

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OKUL ÖNCESİ EĞİTİM YAPILARINDA İÇ MEKAN
HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

ASLI ÖZEKMEKÇİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

GEBZE
2021

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OKUL ÖNCESİ EĞİTİM YAPILARINDA
İÇ MEKAN HAVA KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

ASLI ÖZEKMEKÇİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
DR. ÖĞR. Ü. SANİYE KARAMAN ÖZTAŞ

GEBZE
2021

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

**A RESEARCH ON THE EVALUATION
OF INDOOR AIR QUALITY IN PRE-
SCHOOL EDUCATION BUILDINGS**

ASLI ÖZEKMEKÇİ
A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
DEPARTMENT OF ARCHİTECTURE

THESIS SUPERVISOR
ASSIST. PROF. DR. SANİYE KARAMAN ÖZTAŞ

GEBZE
2021

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 24/06/2021 tarih ve 2021/28 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 01/07/2021 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Aslı ÖZEKMEKÇİ'nin tez çalışması Mimarlık Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: DR.ÖĞR. Üyesi SANİYE KARAMAN ÖZTAŞ

ÜYE

: DR.ÖĞR. Üyesi ELİF ÖZER YÜKSEL

ÜYE

: DOÇ. DR. SONAY AYYILDIZ

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

ÖZET

Günümüzde iç mekan hava kalitesi sorunları oldukça önemli hale gelmiştir. Günden güne artan sanayileşme ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte, bina içinde kullanılan malzemelerin yapıları değişmekte ve iç hava kalitesine etki etmektedir. Zamanımızın büyük bir çoğunluğunu geçirdiğimiz kapalı mekanların, iç hava kalitesini etkileyen faktörleri göz önünde bulundurularak tasarlanması gerekmektedir. İç mekan hava kalitesi; mekanın havalandırma türü, kullanılan yapı malzemeleri, mekanın boyutu ve kullanıcı sayısı arasındaki oran, ısıtma sistemleri vb. gibi birçok etkene bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada; 3-6 yaş aralığındaki çocukların uzun zaman geçirdikleri anaokullarındaki sınıfların iç mekan hava kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Tez kapsamında iç mekan hava kalitesinin önemi, iç hava kalitesini etkileyen parametreler, iç mekan hava kalitesi standartları, iç mekan hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkisi ele alınmış ve bu konuda Türkiye'deki sorunları saptamak için literatür araştırmasıyla birlikte bir alan çalışması yapılmıştır. Yapılan alan çalışmasında, İstanbul Sarıyer İlçesi'ndeki 5 anaokulunda bulunan sınıflar iç mekan hava kalitesi temel alınarak incelenmiş, gözlem yöntemiyle mevcut durum ve Covid-19 salgını sonrasında alınan önlemler araştırılarak veriler toplanmıştır. Çalışmada, sınıflarda oluşan iç mekan hava kalitesinin kullanıcılar üzerinde oluşturduğu memnuniyet seviyesini belirlemek için öğretmenlere yönelik bir anket çalışması yapılmıştır. İç hava kalitesini etkileyen parametreler arasındaki ilişkiler grafiksel olarak değerlendirilerek uygulanan anketler analiz edilmiştir. Çalışmada beş okuldan ikisinde sınıflardaki doğal havalandırma yetersizliği, nem ve küf oluşumu nedenleriyle iç hava kalitesi memnuniyetinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan bu çalışmanın, yeni tasarlanacak veya iyileştirilecek eğitim yapılarında iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İç Mekan Hava Kalitesi, Okul Öncesi Eğitim Yapıları, Kullanıcı Konforu, Koronavirüs.

SUMMARY

Indoor air quality (IAQ) has become significant because people spend most of their time indoors today. Serious health problems may occur in users if necessary precautions are not taken regarding IAQ. Therefore, buildings should be designed considering the factors affecting IAQ such as ventilation type, building materials used, the building area per user heating systems, building envelope and maintenance.

IAQ affects the health of the user as well as the quality of education and training provided in educational buildings. This study aimed to evaluate the classrooms of children aged 3-6, who are sensitive to the negative effects of IAQ, in kindergartens. The importance of IAQ, the parameters affecting IAQ, standards, the effect of IAQ on human health were discussed and a field study was carried out with literature research to determine the problems in Turkey. In the field study, the current conditions of the classrooms in 5 kindergartens in Istanbul Sarıyer District were examined by observation method, based on the factors affecting IAQ, and data were collected by researching the measures taken after the Covid-19 epidemic. In addition, a survey was conducted for teachers to determine the level of IAQ satisfaction in the classrooms. It was concluded that IAQ satisfaction was low in two of the five schools due to the inadequacy of natural ventilation, the humidity and mold formation and the lack of temperature and humidity values in the appropriate ranges in the classrooms.

It is thought that this study may guide the improvement of IAQ in newly designed or improved educational buildings.

Key Words: Indoor Air Quality, Kindergarten, User Comfort, Coronavirus.

TEŞEKKÜR

Başta, yüksek lisans eğitimimde ve akademik hayatımda desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyip bilgisi ile bu çalışmanın oluşmasının yolunu açan danışmanım Dr. Öğr. Ü. Saniye KARAMAN ÖZTAŞ'a,
Bütün çalışmam boyunca yanımda olan, desteğini benden esirgemeyen sevgili eşim Anıl ÖZEKMEKÇİ'ye,
ve beni büyütüp bugünlere getiren sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	3
1.2. Yöntem	4
2. İÇ MEKAN HAVA KALİTESİ	6
2.1. İç Mekan Hava Kalitesini Etkileyen Faktörler	6
2.1.1. Havalandırma	9
2.1.1.1. Doğal Havalandırma	9
2.1.1.2. Yapay Havalandırma	11
2.1.2. İç Mekan Hava Kirlleticileri	12
2.1.2.1. Uçucu Organik Bileşikler	15
2.1.2.2. Asbestler	18
2.1.2.3. Biyoaerosoller	19
2.1.2.4. Kurşun	21
2.1.2.5. Radon	21
2.1.2.6. Karbondioksit	23
2.2. İç Mekan Hava Kirliliğinin Kaynakları	24
2.2.1. Dış Hava Kirliliği	25
2.2.2. Yapı Malzemeleri	26
2.3. İç Mekan Hava Kalitesi Standartları	27
2.4. İç Mekan Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	29
2.4.1. Hasta Bina Sendromu	31
2.5. Eğitim Yapılarında İç Hava Kalitesine Yönelik Araştırmalar	33

2.5.1. EPA Eğitim Yapıları için İç Hava Kalitesi Standartları	39
2.5.2. Covid-19 ve İç Mekan Hava Kalitesi İlişkisi	41
3. ANAOKULLARINDAKİ SINIF MEKANLARININ İÇ HAVA KALİTESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	45
3.1. İstanbul Sarıyer İlçesi'nde Bulunan Anaokulları	45
3.1.1. Anaokulu-1	46
3.1.2. Anaokulu-2	48
3.1.3. Anaokulu-3	51
3.1.4. Anaokulu-4	53
3.1.5. Anaokulu-5	55
3.2. Anaokullarının İç Mekan Hava Kalitesinin Gözleme Dayalı Değerlendirilmesi	57
3.3. Anaokullarının İç Mekan Hava Kalitesinin Kullanıcı Memnuniyeti Açısından Değerlendirilmesi-Anket Sonuçları	60
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	83
EKLER	84

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve</u> <u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
L/s	: lesitin/sfingomiyelin oranı
NO ₂	: Azot dioksit
O ³	: Ozon
SO ₂	: Kükürt dioksit
°C	: Santigrat
Ppm	: miligram/litre
M ³	: metreküp
Lif/ cm ³	: lif/santimetreküp
µg/m ³	: mikrogram/metreküp
µm	: mikrometre
nm	: nanometre
ASHRAE	: American Society of Heatign, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASHVE	: Amerikan Isıtma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği
DİE	: Devlet İstatistik Kurumu
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EN	: Avrupa Birliği Standartları
EPA	: Environmental Protection Agency(Çevresel Koruma Ajansı)
HBS	: Hasta Bina Sendromu
HVAC	: Heating, Ventilation and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve Soğutma)
INDEC	: Dolaylı Buharlaştırılmalı Soğutma
ISO	: The International Oragnization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu)
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VOC	: Uçucu Organik Madde

WHO : Dünya Sağlık Örgütü
Yy : Yüzyıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: İç Mekan Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler.	9
2.2: Etkin ve Yetersiz Havalandırma Örnekleri.	10
2.3: Çatı Havalandırmasında Hava Sirkülasyonu.	11
2.4: Radon gazının binaya girebilme sebepleri.	22
3.2: Anaokulu-1, Sarıyer.	46
3.3: Sınıf Büyüklükleri ve Pencere Önü Radyatörler.	47
3.4: Sınıf İç Mekanındaki Pencere ve Kullanılan Malzemeler.	48
3.5: Anaokulu-2, İstinye.	49
3.6: Sınıfın İç Mekanından Bir Görsel ve Pencere Önü Panel Radyatörler.	49
3.7: Sınıflarda Kullanılan Malzemeler.	50
3.8: Anaokulu-3, Zekeriyaköy.	51
3.9: Sınıf İç Mekanından Bir Görsel ve Radyatörler.	52
3.10: Anaokulu-4, Zekeriyaköy.	53
3.11: Sınıf İç Mekanından Bir Görsel ve Pencere Önü Radyatörler.	54
3.12: Sınıflarda Kullanılan Malzemeler.	54
3.13: Anaokulu-5, Zekeriyaköy.	55
3.14: Sınıf İç Mekanından Bir Görsel ve Pencere Önü Panel Radyatörler.	56
3.15: Sınıflarda Kullanılan Malzemeler.	57
3.16: Kullanıcıların Genel Özellikleri.	61
3.17: Sınıflarda Doğal Havalandırma Yeterliliği Konusunda Kullanıcı Memnuniyeti.	62
3.18: Sınıflarda Nem, Küf ve Koku Durumu.	63
3.19: Yaz ve Kış Mevsiminde Sınıf Sıcaklığı Memnuniyeti.	63
3.20: Sınıflarda Bakım ve Temizlik Sıklığı Memnuniyeti.	64
3.21: Sınıflarda Koronavirüs Sonrası Sosyal Mesafe Önlemleri Memnuniyeti.	65
3.22: Sınıflarda Koronavirüs Sonrası Cihaz Kullanımı Oranı.	66
3.23: Sınıflarda Koronavirüs Sonrası Dezenfeksiyon ve Temizlik Sıklığı Memnuniyeti.	66
3.24: Sınıflarda İç Hava Ortam Kalitesi Memnuniyeti.	67

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: İç Mekan Hava Kirleticilerinin Sınıflandırılması.	13
2.2: Türkiye’deki bazı kirleticileri için hava kalitesi sınır değerleri.	14
2.3: Uçucu Organik Bileşenlerin kaynama noktalarına göre sınıflandırılması.	17
2.4: Asbest hastalıklarının sınıflandırılması.	18
2.5: İnsanların çalışma şekillerine göre ortama verdikleri karbondioksit miktarları.	24
2.6: İç Mekan Hava Kalitesi Parametrelerinin Farklı Ülkelerce Açısından Karşılaştırılması.	27
2.7: Kirleticilerin insan sağlığına etkileri.	29
3.1: Anaokullarına Ait İç Mekan Hava Kalitesini Etkileyen Veriler	58

1. GİRİŞ

Eğitim süreci; içerisinde öğrenme, öğretme gibi birçok unsur barındırmaktadır. Toplumların tarihinde önemli bir araştırma konusu olan eğitim ve öğretim üzerine yapılan çalışmaların kapsamı gün geçtikçe genişlemektedir. Mimarlık disiplini de bu çalışmalara katkıda bulunmakta ve mekan ve öğrenme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların sayısı artmaktadır [Kuşçu, 2018]. Günümüzde yapılan bilimsel çalışmalar, iç mekan tasarımı bütünü içerisinde özellikle fiziksel çevre parametrelerinin; eğitim yapılarında verilen eğitim ve öğretimin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye neden olduğunu ortaya koymuştur [Önder, Gül, & Ergüldürenler, 2013]. Toplumların tarihinde ve mimarlık disipliniinde eğitim ve öğretim üzerine yapılan çalışmaların kapsamı gün geçtikçe genişlemektedir. Bu kapsam eğitim yönetiminden pedagojiye kadar açılan geniş bir yelpazedir. Mekân ve öğrenme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların sayısında artışlar görülmektedir [Şensoy ve Sağsöz, 2015]. Bu bağlamda, eğitim mekanlarındaki öğretim yöntemleri kadar fiziksel değişkenler de başlıca önemli hususlar olarak ele alınmalıdır. Görüntü, ses, sınıfın büyüklüğü, ısı, ışık, oturma düzeni, öğrenci sayısı ve havalandırma gibi fiziksel değerler öğrenmeyi etkilemektedir [Earthman, 2004].

Zorunlu eğitim sürecine hazırlık olarak tanımlanan okul öncesi eğitimde, 3-6 yaş aralığındaki çocuklar, gün içerisindeki vakitlerinin büyük bir çoğunluğunu okulda geçirmektedirler. Okul öncesi eğitim yapılarının içerisinde geçirilen sürenin bu kadar uzun olması, öğrencilerin sağlıklarını doğrudan etkilemektedir. Çocuklar, okullardaki kötü hava kalitesinden kaynaklanan iç mekan kirleticilerinin beklenmedik etkilerine karşı yetişkinlere göre daha hassastır [Organization, 2005, Çobanoğlu ve Kiper, 2006]. Hızlı büyüme dönemindeki küçük çocukların zehirli kimyasallara maruz kalması, ileriki yaşlarda bazı hastalıkların gelişmesine sebep olmaktadır. Ergenlik dönemine kadar beynin tam olarak gelişmemiş olması nedeniyle, küçük çocukların beyin yapılarının gazlar, metaller, solventler gibi zehirli kimyasallara karşı çok daha savunmasız oldukları bilinmektedir [Akdağ, 2015].

Okul öncesi eğitim yapılarında en fazla vakit geçirilen mekanlar olan sınıflar, çocukların sağlıkları ve öğrenme süreçleri için önemli bir unsurdur. Öğrenciler sınıfta oturma, eğitmeni dinleme anlama, yazı yazma gibi aktiviteleri gerçekleştirirken; fiziksel çevrenin (sıcaklık, aydınlatma, akustik, iç hava kalitesi, malzeme, renk vb)

öğrenme hareketi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir [McGregor, 2004].

Çocukların gelişimlerini sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri açısından, okullardaki iç mekan hava kalitesinin göz önünde bulundurularak tasarımın yapılması, çocukların gelişimi ve sağlığı açısından önem taşımaktadır.

İç mekân hava kirliliğinin sebebi; fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin etkisi ile birlikte havalandırma yetersizliğidir. 1960'lı yılların sonuna kadar bilim adamları dış çevre hava kirliliğine daha fazla odaklanmışlar ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerin daha çok buradan kaynaklandığını düşünmüşlerdir [Zhang, 2005]. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'na [EPA, 2010] göre; İç mekan hava kalitesi; binanın konumu, çevresel kalitesi, binanın bakımı, temizlik sıklığı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. İç mekan hava kalitesinde bakteri, partikül, uçucu organik bileşen, formaldehit gibi iç mekan hava kirlleticileri de etkili olmaktadır [Zhao ve diğ., 2008]. Okullarda, sıklıkla zayıf bina inşaatı, yetersiz bakım, yetersiz temizlik ve havalandırma, yüksek seviyede uçucu organik bileşikler, alerjenler ve küfler nedeniyle iç mekan hava problemleri görülmektedir [EPA, 2001].

İç hava kalitesinin koronavirüs salgını (COVID-19) sürecinde önemi artmıştır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, özellikle kalabalık ve yetersiz havalandırılan ortamlarda virüslerin iç mekanda havadan bulaştığına dair kanıtlar sunmaktadır [Lam, 2020]. Mimari çözümler, bina içi ortamda salınan patojenlerin yükünün azaltılmasında ve kullanıcıların enfeksiyonunun önlenmesinde rol oynayabilir [Megahed ve Ghoneim, 2021]. Binaların filtreleme, soğutma ve ısıtma sistemlerinde düzenli bakım yapılarak ve sık sık doğal havalandırma yapılarak iç mekan hava kalitesi iyileştirilebilir [Abouleish, 2020].

Binalarda koronavirüs önlemi kapsamında mekan metrekaresinin büyümesi, daha geniş koridorlar, giriş alanları ve sirkülasyon alanlarının çoğaltılması gibi tasarım çözümleri yapılabilir [Capolongo ve diğ., 2020]. Bu tasarımsal değişimler, kullanıcılar için esnek ve uyarlanabilir alanlar sağlayarak, binalar salgın sebebiyle değişen ihtiyaçlara ve yaşam tarzına uyumlu hale getirebilir [Wainwright, 2020]. Sosyal mesafenin etkisi ile ilgili olarak, mimarlar, enfeksiyonların ve hastalıkların yayılmasını önlemek için binalarda daha fazla açık alan tasarlanması ve yatay olarak genişleyen binaların tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir [Liu, 2020], [Novakovic, 2020]. Yüksek binalar, mümkün olduğunca fazla insanı tek bir yerde organize edecek şekilde tasarlanmaktadır.

Salgın sürecinde asansörler, asansör düğmeleri, kapı kolları gibi yüzeylerle teması azaltmak gerekir. Bu nedenle, yüksek yapılar yerine yatay olarak genişleyen binalar tercih edilebilir [Capolongo ve diğ., 2020], [Makhno, 2020]. Daha fazla doğal ışık, daha iyi havalandırma, iç mekanlarda daha az toksik madde salınımı yapan malzemeleri tercih etme, bitkileri ve diğer doğal malzeme kullanımını artırma gibi stratejiler yoluyla sağlığı iyileştirmeye yönelik adımlar atılabilir [Constable, 2020], [Lubell, 2020]. Bu bağlamda, hasta bina sendromundan kaçınmak ve iç hava kalitesini arttırmak için çatı pencereleri, büyük pencereler, çatı terasları, balkonlar ve avlular bina tasarımlarında kullanılabilir.

Salgın gerçeğini göz önünde bulundurarak, virüsü taşıma etkileri oldukça yüksek olan çocukların hem kendi sağlıkları hem de salgının hızına olan etkilerini kontrol altına alabilmek adına, çocukların en fazla zaman geçirdikleri eğitim yapılarının havalandırma sistemleri ve iç mekan hava kaliteleri ile ilgili ciddi önlemler almak ve yenilemeler yapmak gerekmektedir [Gülçiçek, 2021].

Türkiye’deki eğitim yapıları ve iç hava kalitesi durumuna bakıldığında il ve ilçe merkezlerine yapılan göçler sonucunda okul ve sınıflarda öğrenci sayısının giderek arttığı görülmektedir. 2017 OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) verilerine göre Türkiye’de devlet okullarında sınıf mevcudu ortalaması 35, Avrupa ülkelerinde ise bu sayı 23’tür, oranlar karşılaştırıldığında aradaki farkın oldukça fazla olduğu görülmektedir [TÜİK, 2018]. Bulgurcu ve diğ. yaptığı çalışmada Türkiye’de basık tavanlı ve mekanik havalandırması olmayan kalabalık sınıflarda pencerenin soğuktan açılmadığı kış günlerinde iç hava kalitesi problemlerinin çok yoğun şekilde yaşandığı belirtilmektedir. Öğrencilerin kışın hastalıklardan dolayı devamsızlıklarının arttığı, bu sınıflardaki iç mekan havasının öğrencilerde astım ve bronşit gibi kalıcı rahatsızlıklara neden olduğu vurgulanmaktadır. Bundan dolayı, okullardaki iç hava kalitesinin takip edilmesi, kontrolü ve ölçümü son derece önemlidir [Bulgurcu ve diğ., 2005].

1.1. Amaç ve Kapsam

Tez çalışmasında; okul öncesi eğitim yapısı olan kreşlerdeki sınıf ortamlarının iç hava kalitesi bakımından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Okul öncesi eğitim yapıları tasarlanırken yerel ölçekte bu konuda yapılan çalışmaların geliştirilmesi adına, alan çalışması kapsamında okul öncesi eğitim yapılarının iç mekan hava kalitelerinin mevcut durumun ortaya konularak değerlendirilmesi ve iç hava kalitesinin iyileştirilmesi konusunda farkındalığın artmasına katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

Çalışmada 3-6 yaş aralığındaki çocukların eğitim aldıkları kreşlerde uzun zaman geçirilen sınıf ortamları ele alınmıştır. Covid-19 salgın sürecindeki kısıtlamalarda kreşler diğer eğitim kademelerine göre ebeveynlerin çalışma durumlarından dolayı en fazla açık tutulan okullar olmuştur. Bu nedenle çalışmanın yapıldığı salgın sürecinde bu mekanlarda iç hava kalitesi açısından alınan önlemler ve süreçteki mevcut durumları da kapsam içinde değerlendirilmiştir. Alan çalışması kapsamında devlete bağlı anaokullarında Covid-19 salgınından kaynaklı tam kapanma süreçleri yaşandığından dolayı, Sarıyer İlçesi'nde açık olan 5 özel okul üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Bu çalışmada iç mekan hava kalitesine etki eden sınıflardaki öğrenci yoğunluğu, kreşlerin konumu ve çevresi, sınıflardaki havalandırma türü, kullanılan yapı malzemeleri, kış ve yaz mevsimlerindeki ısı konfor açısından kullanıcı memnuniyeti, küf ve nem durumu, bakım ve temizlik sıklığı, Covid-19 küresel salgını sürecinde alınan önlemler gibi parametreler göz önünde bulundurularak Sarıyer İlçesi'ndeki okul öncesi eğitim yapıları incelenmiştir.

1.2. Yöntem

Bu çalışmada, eğitim yapıları, iç mekan hava kalitesini etkileyen faktörler ve iç mekan hava kalitesinin etkileri açısından literatür taraması yöntemiyle incelenmiştir.

Okul öncesi eğitim yapılarıyla ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalar, sınıf ortamlarındaki iç hava kalitesini etkileyen faktörler göz önünde bulundurularak araştırılmıştır.

Alan çalışmasında, İstanbul Sarıyer İlçesi'nde seçilen anaokullarındaki sınıflar, iç mekan hava kalitesi temel alınarak incelenmiş, gözlem yöntemiyle sınıflardaki mevcut durum ve Covid-19 salgını sonrasında alınan önlemler araştırılarak bilgi toplanmıştır. Okul müdürleri ile iletişime geçilerek, gönüllülük esasına

dayanarak, öğretmenlere web tabanlı internet üzerinden Ocak 2021-Mart 2021 tarihleri arasında anket uygulanmış, iç mekan hava kalitesi memnuniyeti üzerine veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler grafiksel olarak analiz edilmiştir.

2. İÇ MEKAN HAVA KALİTESİ

İç mekân hava kalitesi; bir mekân içerisindeki var olan veya sirkülasyon halindeki havanın kalite ve konforunu belirleyen gaz veya parçacık formundaki parametrelerin belirli bir seviye ve yoğunlukta bulunmasıyla kullanıcıların fiziksel ihtiyaçlarının yanında psikolojik olarak da konforlu bulunduğu, yapı kullanıcılarının çoğunluğunu memnun eden hava kalitesi düzeyi olarak tanımlanabilmektedir [Burge ve diğ., 1990; ASHRAE, 2001; Gorny, 2004; Bhattacharya ve diğ., 2012]. Su ve Hansen'e göre; iç mekân hava kalitesi, solunan havanın insan sağlığını tehdit edecek seviyede olmayarak, hava niteliğinin konfor koşullarına uygunluğu ile kullanıcı memnuniyetini ifade etmektedir [Su, 1996; Hansen, 1999]. Kavgiç'e göre; iç mekân hava kalitesi, devamlı olarak sirkülasyon içerisinde bulunan hava ve havanın geçirdiği çeşitli tepkimeler sonucu oluşan karışımlar içerisinde sağlığa zararlı bileşiklerin bulunmadığı hava olarak tanımlanmaktadır [Kavgiç ve diğ., 2008].

İç mekan hava kalitesi; kapalı alanlardaki havanın içinde bulunan gazlar, uçucu organik bileşikler gibi kirleticilerin oranı ile ilgili bir kavramdır. İç hava ortamında kirliliğin oluşmasında dış ortam havası, kullanıcı aktiviteleri, yapılardaki insan yoğunluğu, yapı malzemeleri, iç mekan donanımları gibi birçok parametre etkili olmaktadır [Zorlu, 2019].

İç mekan hava kalitesi; okullar, kamu yapıları, yerleşim mekanları gibi kapalı alanlardaki insanların barınma, öğrenme, çalışma gibi eylemlerinin kalitesine etki ettiği gibi, sağlıklarına da dolaylı olarak etki etmektedir. ASHRAE 62 (2001) standardına göre uygun değerlerdeki iç hava kalitesi; 'içinde gazlar, uçucu organik bileşikler, parçacıklar bulunmayan veya belirlenen değerlerden az bulunan, mekan içinde bulunan insanların rahatsızlık hissetmediği hava' olarak tanımlanmaktadır. Yüksek kaliteli iç mekanlar yaratabilmek için alınacak önlemler, direkt olarak içinde vakit geçiren insanların sağlıklarını korumak adına yapılacak iyileştirici önlemlerdir.

2.1. İç Mekan Hava Kalitesini Etkileyen Faktörler

Kaliteli iç ortam hava koşullarının oluşturulabilmesi için, binalardaki iç mekan hava kirliliğini etkileyen faktörlerin minimum orana indirgenmesi gerekmektedir.

Bu faktörler; iç mekan hava kirleticileri, koku, nem, sıcaklık, mekanın büyüklüğü ile kullanıcı sayısı arasındaki oran, havalandırma şekli ve miktarı olarak belirlenebilir.

