic compounds in different schools: a determinant of the indoor air quality. *Int J Environ Sci Technol*. 2019;16(6):2733–44.
92. Ma F, Zhan C, Xu X. Investigation and evaluation of winter indoor air quality of primary schools in severe cold weather areas of China. *Energies*. 2019;12(9):1602.
93. Ruggieri S, Longo V, Perrino C, Canepari S, Drago G, L'Abbate L, et al. Indoor air quality in schools of a highly polluted south Mediterranean area. *Indoor Air*. 2019;29(2):276–90.
94. Majd E, McCormack M, Davis M, Curriero F, Berman J, Connolly F, et al. Indoor air quality in inner-city schools and its associations with building characteristics and environmental factors. *Environ Res*. 2019;170:83–91.
95. Abdel-Salam MMM. Investigation of indoor air quality at urban schools in Qatar. *Indoor Built Environ*. 2019;28(2):278–88.
96. Andualem Z, Gizaw Z, Bogale L, Dagne H. Indoor bacterial load and its correlation to physical indoor air quality parameters in public primary schools. *Multidiscip Respir Med*. 2019;14(1):2.

97. Barmeparesos N, Assimakopoulos MN, Assimakopoulos VD, Loumos N, Sotiriou MA, Koukoumtzis A. Correction: Indoor air quality and thermal conditions in a primary school with a green roof system. Vol. 9, Atmosphere. 2018. p. 417.
98. Järvi K, Vornanen-Winqvist C, Mikkola R, Kurnitski J, Salonen H. Online questionnaire as a tool to assess symptoms and perceived indoor air quality in a school environment. Atmosphere (Basel). 2018;9(7):270.
99. Finell E, Tolvanen A, Pekkanen J, Minkkinen J, Ståhl T, Rimpelä A. Psychosocial problems, indoor air-related symptoms, and perceived indoor air quality among students in schools without indoor air problems: A longitudinal study. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(7):1497.
100. Vornanen-Winqvist C, Salonen H, Järvi K, Andersson MA, Mikkola R, Marik T, et al. Effects of ventilation improvement on measured and perceived indoor air quality in a school building with a hybrid ventilation system. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(7):1414.
101. Johnson DL, Lynch RA, Floyd EL, Wang J, Bartels JN. Indoor air quality in classrooms: Environmental measures and effective ventilation rate modeling in urban elementary schools. Build Environ. 2018;136:185–97.
102. Hizri A, Nabilah MGZ, Amni ZN, Shahida N, Maryam Z, Hazrin AH, et al. Indoor air quality (IAQ) characteristics and its microbial community identifications at two selected schools in Pahang, Malaysia: A preliminary study. Futur Food J Food, Agric Soc. 2018;6(Specialissue):88–96.
103. Stabile L, Dell’Isola M, Russi A, Massimo A, Buonanno G. The effect of natural ventilation strategy on indoor air quality in schools. Sci Total Environ. 2017;595:894–902.
104. Al-Hemoud A, Al-Awadi L, Al-Rashidi M, Rahman KA, Al-Khayat A, Behbehani W. Comparison of indoor air quality in schools: Urban vs. Industrial ‘oil & gas’ zones in Kuwait. Build Environ. 2017;122:50–60.

105. Peng Z, Deng W, Tenorio R. Investigation of indoor air quality and the identification of influential factors at primary schools in the North of China. *Sustainability*. 2017;9(7):1180.
106. Marzocca A, Di Gilio A, Farella G, Giua R, de Gennaro G. Indoor Air Quality Assessment and Study of Different VOC Contributions within a School in Taranto City, South of Italy. *Environments*. 2017;4(1):23.
107. Finell E, Haverinen-Shaughnessy U, Tolvanen A, Laaksonen S, Karvonen S, Sund R, et al. The associations of indoor environment and psychosocial factors on the subjective evaluation of Indoor Air Quality among lower secondary school students: a multilevel analysis. *Indoor Air*. 2017;27(2):329–37.
108. Vornanen-Winqvist C, Toomla S, Ahmed K, Kurnitski J, Mikkola R, Salonen H. The effect of positive pressure on indoor air quality in a deeply renovated school building - A case study. In: *Energy Procedia*. 2017. p. 165–70.
109. Di Gilio A, Farella G, Marzocca A, Giua R, Assennato G, Tutino M, et al. Indoor/outdoor air quality assessment at school near the steel plant in Taranto (Italy). *Adv Meteorol*. 2017;2017:1–7.
110. Kalimeri KK, Saraga DE, Lazaridis VD, Legkas NA, Missia DA, Tolis EI, et al. Indoor air quality investigation of the school environment and estimated health risks: Two-season measurements in primary schools in Kozani, Greece. *Atmos Pollut Res*. 2016;7(6):1128–42.
111. Simoni M, Baldacci S, Canciani M, Pini C, Brunetti LM, Indinnimeo L, et al. How do children perceive indoor air quality (IAQ) at school? In: *61 Epidemiology*. European Respiratory Society; 2016. p. PA4923.
112. Wei W, Boumier J, Wyart G, Ramalho O, Mandin C. Cleaning practices and cleaning products in nurseries and schools: to what extent can they impact indoor air quality? *Indoor Air*. 2016;26(4):517–25.