İç hava ortamının kirlenmesinin nedenlerinden başlıcaları uçucu organik bileşik (VOCs) yayan eşyalar (boyalar ve halılar, kıyafetler ve bakım ürünleri), havalandırma sisteminin içine dolan duman, kanserojen madde içeren haşere ilaçları ve temizlik malzemeleri, doğal havalandırma sebebiyle dış ortamdan taze hava ile gelen kirli hava, açık havaya doğrudan erişimi engelleyen sızdırmaz camlar, ozon yayan fotokopi makinaları ve yazıcılar, küf makinası gibi çalışan lavabolar, bina onarımları, doğal ve mekanik iç ve dış ortam hava değiştiricileri, bina ve bölmeleri arasındaki dispersiyon, rutubet ve sıcaklık gibi iç ortamdaki fiziksel durumlardır [American Federation of Teachers, 2004]. Oliver ve Shackleton'un yaptığı çalışmada iç hava kalitesinin uygun koşullarda olmamasının nedeni olarak; %53 mekanların yeterli düzeyde havalandırılmaması, %15 iç hava kirleticisi, %13 nedeni bilinmeyen etkenler, %10 fiziksel dış çevre ve %5 mikrobiyolojik canlılar olarak gösterilmektedir [Oliver ve Shackleton, 1998].

Farklı bina türlerindeki iç mekan hava kalitesi özellikleri, bina yaşı ve kullanılan malzemelere göre değişiklik gösterebilmektedir. Eski okul binaları daha az yalıtıma sahip olabilir, havalandırma sistemleri eski olabilir ve bu binalarda daha fazla asbest bulunabilir [Flynn ve diğ., 2000].

Yerleşik hayata dahil olan insan zamanının çoğunu yapılarda geçirmektedir. Uzun süreli bulundukları bu yapılarda kullanılan malzemeler çevresine gaz ve parçacık halinde zararlı maddeler yayarak havanın kalitesini olumsuz etkilemektedir. [Esin, 2004].

İç mekan hava kalitesinin uygun koşullarda olması için temel gereksinimler şu şekildedir;

- Çevresel tütün dumanından kaçınmak,
- Binada nem/küf oluşumundan kaçınmak,
- Alerjen kaynaklarından kaçınmak,
- Yeterli temizlik ve bakımın sağlanması,
- Isıtma ve havalandırma sistemlerinin uygun şekilde yönetilmesi ve bakımlarının yapılması,

- İ hava kalitesi parametrelerinin periyodik şekilde takip edilmesidir [EFA, 2001].

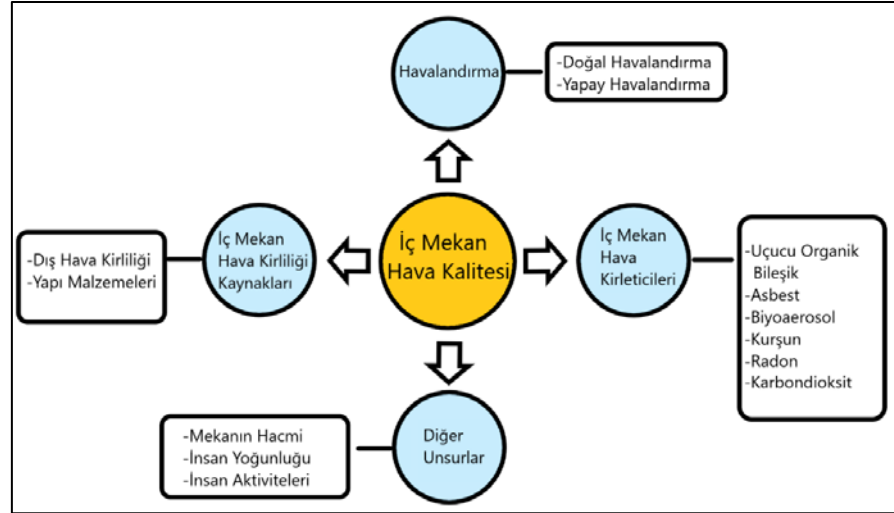
Kirli hava sadece iç ortamda değil dış ortamdan da yayılmaktadır. Yayılan havada zararlı gazlar, uçucu organik bileşikler, biyolojik kirleticiler ve partikül maddeler bulunmaktadır.

Havada bulunan bu kirlilikler;

- Atmosferde bulunan gazların birbirleriyle karışması,
- Elementlerin içlerindeki yapılarının yapısı gereği çözülmesi ve atmosfere karışması,
- Yeryüzünde insan dışındaki canlıların oluşturduğu maddeler,
- Doğa olayları sonucunda ortaya çıkan gazlar ve serpintiler,
- Ulaşım araçlarının kullandığı yakıtlar nedeniyle ortaya çıkan gazlar,
- Üretim tesisleri, seralar ve tarımda kullanılan kimyasal ilaçlar, olarak açıklanabilir [Günay, 1994].

Bu dış mekan kirleticileri; sağlam olmayan, yapım hataları bulunan binaların i mekanlarına sızarak etki edebilirler.

İç mekanda bulunan kirleticilerin yalnızca dış çevreden kaynaklı olmadığı, i ortamın kirliliği i hacmin sıcaklığı, sıcaklığın neden olduğu basınç farkı, havalandırmanın yetersiz olması ile de oluştuğu belirtilmektedir [Yılan, 2008]. İç mekan hava kalitesini etkileyen faktörler ekil 2.1’de özetlenmektedir.



Şekil 2.1: İç mekan hava kirliliğini etkileyen faktörler

2.1.1. Havalandırma

Bina içerisindeki havanın, doğal veya yapay yollar ile yenilenmesine havalandırma denir. Binalar, yeterli miktarda havalandırılarak iç mekan için uygun hava koşulları oluşturulmalıdır. Bu koşullar sağlanmadığında, bu mekanları kullanan kişilerde sağlık bozuklukları, yorgunluk, verim düşüklüğü gibi belirtiler görülebilmektedir. Kullanıcı memnuniyetinin sağlanması açısından, binaların yeterli miktarda havalandırılması şarttır [Zorlu, 2019].

Binalar; pasif ve aktif yöntemler ile havalandırılmaktadırlar. Pasif yöntem; binalarda fiziksel yollarla gerçekleştirilen doğal havalandırma, aktif yöntem ise; yapı içerisine eklenen cihazlarla gerçekleştirilen yapay havalandırma olarak açıklanabilir.

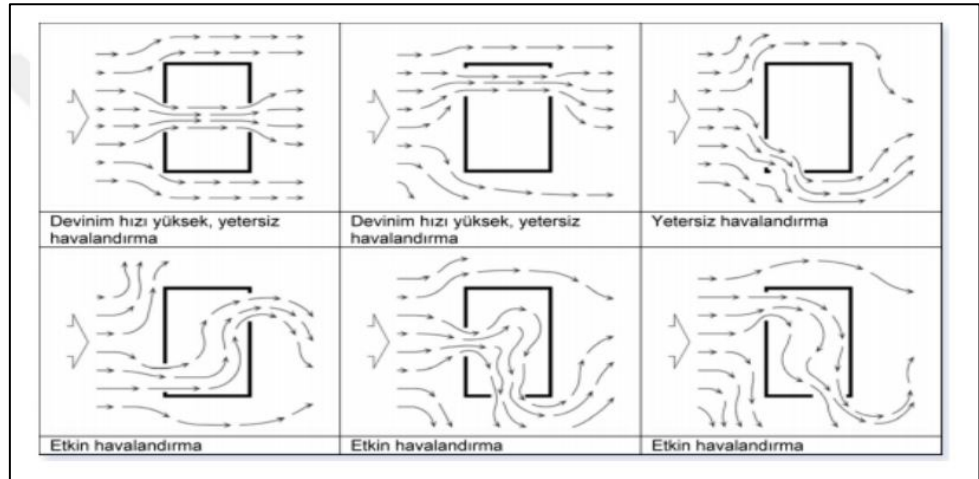
2.1.1.1. Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma, rüzgarın veya ısı değişikliklerinin oluşturduğu hava hareketiyle, taze havanın dış mekandan iç mekana alınarak, aynı miktarda kullanılmış havanın dışarı verilmesiyle gerçekleştirilir [Sev ve Özgen, 2003]. Bir binada doğal havalandırmanın sağlanabilmesi için, uygun koşullardaki dış havanın bina kabuğunu geçerek içeriye girmesi, bina içerisinde yeterli hava dolaşımının sağlanması ve kirli havanın bina dışına çıkarılması gerekmektedir [Web4, 2012]. Havanın yapı içerisine

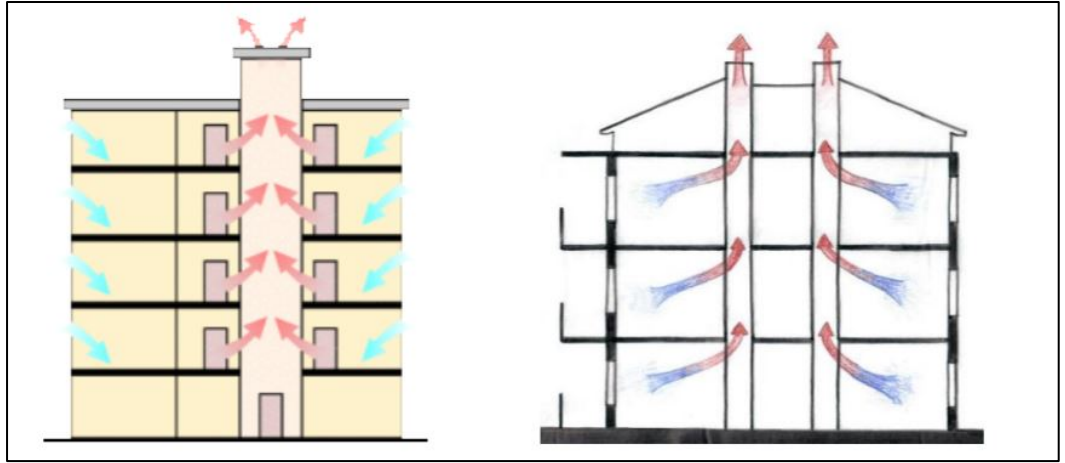
nasıl alındığı ve geri çıkarıldığı ile ilgili olan doğal havalandırma yöntemleri, en genel anlamda tek yönlü, çapraz ve baca etkisiyle havalandırma olmak üzere üçe ayrılmaktadır [Wood ve Salib, 2012].

Tek yönlü havalandırmada hava girdiği açıklıktan, mekanı dolaşarak tekrar geri çıkar. Çapraz havalandırma yöntemi rüzgarın yüksek basınçtan alçak basınç alanına doğru hareket etmesi sayesinde gerçekleşir. Baca etkisi ile havalandırma ise, yapının içi ve dışı arasındaki ve/veya yapı içindeki farklı bölgeler arasındaki sıcaklık ve yükseklik farkından kaynaklanan yoğunluk farkları sebebiyle oluşur [Dikmen ve Limoncu, 2016].

Doğal havalandırma, hem cephelerdeki açıklıklar vasıtasıyla hem de çatı detayları ile sağlanabilmektedir. Pencerelelerin boyutları, adetleri, konumları tasarlanırken, iç mekanın dış mekan ile ilişkisi, binanın konumu, bulunduğu alan ile ilişkisi, çevre binaların yüksekliği gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de etkin ve yetersiz havalandırma örnekleri gösterilmiştir [Web 4, 2012].



Şekil 2.2: Etkin ve yetersiz havalandırma örnekleri.



Şekil 2.3: Çatı havalandırmasında hava sirkülasyonu.

Binalarda uygun doğal havalandırma; temiz havanın bina içerisine girerek iç mekanda dolaşması ve kirli hava şeklinde dışarıya atılması yöntemiyle sağlanmaktadır. Bu akışın sağlanmasının sebebi, iç mekandaki hava kalitesini yükseltmektir. Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus, dış ortamdaki hava kalitesinin uygunluğudur. Örneğin; sanayi bölgesi gibi hava kirliliğinin fazla olduğu alanlarda doğal havalandırma iç mekan hava kalitesini uygun seviyeye getirmeyebilir. Bu sebeple, doğal havalandırma yöntemi kullanılmak istenen binalarda, dış mekan hava kriterleri dikkate alınmalıdır.

Doğal havalandırma, daha iyi bir iç mekan hava kalitesi sağlamak için iyi bir strateji sağlamaktadır. Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisleri Birliği (ASHRAE) tarafından belirlenen standartlara göre (62–1989), dış mekan için 700 ppm üzerinde sabit bir CO₂ konsantrasyon seviyesi ve iç ortam CO₂ konsantrasyonu için ise 1000–1200 ppm seviyeleri olarak önerilmektedir [Anonymous, 2014b].

2.1.1.2. Yapay Havalandırma

Yapay havalandırma, gerekli mekanik sistemler kullanılarak iç mekanlara taze hava girişinin sağlanmasıdır. Bu havalandırma metodunda kullanılan HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) sistemleri, iç mekandaki sıcaklık ve nem miktarının uygun aralıklarda olmasını sağlamaktadır. Yapay havalandırmada tercih edilecek sistem, iç mekanın hacmi, kullanım amacı, kişi sayısı gibi kriterler göz önüne alınarak belirlenmelidir. İç mekan hacmi büyüdükçe sıcaklığın uygun koşullarda stabil

tutulması zorlaşabilmektedir. Aynı şekilde mekan hacmi küçüldükçe de iç hava kalitesini arttırmak zor olabilmektedir [Zorlu, 2019].

İklim ve mekanın fiziksel şartları göz önüne alındığında, mekanik donanımlar aracılığıyla iklimlendirme ve ısı konfor koşullarının sağlanması, insanlara birtakım çevresel kolaylıklar sunmaktadır. Yazın sıcak havalarda ve bağıl nemin yüksek olduğu iklimlerde, kullanıcılarda çalışma verimini olumsuz yönde etkilemeyecek iş ortamının oluşturulması HVAC teknolojisiyle mümkün olmaktadır. Belirsiz doğal hava koşullarında, mekanik gereçler konfor koşullarının temin edilmesi için doğru alternatiflerdir. İç mekan hava kalitesinin yükseltilmesi açısından pasif ve aktif sistemlerin kombinasyonu ile daha etkin havalandırma sağlanabilmektedir [Özdamar, 2017]. Bu sistemlerin iklimlendirme için yetersiz olması veya sistemin detaylarında eksiklikler bulunması, sistemin yanlış teknik ile üretilmesi, bu donanımlarda; havalandırma sırasında sızıntı oluşmasına neden olmaktadır.

Bu durumda sızıntı olan bölgelerde neme bağlı olarak ortaya çıkan mantar ve bakteriler, bu sistemlerin ısıtma ve iklimlendirme kanalları aracılığı ile ortama yayılmakta ve iç ortamda hava kirliliği meydana getirmektedir [Çilingiroğlu, 2010].

Doğru şekilde planlanmayan yapay havalandırma sistemleri, iç mekan kirleticilerinin çoğalmasına neden olabileceğinden dolayı, hasta bina sendromu gibi durumların ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bu sebepten dolayı, kaliteli ve mekana uygun cihaz seçimi, yapay havalandırma yöntemlerinde göz önünde bulundurulması gereken kriterlerdendir. Yapay havalandırma sistemlerinde, düzenli aralıklarla orta verimli (MERV 5-13) filtrelerin değiştirilmesine, temiz ve serbest şekilde tahliye olan drenaj tavaclarına ve dışa açılan havalandırma deliğinin yakınında büyük kirletici kaynakların olmamasına dikkat edilmelidir [Web 8, 2021].

2.1.2. İç Mekan Hava Kirleticileri

İç mekanlarda bulunan, havanın kalitesini etkileyen ve sağlığa zarar veren tüm mikroorganizma, gaz ve partikül maddelere iç mekan hava kirleticileri denir.

Bu kirleticiler;

- Katı: tozlar, metal buharı dumanları ve katı maddelerden oluşan dumanlar (Duman içinde genellikle sıvı tanecikler bulunur),

Ssıvı: az yoğunluklu sisler, sis ve sıvı maddelerden oluşan dumanlar,

- Gaz: buhar ve gazlardır.

Ceylan (2011) yaptığı çalışmada iç mekan hava kirleticilerini aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: İç mekan hava kirleticilerinin sınıflandırılması.

Oluşumuna göre	Kimyasal özelliğine göre	Sağlık özelliğine göre	Kaynaklarına göre	Fiziksel özelliklerine göre
Doğal	Organik	Zehirleyici	İç	Gazlar
Yapay	İnorganik	Zararlı ve rahatsız edici	Dış	Buharlar
		Mutajenik		Parçacık
		Alerjik		

Havadaki kirleticilerin büyüklükleri birbirinden farklıdır. Havada asılı olarak bulunan 2µm çapından daha küçük tanecikler insan ciğerlerine kolayca tutunabilmektedirler. 8 ile 10µm çapından daha büyük tanecikler üst solunum yolları tarafından ayrılır ve tutulurlar. Ara boyutlar akciğerin hava kanalları üzerine çökerek, buradan hızlıca temizlenip yutulur veya öksürükle dışarı atılır. Büyük çaplı tanecikler, bazı ayırık otu tohumlarının parçaları gibi hafif elyaf maddeleri, havada daha uzun süre kalabilirler. 10µm çapından büyük taneciklerin çoğu uygun aydınlatma ve kontrast olması halinde çıplak gözle görülebilirler. Bunlara örnek olarak ortalama tanecik çapı 0,5µm değerinden küçük olan sigara dumanı ve bulutlar verilebilir [Dönmez, 2003].

Çevre havasındaki kirletici miktarlarının artması hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Hava kalitesi sınır değerleri genellikle; uzun vadeli sınır değerler (UVS) ve kısa vadeli sınır değerler (KVS) olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır. Uzun vadeli sınır değerler hava kirleticilerin düşük miktarlarının uzun süre solunmasıyla meydana gelen kronik etkiler için verilen üst sınır değerleri gösterir. Kısa vadeli sınır değerler ise, hava kirleticilerin kısa sürede yüksek konsantrasyonlarının solunmasıyla meydana gelen kısa süreli akut etkiler için

belirtilen sınır değerleri göstermektedir. Şekil 2.2’de Türkiye’deki bazı kirleticilerin hava kalitesi sınır değerleri verilmektedir [Kaynar, 1996].

Tablo 2.2: Türkiye’deki bazı kirleticileri için hava kalitesi sınır değerleri.

Kirleticiler	Birim	UVS	KVS
Kükürtdioksit (SO ₂)	(µg/m ³)	150	400(900)
Kükürttrioksit (SO ₃)	(µg/m ³)	250	400(900)
Karbonmonoksit (CO)	(µg/m ³)	10000	30000
Azotdioksit (NO ₂)	(µg/m ³)	100	300
Azotmonoksit (NO)	(µg/m ³)	200	600
Klor (CL ₂)	(µg/m ³)	100	300
Klorlu Hidrojen (HCL) ve gaz halde inorganik Klorürler (CL)	(µg/m ³)	100	300
Ozon (O ₃) fotokimyasal oksitleyiciler	(µg/m ³)	-	240
Hidrokarbonlar (HC)	(µg/m ³)	-	140(280)
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	(µg/m ³)	-	40(100)

Tablo 2.2 (Devam): Türkiye’deki bazı kirleticileri için hava kalitesi sınır değerleri.

Havada asılı partikül maddeler (PM)10 Mikron ve daha küçük partiküller	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
a) Genel		150	300
b) Endüstriyel		200	400
PM içinde kadmiyum (Cd) ve bileşikler	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,04	-
Çöken tozlar	($\mu\text{g}/\text{m}^3$ gün)	-	-

Çetin (2016)’e göre iç mekânlarda bulunan biyolojik, fiziksel ve kimyasal kirleticiler şunlardır:

- Uçucu organik bileşikler
- Asbestler
- Karbondioksit (CO_2),
- Biyoaerosoller
- Kurşun
- PVC.

Bu kirleticilerin seviyelerindeki değişiklik, direkt olarak iç mekan hava kalitesini etkilemektedir [Çetin, 2016].

2.1.2.1. Uçucu Organik Bileşikler (VOCs- Volatile Organic Compounds)

İçerisinde bir hidrojen ve bir karbon atomu bulunan bileşenlere uçucu organik bileşenler(UOB) denir. Uçucu organik bileşikler, iç mekanda tek başlarına veya başka maddeler ile tepkimeye girerek kirlilik oluştururlar. UOB'lere uzun süre maruz

kalındığında, sağlığa ciddi miktarda zarar verebilmektedirler. UOB'lerin iç mekanda bulunma oranları, mekanın havalandırılma aralığına ve sıcaklığa göre değişmektedir.

Yeterli miktarda havalandırılan ve sağlığa zararlı olmayan malzemeler kullanılarak tasarlanmış iç mekanlardaki UOB oranı düşük iken, yeterli miktarda havalandırılmayan ve sağlıksız malzemelerin kullanıldığı iç mekanlarda UOB oranları yüksek olmaktadır. UOB'lerin ortamdaki derişimi, uluslararası kuruluşların standart değerlerine göre 1-3 ppm'dir [EPA, 1998]. 2-3 ppm ve daha düşük seviyedeki UOB, insanlarda alerjik reaksiyonlara sebep olabilmektedir. 4-5 ppm seviyelerinde, hafıza kaybı, cilt kızarıklıkları gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır. 10-20 ppm seviyesinde ise solunum güçlüğü, göz, burun ve boğazda yanma gibi reaksiyonlar belirlemektedir. Astım hastası olan kişiler, UOB'lere karşı daha dirençsizdir [Altın, 2015].

UOB kaynakları hem dış hem de iç ortamda çok farklı şekillerde bulunmaktadır: dış ortam için ana kaynak trafikken, iç ortam için başlıca kaynaklar; ısınma, pişirme, boya, oda koku spreylere, halılar ve temizlik maddeleridir [Schlink ve diğ., 1998; Rehwagen ve diğ., 2003].

İç ortamda yaygın olarak bulunan UOB'ler:

- Alifatikler; örn. Metan, etan, propan, butan, v.d.
- Olefinler; örn. Propan, isobuten, isopenten, v.d.
- Aromatikler; örn. Toluen, ksilen, benzen, etil benzen, 4-fenilsikloheksen v.d.
- Halojenli hidrokarbonlar; örn. Trikloroetilen, perkloroetilen, 1,1,1-trikloroetan, v.d.
- Terpenler; örn. α -pinen, β -pinen, limonene, v.d.
- Diğerleri; örn. Aseton, metanol, isopropanol, metil etil keton, metil isobutil keton, v.d.'dir [Hansen, 1999].

UOB'ler, DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü-WHO) tarafından çok uçucu, uçucu, yarı uçucu ve diğer partikül maddelerle birleşmiş organik bileşik olarak 4 kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler, organik bileşiklerin kaynama noktalarına göre belirlenmiştir. 0-50 °C arasındakiler çok uçucu organik bileşikler, 50-260 °C arasındakiler uçucu organik bileşikler, 260-380 °C arasındakiler yarı uçucu organik bileşikler, 380 °C yüksek olanlarda diğer maddelerle tepkime yapan organik bileşikler

adını almaktadır [DSÖ, 1989]. Aşağıda kaynama noktalarına göre sınıflandırılan UOB'ler verilmektedir (Tablo 2.3) [Hansen,1999].

Tablo2.3: Uçucu organik bileşenlerin kaynama noktalarına göre sınıflandırılması

Tanım	Kısaltma	Kaynama Noktası Aralığı
Çok uçucu organik bileşikler	VVOC	0-50 arası
Uçucu organik bileşikler	VOC	50-260 arası
Yarı uçucu organik bileşikler	SVOC	260-380 arası
Partikül madde ile birleşmiş organik bileşikler	POM	>380

Benzen ve toluen, UOB'lerin içerisinde bulunan en zararlı kimyasallardır. Bu kimyasallar, binaların cephelerindeki açıklıklardan bina içerisine girmektedir. Bu kimyasallardan benzenin dış ortamdaki oluşum kaynağı, benzinli araçlardır. Motorlu taşıtların fazla kullanıldığı şehirlerdeki binalarda benzen kirliliğinin ($7,7 \text{ m}^3$), motorlu taşıtların az kullanıldığı şehirlerdeki binalara ($5,7 \text{ m}^3$) göre daha yüksek seviyelerde olduğu araştırmalarda ortaya konulmuştur [Fischer ve diğ., 2000]. UOB'lerin sağlığa en çok zararlı olanlarından birisi benzenken, yapı içerisinde en çok bulunan türü toluendir [EPA, 1998].

Benzen, EPA tarafından A sınıfı kanserojen madde olarak tanımlanmıştır. Benzene maruz kalan kişilerde, solunum zorluğu, mide ve baş ağrısı, bilinç kaybı gibi belirtiler görülebilmektedir. Deri yoluyla emilerek veya solunum yoluyla insan vücuduna giren bu madde, nörotoksik, kanserojenik ve hematolojik rahatsızlıklara sebep olmaktadır [Tözün ve Ünsan, 2008].

Kapalı ortamlarda UOB düzeylerinin düşürülmesinde aşağıdaki hususlardan yararlanılabilir.

- Kapalı ortamlarda düşük yayılım düzeyinde ürünlerin tercih edilmesi,
- Malzemelerin, üretici önerilerine uygun biçimde kullanılması,
- Organik maddelerin iyi havalandırılan yerlerde saklanması,

- Yazıcıların, fotokopi makinelerinin ve diğer noktasal kirlетici kaynakların yakınlarına yerel egzoz havalandırma cihazlarının yerleştirilmesi,
- Havalandırma miktarının arttırılması, örneğin havalandırmayı iki katına çıkarmak UOB yoğunluğunu yarı yarıya indirebilmektedir [Dönmez, 2003].

2.1.2.2. Asbestler

Hidrosilikat grubu olarak bilinen magnezyum silikat, kalsiyum-magnezyum silikat, sodyum- demir silikat gibi mineralleri içeren, lifli yapıdaki minerale asbest denir. Yapı endüstrisinde, ısıya ve kimyasallara karşı dayanıklılığından dolayı, ısı yalıtımında ve çatı kaplamalarında kullanılmıştır. Asbestin iki türü bulunmaktadır: serpantin ve amfibol. Bu türlerden amfibol, serpantine göre çok daha zararlıdır. Asbest, iç mekanlarda maksimum 1 lif/cm³ seviyesinde olmalıdır. Bu seviyenin üzerindeki asbeste maruz kalan kişilerde, akciğer kanseri, mezotelyoma, asbestozis, plevral sıvı ve plevral plak, round atelektazi gibi rahatsızlıklar görülebilmektedir. Asbestin neden olduğu hastalıklar, kişilerde uzun vadede ortaya çıkmaktadır. Sigara içenlerin asbest varlığında akciğer kanserine yakalanma oranının daha yüksek olduğu da belirtilmektedir [Yurtseven, 2008]. Tablo 2.4'te Asbest hastalıklarının sınıflandırması gösterilmiştir [Üzmezoğlu vd., 2017].

Tablo 2.4: Asbest hastalıklarının sınıflandırılması

Plevral Hastalıklar	Akciğer Fibrozisi	Prekardiyal Hastalıklar	Malign Hastalıklar
-Plevral efüzyon -Plevral kalınlaşma -Hyalinize ve kalsifiye plevral plaklar	-Asbestozis -Zeolitozis	-Prekardiyal efüzyon -Prekardiyal kalınlaşma -Prekardiyal kalsifikasyon	-Malign plevral mezotelyoma -Malign peritoneal mezotelyoma -Bronkojenik karsinoma -Diğer organ kanserleri

1972 yılında; EPA tarafından zararlı bulunan bu maddenin üretimi ve kullanımı, ülkemizde 31.12.2010 tarihinde yürürlüğe giren yasayla yasaklanmıştır [Web 6, 2019]. Günümüzde kullanımı yasak olsa da daha önceki dönemlerde inşa edilmiş yapıların kullanımı, bakım-onarımı veya yıkımı gibi süreçlerde asbest kirliliği meydana gelebilmektedir. Yapıların yıkım, bakım-onarım gibi süreçlerinde asbest kirliliğinin oluşmasını önlemek adına, bu süreçlerde planlı ve sistematik çalışılması gerekmektedir. Bu eski yapıların havalandırılma sıklığı arttırılmalıdır.

2.1.2.3. Biyoaerosoller

Bakteri, mantar, mantar sporları, virüsler ile polen ve onların fragmentlerini içeren biyolojik kökenli olmak üzere, havada bulunan tüm organik tozlar biyoaerosoller olarak adlandırılır [Nevalainen ve diğ., 1992; Stetzenbach ve diğ., 2004]. Biyoaerosollerin çoğu, toprak, su, hayvan ve insanlardan kaynaklanan doğal bileşenler olmaları nedeni ile neredeyse her yerde çeşitli oranlarda bulunurlar. Mevsim, rüzgar, sıcaklık, bağıl nem ve coğrafi konum gibi faktörler biyoaerosol düzeyi ve türlerini etkilemektedir [Jones ve Harrison, 2004]. Ayrıca, güneş radyasyon şiddeti, diğer gaz ve partikül kirlenici düzeylerinin de biyoaerosol düzeyinin değişimine etkisi olduğu da bildirilmektedir [Mouli ve diğ., 2005].

Havadaki aşırı nem mikroorganizmaların iç mekanda çok hızlı bir şekilde üremelerine neden olabilmektedir. İnsan sağlığı üzerinde, doğal olarak bulunan bakterilerin ve mantarların çoğu olumsuz etkilere neden olmazken; bazı bakteri ve mantar türlerinin insan sağlığı ve çevre üzerinde önemli etkileri vardır. Sağlık riski ise bazı türlerin seviyelerinin normalin üstünde olduğunda söz konusu olmaktadır [Goyer ve diğ., 2001].

Biyoaerosoller, türlerine göre değişik çaplara sahiptirler (Şekil 2.3). Örneğin virüsler 0,003 ile 0,06 mikron çaplarında olmakla birlikte genelde koloniler halinde veya havada asılı diğer taneciklere yapışmış olarak bulunurlar.

Bakteriler ise genellikle 0,4 ile 5 mikron çapındadır ve çoğunlukla büyük taneciklerle beraber bulunurlar. Mantar sporlarının çapları 10-30 mikron, bitki tozlarının, polenlerin çapları 10-100 mikron ve bunların en çok tanınan çeşitleri ise 20-40 mikron düzeylerindedir [Dönmez, 2003].

İç mekanlarda biyoaerosollerin varlığı, binadan kaynaklanan bazı bulaşıcı veya alerjik hastalıklara yol açabilmektedir. Bazı biyoaerosoller, uygun koşullar altında, kötü kokan ve tahriş edici uçucu kimyasal bileşikler üreterek, hasta bina sendromu adı verilen rahatsızlığı oluştururlar. Lejyoner hastalığı ve Pontiac hastalığı, bu gibi durumlar sonucunda görülmektedir. Lejyoner hastalığı, %15 ölüm oranıyla, yalnızca solunum sisteminde değil, birçok sistemde görülmektedir. Bu hastalık, etkili bir tedavi gerektirmektedir. Binalardaki bulaşıcı hastalıklar, Legionella Pneumophila bakterisi ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Legionella genellikle su soğutma kuleleri; buharlaşmalı yoğuşturucular ve konutlardaki su için kullanılan tesisatlarda, üremesi için gereken şartları sağlar. Pontiac ateşi, diğer hastalıklara nazaran daha hafif bir hastalıktır. Ayakta tedavi ve antibiyotik ile bu hastalık yenilebilmektedir [ASHRAE., 1997].

Virüslerin yanı sıra çeşitli organizmalar da iç ortam havasında bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Mikroorganizmalar, bağışıklık sistemini etkilemek suretiyle yapıyla ilgili hastalıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle, mikroorganizmaları ya da bunların benzeri olan sporları, enzimlerini soluyanlarda alerjik solunum yolu hastalıklarına yakalanmaktadır. Bu hastalıklar yapılarda nemlendiricili su püskürtme sistemleri gibi ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme cihazlarından veya uzun süreli suya maruz kalmış bazı mekanik ekipmanlardan kaynaklanan mikrobiyolojik kirliliğe bağlanılmaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen birçok araştırma, mikroorganizmaların iç ortamın hava kalitesi ile ilgili konulardaki öneminin giderek arttığını göstermektedir [Demircioğlu ve Toksoy, 1997].

İç mekanlardaki bu mikroorganizmaların üremeleri ile ilgili;

- Sık sık havalandırma,
- Ortam sıcaklığının uygun derece aralığında olması,
- Düzenli temizlik,
- Uygun nem oranı
- HVAC sistemlerinin ve filtrelerin düzenli temizlenmesi gibi önlemler alınmalıdır.

2.1.2.4. Kurşun

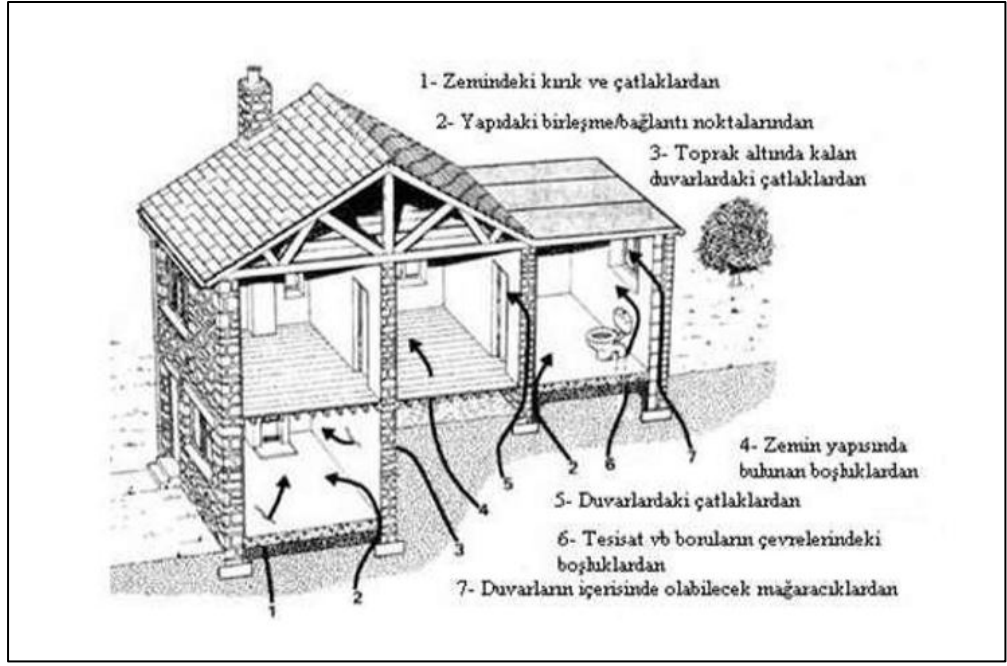
Kurşun, gümüş gri veya mavimtrak renkli yumuşak bir metaldir. Ucuzluğu ve birçok şekle kolayca girebilmesi nedeniyle birçok farklı alanda kullanılabilmektedir. Su borularında, çatı kaplamalarında, araçların boyalarında vb. gibi alanlarda kullanılmaktadır. Kurşun, yüksek sıcaklıkta buharlaşarak kurşun oksitlere dönüşür ve ortamdaki kurşun konsantrasyonunun artmasına sebep olur. Kurşundan elde edilen yakıtlar, havadaki kurşun kirliliğinin bir diğer önemli sebeplerindendir.

Kurşuna fazla maruz kalındığında, zehirlenme, zihin ve beden gelişiminde zayıflık, solunum ve sindirim sistemleri rahatsızlıkları gibi etkileri ortaya çıkmaktadır. Kanda 80 µg/dL kurşun bulunması komaya, hatta ölümlere neden olabilmektedir. Düşük seviyedeki kurşun ise böbrek, kan hücreleri ve merkezi sinir sistemine etki etmektedir. 10 µg/dL düzeyindeki kurşunun ise zihin ve beden gelişimini zayıflattığı belirtilmektedir [Yurtseven, 2008]. Kurşun kirliliği, tüm canlılar için potansiyel risk oluşturmakla birlikte, bu kirlilikten en çok etkilenen bebekler, çocuklar, hamile kadınlar, yaşlılar ve mesleki zorunluluk nedeniyle bu maddeye maruz kalanlardır. Kurşun insan vücuduna alındığında, insan vücudundan atılması uzun zaman (20 sene) almaktadır [Bushnell and Jaeger, 1986].

Kurşunun son yüzyılda, paslanmaya karşı boyalarda katkı maddesi olarak kullanılması ve bu malzemelerden kaynaklanan emisyonların fark edilmesi sonucunda 1970'lerden sonra Almanya gibi Avrupa ülkelerinde kurşun kullanımına limit getirilmiştir [Şanlı ve diğ., 2005].

2.1.2.5. Radon

Renksiz, kokusuz, gözle görülemeyen doğal radyoaktif asal bir gaz olan radon yerkürede, taş ve toprak içinde bulunan uranyum ve radyum gibi doğal radyoizotopların radyoaktif bozunması sonucu oluşur. Şekil 2.4'te radon gazının binaya giriş yolları gösterilmiştir [Taek, 2011].



Şekil 2.4: Radon gazının binaya girebilme sebepleri.

Doğal çevrede bulunan ve diğer maddelerle kimyasal bağ oluşturmeyen radon, uranyumun birkaç kademeli bozunmasıyla oluşan radyumun radyoaktif bozunmasından ortaya çıkan kokusuz, tatsız ve inert bir radyoaktif gazdır. Çok ince gözenelerden geçerek iç mekanlara girer.

Radonun iç mekana girmesinin başlıca sebepleri şunlardır;

- Binanın çevre toprağında bulunan radon miktarı,
- Tesisat boruları, lağım boruları gibi elemanların çevrelerindeki açıklıklar,
- Duvar ve döşeme arasındaki bağlantıdaki çatlaklar,
- Kumtaşının, kireçtaşının kullanıldığı malzemelerin bina içerisindeki çokluğu,
- Ocaklarda ve ısınmada doğalgaz kullanımı ile oluşan radon gazı kirliliği,
- Kömür yakılması sonucu ortaya çıkan radon gazı.

Bunların yanı sıra, duvarın yapısındaki taş, tuğla ve betonun dış ortamdaki gama ışınlarına maruz kalmasıyla da radon gazı yayılımının arttığı bilimsel veriler ile ortaya konulmuştur [Balanlı ve diğ., 2004].

Radonun iç ortamda kirlilik oluşturması, insan sağlığını diğer kirleticiler gibi etkilemektedir. Radon kirliliği, insanlar için kanser tehlikesi oluşturmaktadır. Bu risk

sigara kullananlarda daha fazladır [DSÖ, 2009]. Uluslararası sağlık kuruluşlarının yayınladığı raporlara göre sigaradan sonra radon gazının akciğer kanserini tetikleyen ikinci neden olduğu, radon kirliliğinin baş ağrısı, nefes almada daralma gibi akut rahatsızlıklar oluşturmadığı, bunun yerine doğrudan insan vücudundaki DNA molekülleri üzerinde deformasyon ve mutasyona neden olduğu belirtilmiştir [ICRP, 2009].

Radon kirliliğinin önlenmesi için alınabilecek tedbirler şu şekildedir [rgn ve elebi, 2016]:

- Yapı malzemelerinin radon katsayıları ve radyoaktivite oranları saptanmalıdır.
- Yapılar olabildiğince havalandırılmalıdır.
- Isınma için kullanılan yakıtların uranyum oranları tespit edilmeli, kömürün uranyum içermeyen türleri tercih edilmelidir.
- Isıtma amacıyla kullanılan kazan daireleri gibi alanlarda havalandırma menfezleri bırakılmalıdır.
- Radon gazı çatlaklardan sızıntı yaparak yapı içerisinde dağıldığı için bodrum ve diğer katlarda; temel, duvar ve tavanlardaki çatlaklar izole edilmeli, kapatılmalıdır.
- Yapı malzemelerinden biri olan doğal taşların radyoaktivite oranı, kuruluşlarca belirlenen sınır değerlerden fazla ise bu yapı ürünleri, kapalı mekanlarda kullanılmamalıdır.

2.1.2.6. Karbondioksit

Karbondioksit, karbon içeren materyallerin yanması ve havadaki oksijenin birleşmesiyle oluşan kokusuz ve renksiz bir gazdır. Fosil atıkların günümüzde yaşam alanlarımızda ve sanayi bölgelerinde yakıt olarak kullanılması, teknolojinin gün geçtikçe daha çok gelişmesi, nüfus artış ivmesinin yükselmesi gibi sebeplerden dolayı havadaki karbondioksit miktarı hızla artmaktadır. Denizler ve bitkiler havadaki karbondioksitin bir miktarını kullanmakta, kalanı ise atmosferde birikmektedir. İç ortam hava kalitesinin belirlenmesi açısından, mekandaki karbondioksit oranı önemli bir parametredir. ASHRAE Standart 62-2001'e göre, i ortamdaki karbondioksit konsantrasyonu 1000 ppm olmalıdır. Eğer CO₂ miktarı bu seviyeden düşük ise iç

ortamdaki hava, kabul edilebilir iç hava kalitesindedir. Ancak, kabul edilebilir bir iç ortam havası için, iç ortam karbondioksit seviyesinin dış ortam havasından maksimum 700 ppm daha fazla olması da gerekmektedir [Anonymous, 2014b].

İç ortamlardaki insanlar, nefes alıp vererek mekanın CO₂ oranını arttıırırlar. Normal bir iş ile uğraşan bir insan saate 20 litre (0,02 m³) CO₂ üretir. İnsan sağlığının olumsuz etkilenmemesi için, iç mekandaki insan sayısı arttıkça CO₂ miktarı eş zamanlı olarak arttığı için, iç mekanlar sık sık havalandırılmalı veya havalandırma sistemleri yapılmalıdır. Altteki tabloda insanların çalışma şekilleri ile ortama verdikleri karbondioksit miktarları görölmektedir [Bulut, 2012].

Tablo 2.5: İnsanların çalışma şekillerine göre ortama verdikleri CO₂ miktarları.

Durum	Faaliyet Derecesi	CO ₂ veriş miktarı (litre/saat)
Oturan	I	15
Elle Hafif İş Yapma	II	23
Elle İş Yapma veya Yavaş Yürüme	III	30
Ağır İş Yapma veya Hızlı Yürüme	IV	30

2.2. İç Mekan Hava Kirliliğinin Kaynakları

Gün içerisindeki zamanımızın büyük bir çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirdiğimiz göz önüne alındığında, insan sağlığına uygun iç mekan hava kalitesinin sağlanmasının gerekliliği bir kez daha anlaşılmaktadır. Uygun iç mekan hava kalitesinin sağlanabilmesi için, kirliliğe neden olan kaynakların kontrol altında tutulması önem arz etmektedir. İç mekan hava kirliliğini etkileyen etmenlerin sayısı oldukça fazladır. Başlıca etmenler olarak; sıcaklık, nem, havalandırma koşulları, alanın büyüklüğü ile içerisindeki kişi sayısının oranı, iç mekanda kullanılan yapı malzemeleri ve yapının konumu gereği dış mekan hava kalitesi sayılabilir. Örneğin; bir sınıfın tasarım aşamasında 30 öğrenci için 60 m² alan ayrılmış, fakat yoğunluk sebebiyle sınıf mevcudu 30 üzerine çıktıysa, o sınıfı kullanan öğrencilere sağlıklı bir

iç hava kalitesi sunmak mümkün değildir. Bunun gibi olası senaryoları çözebilmek için, ilk olarak yapıların kendi içlerinde hava kirliliğine sebep olan kaynaklar tespit edilmelidir. Aşağıdaki bölümde iç mekan hava kirliliği kaynaklarından bahsedilmektedir.

2.2.1. Dış Hava Kirliliği

İç mekan hava kalitesi, hem yapının iç mekan koşullarından hem de dış mekan koşullarından etkilenmektedir. Yapay hacimlerin oluşturulma amacı, insanları zararlı dış çevre koşullarından korumak ve onlara konforlu alanlar sunmaktır. Ancak son yıllarda bazı kapalı ortamlardaki hava kirliliğinin, dış ortam hava kirliliğinden fazla olduğu, bu oranın özellikle kış aylarında belirginleştiği araştırma sonuçlarına göre tespit edilmiştir [Baek ve diğ., 1997].

Binaların iç mekan hava kalitesini iyileştirebilmek için doğal havalandırma yöntemi ile içeri alınan temiz hava, beraberinde dış mekandaki kirleticileri de binanın içerisine getirmektedir. Pencerelerden veya havalandırma kapaklarından iç mekana giren kirleticiler, mekanı kullanan kişilerin nefes alıp vermesi ile vücuduna girmekte ve sağlıklarını etkilemektedir.

Binanın bulunduğu yerin iklimi, sıcaklığı, nem oranı gibi etmenler bina içerisindeki ısı konfor kalitesini doğrudan etkilemekte ve iç mekandaki standart ısı ve nem değerlerinin sağlanamamasına neden olabilmektedir. Doğal havalandırma yoluyla içeriye giren kirleticilerin iç mekanda çoğalmasını engellemek adına ısı ve nem oranına dikkat edilmelidir. Bu sebeple bir bina tasarlanırken, binanın konumlandırılması, cephe elemanları, pencere adetleri, büyüklükleri vb. Gibi tasarım noktaları göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Bina içerisindeki ısı konfor standartlarının sağlanmasına önem gösterilmelidir.

Binanın konumu, iç mekan hava kalitesini etkileyen bir diğer önemli unsurdur. Yoğun trafik akışının olduğu caddelerde ya da sanayi bölgesi yakınlarında inşa edilmiş yapılar, dış hava kirliliğine maruz kalmaktadır. Bu faktörleri engellemek için iki farklı yol izlenebilir. İlk olarak, şehir planlamaları yapılırken kirliliğin fazla olduğu bölgeler insan yerleşimine açılmamalıdır. Yönetmeliklere belirli yaklaşma mesafeleri eklenmeli ve denetlenmelidir. İkinci olarak, şehirdeki sanayi kaynaklı hava kirliliğini önleyebilmek adına endüstri yapılarına filtre kullanımı gibi kurallar getirilmeli,

çevreye verilen zararı en aza indirgeyecek şekilde faaliyetlerini sürdürmeleri sağlanmalı ve kontrol edilmelidir.

2.2.2. Yapı Malzemeleri

18. Yüzyıl öncesinde binalarda taş, kerpiç ahşap gibi doğal ve katkı maddesi içermeyen yapı malzemeleri tercih edilmekteydi. Bu malzemeler, doğadan temin edildikleri halleriyle kullanılmaktaydı. 18. Yüzyılda sanayi devrimi gerçekleşikten sonra ise binalarda kullanılan malzeme yelpazesi genişlemiştir. Üretim evresinde birçok işleme maruz kalan yapay malzemeler, doğal malzemelerin yerini almaya başlamıştır. Talep edilen boyutlarda seri üretim şeklinde üretilen bu malzemeler, kullanım açısından büyük kolaylık sağlamıştır. Fakat bu malzemeler hem üretim hem kullanım hem de atık haline gelme sürecinde çevreye zarar vermektedir. Özellikle üretim sürecinde malzemelerin oluşmasına katkı sağlamak amacıyla kullanılan kimyasallar, ürünün kullanım sürecinde bulunduğu iç mekana dağılmakta ve kullanıcıların sağlıklarını etkilemektedir.

Sadece yapı malzemeleri değil, aynı zamanda mobilyalar, ev eşyaları ve iç mekan donanımları da zararlı kimyasallar içerebilmektedir [Zorlu, 2019]. Bu mobilyalarda kullanılan malzemelerin üretim sürecinde de çeşitli zararlı bileşikler kullanılmakta, kullanım sürecinde bu bileşikler havaya yayılmaktadır.

Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) kullanıcılara sağlıklı koşullar sunan ve doğadan elde edilmesinden, ömrünü tamamladıktan sonra geri dönüşümüne kadar tüm süreçlerde “sürdürülebilir” nitelikte olan yapı malzemelerini sertifikalandırmaktadır. Bir yapı malzemesinin, sertifika alabilmesi için yapılarda uygun iç hava kalitesini sağlama ve toksik maddeleri azaltma özelliğine sahip olması gerekmektedir [Yengar, 2015].

Tüm bu sebepler göz önüne alındığında, binalarda tercih edilen sıva, boya, derz, kaplama gibi yapı malzemelerinin içeriği temiz veya içeriğinde insan sağlığına zarar vermeyecek seviyede bileşen bulunan ürünler olduğundan emin olunmalıdır.

2.3. İç Mekan Hava Kalitesi Standartları

İç mekan hava kalitesi alanında incelemeler yapan ilk bilim insanları Pettenkofer ve Tredgold'dur. Konu ile ilgili ilk çalışmalar 18. yy'ın sonu, 19. yy'ın başlarında yapılmıştır. Bu bilim insanlarından Tredgold, bir kişinin ihtiyacı olan taze hava miktarının 2,5 L/s olarak tespit etmiştir [Tredgold, 1836]. Pettenkofer ise, karbondioksit oranının iç mekan hava kalitesini belirlemede tek başına bir kriter olamayacağını, ancak etkisinin büyük olduğunu tespit etmiştir. [Pettenkofer, 1858]. 1895 yılında ASHVE (Amerikan Isıtma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği) kişi başına düşen taze hava miktarını, 15 L/s olarak açıklamıştır. Daha sonra ASHRAE olarak değişecek olan ASHVE, bu saptamayla iç mekan hava kalitesi ile ilgili standartları ilk kez belirleyen kuruluşlardandır. 1914'te bu standartlar ilan edilmiş, 1922 bina yönetmeliklerinde de bu oran kabul görmüştür [ASHRAE, 2001]. Tablo 2.6'da, bazı ülkeler için yapılan sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve partikül madde gibi parametrelerden oluşan standartlar gösterilmiştir [Bulut, 2007].

Tablo 2.6: İç mekan hava kalitesi parametrelerinin farklı ülkelere karşılaştırılması.

Ülkeler	CO ₂	Partikül Madde	Bağıl nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE	1000 ppm	PM ₁₀ <75 µg/m ³ (yıllık ortalama)	%30-60	20-25.5 °C
ABD/EPA/ NAAQS	-	50 gr/µg/m ³ (1 yıl)	-	-
ABD NIOSH	5000 ppm 30000 ppm (15dk)	-	-	-
ABD OSHA	10000 ppm 30000 ppm (15 dk)	5 mg/m ³ (8 saat) solunabilir toz	-	-

Tablo 2.6 (Devam): İç mekan hava kalitesi parametrelerinin farklı ülkelere açısından karşılaştırılması.