113. Lazović IM, Stevanović ŽM, Jovašević-Stojanović M V., Živković MM, Banjac MJ. Impact of CO<sub>2</sub> concentration on indoor air quality and correlation with relative humidity and indoor air temperature in school buildings in Serbia. *Therm Sci.* 2016;20(1):297–307.
114. Mainka A, Zajusz-Zubek E. Indoor air quality in urban and rural preschools in upper Silesia, Poland: Particulate matter and carbon dioxide. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(7):7697–711.
115. Yang J, Nam I, Yun H, Kim J, Oh HJ, Lee D, et al. Characteristics of indoor air quality at urban elementary schools in Seoul, Korea: Assessment of effect of surrounding environments. *Atmos Pollut Res.* 2015;6(6):1113–22.
116. Madureira J, Paciência I, Rufo J, Ramos E, Barros H, Teixeira JP, et al. Indoor air quality in schools and its relationship with children's respiratory symptoms. *Atmos Environ.* 2015;118:145–56.
117. Wang J, Smedje G, Nordquist T, Norbäck D. Personal and demographic factors and change of subjective indoor air quality reported by school children in relation to exposure at Swedish schools: A 2-year longitudinal study. *Sci Total Environ.* 2015;508:288–96.
118. Chatzidiakou E, Mumovic D, Summerfield AJ, Altamirano HM. Indoor air quality in London schools. Part 1: 'performance in use.' *Intell Build Int.* 2015;7(2–3):101–29.
119. Jovanović M, Vučićević B, Turanjanin V, Živković M, Spasojević V. Investigation of indoor and outdoor air quality of the classrooms at a school in Serbia. *Energy.* 2014;77:42–8.
120. Chatzidiakou L, Mumovic D, Summerfield AJ, Hong SM, Altamirano-Medina H. A Victorian school and a low carbon designed school: Comparison of indoor air quality, energy performance, and student health. *Indoor Built Environ.* 2014;23(3):417–32.

121. Babayiğit MA, Bakir B, Tekbaş ÖF, Oğur R, Kiliç A, Ulus S. Indoor air quality in primary schools in Keçiören, Ankara. *Turkish J Med Sci.* 2014;44(1):137–44.
122. Godoi RHM, Godoi AFL, Gonçalves Junior SJ, Paralovo SL, Borillo GC, Gonçalves Gregório Barbosa C, et al. Healthy environment - indoor air quality of Brazilian elementary schools nearby petrochemical industry. *Sci Total Environ.* 2013;463–464:639–46.
123. Dumala S, Dudzinska M. Microbiological indoor air quality in Polish schools. *Annu Set Environ Prot.* 2013;15:231–44.
124. Pegas PN, Alves CA, Nunes T, Bate-Epey EF, Evtyugina M, Pio CA. Could houseplants improve indoor air quality in schools? In: *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues.* 2012. p. 1371–80.
125. Chithra VS, Shiva Nagendra SM. Indoor air quality investigations in a naturally ventilated school building located close to an urban roadway in Chennai, India. *Build Environ.* 2012;54:159–67.
126. Jones BM, Kirby R. Indoor air quality in U.K. school classrooms ventilated by natural ventilation windcatchers. *Int J Vent.* 2012;10(4):323–38.
127. Madureira J, Paciência I, Ramos E, Barros H, Pereira C, Teixeira JP, et al. Children's Health and Indoor Air Quality in Primary Schools and Homes in Portugal—Study Design. *J Toxicol Environ Heal Part A.* 2015;78(13–14):915–30.
128. Pegas PN, Alves CA, Evtyugina MG, Nunes T, Cerqueira M, Franchi M, et al. Indoor air quality in elementary schools of Lisbon in spring. *Environ Geochem Health.* 2011;33(5):455–68.
129. Goyal R, Khare M. Indoor air quality modeling for PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and PM<sub>1.0</sub> in naturally ventilated classrooms of an urban Indian school building. *Environ Monit Assess.* 2011;176(1–4):501–16.

130. Pegas PN, Alves CA, Evtyugina MG, Nunes T, Cerqueira M, Franchi M, et al. Seasonal evaluation of outdoor/indoor air quality in primary schools in Lisbon. *J Environ Monit.* 2011;13(3):657–67.
131. Kim H-H, Lim Y-W, Kim C-S, Seo MA, Shin D-C. Indoor Air Quality and Allergic Disease in Elementary School Children. *Epidemiology.* 2011;22:S208–9.
132. Miller J, Semple S, Turner S. High carbon dioxide concentrations in the classroom: The need for research on the effects of children’s exposure to poor indoor air quality at school. Vol. 67, *Occupational and Environmental Medicine.* 2010. p. 799.
133. Nagendra SMS, Harika PS. Indoor air quality assessment in a school building in Chennai City, India. *WIT Trans Ecol Environ.* 2010;136:275–86.
134. Mumovic D, Palmer J, Davies M, Orme M, Ridley I, Oreszczyn T, et al. Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England. *Build Environ.* 2009;44(7):1466–77.
135. Yang W, Sohn J, Kim J, Son B, Park J. Indoor air quality investigation according to age of the school buildings in Korea. *J Environ Manage.* 2009;90(1):348–54.
136. Stranger M, Potgieter-Vermaak SS, Van Grieken R. Characterization of indoor air quality in primary schools in Antwerp, Belgium. *Indoor Air.* 2008;18(6):454–63.
137. Fraga S, Ramos E, Martins A, Samúdio MJ, Silva G, Guedes J, et al. Indoor air quality and respiratory symptoms in Porta schools. *Rev Port Pneumol.* 2008;14(4):487–507.
138. Heudorf U. Passive-house schools - a tool for improving indoor air quality in schools? *Gesundheitswesen.* 2007;69(7):408–14.

139. Godwin C, Batterman S. Indoor air quality in Michigan schools. *Indoor Air*. 2007;17(2):109–21.
140. Rumchev K, Ourangui R, Bertolatti D, Spickett J. Indoor air quality in old and new schools. In: *WIT Transactions on Biomedicine and Health*. 2007. p. 25–32.
141. Smedje G, Mi Y, Elfman L, Norbäck D. Ambient Pollution and Indoor Air Quality at School. *Epidemiology*. 2006;17(Suppl):S363.
142. Ramachandran G, Adgate JL, Banerjee S, Church TR, Jones D, Fredrickson A, et al. Indoor air quality in two urban elementary schools - Measurements of airborne fungi, carpet allergens, CO<sub>2</sub>, temperature, and relative humidity. *J Occup Environ Hyg*. 2005;2(11):553–66.
143. Petronella SA, Thomas R, Stone JA, Goldblum RM, Brooks EG. Clearing the air: A model for investigating indoor air quality in Texas schools. *J Environ Health*. 2005;67(10):35–42.
144. Poupard O, Blondeau P, Iordache V, Allard F. Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools. *Atmos Environ*. 2005;39(11):2071–80.
145. Son B, Song M, Yang W. A study on PM<sub>10</sub> and VOCs concentrations of indoor environment in school and recognition of indoor air quality. In: *10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*. 2005. p. 920–5.
146. Meklin T, Hyvärinen A, Toivola M, Reponen T, Koponen V, Husman T, et al. Effect of building frame and moisture damage on microbiological indoor air quality in school buildings. *Am Ind Hyg Assoc J*. 2003;64(1):108–16.
147. Kolokotroni M, Ge YT, Katsoulas D. Monitoring and modelling indoor air quality and ventilation in classrooms within a purpose-designed naturally ventilated school. *Indoor Built Environ*. 2002;11(6):316–26.
148. Chaloulakou A, Mavroidis I. Comparison of indoor and outdoor concentrations of CO at a public school. Evaluation of an indoor air quality model. *Atmos Environ*. 2002;36(11):1769–81.