ABD ACGIH	5000 ppm 9000 ppm (15dk)	3mg/m ³ (8 saat)	-	-
Almanya MAK	5000 ppm 9000 ppm (15dk)	-	%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	PM _{2.5} < 40 µg/m ³ (8 saat) 100 µg/m ³ (1 saat)	%30-80 (yaz) %30- 55 (kış)	-
Çin	-	PM ₁₀ <150 µg/m ³	-	-
WHO	-	PM ₁₀ <20µg/m ³	-	-
İngiltere	-	PM ₁₀ <50µg/m ³	-	-

Türkiye’de 2872 sayılı, 9 Ağustos 1983’te kabul edilen Çevre Kanunu’na dayanarak 2 Kasım 1986’da Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY), iç mekan hava kalitesi standartlarının sağlanması adına yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik, 3 farklı yönetmelik olarak düzenlenmiştir. Bunlar; 7 Ekim 2004 tarih, 25606 sayı ile “Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” (EKHKKY) ve 13 Ocak 2005 tarih, 25699 sayı ile "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği" (IKHKKY) ve 6 Haziran 2008 tarih ve 26898 sayı ile “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği” (HKDYY) olarak yayınlanan yönetmeliklerdir [Kurutaş, 2009].

Türkiye’de konu ile ilgili teknik direktifleri belirlemekle yükümlü olan kuruluş, Türk Standartları Enstitüsü (TSE)’dür. TSE, iç mekan hava kalitesi parametreleri (karbondioksit, karbonmonoksit, azot dioksit vb. gibi) ile ilgili birçok konuda standartlar yayınlamıştır. TSE’nin iç hava kalitesi ile ilgili düzenlediği bazı standartlar; havadaki mikroorganizmaların ölçümleri, difüzyon ile numune alma,

UOB'lerden numune alma, formaldehit bileşiklerinin tayini, CO₂ için numune alma stratejisi gibi konuları içermektedir [TS, 2019].

TSE'nin iç hava kalitesi ile ilgili çalışmalarının yanı sıra ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi, Devlet İstatistik Enstitüsü gibi kurumlarda iç hava kalitesi için çalışmalar yapmaktadır. Sağlık Bakanlığı'na bağlı Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü, Türkiye'deki kentsel hava kirliliği konusunda ölçümler yaparken, SO₂ ve partikül madde gibi kirleticilerin bu kuruluş tarafından tespit edilen oranları, DİE (Devlet İstatistik Kurumu) tarafından kamuoyu ile paylaşılmaktadır [Özdamar, 2017].

Türkiye genelinde kirleticilerle ilgili yapılan bu ölçümler EMEP (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe) ölçüm programı çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda dış mekandaki SO₂, NO₂, O₃ ölçümleri Ankara, İzmir, Kırklareli gibi illerde düzenli periyotlarla yapılmaktadır [Web 11, 2019].

2.4. İç Mekan Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Günümüzde, kişiler gün içerisindeki vakitlerinin çoğunu iç mekanlarda geçirmektedir. Yapının inşası sırasında tercih edilen materyallerin uygun olmaması, yeterli miktarda havalandırma yapılmaması, halı vb gibi döşeme malzemelerinin bolca kullanılması, duvar kaplamalarında tekstil ürünlerin çokça kullanılması, havalandırma yerine klima cihazlarının tercih edilmesi gibi sebeplerden dolayı iç mekan hava kirliliklerinde artış görülmektedir. Tablo 2.7'de iç mekan hava kirleticilerinin insan sağlığına etkileri gösterilmektedir [Bulgurcu ve diğ., 2005].

Tablo 2.7: Kirleticilerin insan sağlığına etkileri.

Kirleticiler	T	B	U	Z	/A	K	Açıklamalar
Uçucu Organik Bileşikler	X	X	X	X		X	Bu kirleticilerin çoğu sinirsel/davranışsal zehirleyici, karaciğer zehirleyici ve kalbi etkileyicidir.
Formaldehit	X					X	Alerjik tepkiler meydana getirebilir.

Tablo 2.7 (Devam): Kirleticilerin insan sağığına etkileri.

Pestisitler	X			X		X	Bu kirleticilerin birçoğı beyni ve karaciğeri zehirleyici, üretken zehirleyici ve hassas hale getiricidir.
Kurşun	X			X		X	Beyni zehirleyici ve geriye dönölmez davranışsal ekiler.
Karbon monoksit		X					Hastalarda boğıulma etkisini güçlendirir, frekansını artırır.
Azot dioksit	X						Astımlılarda ciğer fonksiyonlarında azalma; çocuklarda ve yetişkinlerde akciğer fonksiyonlarını etkiler; hayvanlarda ve çocuklarda diğeri zehirleyicilerle birlikte etkileşimli hale gelir; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar bağıışıklık kabiliyetini azalttığını göstermiştir.
Kükürt dioksit							Normal erkeklerde ve astımlılarda ciğer fonksiyonlarını azaltır; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ciğer fonksiyonlarını azalttığını görölmüştür.
Biyolojik Kirleticiler	X					X	Enfeksiyon hastalıkları; alerjik reaksiyonlar; zehirleyici etkiler.
Çevresel tütün dumanı						X	Mukoza zarlarını tahriş eder, kalp dolaşım sisteminde stres oluşturur, çocuklarda şiddetli ve ölümcül solunum etkileri
Polisilik aromatik bikarbonlar						X	Bazıları tahriş edicidir ve kalp dolaşım sistemini etkileyebilir.

Tablo 2.7 (Devam): Kirleticilerin insan sağığına etkileri.

Asbest						X	Uzun süre teneffüs edenlerde asbest hastalığı olan mezotelizma oluşturur.
Radon						X	
Açıklama: T: Tahriş edici B: Boğucu Z: Zehirli P/A: Patolojik-alerjik K: Kanserojen							

Çocukların erişkinlere oranla fiziksel aktivitelerinin çok olması ve dakikada solunum sayısının daha fazla olması solunumsal toksik maddeye maruz kalmalarına yol açar. Çocuklar zamanlarının çoğunu iç ortamlarda geçirmektedir. Özellikle anaokulu ve ilkököl çağındaki çocuklar okullarda daha çok vakit geçirmektedir. Bu nedenle daha çok iç ortam kirleticilerine maruz kalmaktadır [Çelikkanat, 2019]. Okul ve binalar içerisindeki hava kalitesi sorunlarına örnek olarak; malzemeler ve döşemelerden yayılan uçucu organik kimyasallar, eğitim araçlarının düzgün kullanılmaması, düzgün olmayan havalandırma sistemleri ve nem birikiminden kaynaklanan küflenmeler gösterilebilir [Düzovalı & Öztürk, 2011].

Yapılan araştırmalar; iç mekanlardaki havanın niteliğinin, bu havaya maruz kalan kişilerde, hasta bina sendromu adı verilen bina ile ilişkili hastalıkların ortaya çıkmasında rol oynadığını göstermektedir.

2.4.1. Hasta Bina Sendromu

Hasta Bina Sendromu (HBS) üst solunum yollarını etkileyen, akut olarak başlayan ve aynı binada yaşayan kişilerin yaklaşık %20'sini etkileyen, gözlerde kızarıklık, yanma, kaşıntı, burun tıkanıklığı veya akıntısı, boğaz ağrısı, baş ağrısı ve bazı cilt belirtileri ile seyreden bir semptomdur [Anonim, 1997b].

Hasta sorunlu çevreden uzaklaştırıldığında semptomlar genellikle düzelir, ancak gerekli süre değişkendir. Bazen başlangıçtaki çevrede iyileştirme yapılmasına rağmen semptomlar devam edebilir ve bazı durumlarda hastada çoğu kimyasala karşı duyarlılık gelişebilir ve böyle vakalarda teşhis için diğer çevrelerdeki semptomların göz önüne alınması gerekir. En önemli faktörler, iç ortam havası kirleticileri ve yetersiz havalandırmadır [Tuncer ve Soyer, 2005].

HBS tanımlanamayan alerjik reaksiyonlar ile karakterize, klinik bir tablodur. Genellikle ofis, apartman, bakım evi, okullar gibi toplu olarak yaşanan veya içerisinde çalışılan ya da günün bir saatinde bulunulan binalarda daha yaygın olarak görülmektedir [Keskin ve diğ., 2005]. EPA, HBS'yi mücadele edilmesi gereken 10 sağlık problemi sıralamasında dördüncü sıraya yerleştirmiştir [Anonim, 1997b]. Hasta bina sendromuna bağlı olarak görülen semptomları azaltabilmek için hem kirletici emisyonlarının azaltılması hem de uygun iklimlendirme şartlarının sağlanması gereklidir.

Bu amaçla aşağıda verilen öneriler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Kapalı ortamlarda tütün mamullerinin kullanımı yasaklanmalıdır.
- Kuru temizleyiciler ve dijital baskı atölyeleri gibi kapalı ortam kirleticilerinin yoğun olduğu işyerleri iyi havalandırılmalıdır.
- Temizlik malzemeleri, oda spreyleri, kozmetik ürünler (deodorant, parfüm vs.), boya, vernik ve çözücüler mümkün olduğunca az kullanılmalı ve saklanırken kapakları sıkıca kapatılmalıdır.
- Kapalı ortamdaki halı, mobilya ve ofis malzemelerinden kaynaklanan emisyonların azaltılması için düşük emisyonlu ürünler satın alınıp kullanılmalıdır.
- Yemek ısıtma ve pişirme işlemleri esnasında yanma sonucu ortama salınan gazların kontrolü için aspiratör veya havalandırma fanları kullanılmalıdır.
- Biyoaerosolların kontrolü için ise ev ve ofis gibi kapalı ortamlar iyi temizlenmeli ve tozlardan arındırılmalıdır.
- Mutfak ve banyo gibi nemli ortamlar sık havalandırılmalı, su sızıntıları önlenmeli ve aşırı nem oluşumu engellenmelidir.
- Kapalı ortam kirleticilerinin neden olduğu riskleri önlemede emisyonların kontrolü tek başına yeterli olmayıp iklimlendirme koşullarının da uygun şekilde ayarlanması gerekir [Zeydan ve diğ., 2009].

2.5. Eğitim Yapılarında İç Mekan Hava Kalitesine Yönelik Araştırmalar

EPA Bilim Danışma Kurulu'na göre, iç mekan hava kirliliği sağlığı etkileyen çevresel riskler kategorisinde ilk beşte bulunmaktadır [EPA, 2003b]. Eğitim yapılarında iç hava kalitesi, birçok nedenden dolayı oldukça önemlidir. Çocuklar, okullardaki kötü hava kalitesinden kaynaklanan iç mekan kirleticilerinin beklenmedik etkilerine karşı yetişkinlere göre daha hassastır [Organization, 2005, Çobanoğlu ve Kiper,2006].

İç mekanda normal seviyenin üzerinde kirleticiler, solunum hastalıklarını tetiklenmekte ve çocuklar arasında astım riskini arttırmaktadır [Buchanan,2007]. Daisey ve diğ., (2003) göre; zayıf iç mekan hava kalitesi, öğrencilerin performanslarında azalmaya ve devamsızlık artışına sebep olmakla birlikte, öğrencilerde baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü gibi etkilere neden olmaktadır. Turan'ın (2009) yaptığı çalışmada; uygun değerlerde olmayan iç ortam hava kalitesi parametrelerinin öğrencilerin sağlığını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. İlköğretim sınıflarında yapılan ölçümler ve öğrencilere yapılan anket çalışmaları ile çeşitli semptomlarla karşılaşmıştır. Öğrencilerin %40'ın da solunum yolunda problemler (nefes almada zorluk, hapsirme, boğazda kuruluk vb.), yorgunluk, mide bulantısı, baş ağrısı görüldüğü belirtilmiştir. Cilt problemleri (kızarıklık, kaşıntı vb.), gözlerde kızarıklık ve sulanma gibi belirtiler %25 oranında az rastlanan semptomlardır. Bu araştırmalara bakıldığında, okullardaki iç mekan hava kalitesi ile öğrencilerin sağlığı ve performansı arasında bağlantı kurulmaktadır. İç ortam hava kalitesi sorunlarına karşı önlem almak, eğitim binalarındaki sağlık sorunlarını azaltmak ve öğrencilerin performanslarını ve üretkenliklerini arttırmak açısından önemlidir [EPA, 2003b].

Düzgün ve yeterli havalandırma yoluyla dış ortamdan temiz hava sağlamak, iç kirleticilerin konsantrasyonunu nadiren arttırır ve iç hava kalitesinin iyileştirilmesini sağlar. Ayrıca sınıftaki temiz hava hareketinin öğrencilerin verimliliğini artırdığı da tespit edilmiştir [Turanjanin ve diğ.,2014]. Daisey ve diğ., Sundell ve diğ. okullarda yapılan çalışmaları gözden geçirmiş ve yetersiz sınıf havalandırmasının sağlık semptomlarının nedenlerinden biri olduğu sonucuna varmıştır. Mendell ve diğ. (2013) ise yaptıkları çalışmada Kaliforniya'daki okul binalarında havalandırma ile hastalık oranı arasında doğrudan bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Doğal havalandırma, insan konfor koşullarını ve dolayısıyla öğrencilerin sağlığını, öğrenme yeteneğini ve performansını etkilediği için okul binalarının tasarımında önemli bir parametredir [Heracleous and Michael, 2019]. Doğal havalandırma yöntemleri uygulanırken dikkat edilmesi gereken bir husus, rüzgar tahrikli etkinin maksimize edilmesidir. Bu anlamda, asıl zorluk cereyan riskini en aza indirmek ve konfor koşullarını sağlamaktır. Tasarım aşamasında yapılan ilk tasarım çözümlerinde, bu konuların göz önünde bulundurulması gerekmektedir [Perez ve diğ., 2017].

Santamouris ve diğ. yaptıkları çalışmada, Atina'daki 62 sınıfı kapsamlı bir şekilde izlemiş ve öğretim dönemi öncesinde, sırasında ve sonrasında belirli havalandırma düzenleri ile karbondioksit konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma, sınıfların yaklaşık %52'sinin 1000 ppm'nin üzerinde bir ortalama iç mekan CO₂ konsantrasyonu gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca kişi başına 8 litre havalandırma oranının CO₂ konsantrasyonunu 1000 ppm'e eşit tuttuğunu ve iç / dış ortam sıcaklığının uyarlanacak pencere açma eylemlerini belirlediğini de göstermektedir.

İngiltere'de ilkokullardaki iç mekan hava kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada Coley ve Beisteiner (2002) sınıflar arasındaki pencerelerin açılmasının

CO₂ seviyelerini ve diğer kirleticileri kabul edilebilir sınırlara düşürebileceği sonucuna varmıştır. Griffiths ve Eftekhari (2008), İngiltere'de bulunan bir okul için 10 dakikalık bir tahliye havalandırmasının CO₂ konsantrasyonunu ısısal konfordan ödün vermeden yaklaşık 1000 ppm azaltabileceği sonucuna varmıştır.

İskoçya da yapılan bir diğer çalışmada eğitim yapılarının iç hacimlerinde, 100 ppm CO₂ değerinin yükselmesinin %0,2 oranında öğrenci devamsızlığına neden olduğu belirtilmiştir [Gaihre ve diğ.,2014]. Amerika da yapılan bir çalışmada ise 5. sınıfların sayısal ve sözel çoktan seçmeli sınavları incelenmiş ve hava akış hız değerindeki artışın öğrencilerin performanslarını arttırdığı gözlemlenmiştir.

Hava akış hızında %2,1 cfm değerindeki artışın sayısal sınavlarda %2,9, sözel sınavlarda ise %2,7 lik bir oranda başarı sağladığı belirtilmiştir [Güllü,2016]. Genel ısıtmanın yapıldığı ve havalandırmanın yetersiz kaldığı kış aylarında çeşitli nedenlerden (oksijen azlığı, sınıf mevcudunun fazlalığı, bağıl nem oranının yüksek olması, ter kokusu vb.) dolayı öğrencilerin uykusunun geldiği, öğretmenlerin ise öğretme eyleminde verimlerinin düştüğü vurgulanmıştır [Coşkun,2005]. Tüm bu

araştırmalara bakılarak doğal havalandırma, iç hava kalitesini iyileştirmek için etkili bir strateji olarak kabul edilebilir.

Eğitim yapılarında kullanılan yapı malzemeleri, mobilyalar, elektronik aletler, mutfak ekipmanları, mekanik teğhizatlar ve insan kaynaklı sıcaklık artışı (vücut sıcaklığı, ter vb.) gibi etkenler iç ortam hava kalitesini olumsuz etkilemektedir. Havalandırmanın ve iç mekan temizliğinin yetersiz olduğu durumlarda iç hacimlerde iç ortam hava kirletici değerleri yükselmektedir [Sofuoğlu, 2016]. Binaların iç hava koşullarının neden olduğu rahatsızlıklar her çocukta aynı etkiyi göstermemektedir. Çocuğun biyolojik-psikolojik süreci, etken maddenin yapı içindeki değeri, çocuğun mekan içerisinde bulunduğu süre vb. faktörler görülen etkinin düzeyini değiştirmektedir [Balanlı & Öztürk, 2006].

Uçucu organik bileşiklerin, partikül maddelerin ve organizmaların öğrencilerde;

- Solunum yollarında sıkıntılara (astım, hırıltılı nefes alma vb.),
- Öksürüğe,
- Cilt problemlerine (tahriş, kızarıklık vb.)
- Akciğerlerde problemlere neden olduğu gözlenmiştir. [Güllü, 2016].

Eğitim yapıları özelinde iç hava kalitesine yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalar aşağıda yıl sıralamasına göre verilmiştir.

Keskin ve diğ. (2005) Sabiha Gökçen Anadolu Meslek Lisesi'nde, kapalı alan atmosferine bağlı yaşam ve çalışma alanlarından kaynaklanan olumsuz faktörlerin okul binasında eğitim alan öğrenciler ile eğitimci öğretmenler üzerindeki etkilerinin hasta bina sendromu açısından ne şekilde algılandığını sorgulamış ve ortam şartlarının sağlık açısından değerlendirmesini yapmışlardır.

Çalışma kapsamında 437 öğrenciye okul binasındaki mekan algıları üzerine hazırladıkları anketi uygulamışlardır. Sonuç olarak, hasta bina sendromu ile daha bilinçli bir şekilde başa çıkılması gerektiğini vurgulamış ve hastalığı engellemek için stres giderme ile ilgili yapılanmaların ihmal edilmemesi gerektiğinin önemini vurgulamışlardır [Keskin ve ark., 2005].

Coşkun ve arkadaşları (2005), Antalya'da iki ilköğretim ve bir lise yapısında karbon dioksit, sıcaklık ve nem ölçümleri yapmışlardır. Yapılan ölçümler ve gözlemler sonucunda çocukların, iç hava kirliliğine karşı yetişkinlere göre daha hassas

olduklarını, ülkemizdeki okullarda sınıf yoğunluğu, oksijen yetersizliği, nem oranının artması gibi sebeplerden dolayı öğrenci verimlerinin düştüğünü ve öğrencilerde astım, bronşit vb gibi rahatsızlıkların ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, seçtikleri yapılardaki iç hava kalitesi problemlerinin kaynaklarını ve üretilmeye çalışılan çözümlerle ilgili gözlemlerini aktarmışlardır [Coşkun ve ark., 2005].

Bulgurcu ve arkadaşları (2005), Antalya ve Balıkesir'deki ilköğretim okullarında iç hava kalitesini inceleyebilmek adına ölçümler yapmışlardır. Karbon dioksit, nem ve sıcaklık ölçümleri yaparak eğitim yapılarında iç hava kalitesini arttırmak için alınması gereken önlemleri vurgulamışlardır [Bulgurcu ve ark., 2005].

Kuş (2007), çalışmasında Şanlıurfa'daki Yüksek Öğretim Kurumu sınıflarındaki iç hava kalitesini inceleyebilmek adına sıcaklık, bağıl nem, karbon dioksit ve değişik çaplarda partikül madde ölçümleri yapmıştır. Ölçümleri iç ve dış mekanda aynı anda yapmış ve sonuçları istatistiksel yöntemlerle analiz etmiştir. Analizlerin sonucunda kış aylarında iç mekanda sınıf nüfus yoğunluğu ile doğru orantılı olarak karbon dioksit oranının arttığını gözlemlemiştir. Bununla birlikte, sınıfların iç hava kalitesinin artırılması adına çeşitli önerilerde bulunmuştur [Kuş, 2007].

Betuz (2012), çalışmasında ODTÜ Mimarlık Fakültesi'nde bulunan bir sınıf ve bir tasarım stüdyosunda iç hava kalitesini incelemiştir. Her iki sınıf için bahar ve güz dönemlerinde sıcaklık, bağıl nem ve karbon dioksit ölçümleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Toplanan verilerin sonucunda, her iki sınıf için de sıcaklık, bağıl nem ve karbon dioksit miktarının standartların üzerinde olduğu ve özellikle kış döneminde temiz hava miktarının yetersiz olduğu belirlemiştir [Betuz, 2012].

Avcı (2014), çalışmasında Batman Üniversitesi'nin merkez yerleşkesi ve Batı Raman yerleşkesindeki dersliklerdeki iç hava kalitesini belirleyebilmek adına sıcaklık, karbon dioksit, bağıl nem ve partikül madde ölçümleri yapmış ve ölçüm sonuçlarını mevsimsel olarak değerlendirmiştir. Ölçümlere göre, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin normal değerlerde olduğu fakat karbon dioksit ve partikül madde değerlerinin ortamların üzerinde olduğu belirlemiş ve iç hava kalitesini arttırmak için çözüm önerileri sunmuştur [Avcı, 2014].

Kuşçu (2018), çalışmasında, sekiz ay boyunca farklı büyüklüklerdeki ve farklı öğrenci sayısına sahip olan sınıflarda beş dakikalık karbon dioksit ölçümler yapmıştır. Topladığı verileri nicel olarak ortaya koyarak, karbon dioksit seviyesinin 1000 ppm'in üzerinde olduğu sürelerde öğrencileri gözlemlemiştir. Bununla birlikte, 25 kullanıcıya

iç hava kalitesi ve çalışma alanı septomları formunu uygulamış ve bu formları analiz etmiştir. Tüm bu verileri inceleyerek, karbon dioksit miktarının arttığı sürelerde öğrencilerde dikkat dağınıklığı, uyku hali, solunumda hızlanma ve öksürük gibi şikayetlerin arttığını belirlemiştir [Kuşçu, 2018].

Güneyli (2019), çalışmasında, ilköğretim yapılarındaki sınıfları iç hava kalitesi bakımından incelemiştir. Konu ile ilgili literatür taraması yaparak, elde edilen çalışmaları 4N1K yöntemi ile inceleyerek matris tablo oluşturmuştur. Tüm bu verilerin sonucunda, iç hava kalitesi uygun olmayan eğitim yapılarının neden olduğu sağlık, eğitim ve yapı ile ilgili problemleri belirtmiş ve önerilerde bulunmuştur [Güneyli, 2019].

Uluslararası çalışmalara bakıldığında; Lee ve Chang (2000), Hong Kong'da bulunan doğal ve yapay havalandırma kullanılan 5 sınıfta iç ve dış ortam havasının kalitesini araştırmışlardır. Sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, kükürt dioksit, nitrik oksit, nitrojen dioksit, solunabilir partikül maddeler, formaldehit ve toplam bakteri sayımı ölçümlerini iç ve dış ortam için aynı anda gözlemlemişlerdir.

Seçilen sınıflarda, ölçülen diğer kirlilik parametreleri standartlara uygun bulunurken, solunabilir partikül madde ve karbon dioksit seviyelerinin iç hava kalitesi açısından en önemli iki parametre olduğunu tespit etmişlerdir [Lee ve Chang, 2000].

Fischer ve Bayer (2002), seçilen eğitim yapılarında nem kontrolü üzerine bir araştırma yapmışlardır. Eğitim yapılarının, yüksek sirkülasyon ve öğrenci yoğunluğu sebebiyle ihtiyaç duydukları dış hava miktarının yeteri kadar alınıp alınmadığını incelemişlerdir. Özellikle sıcak bölgelerdeki eğitim yapılarında dış hava ihtiyacının karşılanamaması ve soğutma cihazlarının yoğun kullanılması sebebiyle nem kontrolü yapılamadığı ve bu sebeple yapı elemanlarında küf vb durumlar olduğu sonucuna varmışlardır [Fischer ve Bayer, 2002].

Chaloulakou ve Mavroidis (2002), Yunanistan'ın Atina kentindeki bir devlet okulu binasının iç ve dış hava karbon monoksit seviyelerini araştırmak için bir saha çalışması gerçekleştirmişler ve bir iç hava kalitesi modelinin değerlendirmesini yapmışlardır. İç ve dış mekandaki ölçümler, kızılötesi analiz cihazı ile 1999 yılı mayıs ve haziran aylarında 13 ardışık günde, aralık ayında ise 14 ardışık günde gün boyunca 24 saat esasına göre yapılmıştır. Ölçüm sonucuna göre iç ortamdaki karbon monoksit konsantrasyonlarının dış ortama göre daha az olduğu saptanmıştır [Chaloulakou ve Mavroidis, 2002].

Shaughnessy ve arkadaşları (2005), zayıf iç hava kalitesi ile standartlaştırılmış öğrenci performansı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Amerika’da seçilen 54 adet ilkokuldaki beşinci sınıflarda, tipik bir okul günü içerisindeki karbon dioksit konsantrasyonlarına ilişkin ölçümler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda sınıflardaki havalandırma oranları ile öğrenci performansları arasında önemli ilişkiler bulmuşlardır [Shaughnessyve diğ., 2005].

Mi ve arkadaşları (2006), Şangay’da doğal havalandırma yöntemiyle havalandırılan on adet eğitim yapısının kış aylarındaki iç mekan sıcaklıklarını ve nem oranlarını ölçmüşlerdir. Bu ölçümler sonucunda sınıfların ortalama 17 derece sıcaklıkta ve ortalama %56 bağıl neme sahip olduklarını belirlemişlerdir. Bununla birlikte, dersliklerdeki karbon dioksit, nitrojen dioksit ve ozon seviyeleri ile ilgili de ölçümler yapmış ve öğrenciler arasındaki astım belirtisi taşıyan kişi sayısı ile arasında bağlantı kurmuşlardır [Mi ve diğ., 2006].