149. Siskos PA, Bouba KE, Stroubou AP. Determination of selected pollutants and measurement of physical parameters for the evaluation of indoor air quality in school buildings in Athens, Greece. In: *Indoor and Built Environment*. 2001. p. 185–92.
150. Lee SC, Chang M. Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. *Chemosphere*. 2000;41(1–2):109–13.
151. Norbäck D. An update on sick building syndrome. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2009;9(1):55–9.
152. Indoor Air Fact No. 4 (revised) Sick Building Syndrome [Internet]. Research and Development (MD-56). 1991 [cited 2019 Jul 29]. Available from: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick\\_building\\_factsheet.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf)
153. Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG. Building health: An epidemiological study of “sick building syndrome” in the Whitehall II study. *Occup Environ Med*. 2006;63(4):283–9.
154. Jafari MJ, Khajevandi AA, Najarkola SAM, Yekaninejad MS, Pourhoseingholi MA, Omidi L, et al. Association of sick building syndrome with indoor air parameters. *Tanaffos*. 2015;14(1):55–62.
155. Engvall K, Norrby C, Sandstedt E. The Stockholm Indoor Environment Questionnaire: A sociologically based tool for the assessment of indoor environment and health in dwellings. Vol. 14, *Indoor Air*. 2004. p. 24–33.
156. Andersson K. Epidemiological Approach to Indoor Air Problems. *Indoor Air*. 1998;8(S4):32–9.
157. Norbäck D, Hashim JH, Markowicz P, Cai GH, Hashim Z, Ali F, et al. Endotoxin, ergosterol, muramic acid and fungal DNA in dust from schools in Johor Bahru, Malaysia - Associations with rhinitis and sick building syndrome (SBS) in junior high school students. *Sci Total Environ*. 2016;545:95–103.



158. Zhang X, Li F, Zhang L, Zhao Z, Norback D. A longitudinal study of sick building syndrome (SBS) among Pupils in Relation to SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and PM<sub>10</sub> in schools in China. *PLoS One*. 2014;9(11):e112933.
159. Zhang X, Zhao Z, Nordquist T, Norback D. 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*. 2011;21(6):462–71.
160. Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environ Health Prev Med*. 2010;15(5):276.
161. Chirico F, Ferrari G, Taino G, Oddone E, Giorgi I, Imbriani M. Prevalence and risk factors for Sick Building Syndrome among Italian correctional officers: A pilot study. *J Heal Soc Sci*. 2017;2(1):31–46.
162. Burge P. Sick building factsheet. *Occup Environ Med*. 2004;61(2):185–90.
163. Rostron J. Sick building syndrome: A review of causes, consequences and remedies. *J Retail Leis Prop*. 2008;7(4):291–303.
164. Redlich CA, Sparer J, Cullen MR. Sick-building syndrome.pdf. *Lancet*. 1997;349(9057):1013–6.
165. Chang CJ, Yang HH, Wang YF, Li MS. Prevalence of sick building syndrome-related symptoms among hospital workers in confined and open working spaces. *Aerosol Air Qual Res*. 2015;15(6):2378–84.
166. Norback D, Michel I, Widstrom J. Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome. *Scand J Work Environ Heal*. 1990;16(2):121–8.
167. Grubb D, Diamantes T. Is Your School Sick? Five Threats to Healthy Schools. *Clear House A J Educ Strateg Issues Ideas*. 1998;71(4):202–7.
168. Jaakkola JJK, Heinonen OP, Seppänen O. Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: Need for individual control of temperature. *Environ Int*. 1989;15(1–6):163–8.

169. Wolkoff P. Indoor air humidity, air quality, and health – An overview. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221(3):376–90.
170. Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: Relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress. *Indoor Air*. 2015;25(5):499–511.
171. Lukcsó D, Guidotti TL, Franklin DE, Burt A. Indoor environmental and air quality characteristics, building-related health symptoms, and worker productivity in a federal government building complex. *Arch Environ Occup Heal*. 2016;71(2):85–101.
172. Seppänen OA, Fisk WJ. Summary of human responses to ventilation. Vol. 14, *Indoor Air, Supplement*. 2004. p. 102–18.
173. Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: A review of the epidemiologic evidence. Vol. 119, *Environmental Health Perspectives*. 2011. p. 748–56.
174. Heseltine E, Rosen J. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mold. WHO Regional Office Europe. 2009.
175. Skov P, Valbjørn O, Pedersen B V., Gravesen S, Christophersen E, Kristensen J, et al. Influence of personal characteristics, job-related factors and psychosocial factors on the sick building syndrome. *Scand J Work Environ Heal*. 1989;286–95.
176. Eriksson NM, Stenberg BGT. Baseline prevalence of symptoms related to indoor environment. *Scand J Public Health*. 2006;34(4):387–96.
177. Takaoka M, Suzuki K, Norbäck D. Sick Building Syndrome Among Junior High School Students in Japan in Relation to the Home and School Environment. *Glob J Health Sci*. 2016;8(2):165–77.
178. Seki A, Takigawa T, Kishi R, Sakabe K, Torii S, Tanaka M, et al. Review of sick house syndrome. *Japanese J Hyg*. 2007;62(4):939–48.