Godvin ve Batterman (2006), Michigan’da belirledikleri 64 adet ilkokul ve ortaokul sınıflarının havalandırma oranlarını, uçucu organik bileşiklerin ve biyoaerosollerin seviyelerini ve okulların kendi içerisinde ve aralarındaki hava kalitesi farklılıklarını ve emisyon kaynaklarını değerlendirme amacıyla incelemişlerdir. Her sınıf için haftalık olarak ölçüm yapılmış, bununla birlikte kullanıcılara anket uygulanmıştır. Ölçüm yapılan sınıfların çoğunda havalandırma zayıf bulunmuş, karbon dioksit konsantrasyonlarının ise genellikle 1000 ppm’yi ve bazen 3000 ppm’yi aştığı görülmüştür. Bununla birlikte, biyoaerosol seviyeleri normal, uçucu organik bileşik seviyeleri ise düşük olarak tespit edilmiştir [Godvin ve Batterman, 2006].

Zhang ve arkadaşlar (2006), sınıflarda iç hava kalitesini araştırmak için, Avustralya’da üç ilkokul ve bir kreşte mevsimsel ölçüm yapmışlardır. Bu okullarda sonbahar, kış, ilkbahar, yaz mevsimi olmak üzere 4 kez partikül madde ve uçucu organik bileşik seviyeleri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda seçilen okulların iç hava kalitesi açısından benzer oldukları sonucuna varmışlardır [Zhang ve diğ., 2006].

Moglia ve arkadaşları (2006), Amerika’daki okullarda iç mekan hava kalitesi programlarının ne ölçüde uygulandığını araştıran bir çalışma yapmışlardır. Temsili bir okul örnekleme iç mekan hava kalitesi programları ve uygulamaları hakkında bir anket uygulamışlardır. Sorular, güçlü iç hava kalitesi yönetimi uygulamalarına katkısına göre niteliksel olarak ağırlandırılarak hazırlanmıştır. Anket sonuçları incelenerek, iç hava kalitesi programını uygulayan okullarda devamsızlık sayısının ve

astım gibi solunum rahatsızlıkları şikayetleri sayısının daha az olduğu görülmüştür [Moglia ve diğ., 2006].

Heracleous ve arkadaşları (2018), Kıbrıs'ta bir ortaokulun tipik bir sınıfındaki iç hava kalitesini mevsimsel olarak gözlemlemiştir. Sınıfın boş olduğu ve kullanıldığı anlarda karbon dioksit, bağıl nem ve sıcaklık ölçümleri yapmışlardır. Ölçümler sonucunda, verilerin olması gereken standart rakamların üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, iç hava kalitesini arttırmak için çözüm önerileri sunmuşlardır [Heracleous ve diğ., 2018].

2.5.1. EPA Eğitim Yapıları için İç Hava Kalitesi Standartları

İç hava kalitesi, kabul edilebilir sıcaklık ve bağıl nemin korunması, havadaki kirletici maddelerin kontrolü ve yeterli havalandırma gibi faktörleri kapsar. Termal konfora ulaşmak iyi bir tasarımla başlar ve uygun bina yönetimi ile (örneğin, pencere alanlarındaki ısı kazanım veya kayıpları gibi) devam eder. Tasarımcılar, dikkatli malzeme seçimi ile potansiyel kirletici kaynaklarının ortaya çıkmasını önleyebilir. Okullar için tasarım süreci, şematik tasarımlar ile başlar. Yüksek iç hava kalitesini sağlayabilmek adına alınacak önlemler tasarım sürecinde ne kadar erken ele alınırsa, o kadar daha kolay ve az maliyetli olur. Yüksek performanslı okul tasarlarken; yüksek hedef performanslarının erkenden belirlenmesi, hedeflerin tasarımlara aktarılması, okul idaresi ve personeline eğitim verilmesi gibi noktalara dikkat edilmesi gerekir [Web 12, 2021]. Birinci misyonu çocukları eğitmek olan okulları uygun iç hava kalitesine sahip olacak şekilde inşa etmek, sürecin en başından itibaren iç hava kalitesine dikkat edilmesini gerektirir. Okullar için iç hava kalitesi standartları aşağıdaki başlıklara dikkat edilerek sağlanabilir:

Ön tasarım aşamaları: Okulların inşa edileceği alanlar, çeşitli nedenlerden dolayı, genellikle mevcut hava/su ve toprak kirliliği kaynaklarının üzerine ve yakınlarına inşa edilmektedir. Bu kirlilik, okulun iç hava kalitesini etkileyebilir. Okulların inşa edilmesi planlanan arsalar için, öncesinde çevresel saha değerlendirmesi yapılarak kirleticilerin ve salınımına sebep olabilecek durumların belirlenmesi doğru bir yaklaşım olabilir.

Okulun inşa edileceği alan araştırılıp belirlendikten sonra iç hava kalitesi uygunluğu açısından ele alınması gereken bazı standartlar şunlardır:

- Binada oluşabilecek kirletici kaynaklarının kontrol edilmesi, yeterli havalandırma sağlamak ve nem birikimini önlemek,
- Çevreye duyarlı ve iç hava kalitesini destekleyen malzeme ve ürünlerin tercih edilmesi,
- Yüksek performanslı HVAC sistemlerinin kullanılması ve bu sistemlerin performansını analiz etmek ve optimizasyonunu sağlamak,
- Dış mekan kirleticilerini engellemek için yeterli havalandırma ve filtreleme sağlamak,
- Doğal havalandırma yöntemlerinin dikkate almak,
- Mekanlardaki doğal hava akışını sağlamak [Web 12, 2021].

Kirleticileri ve kaynakları kontrol etmek: İç mekan çevre kalitesini korumak için tasarımcılar, iç mekan hava kalitesi sorunlarını anlamalı ve dışarıdan ve iç mekandan kaynaklanan potansiyel kontaminasyon kaynaklarını ortadan kaldırmaya çalışmalıdır. Bunun için, dış mekan kirletici kaynaklarının iç mekana girmesine dikkat edilebilir. Malzeme seçiminde; en az toksik ve uçucu organik bileşik oranlı, düşük emisyonlu, su bazlı yapıştırıcı ve kaplamaların kullanıldığı, koku yaymayan, temizlenmesi ve bakımı kolay ve küf oluşumunu engelleyecek nem hasarlarına duyarlı ürünler tercih edilebilir.

Isıtma, havalandırma ve soğutma(HVAC) sistemleri: Bir ısıtma, havalandırma ve soğutma (HVAC) sisteminin temel amacı, filtreleme ile yeterli havalandırma yoluyla iyi iç hava kalitesinin korunmasına yardımcı olmak ve termal konfor sağlamaktır. HVAC sistemleri, okullardaki en büyük enerji tüketicileri arasındadır.

Sıcaklık ve nem seviyelerinin izin verdiği bazı bölgelerinde, çalıştırılabilir pencereler aracılığıyla doğal havalandırma, dış hava havalandırması, soğutma ve termal konfor sağlamak, HVAC sistemlerini desteklemek için etkili ve enerji açısından verimli bir yol olabilir. Bununla birlikte, uygun şekilde tasarlanmış HVAC sistemlere sahip binalar, çalıştırılabilir pencerelere sahip binalara göre genellikle daha iyi iç hava kalitesine sahip olabilir [Web 13, 2021]. Bunun nedeni olarak, dış hava kirleticilerinin filtrasyonu aşması ve aşırı nem oluşumu gibi sebepler sıralanabilir.

Nem kontrolü: İç mekandaki kontrolsüz nem, bina yapısı ile birlikte mobilyalara, zeminler, duvarlar ve tavanlarda kullanılan malzemelere zarar verebilir. Bununla birlikte, küf oluşumuna da neden olabilir. Nemin engellenebilmesi için; inşaat

esnasında yapı malzemelerinin kuru tutulması, çatı eğimi, zemin eğimi gibi uygulamalarla yağmur ve kar suyunun binaya girişini engellemek, bina kaplamasını korumak için pencere, kapı açıklıkları, çatı gibi yerlerde nemin girişini engelleyecek dış hava bariyeri sağlamak, yalıtım ve izolasyonda herhangi bir boşluk ve ek yeri olmamasına dikkat etmek gibi önlemler alınabilir [Web 14, 2021].

İnşaat süreci: Zayıf inşaat süreçleri, nem ve diğer kirleticilerin, bina için uzun vadede problemler yaratmasına sebebiyet verebilir.

İnşaat süreçlerinde iç hava kalitesi yönetimini geliştirebilmek için; tüm ekibin iç hava kalitesi sorunları hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamak, havalandırma sistemlerinin korunması, yapı malzemelerinin kuru tutulması, zemine dökülen kirleticilerin hemen temizlenmesi, şaft açıklıklarının gereğinden büyük yapılmaması, boya, zemin yapıştırıcıları, dolgu macunu inşaat faaliyetleri esnasında oluşan VOC salınımlarının azaltılması için sık sık havalandırma yapılması, daha az toksik içeren temizlik maddelerinin kullanılması gibi önlemler alınabilir [Web 15, 2021].

Bakım ve onarım: Okullarda tadilat ve onarım sürecinde, toksik maddelerin açığa çıkması, inşaat tozu ve dumanı, yeni yapı malzemelerinin salınım yapması gibi sebeplerden dolayı iç mekan hava sorunları yaşanabilir. Bu sorunların azaltılabilmesi için; yıkım yapılmadan önce kurşun bazlı boya ve asbest olup olmadığının kontrolünün yapılması, tadilatın binanın boş olduğu tatil zamanlarında planlanması, çalışma alanlarının plastik kaplama bariyerler ile diğer alanlardan ayrılması, tozun yayılmasını önlemek adına ıslak zımpara yapılması, inşaat kalıntıları ve tozlarının günlük olarak temizlenmesi gibi önlemler alınabilir [Web 16, 2021].

İşletme ve bakım: Uygun işletim ve bakım prosedürleri, tüm bina sistemlerine yapılan yatırımı ve performansı korumak için önemlidir. Etkili bir bakım için; personeli bakım konusunda eğitmek, bakım için yeterli bütçe oluşturmak, periyodik bakım kontrolleri yapmak gibi önlemler alınabilir [Web 17, 2021].

2.5.2. Covid-19 ve İç Mekan Hava Kalitesi İlişkisi

Koronavirüsler, 60 nm ila 140 nm çapında değişen pozitif yüklü RNA virüsleridir ve yüzeyindeki spike benzeri çıkıntılar elektron mikroskobu altında taç benzeri bir görünüm vermektedir, bu yüzden koronavirüs olarak adlandırılmaktadırlar.

2019-nCoV, SARS-CoV ve MERS-CoV'yi içeren koronavirüs ailesinin betakoronavirüs cinsinin B soyuna aittir [Öztan, İşsever,2020].

İlk koronavirüs salgını, 2003 yılında Çin'de oluşan 'SARS-CoV' adı verilen virüstür. 'MERS-CoV' ise, 2012 yılında Ürdün'de ortaya çıkan ve ikinci salgına sebep olan versiyonudur [Akbaba, Kurt, Nazlıcan, 2014].

Üçüncü ve son olarak ise, 2019 yılında Çin'in Wuhan kentinde COVID-19 adı verilen versiyonu ile ortaya çıkmıştır [Cascella, Rajnik, Cuomo, Dulebohn, Di Napoli, 2020]. Bu son salgın, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından küresel salgın olarak belirlenmiştir.

İnsanların yaşamış olduğu üst solunum yolu enfeksiyonlarının yaklaşık %30 koronavirüslerden kaynaklanmaktadır. İnsanlarda yaygın olarak gözlemlenen ve tespit edilen koronavirüs çeşitleri HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63 ve HKU1'dir [Yücel ve diğ., 2019].

Heald Sargent ve diğ.'nin (2020) yaptığı çalışmada; 0-5, 5-17 yaş çocuklar ve 18- 65 yaş bireylerin koronavirüse yakalanma riskinin ve hastalığın şiddetinin farklı olabileceği ve her yaştan kişinin yakalanabileceği bir hastalık olduğu belirtilmiştir.

Eğitim yapılarındaki sınıf ortamlarında öğrenciler arasında hastalığın bulaşmasını önlemek için en önemli yollardan biri iç hava kalitesidir. Temiz hava vermek, mikropları, virüsü, damlacıkları dışarı atar ve sınıfları öğretmenler ve öğrenciler için güvenli bir hale getirir [Web9, 2020].

COVID-19 ile enfekte çocuk vakası ilk kez 20 Ocak'ta Çin Halk Cumhuriyeti'nde bildirilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'nca 2020 Nisan'da açıklanan verilere göre toplam vakaların %5'inden azı 15 yaş altı çocuklardan oluşmakta ve 5 yaş altı çocukların oranı %2 civarında görülmektedir [T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020].

Çocuklarda koronavirüsün genellikle asemptomatik olarak ilerlediği ya da enfeksiyonu hafif semptomlarla geçirdiği belirtilmektedir. Bu sebeple, çocukların koronavirüsün bireyler arasında yayılmasında taşıyıcı rol oynadığı vurgulanmaktadır [Niehues, Neubert, 2020]. Çocukların taşıyıcılık riski göz önünde bulundurulduğunda, gün içerisinde uzun zaman geçirdikleri sınıf ortamlarında koronavirüsün yayılmasını engelleyecek şekilde önlemler alınması önemli olmaktadır.

Kreşlerde koronavirüs ile ilgili iç mekanda alınan önlemler; okulun belli noktalarında el antiseptiği bulundurmak, sınıfların her gün aynı öğrenci/öğretmenler tarafından kullanılması, sınıflarda oturma düzeninin en az bir metre ara ile yapılması,

sınıfların mümkün olduğunca pencere açılarak temiz hava ile havalandırılması, havalandırma sistemlerinin bakımı ve filtre değişimlerine dikkat edilmesidir [Web1, 2020]. Bu süreçte mahallerde sadece pencere açmak, iç hava kalitesini sağlamak için yeterli olmamaktadır [Web 9, 2020]. Sınıflarda iç mekan hava kalitesini arttırarak koronavirüsün yayılma ve havada asılı kalma ihtimalini düşürecek faktörler aşağıda belirtilmektedir:

Hava sirkülasyonu: Sınıflarda uygun hava sirkülasyonunun sağlanabilmesi için, 6-8 saatte bir hava değişimi yapılmalı ve yeterli hava hareketi sağlanmalıdır. [Setty, Hammelman, Metzger, 2020]. Doğal havalandırma, bu konuda oldukça faydalı bir havalandırma çeşididir. Ancak, doğal havalandırma gürültü, güvenlik gibi durumlara sebebiyet verdiğinden dolayı, gün içerisinde sınıflar öğrenciler gelmeden önce ve gittikten sonra havalandırılması ve içeriye taze hava girişi sağlanması daha uygundur. ASHRAE Standardı 62-1999 (ASHRAE, 1999), sınıflar için minimum 8 l / s-kışı (15 cfm / kışı) havalandırma oranı önerir. Bu rakam, 90 m² başına 33 öğrenci yoğunluğu ve 3 m tavan yüksekliği göz önüne alındığında, mevcut ASHRAE standardı, bir sınıf için saatte yaklaşık 3 hava değişimli (ACH) bir hava değişim oranı gerektirmektedir.

İç hava devridaiminin önlenmesi: İç hava devridaimi, bir enerji azaltma stratejisidir ve içerideki kirli havanın tekrar dolaşmasına neden olmaktadır. Ancak salgın sırasında iç ortam devridaiminden kaçınılmalı veya mümkün olduğu kadar en aza indirilmelidir [Morawska ve diğ., 2020].

Filtrasyon: Tüm ısıtma ve iklimlendirme üniteleri filtre içermelidir. Çoğu ünite de kullanılan filtreler yalnızca kiri ve tozu gideren türden olanlardır [Web 9, 2020]. Salgın sebebiyle bu filtreler yerine yüksek verimli (HEPA) ve koronavirüsün yayılma hızını düşüren filtrelerin kullanımı tercih edilmeli ve patojen taşınma ihtimali en aza indirgenmelidir. 3 ila 4 ayda bir mutlaka filtre değişimi yapılmalıdır [Web 3, 2020].

Nemlendirme: Kuru hava, bina içerisinde hastalığın bulaş riskini arttıran bir diğ er faktördür [Taylor, 2020]. Sınıflarda hem insan bağışıklık sisteminin savaşma yeteneğini arttıran hem de virüslerin çoğalmasına engel olan uygun nem aralığı sağlanmalıdır. Ancak bu esnada fazla nemden oluşabilecek küf vb. gibi olumsuz etkilere dikkat edilmelidir [Dietz, Horve, Coil, Fretz, Eisen, Wymelenberg, 2020]. Sızdıran çatılar, borular ve çatlak temeller gibi nem kaynaklarının kontrol edilmesi, daha fazla bina hasarını önler [Web 8, 2021]. Kuru ortamlarda ek nem olmadan soğuk

hava üretebilen INDEC (Dolaylı Buharlaştırılmalı Soğutma) yöntemleri kullanılabilir. Bu sistem, sirkülasyon içerisindeki havayı kullanmak yerine %100 temiz hava kullanarak soğuk hava üretmektedir ve çok düşük işletme maliyetlerine sahiptir [Web 9, 2020].

Dezenfeksiyon: Virüsün taşıyıcı kişilerin dokunduğu alanlara temas ederek de yayıldığı bilinen bir gerçektir. Bu sebeple, sınıflarda kullanılan malzemeler, oyuncaklar düzenli ve sık aralıklarla dezenfekte edilmelidir.

UV-C hava temizleyici: Antiseptik ışık, bakteri ve virüs gibi patojenleri öldürmek için kullanılmaktadır. UV-C ışıkları, patojen DNA'larındaki çoğalma yeteneklerini yok etmektedir. Patojenle mücadele yeteneği nedeniyle, koronavirüsü durdurma ve diğer virüslerin yayılmasını engelleme konusunda UV-C'ye inanılmaktadır. UV-C ışığı, hastanelerde, tıbbi laboratuvarlarda, okullarda ve gündüz bakım evlerinde kullanılabilir. UV-C ışıkları, klima sistemlerine kolayca monte edilebilmekte, tek fazda çalışmakta ve oda başına 30-40 kişiye kadar uygunluk sağlamaktadır [Web 9, 2020].

Hava temizleyici cihaz kullanılması: Oda içi hava temizleyici, herhangi bir HVAC sisteminden bağımsız olarak bir odaya veya alana kurulan bir cihazdır. Oda içi hava temizleyiciler, havayı boşluktan çeker ve bir dizi filtreden geçirirler. Bu cihazlar sabit(örn. Tavana monte) veya portatif olabilirler. Cihazlarda MERV 13 + altı filtre kullanılması, koronavirüs açısından uygun değildir [Web 10, 2020].

İç hava kalitesinin izlenmesi: İç hava kalitesinin sürekli olarak takip edilmesi, sınıflardaki eksiklerin belirlenmesini sağlamaktadır. Bunun için sınıflara CO₂ miktarını algılayan, sıcaklık ve nemi ölçen cihazlar yerleştirilmeli ve düzenli olarak takip edilmelidir [Chan, Li, Singer, Pistochini, Vernon, Outcalt, 2020].

Tüm bu maddeler kapsamında, eğitim yapılarında salgın ile mücadele açısından bazı ek ekipmanlar kullanılmalı, mevcutta yapılarda salgının yayılmasını engelleyici önlemler alınmalıdır. Koronavirüs ile birlikte eğitimin de aksamadan devam edebilmesi için stratejik bir plan oluşturmalı ve iç mekan hava kalitesinin uygun koşullarda tutulması sağlanmalıdır.

3. ANAOKULLARINDAKİ SINIF MEKANLARININ İÇ HAVA KALİTESİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışma kapsamında; iç mekan hava kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla okul öncesi eğitim yapılarında bir alan çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda, 3-6 yaş aralığındaki çocukların gün içerisinde uzun zaman geçirdikleri anasınıflarındaki iç mekan hava kalitesi belli kriterler açısından değerlendirilmiştir.

Eğitim yapılarının tüm alanları için uygun iç mekan hava kalitesinin sağlanması önemli ve gereklidir. Ancak, tüm mahaller incelendiğinde, geçirilen süre ve kullanıcı yoğunluğunun fazla olması sebebiyle sınıflar incelemeye alınmıştır. Bu çalışmada, hem sınıf kullanıcılarının iç ortam hava kalitesinden memnuniyet düzeyleri, hem de iç mekan hava kalitesini belirleyen kriterlerin uygunluğu değerlendirilmiştir. Çalışmada, İstanbul Sarıyer İlçesi'ne bağlı beş özel anaokulu değerlendirilmiştir.

İç hava kalitesini etkileyen faktörler göz önünde bulundurularak, yapılan alan çalışmasında okul öncesi eğitim yapıları, bina yaşı, kullanım süreleri, bulunduğu bölge, sınıf hacmi ve öğrenci sayıları, sınıflarda kullanılan yapı malzemeleri, havalandırma yöntemleri, sınıflardaki pencere sayıları, nem ve sıcaklık oranı, temizlik sıklığı gibi kriterler açısından incelenmiş ve kullanıcı memnuniyet anketi yapılmıştır. İç mekan hava kalitesi, günümüzde küresel olarak içinde bulunulan koronavirüs salgını ile mücadelede de önemli bir rol oynadığından, sınıflardaki salgın sürecinde alınan önlemler ve sınıfların salgın sürecindeki durumları değerlendirilmiştir.

3.1. İstanbul Sarıyer İlçesi'nde Bulunan Anaokulları

İstanbul'un 23 mahalleden oluşan Sarıyer İlçesi'nde bulunan 5 özel anaokulu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Çalışmada akademik etik çerçevesinde anaokulların ismi belirtilmeden numaralandırılarak ifade edilmiştir.

3.1.1. Anaokulu-1

Anaokulu-1, Sarıyer ilçesinin Zekeriyaköy semtinde 2 katlı ve bahçeli bir yapıdadır. Kurumda, 12 adet sınıf bulunmakta ve 3-6 yaş aralığındaki çocuklara okul öncesi eğitim verilmektedir.



Şekil 3.2: Anaokulu-1, Sarıyer.

Yaklaşık olarak 10 yıllık olan binanın taşıyıcı sistemi betonarmedir. Orijinal halinde konut olarak tasarlanmış, sonrasında kreşe çevrilmiştir. Bina yalnızca kreş olarak kullanılmaktadır. Bina, trafik yoğunluğunun az olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Çevresinde az sayıda konut yapıları bulunmaktadır.

Okuldaki öğrenci yaş aralığı 2-6'dır. Binadaki sınıf metrekareleri 20 ila 25 metrekare arasında değişmektedir. Sınıflardaki öğrenci sayıları 10'dur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Sınıf büyüklükleri ve pencere önü radyatörler.

Binada sınıflar doğal havalandırmadan yararlanmaktadır. Yaz mevsiminde iç mekanlar doğal yöntemler ile soğutulmaktadır. Kış mevsiminde ise doğalgazın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemi bulunmakta ve panel radyatörler kullanılmaktadır (Şekil 3.3).

Sınıflarda 2 ila 4 arasında pencere bulunmaktadır. Pencere boyutları 120x100 cm ve 200x150cm olarak ölçülmüştür. Pencere doğrama malzemeleri PVC, cam türü ise çift camdır. Sınıflar çoğunlukla doğal ışık ile aydınlanmakta, buna ek olarak tavanda sıva üstü aydınlatmalar bulunmaktadır (Şekil 3.4).

Sınıflarda zemin döşeme kaplaması olarak parke kullanılmıştır. Parkelere ek olarak antibakteriyel oyun halıları kullanılmaktadır. Duvarlarda su bazlı boya tercih edilmiş, tavanda ise sıva üzeri beyaz renkte boya uygulaması yapılmıştır. Oturma üniteleri ve masalar ahşap malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Sınıf iç mekanındaki pencereler ve kullanılan malzemeler.

Bina, yakın dönemde herhangi bir tadilattan geçmemiştir. Sınıflar ders öncesinde, sonrasında ve ders aralarında havalandırılmaktadır Sınıflar her gün temizlenmekte ve Covid-19 salgını sürecinde belli aralıklarda dezenfekte edilmektedir.

Sınıflarda doğal havalandırmadan yararlanıldığı için, Covid-19 salgını sürecinde filtrasyon ve iç mekan hava temizleme cihazları kullanılmamaktadır. İçerideki havanın yenilenmesi için doğal havalandırma yöntemiyle sınıflara sık sık taze hava girişi sağlanmakta ve sınıflardaki iç ortam hava sıcaklığı, nem ve CO₂ miktarı ise ölçüm cihazlarıyla takip edilmektedir.

3.1.2.Anaokulu-2

Anaokulu-2, Sarıyer ilçesinin İstinye semtinde 2 katlı ve bahçeli bir yapıda eğitim vermektedir. Kurum, içerisinde anaokulu, ilkokul, ortaokul ve lise binalarından oluşan bir kampüs içerisinde bulunmaktadır. Kurumda, 12 adet ana sınıfı bulunmakta ve 3-6 yaş aralığındaki çocuklara eğitim verilmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Anaokulu-2, İstinye (Web 18, 2021).

Yaklaşık olarak 25 yıllık olan binanın taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bina, anaokulu olarak tasarlanmıştır. Bina yalnızca anaokulu olarak kullanılmakta, diğer birimler farklı binalarda bulunmaktadır. Bina, trafik yoğunluğunun fazla olduğu bir bölgede bulunmaktadır Çevresinde yoğun konut yapılaşmasının yanı sıra alışveriş merkezi de bulunmaktadır.

Okuldaki öğrenci yaş aralığı 3-6'dır. Binadaki sınıf metrekareleri 40 ila 45 metrekare arasında değişmektedir. Sınıflardaki öğrenci sayıları 20'dir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Sınıfın iç mekanından bir görsel ve pencere önü panel radyatörler.

Binada doğal ve yapay havalandırma türü birlikte kullanılmaktadır. Yaz mevsiminde iç mekanlar yapay havalandırma (klimalar) ile soğutulmaktadır. Kış mevsiminde ise doğalgazın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemi bulunmakta ve panel radyatörler kullanılmaktadır (Şekil 3.6).

Sınıflarda 2 ila 4 arasında pencere bulunmaktadır. Pencere boyutları 150x100 cm ve 200x150cm olarak ölçülmüştür. Pencere doğrama malzemeleri PVC, cam türü ise çift camdır. Sınıflar çoğunlukla doğal ışık ile aydınlanmakta, buna ek olarak tavanda sıva üstü aydınlatmalar bulunmaktadır.

Sınıflarda zemin döşeme kaplaması olarak pvc kullanılmıştır. PVC malzemeye ek olarak antibakteriyel oyun halıları kullanılmıştır. Duvarlarda su bazlı boya tercih edilmiş, tavanda ise sıva üzeri beyaz renkte boya uygulaması yapılmıştır. Oturma üniteleri ve masalar ahşap malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Sınıflarda kullanılan malzemeler.

Bina, yakın dönemde herhangi bir tadilattan geçmemiştir. Sınıflar ders öncesinde, sonrasında ve ders aralarında havalandırılmaktadır Sınıflar her gün temizlenmekte ve Covid-19 salgını sürecinde belli aralıklarda dezenfekte edilmektedir.

Sınıflarda doğal ve yapay havalandırma birlikte tercih edildiği için Covid-19 salgını öncesinde de kullanılan filtrasyon ve iç mekan hava temizleme cihazları fazlaştırılmış ve bakım sıklıkları arttırılmıştır. Sınıflardaki iç ortam hava sıcaklığı, nem ve CO₂ miktarı ise ölçüm cihazlarıyla takip edilmektedir.

3.1.3. Anaokulu-3

Anaokulu-3, Sarıyer ilçesinin Zekeriyaköy semtinde 2 katlı ve bahçeli bir yapıda eğitim vermektedir. Kurumda, 4 adet sınıf bulunmakta ve 3-6 yaş aralığındaki çocuklara eğitim verilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Anaokulu -3, Zekeriyaköy.

Yaklaşık olarak 12 yıllık olan binanın taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bina, konut olarak tasarlanmış, sonrasında kreşe çevrilmiştir. Bina yalnızca kreş olarak kullanılmaktadır. Bina, trafik yoğunluğunun az olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Çevresinde az miktarda konut yapıları bulunmaktadır.

Okuldaki öğrenci yaş aralığı 3-6'dır. Binadaki sınıf metrekaresi 20 ila 25 metrekaresi arasında değişmektedir. Sınıflardaki öğrenci sayıları 10'dur. Sınıflarda 2 adet pencere bulunmaktadır. Pencere boyutları 150x100 cm olarak ölçülmüştür. Pencere doğrama malzemeleri PVC, cam türü ise çift camdır. Sınıflar çoğunlukla doğal ışık ile aydınlanmakta, buna ek olarak tavanda sıva üstü aydınlatmalar bulunmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Sınıf iç mekanından bir görsel ve radyatörler.

Binada doğal ve yapay havalandırma türü birlikte kullanılmaktadır. Yaz mevsiminde iç mekanlar yapay havalandırma (klimalar) ile soğutulmaktadır. Kış mevsiminde ise doğalgazın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemi bulunmakta ve panel radyatörler kullanılmaktadır (Şekil 3.9).

Sınıfların bazılarında zemin döşeme kaplaması olarak parke, bazılarında ise pvc kullanılmıştır. Parke ve pvc kaplamaya ek olarak antibakteriyel oyun halıları kullanılmıştır. Duvarlarda su bazlı boya tercih edilmiş, tavanda ise sıva üzeri beyaz renkte boya uygulaması yapılmıştır. Oturma üniteleri ve masalar ahşap malzemelerden oluşmaktadır.

Bina, yakın dönemde herhangi bir tadilattan geçmemiştir. Sınıflar ders öncesinde, sonrasında ve ders aralarında havalandırılmaktadır Sınıflar her gün temizlenmekte ve Covid-19 salgını sürecinde belli aralıklarda dezenfekte edilmektedir.

Doğal ve yapay havalandırma birlikte tercih edilen sınıflarda Covid-19 salgını öncesinde kullanılan filtre kalitesi değiştirilmemiş fakat bakım sıklıkları arttırılmıştır. Sınıflardaki iç ortam hava sıcaklığı ve nem oranı ölçüm cihazları ile takip edilmekte, CO₂ miktarı ise takip edilmemektedir. Bununla birlikte, sınıflarda iç hava temizleyici cihaz kullanılmamaktadır.

3.1.4. Anaokulu-4

Anaokulu-4, Sarıyer ilçesinde 4 katlı ve bahçeli bir yapıda eğitim vermektedir. Kurumda, 12 adet sınıf bulunmakta ve 3-6 yaş aralığındaki çocuklara eğitim verilmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10: Anaokulu-4, Sarıyer.

Yaklaşık olarak 13 yıllık olan binanın taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bina, okul binası olarak tasarlanmıştır. Kampüs içerisinde anaokulu, ilkokul, ortaokul, lise ve fen lisesi bölümleri bulunmakta, anaokulu bölümü ayrı giriş ile ayrılmaktadır. Bina, trafik yoğunluğunun az olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Bina çevresinde konut yerleşimleri bulunmaktadır.

Okuldaki öğrenci yaş aralığı 3-6'dır. Binadaki sınıf metrekareleri 25 ila 30 metrekare arasında değişmektedir. Sınıflardaki öğrenci sayıları 15'tir. Sınıflarda 3 adet pencere bulunmaktadır. Pencere boyutları 180x100 cm olarak ölçülmüştür. Pencere doğrama malzemeleri PVC, cam türü ise çift camdır. Sınıflar çoğunlukla doğal ışık ile aydınlanmakta, buna ek olarak tavanda sıva üstü aydınlatmalar bulunmaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Sınıf iç mekanından bir görsel ve pencere önü radyatörler.

Binada doğal ve yapay havalandırma türü birlikte kullanılmaktadır. Yaz mevsiminde iç mekanlar yapay havalandırma(klimalar) ile soğutulmaktadır. Kış mevsiminde ise doğalgazın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemi bulunmakta ve panel radyatörler kullanılmaktadır (Şekil 3.11).

Sınıflarda zemin döşeme kaplaması olarak pvc kullanılmıştır. PVC malzemeye ek olarak antibakteriyel oyun halıları kullanılmıştır. Duvarlarda su bazlı boya tercih edilmiş, tavanda ise sıva üzeri beyaz renkte boya uygulaması yapılmıştır. Oturma üniteleri ve masalar ahşap malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Sınıflarda kullanılan malzemeler.

Bina, yakın dönemde herhangi bir tadilatı geçmemiştir. Sınıflar ders öncesinde, sonrasında ve ders aralarında havalandırılmaktadır Sınıflar her gün temizlenmekte ve Covid-19 salgını sürecinde belli aralıklarda dezenfekte edilmektedir.

Sınıflarda doğal ve yapay havalandırma birlikte tercih edildiği için, Covid-19 salgını öncesinde de kullanılan filtrasyon ve iç mekan hava temizleme cihazları fazlaştırılmış ve bakım sıklıkları artırılmıştır. Sınıflardaki iç ortam hava sıcaklığı, nem oranı ve CO₂ miktarı ölçüm cihazları ile takip edilmektedir.

3.1.5. Anaokulu-5

Anaokulu-5, Sarıyer ilçesinde 2 katlı ve bahçeli bir yapıda eğitim vermektedir. Kurumda, 6 adet sınıf bulunmakta ve 3-6 yaş aralığındaki çocuklara eğitim verilmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Anaokulu-5, Zekeriyaköy (Web 7,2021).

Yaklaşık olarak 3 yıllık olan binanın taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bina, okul binası olarak tasarlanmıştır. Kampüs içerisinde anaokulu, ilkokul, ortaokul bölümleri bulunmakta, anaokulu bölümü ayrı bir binada bulunmaktadır. Bina, trafik yoğunluğunun az olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Bina çevresinde konut yerleşimleri bulunmaktadır.

Okuldaki öğrenci yaş aralığı 3-6'dır. Binadaki sınıf metrekaresi 20 ila 25 metrekaresi arasında değişmektedir. Sınıflardaki öğrenci sayıları 10'dur. Sınıflarda 3 adet pencere bulunmaktadır. Pencere boyutları 150x100 cm olarak ölçülmüştür. Pencere doğrama malzemeleri PVC, cam türü ise çift camdır. Sınıflar çoğunlukla doğal ışık ile aydınlanmakta, buna ek olarak tavanda sıva üstü aydınlatmalar bulunmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Sınıf iç mekanından bir görsel ve pencere önü panel radyatörler.

Binada doğal ve yapay havalandırma türü birlikte kullanılmaktadır. Yaz mevsiminde iç mekanlar yapay havalandırma(klimalar) ile soğutulmaktadır. Kış mevsiminde ise doğalgazın kullanıldığı merkezi ısıtma sistemi bulunmakta ve panel radyatörler kullanılmaktadır (Şekil 3.14).

Sınıflarda zemin döşeme kaplaması olarak pvc kullanılmıştır. Duvarlarda su bazlı boya tercih edilmiş, tavanda ise sıva üzeri beyaz renkte boya uygulaması yapılmıştır. Oturma üniteleri ve masalar ahşap malzemelerden oluşmaktadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: Sınıflarda kullanılan malzemeler.

Bina, yakın dönemde herhangi bir tadilatın geçmemiştir. Sınıflar ders öncesinde, sonrasında ve ders aralarında havalandırılmaktadır Sınıflar her gün temizlenmekte ve Covid-19 salgını sürecinde belli aralıklarda dezenfekte edilmektedir.

Sınıflarda doğal ve yapay havalandırma birlikte tercih edildiği için, Covid-19 salgını öncesinde de kullanılan filtreler yüksek kaliteliye çevrilmiş fakat bakım sıklığı değiştirilmemiştir. Sınıflardaki iç ortam hava sıcaklığı, nem oranı ve CO₂ miktarı ölçüm cihazları ile takip edilmekte, iç mekan hava temizleme cihazı ise kullanılmamaktadır.

3.2. Anaokullarının İç Mekan Hava Kalitesinin Gözleme Dayalı Değerlendirilmesi

Alan çalışmasında, belirlenen okullarda bina yaşı, bina türü, binanın bulunduğu bölge, havalandırma türü, pencere boyutları, sınıf büyüklükleri, sınıflarda kullanılan malzemeler, sınıfların temizlenme sıklıkları gibi kriterler belirlenerek gözlem yapılmıştır. Her bir anaokuluna ait elde edilen veriler Tablo 3.1’de sunulmaktadır.

Tablo 3.1:Anaokullarına ait iç mekan hava kalitesini etkileyen veriler.

İNCELEME KRİTERLERİ		OKULLAR				
		Anaokulu-1	Anaokulu-2	Anaokulu-3	Anaokulu-4	Anaokulu-5
Bina Yaşı		10	25	12	8	13
Kat Sayısı		2	2	2	2	4
Bina Kullanım saatleri		8:00-18:00	8:00-19:00	8:00-16:30	8:00-17:00	8:00-18:00
Binanın Orjinal Tasarımı	Okul		X		X	X
	Konut	X		X		
	Ofis					
	Mağaza					
	Diğer					
Bina Kullanımı	Yalnızca Anaokulu	X		X		
	Anaokulu+İlkokul					
	Anaokulu+İlkokul +Ortaokul				X	
	Diğer		X			X
Bulunduğu Bölge	Ara Sokak	X		X	X	X
	Cadde Üstü		X			
Trafik Yoğunluğu	Az	X		X	X	X
	Orta					
	Çok		X			
Öğrenci Yaş Aralığı		2-6	3-6	2-5	3-6	3-6
Toplam Bina m ² si		372	742	220	470	580
Sınıf m ² si		20	40	20	25	30
Sınıf Öğrenci Sayısı		10	20	10	12	15
Öğrenci Sayısı/ m ²		2	2	2	2	2
Havalandırma Türü	Doğal Havalandırma	X	X	X	X	X
	Yapay Havalandırma		X	X	X	X
Yazın Kullanılan Soğutma Yöntemi	Pasif	X				
	Doğal+Klima		X	X	X	X
Kışın Kullanılan Isıtma Sistemi	Doğalgaz	X	X	X	X	X
	Kömür					
	Diğer					
Sınıf Pencere Sayısı		2-4	2-4	2	3	3
Sınıf Pencere Boyutları		120x100/200x150 cm	120x100/200x150 cm	150x100cm	150x100cm	180x100cm
Saydamlık oranı	(Pencere Alanı /Duvar Alanı)	0.20	0.32	0.74	0.36	0.68

Tablo 3.1 (Devam):Anaokullarına ait iç mekan hava kalitesini etkileyen veriler.

Sınıf Pencere Doğrama Malzemesi	PVC	X	X	X	X	X
	Aluminyum					
	Ahşap					
	Diğer					
Sınıf Pencere Cam Sistemi	Tek Cam					
	Çift Cam	X	X	X	X	X
Bina Türü	Betonarme	X	X	X	X	X
	Çelik					
	Prefabrik					
	Diğer					
Döşeme Kaplama Malzemesi	Halı					
	Seramik Kaplama					
	Parke	X		X		
	Taş					
	PVC		X	X	X	X
	Diğer					
Duvar Kaplama Malzemesi	Boya	X	X	X	X	X
	Seramik Kaplama					
	Diğer					
Tavan Kaplama Malzemesi	Alçıpan					
	Çimento Esaslı Levha Asma Tavan					
	Sıva+Boya	X	X	X	X	X
	Diğer					
Yakın Zamanda Yenileme Yapılmış mı?	Evet					
	Hayır	X	X	X	X	X
Zemin Temizliği	Günlük	X	X	X	X	X
	Haftada 2-3					
	Haftada 1					
Fan Temizliği	Haftada 2 kere		X			
	Haftada 1 kere			X	X	X
	Aylık					

Tablo 3.1 (Devam):Anaokullarına ait iç mekan hava kalitesini etkileyen veriler.

Sınıf Temizliği	Günlük	X	X	X	X	X
	Haftada 2-3					
	Haftada 1 kere					
Perde Temizliği (Haftalık-Aylık/Yılda 1-2 kez)	Haftalık		X			
	Aylık	X			X	X
	Yılda 1-2 kere			X		

Bu veriler doğrultusunda, tüm okulların ortak olarak taşıyıcı sistemlerinin betonarme olduğu, tavan ve duvarlarda su bazlı boya kullanıldığı, pencerelerde çift cam kullanıldığı ve hiçbirinin yakın zamanda yenilenmediği görülmektedir. Sınıflardaki pencere adetleri 2 ila 4 arasında değişmekte, sınıflarda öğrenci başına yaklaşık 2 metrekare düşmektedir.

Okulların farklılıkları incelendiğinde; Anaokulu-2, Anaokulu-4 ve Anaokulu-5 yapılarının başlangıçtan itibaren okul olarak tasarlandığı, diğer anaokullarının konut projesinden okula çevrildiği, Anaokulu-1, Anaokulu-3, Anaokulu-4 ve Anaokulu-5'in trafik yoğunluğu az olan bölgelerde bulunurken, Anaokulu-2'nin trafiğin yoğun olduğu bölgede bulunduğu görülmektedir. Anaokulu-1, Anaokulu-3 ve Anaokulu-5'in bina yaşı 12 ve 13 iken, Anaokulu-2'nin bina yaşı 25'tir. Anaokulu-1, Anaokulu-2 ve Anaokulu-4'ün saydamlık oranı, Anaokulu-3 ve Anaokulu-5'e göre daha yüksektir. Anaokulu-2, Anaokulu-3, Anaokulu-4 ve Anaokulu-5'te döşeme malzemesi olarak halı tercih edilirken, Anaokulu-1'de ahşap parke malzeme tercih edilmiştir. Zemin temizliği, fan temizliği, sınıf temizliği gibi bakım aralıkları Anaokulu-1, Anaokulu-2 ve Anaokulu-5'te daha sık, Anaokulu-2 ve Anaokulu-4'te ise daha azdır.

3.3. Anaokullarının İç Mekan Hava Kalitesinin Kullanıcı Memnuniyeti Açısından Değerlendirilmesi-Anket Sonuçları

Bu bölümde çalışma kapsamındaki okullarda sınıfları kullanan öğretmenlerin iç hava kalitesinden memnuniyetleri bir anket yoluyla sorgulanmıştır [Ek-1, 2021]. Yapılan anket çalışmasında elde edilen bilgiler grafiksel olarak analiz edilmiştir.

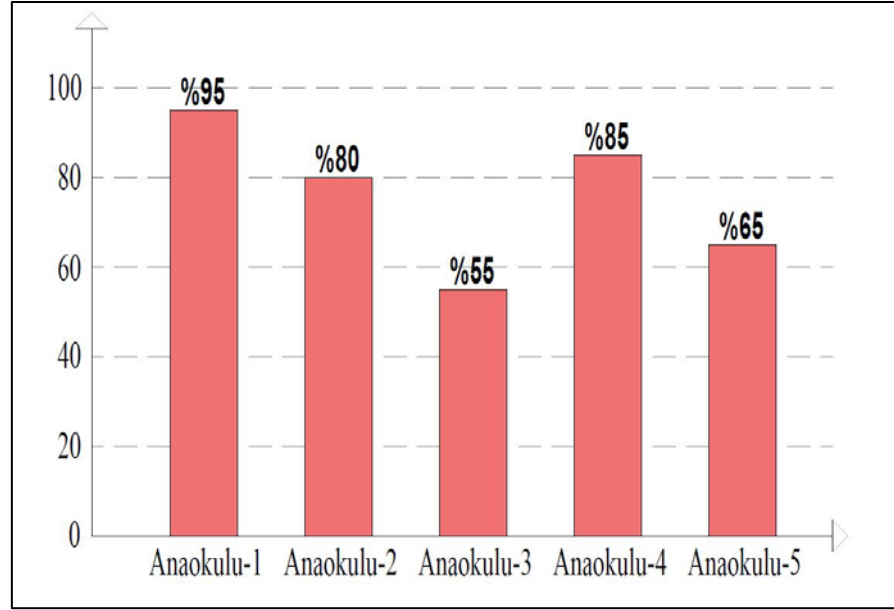
Yapılan anket, Anaokulu-1, Anaokulu-4 ve Anaokulu-5'te 8, Anaokulu-2 ve Anaokulu-3'te 7 olmak üzere beş okulda toplam 38 öğretmene uygulanmıştır.

Çalışmada kullanıcıların özelliklerini belirleyebilmek amacıyla yaş, cinsiyet, eğitim durumu, tecrübe yılı ile ilgili sorular sorulmuştur. Buna göre araştırma kapsamına alınan kullanıcıların tamamı kadınlardan oluşmaktadır. Bu kullanıcıların %61'i 25-34 yaş arasında, %39'u ise 35-44 yaş arasındadır. Kullanıcıların %44'ünün önlisans, %56'sının lisans mezunu olduğu görülmektedir. Bu kişilerin %39'u 0-5 yıl arası, %55,5'u 5-10 yıl arası, %5,5'u ise 10 yıl ve üzeri tecrübeye sahiptir (Şekil 3.16).

KULLANICILARIN GENEL BİLGİLERİ		ERKEK		KADIN		TOPLAM	
		F	%	F	%	F	%
YAŞ	25-34 Yaş arası	-	-	23	61	23	61
	35-44 Yaş arası	-	-	15	39	15	39
	45 Yaş ve üzeri	-	-	-	0	-	0
EĞİTİM DÜZEYİ	ÖNLİSANS	-	-	17	44	17	44
	LİSANS	-	-	21	56	21	56
	YÜKSEK LİSANS	-	-	-	0	-	0
TECRÜBE YILI	0-5 Yıl arası	-	-	15	39	15	39
	5-10 Yıl arası	-	-	21	55,5	21	55,5
	10 Yıl ve üzeri	-	-	2	5,5	2	5,5
F: Frekans Sayısı		%: Yüzdelik Değer					

Şekil 3.16: Ankete katılan kullanıcıların genel özellikleri.

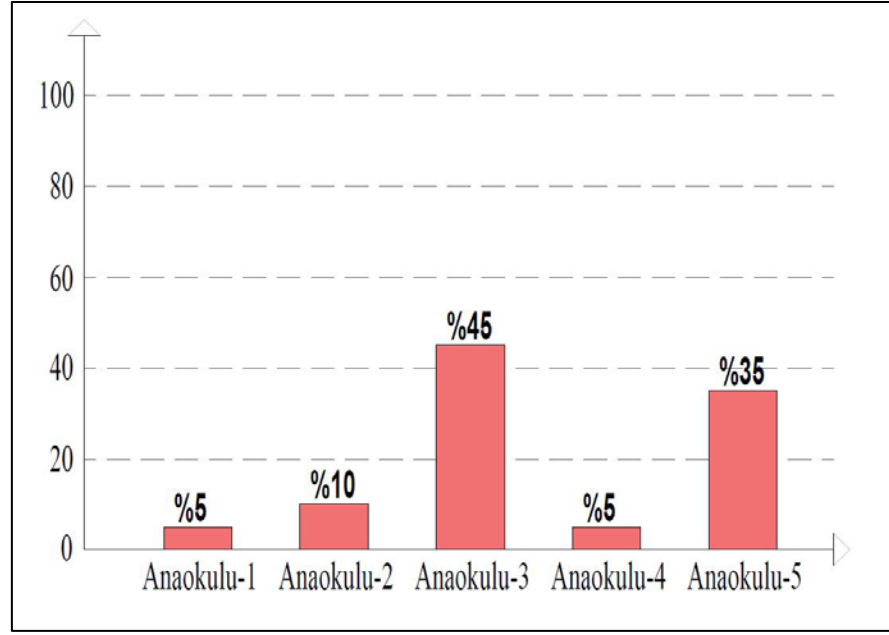
Anaokulu 1'de havalandırma tipi olarak yalnızca doğal havalandırma kullanılmasına rağmen kullanıcılar, bulunduğu konumun trafik ve yaşam alanının çok az olduğu bir bölgede olmasından dolayı dış havanın temiz olduğunu ve sınıf içi doğal havalandırmanın yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Havalandırma tipi doğal ve yapay havalandırma olan Anaokulu 2 ve Anaokulu 4'te, kullanıcılar doğal havalandırma miktarını yeterli bulduklarını belirtmişlerdir. Anaokulu 3 kullanıcıları, sınıfların yeteri kadar havalandırılmadığını, bu nedenle doğal havalandırma miktarının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Anaokulu 5 kullanıcıları, doğal havalandırma sıklığının bazı günler günde iki, bazı günler ise günde üç olduğunu, daha sık havalandırılan günlerde doğal havalandırmanın daha yeterli olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Sınıflarda doğal havalandırma yeterliliği konusunda kullanıcı memnuniyeti.

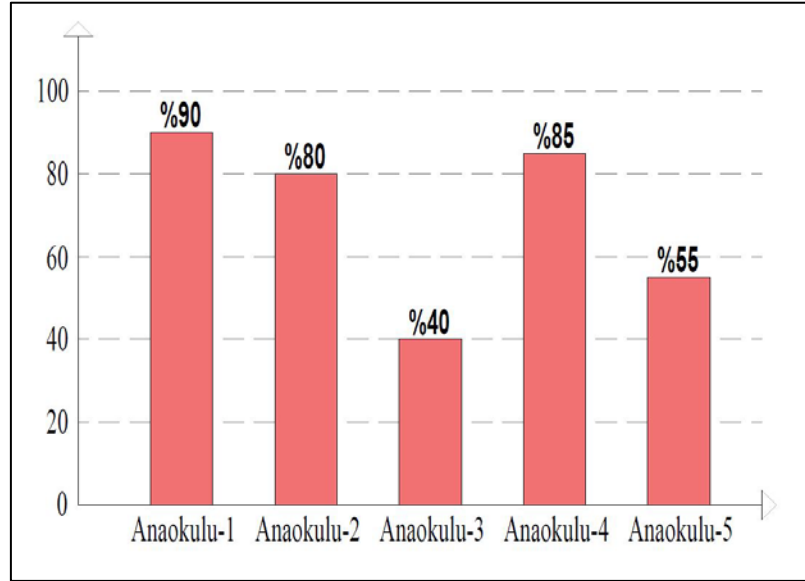
Tüm okullardaki sınıf metrekaresi ve öğrenci sayısı 1'e 2 orana sahiptir. Anaokulu 1'de sınıf metrekareleri 20 iken öğrenci sayıları 10, Anaokulu 2'de, sınıf metrekareleri 40 iken öğrenci sayıları 20, Anaokulu 3'te sınıf metrekareleri 20 iken öğrenci sayıları 10, Anaokulu 4'te sınıf metrekareleri 30 iken öğrenci sayıları 15, Anaokulu 5'te ise sınıf metrekareleri 20 iken öğrenci sayıları 10'dur.

Anaokulu 1 ve Anaokulu 4 kullanıcıları, sınıflarda nem/küf/koku durumu ile ilgili herhangi bir şikayetlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Anaokulu 2, 25 yıllık bir yapı olmasına rağmen, yalıtım kaynaklı bir sorun olmaması ve sık sık bakım yapılması sebebiyle kullanıcılar, nem/küf/koku durumu ile ilgili çok az seviyede şikayetlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları, sınıflarda nem ve küf oluşumu olduğunu, bu nedenle zaman zaman koku da hissedildiğini belirtmişlerdir (Şekil 3.18).