179. Mizoue T, Reijula K, Andersson K. Environmental tobacco smoke exposure and overtime work as risk factors for sick building syndrome in Japan. *Am J Epidemiol.* 2001;154(9):803–8.
180. Zhang X, Zhao Z, Nordquist T, Larsson L, Sebastian A, Norback D. A longitudinal study of sick building syndrome among pupils in relation to microbial components in dust in schools in China. *Sci Total Environ.* 2011;409(24):5253–9.
181. Türkiye İstatistik Kurumu [Internet]. [cited 2019 Jun 12]. Available from: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30708>
182. Milli Eğitim İstatistikleri Örgün Eğitim 2018/’19 [Internet]. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı. 2019 [cited 2019 Oct 3]. Available from: [http://sgb.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2019\\_09/30102730\\_meb\\_istatistikleri\\_orgun\\_egitim\\_2018\\_2019.pdf](http://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_09/30102730_meb_istatistikleri_orgun_egitim_2018_2019.pdf)
183. Andersson K. The MM Questionnaire [Internet]. [cited 2019 May 14]. Available from: <http://www.mmquestionnaire.se/mmq/mmq.html>
184. Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V. *Biyoistatistik*. 17th ed. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi; 2016. 157–175 p.
185. Branco PTBS, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, Sousa SIV. Quantifying indoor air quality determinants in urban and rural nursery and primary schools. *Environ Res.* 2019;176:108534.
186. Hulin M, Annesi-Maesano I, Caillaud D. Indoor air quality at school and allergy and asthma among schoolchildren. Differences between rural and urban areas. *Rev Fr Allergol.* 2011;51(4):419–24.
187. Yoon C, Lee K, Park D. Indoor air quality differences between urban and rural preschools in Korea. *Environ Sci Pollut Res.* 2011;18(3):333–45.
188. Błaszczuk E, Rogula-Kozłowska W, Klejnowski K, Kubiesa P, Fulara I, Mielżyńska-Švach D. Indoor air quality in urban and rural kindergartens: short-term studies in Silesia, Poland. *Air Qual Atmos Heal.* 2017;10(10):1207–20.

189. Magnavita N. Work-related symptoms in indoor environments: a puzzling problem for the occupational physician. *Int Arch Occup Environ Health*. 2014;88(2):185–96.
190. Khosravinejad A, Sayehmiri K, Kazemy M, Shirmohamadi N, Abyaz M, Kurd N. Evaluation of Sick Building Syndrome prevalence among Mustafa Khomeini hospital staff in Ilam, 2015. *J ilam Univ Med Sci*. 2018;25(5):1–9.
191. Amouei A, Aghalari Z, Zarei A, Afsharnia M, Geraili Z, Qasemi M. Evaluating the relationships between air pollution and environmental parameters with sick building syndrome in schools of Northern Iran. *Indoor Built Environ*. 2019;28(10):1422–30.
192. Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, Sugioka Y, Endo H, Yoshida T. Relation of dampness to sick building syndrome in Japanese public apartment houses. *Environ Health Prev Med*. 2009;14(1):26–35.
193. Takeda M, Saijo Y, Yuasa M, Kanazawa A, Araki A, Kishi R. Relationship between sick building syndrome and indoor environmental factors in newly built Japanese dwellings. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009;82(5):583–93.
194. Kishi R, Saijo Y, Kanazawa A, Tanaka M, Yoshimura T, Chikara H, et al. Regional differences in residential environments and the association of dwellings and residential factors with the sick house syndrome: a nationwide cross-sectional questionnaire study in Japan. *Indoor Air*. 2009;19(3):243–54.
195. Norbäck D, Torgen M, Edling C. Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *Occup Environ Med*. 1990;47(11):733–41.
196. Lu C, Deng Q, Li Y, Sundell J, Norbäck D. Outdoor air pollution, meteorological conditions and indoor factors in dwellings in relation to sick building syndrome (SBS) among adults in China. *Sci Total Environ*. 2016;560–561:186–96.

197. Cheong KWD, Yu WJ, Tham KW, Sekhar SC, Kosonen R. A study of perceived air quality and sick building syndrome in a field environment chamber served by displacement ventilation system in the tropics. *Build Environ.* 2006;41(11):1530–9.
198. Ghaffarianhoseini A, AlWaer H, Omrany H, Ghaffarianhoseini A, Alalouch C, Clements-Croome D, et al. Sick building syndrome: are we doing enough? *Archit Sci Rev.* 2018;61(3):99–121.
199. Hwang T, Jeong TK. Effects of indoor lighting on occupants' visual comfort and eye health in a green building. *Indoor Built Environ.* 2011;20(1):75–90.
200. Jansz J. Theories and Knowledge About Sick Building Syndrome. In: *Sick Building Syndrome.* Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 25–58.
201. Slegers PJC, Moolenaar NM, Galetzka M, Pruyn A, Sarroukh BE, Van Der Zande B. Lighting affects students' concentration positively: Findings from three Dutch studies. *Light Res Technol.* 2013;45(2):159–75.
202. Burt T. Sick Building Syndrome: Acoustic Aspects. *Indoor Built Environ.* 1996;5(1):44–59.
203. Bulunuz M, Bulunuz N, Tavşanlı ÖF, Orbak AY, Mutlu N. Evaluation the Views of Elementary Teachers About the Level of Noise Pollution at Schools, Its Reasons, Effects and Control. *Kastamonu Eğitim Derg.* 2018;26(3):661–71.
204. Mentşe S, Güllü G, Rad AY, Arisoy M. Spatial variation of bioaerol levels in the urban atmosphere of Ankara. *Ekoloji.* 2009;19(73):21–8.
205. Shan X, Zhou J, Chang VWC, Yang EH. Comparing mixing and displacement ventilation in tutorial rooms: Students' thermal comfort, sick building syndromes, and short-term performance. *Build Environ.* 2016;102:128–37.