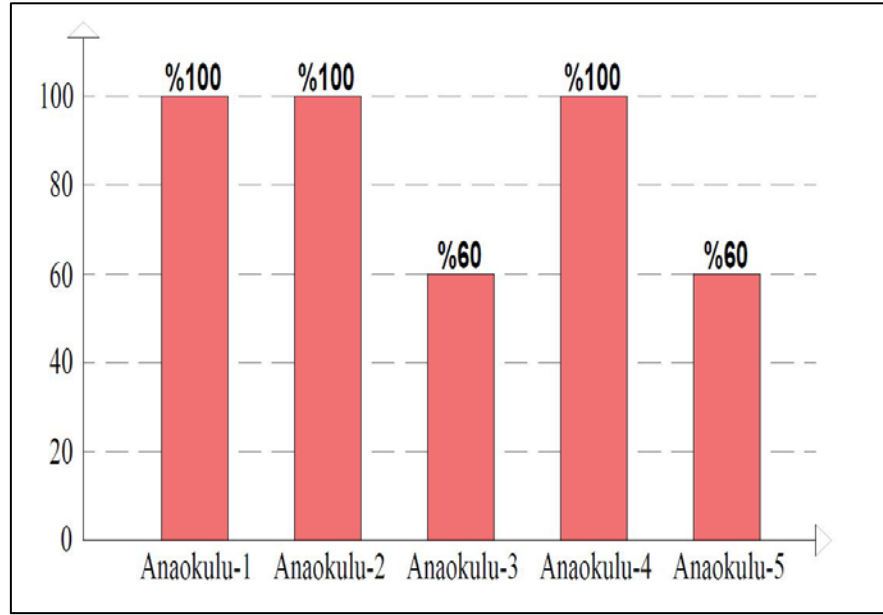
Şekil 3.18: Sınıflarda nem, küf ve koku durumu.

Anaokulu 1 ve Anaokulu 4 kullanıcıları, sınıf sıcaklığının hem yaz hem kış mevsiminde uygun olduğunu belirtmişlerdir. Anaokulu 2 kullanıcıları, sınıf sıcaklığının kış mevsiminde normal, yaz mevsiminde dönem dönem sıcak olduğunu belirtmişlerdir. Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları ise sınıf sıcaklığının her iki mevsimde de normalin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3.19).



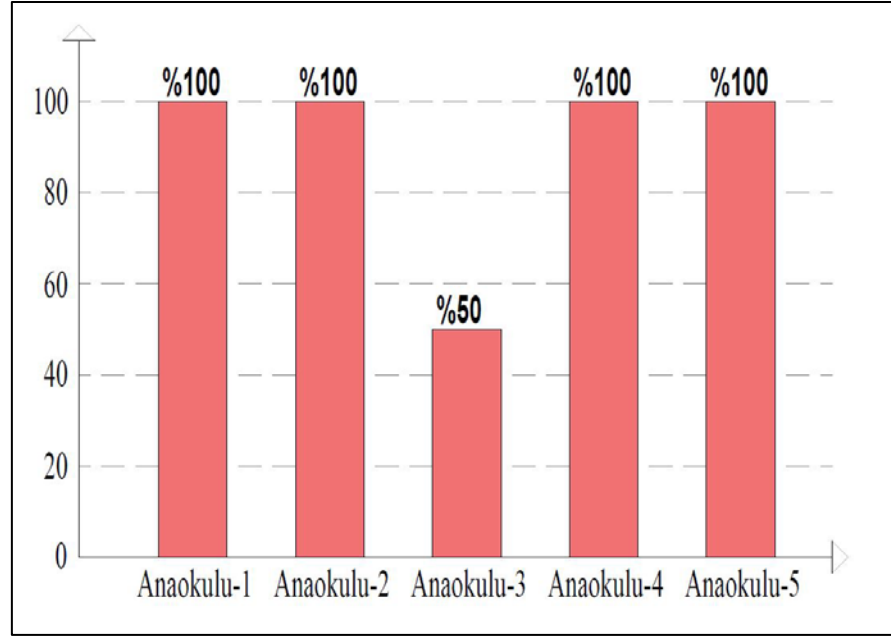
Şekil 3.19: Yaz ve kış mevsimlerinde sınıf sıcaklığı memnuniyeti.

Anaokulu 1, Anaokulu 2 ve Anaokulu 4 kullanıcıları, sınıflarda kullanılan malzemelerin bakım-onarım ve temizlik sıklığının günde 2-3 kez olduğunu ve bu orandan memnun olduklarını belirtmişlerdir. Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları ise sınıflarda kullanılan bakım-onarım ve temizlik sıklığının günde 1 kez olduğunu ve bu oranın artırılması gerektiğini belirtmişlerdir (Şekil 3.20).



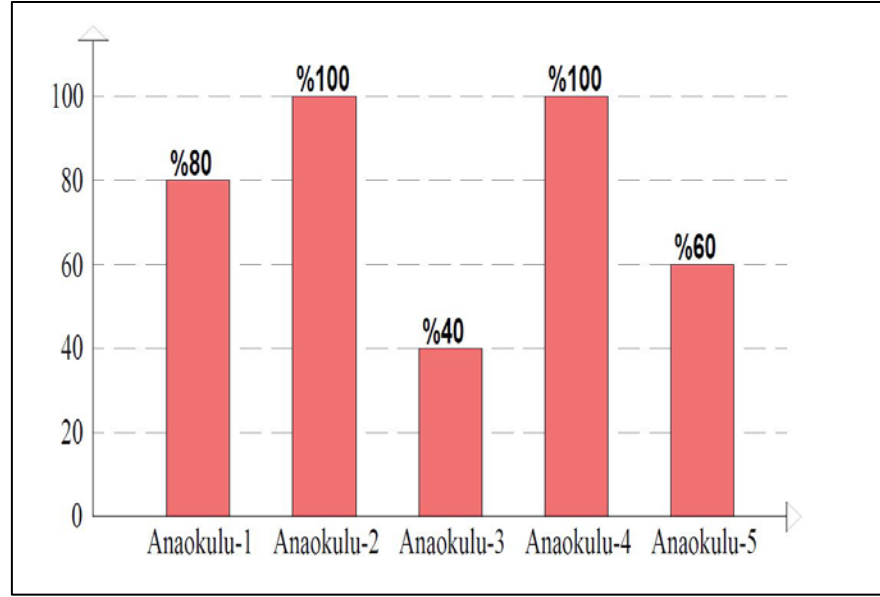
Şekil 3.20: Sınıflarda bakım ve temizlik sıklığı memnuniyeti.

Anaokulu 1, Anaokulu 2, Anaokulu 4 ve Anaokulu 5'te koronavirüs sonrası sosyal mesafe önlemi kapsamında sınıflardaki öğrenci yoğunluğunun azaltıldığı, sıraların aralarının açılması, aynı yöne bakması gibi önlemler alındığı ve sınıf havalandırma sıklığının artırıldığı belirtilmiştir. Anaokulu 3'te ise koronavirüs sonrası sosyal mesafe kapsamında sınıflarda öğrenci sayılarının azaltılmadığı ve doğal havalandırma sıklığı değiştirilmediği, fakat sıraların aralarının açılması, aynı yöne bakması gibi önlemler alındığı belirtilmiştir (Şekil 3.21).



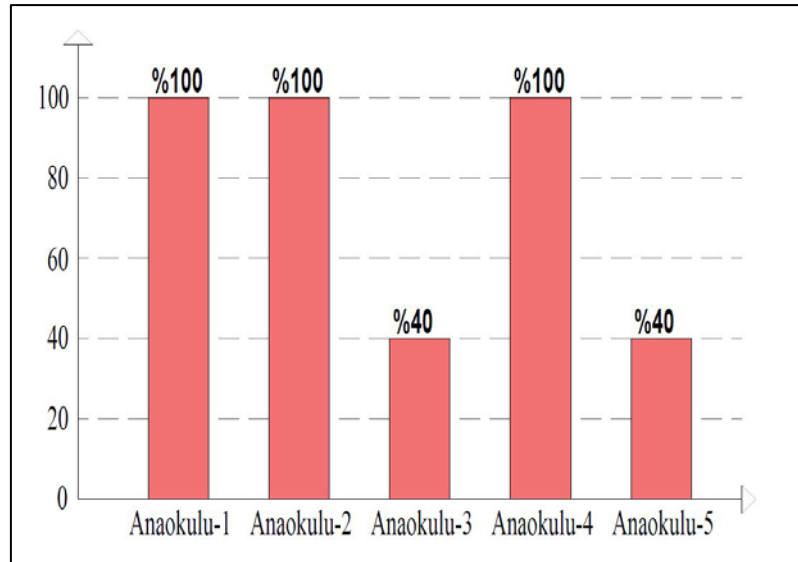
Şekil 3.21: Sınıflarda Koronavirüs sonrası sosyal mesafe önlemleri oranı.

Anaokulu 1’de sınıflarda iç hava temizleyici, nem, sıcaklık ve CO₂ ölçer cihazlar kullanıldığı, yalnızca doğal havalandırma kullanıldığından dolayı yüksek kaliteli filtrasyon ekipmanlarının kullanılmadığı belirtilmiştir. Anaokulu 2’de sınıflarda iç hava temizleyici, nem, sıcaklık ve CO₂ ölçer cihazlar kullanıldığı, yapay havalandırmada yüksek kalite filtrelerin tercih edildiği ve bakım sıklıklarının artırıldığı belirtilmiştir. Anaokulu 3’te sınıflarda sıcaklık ve nem ölçer kullanıldığı, iç hava temizleyici ve CO₂ ölçer cihazların kullanılmadığı, daha önceki filtre kalitesi ile aynı kalitede filtre kullanımına devam edildiği belirtilmiştir. Anaokulu 4’te iç hava temizleyici, sıcaklık, nem ve CO₂ ölçer cihazlar kullanıldığı ve filtrelerin yüksek kaliteli olarak değiştirildiği belirtilmiştir. Anaokulu 5’te sınıflarda sıcaklık, nem ve CO₂ ölçer cihazlar kullanıldığı, iç hava temizleyici cihazların kullanılmadığı, bununla birlikte filtre sisteminin yüksek kaliteye çevrildiği fakat bakım sıklığının değiştirilmediği belirtilmiştir (Şekil 3.22).



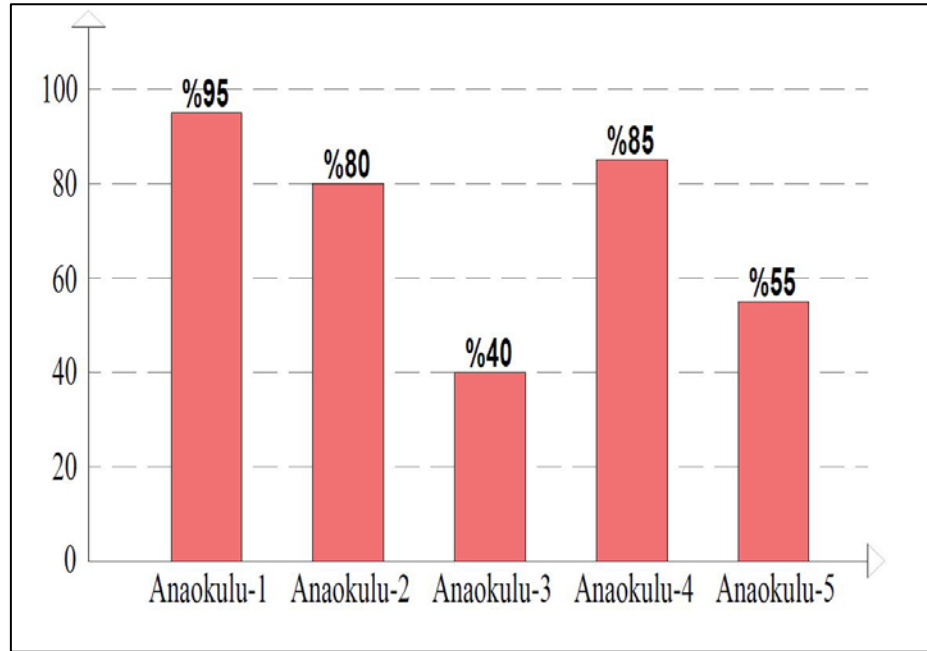
Şekil 3.22: Sınıflarda Koronavirüs sonrası cihaz kullanımı oranı.

Anaokulu 1, Anaokulu 2 ve Anaokulu 4 kullanıcıları, koronavirüs nedeniyle günde 2-3 kez dezenfeksiyon yapıldığını ve temizlik sıklığının artırıldığını, bu nedenle hijyen oranından memnun olduklarını belirtmişlerdir. Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları ise koronavirüs nedeniyle günde 1 kez dezenfeksiyon yapıldığını ve temizlik sıklığının yeteri kadar artırılmadığını, bu nedenle hijyen oranından memnun olmadıklarını belirtmişlerdir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23: Sınıflarda Koronavirüs sonrası dezenfeksiyon ve temizlik sıklığı memnuniyeti.

Yukarıdaki iç hava kalitesini etkileyen faktörler açısından 5 okul kullanıcı memnuniyeti sonucunda değerlendirilmiş, son olarak katılımcılara bulundukları sınıftan iç hava kalitesi açısından memnuniyetleri sorulmuştur. Anaokulu 1, Anaokulu 2 ve Anaokulu 4 kullanıcıları iç ortam hava kalitesinden memnun olduklarını, Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları ise yeteri kadar memnun olmadıklarını belirtmişlerdir. Anaokulu 1 ve Anaokulu 4 kullanıcıları bu memnuniyeti, sınıflardaki doğal havalandırmanın yeterliliğine, nem ve küf durumunun olmamasına ve sıcaklık, nem ve CO₂ ölçerlerin değerlerinin uygun aralıklarda çıkmasıyla açıklamaktadırlar. Anaokulu 2’de kullanıcıların çoğu, okulun bulunduğu bölgedeki trafik, konut yoğunluğu ve alışveriş merkezi bulunmasına rağmen, iç hava ortam kalitesini yeterli bulmaktadırlar. Anaokulu 3 ve Anaokulu 5 kullanıcıları, iç hava ortam kalitesinin yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Bu memnun olmama durumunu, sınıflardaki doğal havalandırmanın zaman zaman yetersiz olması, nem ve küf oluşumu, sıcaklık ve nem değerlerinin uygun aralıklarda olmamasıyla açıklamaktadırlar (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: Sınıflarda iç hava ortam kalitesi memnuniyeti.

Anaokulu-1’de yalnızca doğal havalandırma kullanılmasına rağmen öğretmenler sınıf iç hava kalitesinden memnun olduklarını, sınıfların gün içerisinde en az 4 defa uzun süre ile havalandırıldığını belirtmişlerdir. Anaokulu-2’de sınıflardaki sıcaklık ve nem oranlarının normal olduğu, nem ve küf oluşumunun az olduğu, pencere

boyutlarının büyük ve sayılarının fazla olmasından dolayı doğal havalandırma yöntemiyle sınıflara yeterli temiz hava girişi sağlandığı, bununla birlikte koronavirüs sonrası kullanılan cihazların yenilendiği ve iç hava kalitesini olumlu yönde etkileyen ek cihazlar kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir. Anaokulu-3'te ise doğal havalandırma sıklığının yeterli olmadığı, sıcaklık ve nem değerlerinin uygun aralıklarda olmadığı, nem ve küf oluşumlarının olduğu, yapay havalandırmada kullanılan filtrelerin sık değiştirilmediği ve koronavirüs sonrası sınıflardaki öğrenci sayılarında azaltma yapılmadığı ve bu nedenlerin kullanıcılarda memnuniyetsizliğe yol açtığı görülmüştür. Anaokulu 4'te ise okulun bulunduğu bölgenin trafikten ve yapılaşmadan uzak olması sebebiyle doğal havalandırmadan fazlasıyla yararlanabildiklerini, bu nedenle iç hava kalitesinden memnun olduklarını belirtmişlerdir. Sınıflardaki sıcaklık ve nem oranlarının uygun olduğu, nem, küf gibi oluşumların olmadığı ve koronavirüs sonrası hem sosyal mesafe hem de iç hava temizleyici cihaz ve temizlik önlemlerinin arttırıldığı belirtilmiştir.

Anaokulu-5'te ise sınıflarda doğal havalandırmadan yeterince faydalanılmadığı, sıcaklık ve nem değerlerinin uygun aralıklarda olmadığı, nem ve küf oluşumunun olduğu, bakım ve temizlik oranlarının arttırılması gerektiği, koronavirüs sonrası iç hava temizleyici cihazlar kullanılmadığı, dezenfeksiyon ve temizlik sıklığının yeteri kadar arttırılmadığı fakat filtre kalitelerinin arttırıldığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada yapılan gözlem ve anketler, okul öncesi eğitim yapılarının kapsamlı bir iç hava kalitesi değerlendirmesinden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sistematik olarak ele alındığında, yedi teknik çözüm, okullardaki iç mekan hava kalitesini iyileştirmede önemli rol oynamaktadır.

Bu çözümler şu şekildedir;

- Kaliteli HVAC sistemleri; mekanik sistemlere düzenli olarak bakım yapılması, düzenli filtre değişimi ve yoğunlaşma tavalarının boşaltılması, ASHRAE standartlarına göre dış havalandırma sağlanması, hava besleme difüzörlerinin ve dış hava girişlerinin temizlenmesi.
- Nem ve küf kontrolü; rutin nem denetimlerinin gerçekleştirilmesi, küf önleme ve iyileştirme planının yapılması, iç mekan nem seviyelerinin %30 ila %60 arasında tutulması,

- Güçlü entegre kirletici yönetimi; zararlıların incelenmesi ve takip edilmesi, spot tedavi ve yemlerin kullanılması, pestisit kullanılması, böcek ilacı uygulanmış alanların işaretlenmesi,
- Etkili temizlik ve bakım; temizlik ve bakım personellerinin eğitilmesi, malzeme güvenliğinin sağlanması, nemli bezle toz alınması ve yüksek verimli filtreler ile süpürülmesi, düzenli olarak teftiş sağlanması,
- Akıllı malzeme seçimi; satın alma politikası kapsamında düşük emisyonlu ürünlerin tercih edilmesi, formaldehit içermeyen malzemelerin seçilmesi, düşük toksisite ve emisyonlu boya kullanılması, mümkün olan en az seviyede toksik temizleyici kullanılması,
- Agresif kaynak kontrolü; dumansız hava sahası protokolünün uygulanması, bina girişlerinde paspas kullanılması,
- Entegre enerji yönetim çözümleri; düzenli HVAC sistemleri bakım planı yapılması, programlanabilir termostat tercih edilmesi, binadaki nemin kontrol edilmesidir [EPA., 2018].

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrenciler gün içerisindeki vakitlerinin büyük bir çoğunluğunu okullarda geçirmektedirler. Eğitim yapılarında geçirilen süreler oldukça uzun olduğundan dolayı, vakit geçirilen mekanlar öğrencilerin psikolojik ve fizyolojik gelişimlerinde etkin rol oynamaktadır.

Sıcaklık, aydınlatma, iç hava kalitesi, malzeme, renk gibi fiziksel koşulların, çocukların sınıf içerisinde yaptıkları aktiviteler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bu koşullardan biri olan iç hava kalitesinden etkilenme şekli ve oranı, kullanıcıların bina içerisinde geçirdiği süreye ve zaman geçirdiği mekana göre değişebilmektedir. Bu çalışma çocukların en fazla vakit geçirdikleri mekanlar olan sınıflar ile sınırlandırılmıştır.

Binalarda iç mekan hava kalitesinin önemi gün geçtikçe önem kazanmaya devam etmektedir. İç mekan hava kalitesini etkileyen temel parametreler; iç hava kirleticileri, havalandırma yöntemi ve sıklığı, kullanılan yapı malzemeleri, binanın konumu, dış çevre kalitesi, bakım ve temizlik sıklığıdır. Eğitim yapılarında genellikle, yetersiz havalandırma, yetersiz bakım ve temizlik, yüksek karbon dioksit ve uçucu organik bileşik oranları, yüksek nem ve bu nedenlerden kaynaklı küf, koku vb gibi iç hava kirlilikleri görülmektedir.

Bu çalışmada, okul öncesi eğitim yapılarındaki sınıf mekanları iç hava kalitesi çerçevesinde gözlemlenmiş, öğretmenlerin memnuniyet seviyesini anlayabilmek için 38 kişiye anket uygulanmış ve uygulanan anketler grafiksel olarak analiz edilmiştir.

İncelenen 5 okuldan 3'ünde kullanıcıların bulunduğu ortamın iç hava kalitesinden memnun olduğu dolayısıyla da bu alanlarda iç hava kalitesinin uygun koşullarda olduğu gözlem ve kullanıcı memnuniyet anketi sonucunda belirlenmiştir. Bununla birlikte, koronavirüs sonrası alınan önlemler araştırıldığında, incelenen 5 okuldan 2'sinde kullanıcıların alınan önlemleri yetersiz bulduğu ifade edilmiştir.

Türkiye'de eğitim yapıları özelinde iç hava kalitesinin iyileştirilmesi ve izlenmesine yönelik çalışmaların geliştirilmesi gerekmektedir. Literatür taramalarında yurtdışındaki eğitim yapılarında yüksek verimli (HEPA) filtreler, nem cihazları, UV-C ışık sistemi ile hava temizliği, iç mekan hava temizleyici cihaz kullanımı ve karbon dioksit, sıcaklık, nem ölçer cihazlar ile iç hava kalitesi takibi gibi önlemlerin ülkemize göre daha yaygın olduğu görülmüştür. İncelenen 5 okuldaki gözlem sonuçlarına göre,

yalnızca 3 okulda nem ölçer, karbon dioksit ölçer, yüksek verimli filtre ve iç hava temizleyicilerin kullanıldığı görülmüştür. Seçilen okulların 3'ünde dezenfeksiyon ve temizlik sıklığı, diğer 2 okuldan daha fazladır. Seçilen okullardan 4'ü koronavirüs sonrası sosyal mesafe önlemi, sınıflardaki öğrenci sayılarının azaltılması gibi önlemler alırken, 1 okulda bu gibi önlemlerin alınmadığı görülmektedir. Yapılan alan çalışmasında, sınıflarda kullanılan masa, sandalye gibi tefriş elemanlarının, duvar, zemin ve tavan malzemelerinin çocuk sağlığına uygun seçildiği görülmüştür.

Bina içerisinde kirleticilerin ortaya çıkmasına sebep olan başlıca nedenler şu şekilde sıralanabilir;

- Doğru malzeme tercih edilmemesi,
- Doğru havalandırma yöntemlerinin kullanılmaması,
- Sıcaklık ve nem oranları,
- Düzenli ve yeterli temizlik yapılmaması.

Sınıflardaki öğrenci sayıları, havalandırma şekilleri, kullanılan malzemeler, sıcaklık, bağıl nem ve karbondioksit değerleri, bakım ve temizlik sıklığı gibi parametreler, iç hava kalitesinin uygun standartlarda olmasına katkı sağlamaktadır.

Tüm bu araştırmalar sonucunda iç hava kalitesini iyileştirmek için;

- İç hava kirleticilerinin tespit edilmesi ve kontrolünün sağlanması,
- Sıcaklık ve nem seviyelerinin uygun aralıkta olmasını sağlayabilmek için ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin tercih edilmesi,
- Partikül madde seviyelerini düşürebilmek için sınıfların sık sık temizlenmesi ve havalandırılması,
- Kirletici oranlarının azalması için mekana yeterli miktarda temiz hava sağlayacak iç hava temizleyici cihazlar kullanılması,
- Doğal havalandırma yöntemiyle havalandırılan sınıflarda havalandırmanın sık yapılması ve vasistas tipi pencere kullanılması,
- Sınıflardaki öğrenci sayılarının azaltılarak, sınıf metrekarelerinin ve tavan yüksekliklerinin artırılması,
- Karbondioksit miktarını takip edebilmek için CO₂ ölçer cihazların kullanılması,

- Uygun sıcaklık ve nem seviyelerinin takibini sağlayabilmek için sıcaklık ve nem ölçer cihazların kullanılması,
- Belirli periyotlarda iç hava kalitesi ölçümlerinin yapılması ve bu ölçümlerde karbondioksit, sıcaklık, nem ve partikül maddenin yanı sıra ozon, azot, kükürt dioksit, radon ve formaldehitler gibi parametrelerin de ölçülmesi,
- Teknolojik gelişmelerle birlikte eğitim yapılarının bahçelerine veya çatılarına seralar kurularak iç mekana bağlanan mekanizmalar ile iç hava temizliğine katkı sağlanması,
- İç mekanda nano teknolojik ve sağlığa uygun malzemelerin tercih edilmesi,
- Eğitim yapılarının hava kirliliği ve araç egzoz gazlarına maruz kalmamalarını sağlamak adına olabildiğince trafik yoğunluğunun olduğu alanlardan uzak olacak şekilde konumlandırılması gibi temel önlemler alınabilir.

Bu önlemlere ek olarak, iç hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurularak, ülkemizde iç hava kalitesi standartlarının belirlenmesi ve kullanıcıların bilinçlendirilmesi önerilebilir.

Okul öncesi eğitim yapılarındaki sınıf mekanlarındaki iç hava kaliteleriyle ilgili tespit edilen durumlara bağlı olarak önerilen bu çözümler, yeni tasarımlar için yol gösterici olabilir.