## EK-1. ANKET

Sayın Veli,  
Çocuklarda okul binasından kaynaklanan hasta bina sendromunun (baş ağrısı, yorgunluk, öksürük, gözde-burunda rahatsızlık hissi v.b.) hangi oranda görüldüğünün anlaşılması amacıyla başlatılan bir araştırma projesi çerçevesinde, size gönderilen bu soruları işaretleyerek cevaplandırmanızı rica ederiz.

Çocuğun Adı ve Soyadı: .....

Cinsiyet:  Erkek  Kız Doğum Yılı: \_\_\_\_\_ Boy: \_\_\_\_\_ Kilo: \_\_\_\_\_ Sınıf: \_\_\_\_\_

**BU BÖLÜMÜ ANNE ve BABA İÇİN DOLDURUNUZ:**

Annenin tahsili: 0. Okula gitmemiş 1. İlkokul -Ortaokul 2. Lise 3. Üniversite  
Babanın tahsili: 0. Okula gitmemiş 1. İlkokul -Ortaokul 2. Lise 3. Üniversite  
Annenin mesleği: 1. Ev hanımı 2. İşçi 3. Memur 4. Diğer  
Babanın mesleği: 1. İşçi 2. Memur 3. Serbest-esnaf 4. Diğer

Evde sigara içiyor musunuz? 0. Hayır 1. Evet Evet ise günde içilen toplam sigara kaç tanedir (adet)?.....

Yaşadığınız evin tipi: 1. Apartman dairesi 2. Gecekondu 3. Müstakil (tek katlı, villa)  
Eviniz kaç yıllık bir bina:  20 yıldan eski  20 yıldan yeni  
Kaç yıldır bu evde oturuyorsunuz .....

Odalardaki yer malzemesi hangisi? 1. Tahta 2. Beton  
Kullanılan halılar: 0. odanın yarısından azını kaplıyor 1. Halı odanın yarısından fazlasını kaplıyor

Evde yaşayan kişi sayısı: .....yetişkin, .....çocuk  
Evde ne ile ısınyorsunuz? 1. Kalorifer 2. Soba 3. Elektrikli ısıtıcı 4. Yerden ısıtma  
Evde evcil hayvan var mı? 0. Hayır 1. Evet Evde saksı bitkisi var mı? 0. Yok 1. Var  
Evin önünden geçen cadde/sokakta trafik yoğun mu, çok araç geçiyor mu? 0. Hayır 1. Evet  
Evde rutubet/nem/küf var mı? 0. Hayır 1. Evet

BU BÖLÜMÜ ÇOCUK İÇİN DOLDURUNUZ	Tüm hayatı boyunca		Son bir yılda içinde	
	Evet <sup>(1)</sup>	Hayır <sup>(2)</sup>	Evet <sup>(1)</sup>	Hayır <sup>(2)</sup>
Astım, bronşit oldu mu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Göğsünden ıslık sesi veya hırıltı/hışıltı geldiğini duydunuz mu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saman nezlesi, göz ya da burnunda alerjik yakınmalar oldu mu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vücudunda ya da diz ve dirsek eklemlerinde egzama var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yiyecek alerjisi var mı?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
İltihaplı akciğer hastalığı (Ateşli bronşit, zatürre, verem) geçirdi mi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b><u>BU BÖLÜMÜ ANNE- BABA-KARDEŞ İÇİN DOLDURUNUZ</u></b>				
Alerjik yakınmalar var mı? (astım, saman nezlesi, egzama)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Göğsünüzden hiç ıslık sesi veya hırıltı/hışıltı geldiğini duydunuz mu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Son 3 ayda, çocuğunuzda aşağıdaki belirtilerden herhangi biri oldu mu? (hiç belirti olmasa bile tüm soruları yanıtlayınız.)	Evet, sıklıkla (her hafta) <sup>(1)</sup>	Evet, bazen <sup>(2)</sup>	Hayır, Hiç <sup>(3)</sup>	Evet ise, bunun okul ortamından kaynaklandığına inanıyor musunuz?		
				Evet <sup>(1)</sup>	Hayır <sup>(2)</sup>	Bilmiyorum <sup>(3)</sup>
Yorgunluk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Baş ağrısı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uyku problemleri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gözde kaşıntı, yanma, batma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Burun tıkanıklığı, akıntısı, rahatsızlık hissi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Öksürük	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yüz kuruluğu/kızarıklığı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saç derisi/kulak kaşıntısı/pullanması	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ellerde kuruluk, kaşıntı, kızarıklık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Karın ağrısı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SINIFIN İÇİ hakkında ne düşünüyorsunuz?	Çok iyi <sub>(5)</sub>	İyi <sub>(4)</sub>	Kabul edilebilir <sub>(3)</sub>	Kötü <sub>(2)</sub>	Çok kötü <sub>(1)</sub>
Sıcaklık koşulları (soğuk-sıcak)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hava kalitesi (kuru hava-koku-havasız)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aydınlatma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gürültü koşulları	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mekan (sıra, sandalye, renk)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temizlik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

OKUL hakkında ne düşünüyorsunuz?	Çok iyi <sub>(5)</sub>	İyi <sub>(4)</sub>	Kabul edilebilir <sub>(3)</sub>	Kötü <sub>(2)</sub>	Çok kötü <sub>(1)</sub>
<b>Okul bahçesi</b>					
Aktiviteler ve oturmak için yeterli imkan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bitkisel alanlar (ağaç, çiçek), açık yeşil alan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Işık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trafik güvenliği	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Diğer okul alanları</b>					
Koridor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kantin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beden eğitimi salonu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuvaletler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Çocuğunuzun alerjik hastalıklara yatkın olduğunu ya da alerjisi olduğunu düşünüyorsanız, tanısının ve muayenesinin yapılabilmesi için size ulaşmamız gerekmektedir. Bunun için isterseniz telefon numaranızı yazabilirsiniz:


BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR:



## EK-2. ETİK KURUL ONAYI

## KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Öğrencilerde Hasta Bina Sendromu Prevalansı ile İç Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi: Kütahya Okul Örneği		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		-		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	25.09.2018		Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	25.09.2018		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	İLAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>	CD, 5 adet literatür		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2018-13/11	Tarih: 24.10.2018		
	Başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, çalışmanın sonlanım raporunun Etik Kurul Başkanlığı'na iletilmesine oy birliği ile karar verilmiştir. (İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.)			

Etik Kurul Başkanı  
Prof.Dr.Nadir YILDIRIM  
İmza: 



### EK-3. MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ ONAYI



T.C.  
KÜTAHYA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 53490996-44-E.16963940  
Konu : Anket Çalışması

20/09/2018

#### VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) MEB, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 2017/25 nolu Genelgesi.  
b) Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Rektörlüğü'nün 12/09/2018 tarihli ve 682 sayılı yazısı.

Bakanlığımızın ilgi (a) Genelgesi doğrultusunda, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Rektörlüğü'nün ilgi (b) yazısında, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü Halk Sağlığı Anabilim Dalı Doç.Dr.İnci ARIKAN'ın "*Öğrencilerde Hasta Bina Sendromu ve Astım Semptomları ile İç Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi: Kütahya Okul Örneği*" konulu çalışmasını İlimiz merkez ilçesinde bulunan Köprüören Tek Termik Ortaokulunda 03 Ekim 2018, Ticaret Borsası Bölcek İlkokulu ve Orgeneral Asım Gündüz İlkokulunda 10 Ekim 2018, Linyit Ortaokulunda 11 Ekim 2018 tarihlerinde uygulamak istediği belirtilmektedir.

İl Millî Eğitim Müdür Yardımcısı Hamdi SARIÖZ'ün başkanlığında toplanan değerlendirme komisyonu yapmış olduğu inceleme sonucunda söz konusu anket çalışmasının okullarda uygulanabilir olduğuna karar vermiş olup, eğitim- öğretime aksatmadan, konunun dışına çıkmamaları, bütün sorumluluğun ilgililere ve okul müdürlüğüne ait olmak üzere yukarıda belirtilen anket çalışmasının tamamlandıktan sonra bir örneğinin Müdürlüğümüze verilmek üzere yapılmasını;

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Hasan BAŞYİĞİT  
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
20/09/2018

Arif YALÇIN  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

İl Millî Eğitim Müdürlüğü/KÜTAHYA  
Elektronik Ağ:kutahya.meb.gov.tr  
posta:stratejigelistirme43@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Filiz ÖRNEK- VHKİ  
Tel: (0 274) 2804392  
Faks: (0 274) 2804398

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden f175-1897-31e0-817e-1fd8 kodu ile teyit edilebilir.

EK-4. PARTİKÜL CİHAZI CE BELGESİ



## Declaration of Conformity

In accordance with EN ISO/IEC 17050-1:2010

**Manufacturer's Name:** Particles Plus, Inc.  
**Manufacturer's Address:** 31 Tosca Drive  
Stoughton, MA 02072 USA

Application of Council Directives

**EMC:** 2014/30/EU  
**RoHS 2:** 2011/65/EU  
**Low Voltage Directive:** 2006/95/EC

Application of Council Directives

**EMC:** EN 61326-1:2013  
CISPR 11:2009+A1:2010  
**RoHS 2 Technical Documentation:** EN 50581:2012  
**Safety Requirements:** EN 61010-1:2010

**Product Name:** Handheld and Remote Particle Counters

**Product Model Numbers:**

Handheld followed by: 8306, 8303, 8506, PC-3000 or  
Remote followed by: 7201-AQM, 7301-AQM, 7501-AQM, 7201, 7301, 7501, 5201, 5301, 5501,  
5510, 5310, 5301-AQM, PC-4000, PC-4005, PC-5000, PC-5005

We, the undersigned, hereby declare that the equipment specified above conforms to the above Directives and Standards.

Stoughton, Massachusetts, March 31, 2016

David Pariseau  
Chief Technology Officer

## EK-5. PARTİKÜL CİHAZI KALİBRASYON BELGESİ



### CERTIFICATE OF CALIBRATION

MODEL NUMBER	8306
SERIAL NUMBER	1482

SIZE CALIBRATION AND VERIFICATION OF SIZE SETTING				
Channel	Nominal Particle Size (µm)	Gain Stage	Digital Cutpoint	Expanded Uncertainty
1	0.3 µm	High	3100	2.0%
2	0.5 µm	High	21100	1.8%
3	1.0 µm	Low	6599	1.5%
4	2.5 µm	Low	17926	1.1%
5	5.0 µm	Low	26617	0.8%
6	10.0 µm	Low	39522	0.4%

FALSE COUNT RATE						
Sample Time (Minutes)	Volume Sampled (Liters)	Concentration (Count/M <sup>3</sup> )	Measured Counts (#)	95% UCL (Count/M <sup>3</sup> )	Allowable Range	Pass/Fail
60	167.4	0	0	17.9	≤ 71.7	Pass


SIZE RESOLUTION			
Size (µm)	Actual	Limit	Pass/Fail
2.5	6.3%	≤ 15%	Pass

COUNTING EFFICIENCY			
Measurements	Allowable Range	Actual	Pass/Fail
0.3 µm	50% ± 20	48.0%	Pass
0.5 µm	100% ± 10	105.9%	Pass

FLOW RATE (L/MIN)			
Nominal	Actual	Actual %	Pass/Fail
2.83	2.79	-1.4%	Pass

Calibration Date:	September 7, 2016
Calibration Due Date:	September 6, 2017

## EK-6. CO<sub>2</sub> ÖLÇÜM CİHAZI KALİBRASYON BELGESİ



**Kalibrier-Protokoll**  
Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage  
Certificato di taratura • Informe de calibración

---

**Gerät / Module type /  
Modèle / Modelo:** **0632 1543**

**Serien-Nr. / Serial no. /  
No. de série / Número de serie:** **02388255**

**Messwerte / Measured values /  
Valeurs mesurées / Valores medidos:**

<b>Sollwert / Reference / Référence / Referencia:</b>	<b>Toleranz / Tolerance / Tolérance / Tolerancia:</b>	<b>Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:</b>
<b>Temperatur / Temperature / Température / Temperatura (NTC)</b>		
25.0 °C	± 0.5 °C	25.1 °C
<b>Relative Luftfeuchte / Relative humidity / Humidité relative / Humedad relativa</b>		
11.3 % rF	± 1.9 % rF	11.3 % rF
75.3 % rF	± 2.3 % rF	75.3 % rF
<b>CO<sub>2</sub></b>		
985 ppm	± 70 ppm	987 ppm
4595 ppm	± 142 ppm	4599 ppm
<b>Absolutdruck / Absolute pressure / Pression absolue / Presión absoluta</b>		
926.6 hPa	± 3.0 hPa	926.6 hPa

**Datum / Date /  
Date / Fecha:** **05.09.2012**

**Prüfer / Inspector /  
Vérificateur / Verificador:** **332**