Bu çalışma, koronavirüs salgını sürecinde yapılması nedeniyle gözlem ve web tabanlı uzaktan yapılan ankete dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı memnuniyeti ve gözleme dayalı değerlendirmenin yanı sıra, yerinde ölçümlerle birlikte yapılacak çalışmalarla okul öncesi yapılarda iç hava kalitesinin değerlendirmesi önemlidir. Bununla birlikte, ileride yapılacak çalışmalarda okul öncesi yapılar için özel okulların yanı sıra devlete bağlı okulların da iç hava kalitesi açısından değerlendirilmesi bu kapsamdaki çalışmaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmalar doğrultusunda Türkiye’de okul öncesi yapı tasarımında ve mevcut okul yapılarında iç hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik bir kılavuz geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Abouleish MYZ., (2020), 'Indoor Air Quality and COVID-19'. Public Health 191(2021) 1-2.

Akbaba, M., Kurt, B., & Nazlıcan, E. (2014). Yeni Coronavirus salgını: MERS-CoV. Türkiye Halk Sağlığı Dergisi, 12(3), 217.

Akdağ, F. (2015). Çocukta beyin gelişimi ve erken müdahale. Hacettepe Üniversitesi 'Uluslararası Katılımlı III. Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Kongresi'.

Altın S. H., (2015), "İç Ortam Hava Kirliliğinin Doğurabileceği Sağlık Etkileri", Bitirme Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

American Federations of Teachers, (2004), 'What You Should Know About Indoor Air Quality'.

Anonymous, 2014b, ASHRAE Standard <http://xp20.ashrae.org/STANDARDS/standa.htm> (Ziyaret tarihi: 12.02.2021)
Anonim, 1997b, TS 12281, Çevre Sağlığı-Kapalı Ortam Havası ile İlgili Tedbirler
ASHRAE, (1997), ASHRAE HANDBOOK-Fundamentals, 'Çevre Sağlığı', Bölüm 37, Çeviri: Demircioğlu N.,Toksoy M.

Avcı A.S., (2014), 'Batman Üniversitesi Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin Araştırılması', Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.

Baek S., Kim O., Perry R. (1997), "Indoor Air Quality in Homes, Offices and Restaurants in Korean urban Areas, indoor/outdoor Relationships. Atmospheric Environment", Atmospheric Environment, 31 (4), 529-544. 27

Balanlı A., Öztürk A., (2006), Yapı Biyolojisi, Yaklaşımlar. Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, İstanbul.

Betuz N.E., (2012), 'Assessment of Indoor Air Quality In Crowded Educational Spaces', Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Buchanan, B. (June 2007). Sick Buildings, Sick Students. American School Board Journal, 48-50.

Bulgurcu H., İlten N., Coşgun A., (2005), 'Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler', VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.

Bulut H., (2007), Konutlarda İç Hava Kalitesi ile İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi, TESKON, VIII. Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir , Y.No:E/2007/436, s.415,25-28.

Bulut H., (2012), ‘Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO₂ Miktarının Analizi’, Tesisat Mühendisliği - Sayı 128.

Burge, P. S., Robertson, A. S., Hedge, A. ‘Validation of self-administered questionnaire in the diagnosis of sick building syndrome’, **Indoor Air** 90.1, 575-581 (1990).

Bushnell PJ, Jaeger RJ., (1986), “Hazards to Health From Enviromental Lead Exposure: a Review of Recent Literature”, Veterinary and Human Toxicology, 28 (3), 255-261.

Capolongo S., Rebecchi A., Buffoli M., Letizia A., Carlo S. COVID-19 and cities: From urban health strategies to the pandemic challenge. A decalogue of public health opportunities. *Acta Biomedica*. 2020;91(2):13–22. doi: 10.23750/abm.v91i2.9515.

Cascella, M., Rajnik, M., Cuomo, A., Dulebohn, S. C., & Di Napoli, R. (2020). Features, evaluation and treatment Coronavirus (COVID-19). StatPearls, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32150360>. Erişim tarihi: 07.05.2020.

Chaloulakou A, Mavroidis I., “Comparison of indoor and outdoor concentrations of CO at a public school. Evaluation of an indoor air quality model”, Atmospheric Environment., vol.36,, (2002), 1769-1781.

Chan, W. R., Li, X., Singer, B. C., Pistochini, T., Vernon, D., Outcault, S., ... & Modera, M. (2020). Ventilation rates in California classrooms: Why many recent HVAC retrofits are not delivering sufficient ventilation. Building and Environment, 167, 106426

Ceylan A., (2011), İklimlendirme Sistemlerinin Yapı İç Hava Niteliği Üzerindeki Olumsuz Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Programı, İstanbul.

Coley D.A., Beisteiner A., (2002), ‘Carbon dioxide levels and ventilation rates in schools’, Int. J. Vent., 1 (1), pp. 45-52.

Constable H. BBC; 2020. How do you build a city for a pandemic? available at: <https://www.bbc.com/future/article/20200424-how-do-you-build-a-city-for-a-pandemic> (Erişim tarihi: 29 Nisan 2021)

Coşkun A., (2005), ‘Okullarda İç Hava Kalitesinin İncelenmesi’, Tesisat Mühendisliği Dergisi,90 s. 19-27.

Çelikkat E.,(2019), Eğitim Kurumlarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Riski, Yüksek Lisans Tezi,Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı,Konya.

Çetin M., (2016), A Change in the amount of CO₂ at the center of the examination halls: case study of Turkey. Ethno Med, 10(2),146-155.

Çilingiroğlu S., (2010), “İç Hava Kalitesi”, Mimarlar Mühendisler Odası Dergisi, 17,

Çobanoğlu N., Kiper N., (2006), Bina İçi Solunan Havada Tehlikeler, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 49,71-75.

DSÖ, (2009), “Handbook on Indoor Radon – A Public Health Perspective, Edited by Hajo Zeeb and Ferid Shannoun”, ISBN: 978-92-4-154767-3, WHO (DSÖ) Library, Cenevre, İsviçre.

Daisey, J.M., Angell, W.J., Apte, M.G., 2003. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information. Indoor Air 13, 53–64, <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0668.2003.00153.x>.

Demircioğlu N., Toksoy M., (1997), ASHRAE HANDBOOK- Fundamentals, Çevre Sağlığı, Bölüm 37.

Dietz, L., Horve, P. F., Coil, D., Fretz, M., Eisen, J., & Wymelenberg, K. V. D. (2020). 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations to Reduce Transmission. doi: 10.20944/preprints202003.0197.v3

Dikmen M., Limoncu S., (2016), Yüksek Konut Yapılarında Cephe Aracılığıyla Sağlanan Doğal Havalandırmanın Örnekler Üzerinden İncelenmesi, journalagent.com/megaron

Dönmez O., (2003), İç Hava Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Düzovalı G., Öztürk B., (2011), x. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

Earthman G.I., (2004), Prioritization of 31 Criteria for School Building Adequacy.

Baltimore, MD: American Civil Liberties Union Foundation of Maryland
EPA,(2001), ‘The Right to Breathe Healthy Indoor Air in Schools’.

EPA, (1998), “Carcinogenic Effects of Benzene: an Update, Office of Research and Development”, EPA/600/P-97001F, Environmental Protection Agency.

EPA (2003b). Indoor Air Quality Tools for Schools: Communications Guide, Retrieved June 3, 2012 from the World Wide Web: <http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/communicationsguide.pdf>

EPA, (2018), ‘The Indoor Air Quality Tools for Schools Approach: Providing a Framework for Success’.

Esin T., (2004), İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü. Yapı Dergisi (275),99-103

Fischer J.C., Bayer C.W., (2005), “Humidity Control in School Facilities” Indoor Air.

Fischer P.H., Hoek G., Reeuwijk H.V., Briggs D.J., Lebert E., Wijnen J.H., Kingham

S., Elliott P.E., (2000), "Traffic related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic.

Flynn, E., Matz, P., Woolf, A., Wright, R., 2000. Indoor air pollutants affecting child health, Available online at: <http://acmt.net/Library/docs/IndoorAirPolution.pdf> [accessed March 2014] [submitted for publication].

Gaihre S., Semple S., Miller J., Fielding S., Turner S., (2014), 'Classroom Carbon Dioxide Concentration, School Attendance And Educational Attainment', J Sch Health, 84(9):569-74

Griffiths M., Eftekhari M., (2008), 'Control of CO₂ in a naturally ventilated classroom' Energy Build., 40 (4), pp. 556-560

Godwin, C., Bateman, S., (2006), "Indoor Air Quality in Michigan Schools", Indoor Air 16.

Górny, Rafał L. "Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air-a review." *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 11(2): 185-197 (2004).

Goyer N., Lavoie J., Lazure L., Marchand G., Alland R., Bherer L., (2001), Bioaerosols in the Workplace: Evaluation, Control and Prevention Guide. Studies and Research Projects, Technical Guide T-24, Institut de recherche Robert-Sauve en sante et en securite de travail de Quebec 94.

Gülçiçek C., (2021), Koronavirüss Salgınının Küresel Güvenlik ve Yönetişim Üzerindeki Etkileri.

Güllü G., (2006), İlköğretim Okullarında İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlık Etkileşimi, Tesisat Mühendisliği-Sayı 152-Mart/Nisan 2016.

Güneş G., Bozkurt E., Sönmez S., Çakır N., (2015), Kütüphanelerde İç Hava Kalitesinin İncelenmesi, Hakemli Makaleler Marmara Üniversitesi, 16(2),222-241.

Güneyli C., (2019), 'İlköğretim Sınıf Mekanlarının İç Ortam Hava Kalitesi Bakımından Değerlendirilmesi', Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hansen L., 'Indoor air quality issues', *Taylor & Francis*, 1st. ed., New York (1999).

Heald Sargent, T., Muller, W. J., Zheng, X., Rippe, J., Patel, A. B., and Kociolek, L. K., (2020), Age-related differences in nasopharyngeal severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (Sars-Cov-2) levels in patients with mild to moderate Coronavirus disease 2019 (Covid-19). *JAMA Pediatrics*, 174(9), 902-903.

Heracleous C., Michael A., (2019), 'Experimental assessment of the impact of natural ventilation on indoor air quality and thermal comfort conditions of educational buildings in the Eastern Mediterranean region during the heating period', *Journal of Building Engineering*, Volume 26, 100917.

Heracleous C., Micahel A., (2018), ‘Thermal Comfort Conditions and Air Quality in Educational Buildings in Cyprus During The Heating Period: The Impact of nATURAL Ventilation’, University of Cyprus, Department of Architecture, Conference paper.

ICRP, (2009), “International Commission on Radiological Protection Statement on Radon”, (ICRP Ref: 00/902/09), International Commission on Radiological Protection.

Karasar N, 1995, “Bilimsel Araştırma Yöntemi” 3A Araştırma Eğitim Danışmanlık Ltd., 148-151.

Kavgic, M., Mumovic, D., Stevanovic, Z., Young, A., "Analysis of thermal comfort and indoor air quality in a mechanically ventilated theatre." *Energy and Buildings* 40.7: 1334-1343 (2008).

Kaynar A., (1996), Hava Kirliliği ve Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Keskin Y., Özyaral O., Başkaya R., Lüleci N.E., Avcı S., Acar M.S., Aslan H., Hayran O., (2005), Bir Lise Kapalı Alan Atmosferine Ait Mikrobiyolojik İçeriğin Hasta Bina Sendromu Açısından Öğretmen ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri, *Astım Alerji İmmünoloji* 3,3,116-130.

Köksal Y., (2011), Kapalı Mahallerde Hava Kalitesinin İyileştirilmesi, V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi,625-645.

Kurutaş B., (2009), Bir Metal Endüstrisindeki Çalışma Ortamlarının İç Hava Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kuş M., (2007), ‘Şanlıurfa İlindeki Yükseköğretim Kurumları Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin İncelenmesi ve Modellenmesi’, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kuşçu E., (2018), ‘Sınıflardaki Hava Kalitesinin Öğrenme Üzerine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.

Lam T., (2020), Smart Buildings:How a Virus Might Lead to Healthier Buildings.

Lee, SC and Chang, M. “Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong”, *Chemosphere*, vol.41, (2000), 109–113.

Makhno S. 2020. Life after coronavirus: How will the pandemic affect our homes? *Dezeen*. available at: <https://www.dezeen.com/2020/03/25/life-after-coronavirus-impact-homes-design-architecture/> (Erişim Tarihi: 25 Nisan 2021).

McGregor J., (2004), Space, Power and Classroom
Liu L. Emerging study on the transmission of the novel coronavirus (COVID-19) from urban perspective: Evidence from China. *Cities*. 2020;103.

Lubell S., (2020), Commentary: Past pandemics changed the design of cities. Six ways covid-19 could do the same. available at: <https://www.latimes.com/entertainment-arts/story/2020-04-22/coronavirus-pandemics-architecture-urban-design> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2021).

Mendell, M.J., Eliseeva, E.A., Davies, M.M., Spears, M., Lobscheid, A., Fisk, W.J., Apte, M.G., 2013. Association of classroom ventilation with reduced illness absence: a prospective study in California elementary schools. *Indoor Air* 23, 515–528.

Mi,Y-H., Norback, D., Tao, J., Ferm, M.,(2006), “Current asthma and respiratory symptoms among pupils in Shanghai, China: influence of Building ventilation, nitrogen dioxide, ozone, and formaldehyde in classrooms”, *Indoor Air* 16.

Moglia, D., Macintosh, D., Somera, J.,(2006), ”Prevalence and İmplementation of IAQ Programs in U.S. Schools” *Enviromental Health Perspectives* vol.114.

Morawska, L., Tang, J. W., Bahnfleth, W., Bluysen, P. M., Boerstra, A., Buonanno, G., ... & Haworth, C. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimized? *Environment International*, 105832.

Mouli PC., Mohan SV., Reddy SJ., (2005), Assessment of microbial (bacteria) concentrations of ambient air at semi-arid urban region: influence of meteorological factors. *Applied Ecology and Environmental Research* 3,2,139-149.

Niehues T, Neubert J. (2020). Pediatrics. in Eds: Kamps BS, Hoffman C. COVID Reference. Third edition. Hamburg. 2020. pp: 197-218.

Novakovic S. 2020. Will COVID-19 spell the end of urban density? Don’t bet on it. available at: <https://www.azuremagazine.com/article/will-covid-19-spell-the-end-of-urban-density-dont-bet-on-it/> (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2021).

Oliver L., Shackleton B.W., (1998), The Indoor Air We Breathe, *Public Health Reports: A Public Health Problem of the 90s*(113), 398-409.

Organization W.H., (2005), ‘Effects of Air Pollution on Children's Health and Development: a Review of the Evidence’, p. 191.

Önder, H. H., Gül, M. ve Ergüldürenler, G. (2013). Eğitim ortamında ergonomi kullanılması ve örnek ideal sınıf çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Büro Yönetimi Özel Sayısı*, 41-55.

Örgün Y., Çelebi N., (2016), “Radyasyon, Radon ve Toplum Sağlığı”, *.Jeoloji Mühendisler Odası Dergisi*, 1 (11). 11-27.

Özdamar M., (2017), “Ofis Yapılarında İç Mekan Konforunun Değerlendirilmesi”, *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi*.

Öztan G., İşsever H., (2020), ‘Yeni Koronavirüsün (Covid-19) Moleküler Yapısı ve Genomik Karakterizasyonu’ *dergipark.org.tr*.

Perez M.M., Guillamon I.G., Lopez-Jimenez P.A., (2017), ‘A CFD study for evaluating the effects of natural ventilation on indoor comfort conditions’, AIMS Environmental Science, 4(2): 289-309.

Pettenkofer M, (1858), “Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden”, Seiten: 1-2-250 Münih, Almanya.

Rehwagen M., Schlink U., Herbarth O., (2003), Seasonal cycle of VOCs in apartments. Indoor Air 13(3):283-91.

Sağlık Bakanlığı, (2020), COVID-19 (SARS-CoV2 Enfeksiyonu) Rehberi (Bilim Kurulu Çalışması). T. C. Sağlık Bakanlığı. Nisan 2020.

Santamouris M., Synnefa A., Assimakopoulos M., Livada I., Pavlou K., Papaglastra M., Gaitani N., Kolokotsa D., Assimakopoulos V., (2008), ‘Experimental investigation of the air flow and indoor carbon dioxide concentration in classroom with intermittent natural ventilation’, Energy Build., 40, pp. 1833-1843.

Schlink U., Rehwagen M., Fritz GJ., Herbarth O., (1998), Indicator components of the outdoor pollution in Leipzig. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 58(10):407-10.

Setty, R., Hammelman, K., & Metzger, C., (2020), Re-opening our schools: Activities and Recommendations [Webinar]. The American Society of Heating, Refrigerating, and AirConditioning Engineers (ASHRAE). https://www.ashrae.org/file%20library/professional%20development/learning%20portal/instructor-led%20training/online%20instructor-led/final_re-opening-our-schools_-activities-andrecommendations_june-2020.pdf

Shaughnessy R., Nevalainen A., Moschandreas D., (2005), “The Effect of Classroom Air Temperature and Outdoor Air Supply Rate On The Performance of School Work By Children”, Proceedinds: Indoor Air.

Sev, A. ve Özgen, A. (2003) “Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma”, Yapı Dergisi, 262:92-99.

Sofuoğlu S.C., (2016, Mayıs/Haziran). İç Hava Kirleticileri ve İnsan Sağlığına Etkisi. Tesisat Mühendisliği Dergisi(153),33-44.

Su, W. H., ‘Indoor Air Pollution’, *Fuel and Energy Abstracts*. 4(37) (1996).

Sundell J., Levin H., Nazaroff W.W., Cain W.S., Fisk W.J., Grimsrud D.T., Gynzelberg F., Li Y., Persily A.K., Pickering A.C., Samet J.M., Spengler J.D., Taylor S.T., Weschler C.J., (2011), ‘Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature (Commemorating 20 years of indoor air) Indoor Air’, 21, pp. 191-204.

Şanlı C., Hızal S., Albayrak M., (2005), “Kurşun ve Çocuk Sağlığı”, Türk Tabipler Birliği Sürekli Tıp Eğitim Dergisi, 14 (4), 70-75.

Şensoy A.S., Sağsöz A., (2015), Öğrenci başarısının sınıfların fiziksel koşulları ile ilişkisi, Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi,16(3),87-104.

Taylor, S. (2020, April 14). Indoor humidity regulations will reduce burden of COVID-19. Building Control News. <https://www.pbctoday.co.uk/news/building-control-news/indoorhumidity-covid-19/74747/>.

Tredgold T., (1836), “The Principle of Warming and Ventilation Public Buildings”, 2nd Edition, M. Taylor, MN: 00658.4.

Tözün M., Ünsan A., (2008), “Benzen ve Sağlık Etkileri”, TAF Preventive Medicine Bulletin, 7(6), 541-546.

TSE, (2019), “TSE (Türk Standartları Enstitüsü) Tarafından Yayınlanan Ulusal Standartlar”, Türk Standartları Enstitüsü. 27

Turanjanin V., Vučićević B., Jovanović M., Mirkov N., Lazović I, (2014), ‘Indoor CO₂ measurements in Serbian schools and ventilation rate calculation Energy’, 77, pp. 290-296.

Tuncer A., Soyer Ö.U., (2005), Hasta Bina Sendromu, Astım ve Alerji İmmünoloji Dergisi,3,2,97-102.

TÜİK, (2018), Eğitim İstatistikleri: Öğrenim yılına göre ilköğretimde net okullaşma oranı, okul, öğretmen, öğrenci, derslik ve şube sayısı. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1018.

US EPA, 2010. Building Air Quality (BAQ): A Guide for Building Owners and Facility Managers, Available at: http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/baq_page.htm.

Üzmezoğlu B., Ocaktan M.E., (2017), ‘Kentsel Dönüşüm Süreci ve İnşaat Yıkım İşçilerinde Asbest Maruziyeti’, Türkiye Klinikleri J Med Sci. 2017;37(2):90-7.

Wainwright O. The Guardian; 2020. Smart lifts, lonely workers, no towers or tourists: Architecture after coronavirus. available at: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2020/apr/13/smart-lifts-lonely-workers-no-towers-architecture-after-covid-19-coronavirus> (Accessed 18 April 2020).

Web 1, (2020), <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66393/covid-19-salgin-yonetimi-ve-calisma-rehberi.html> , (Erişim Tarihi:02.08.2020).

Web 2, (2020), <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66300/covid-19-nedir-.html> , (Erişim Tarihi:19.07.2020).

Web 3, (2020), https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_infectiousaerosols_2020.pdf , (Erişim Tarihi:26.08.2020).

Web 4, (2012), http://www.yesilbinadergisi.com/yayin/705/dogal-havalandirma-sistemleri-ve-secim-kriterleri_21252.html#.YFH2X68zaUk , (Erişim Tarihi:09.01.2021).

Web 5, (2019), <http://www.frmtr.com/cografya-uzay-bilimleri/762008-dunya-veturkiyede-hava-kalite-kontrolu.html>, (Erişim Tarihi:26.01.2021).

Web 6, (2019), <https://www.toraks.org.tr/halk/News.aspx?detail=4381>, (Erişim Tarihi: 15.01.2021).

Web 7, (2021), <https://okul.com.tr/anaokulu/istanbul/ozel-istanbul-the-british-international-school-preschool-11819> (Erişim Tarihi: 19.03.2021).

Web 8,(2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/frequently-asked-questions-about-improved-academic-performance> (Erişim Tarihi: 25.03.2021).

Web 9, (2021), <https://armcor.com.au/news/what-is-the-indoor-air-quality-of-your-post-covid-19-classrooms/> (Erişim Tarihi: 30.03.2021).

Web 10, (2020), <https://enverid.com/the-definitive-guide-to-improving-classroom-air-quality-for-covid-19-mitigation/> (Erişim Tarihi: 30.03.2021).

Web 11, (2019), <http://www.frmtr.com/cografya-uzay-bilimleri/762008-dunya-veturkiyede-hava-kalite-kontrolu.html>, (Erişim Tarihi:26.04.2021).

Web 12, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/preliminary-design-phases-part-indoor-air-quality-design-tools-schools>, (Erişim Tarihi:14.05.2021).

Web 13, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/heating-ventilation-and-air-conditioning-systems-part-indoor-air-quality-design-tools>, (Erişim Tarihi:14.05.2021).

Web 14, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/moisture-control-part-indoor-air-quality-design-tools-schools>, (Erişim Tarihi:15.05.2021).

Web 15, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/construction-part-indoor-air-quality-design-tools-schools>, (Erişim Tarihi:17.05.2021).

Web 16, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/renovation-and-repair-part-indoor-air-quality-design-tools-schools>, (Erişim Tarihi:17.05.2021).

Web 17, (2021), <https://www.epa.gov/iaq-schools/operations-and-maintenance-part-indoor-air-quality-design-tools-schools>, (Erişim Tarihi:19.05.2021).

Web 18, (2021), <https://www.enka.k12.tr/> , (Erişim Tarihi:19.05.2021).

Wood, A. ve Salib R. (2012) Natural Ventilation in High-Rise Office Buildings, CTBUH Technical Guides, London, Taylor & Francis LTD., s. 19.

Yengar K. (2015), “Sustainable Architectural Design”, Third Edition, Routledge, ISBN: 978-0-415-70234-8.

Yılan T.C., (2008), Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Yönetimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yurtseven E., (2008), İki Farklı Bölgedeki İlköğretim Okullarında İç Ortam Havasının İnsan Sağlığına Etkileri Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Zeydan Z.E., Zeydan Ö., Yıldırım Y., (2009), IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

Zhang Y., (2005), Indoor Air Quality Engineering, Florida :CRC Press.

Zhang G., Spickett J., Rumchev K., Lee A.H., Stick S.,(2006), “ Indoor environmental quality in a low alerjen school and three Standard primary schools in western Australia”, indoor and built environment, Vol.16,, 74-80.

Zhao, Z., Zhang, Z., Wang, Z., Ferm, M., Liang, Y., Norbäck, D., 2008. Asthmatic symptoms among pupils in relation to winter indoor and outdoor air pollution in schools in Taiyuan, China. Environ Health Perspect 116 (1), 190–197, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.10576>.

Zorlu, K. (2019), Yapı Malzemelerinin İç Mekan Hava Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Aslı ÖZEKMEKÇİ 2007 yılında başladığı Yaşar Üniversitesi Mimarlık Bölümünü 2012 yılında başarıyla tamamlayarak aynı yıl özel sektörde çalışmaya başladı. Yüksek lisans eğitimine 2019 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında başladı. 2020 yılından bu yana OPTİMAL PMO’da proje lideri olarak çalışmaktadır.

EKLER

Ek A: Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Yayınlar

Özekmekçi A., (2021), ‘Okul Öncesi Eğitim Yapılarında İç Mekan Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma’, 5. GTÜ Lisansüstü Araştırmalar Sempozyumu

Ek B: Tez Çalışması Kapsamında Uygulanan Anket



Bu anket, Gebze Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü,

Yüksek Lisans Programında devam eden “Okul Öncesi Eğitim Yapılarında İç Mekan Hava Kalitesinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına veri sağlamak

üzere hazırlanmıştır ve üniversitenin resmi izni ile gerçekleştirilmektedir. Bu

çalışmanın amacı, 3-6 yaş aralığındaki çocukların uzun zaman geçirdikleri kreşlerdeki

sınıfların iç mekan hava kalitesinin incelenmesidir. Kişisel önem arz edebilecek

bilgilerin hiçbirinin paylaşılmayacağını taahhüt ederiz.

1. Yaşınız:

- 25-34
- 35-44
- 45 ve üzeri

2. Cinsiyetiniz:

- ☐ Kadın
- ☐ Erkek

3. Öğrenim Durumunuz:

- ☐ Ön Lisans
- ☐ Lisans
- ☐ Yüksek Lisans

4. Bu okuldaki görev süreniz:

- ☐ 0-5 Yıl
- ☐ 5-10 Yıl
- ☐ 10 Yıl ve üzeri

5. Sınıf büyüklüklerine göre öğrenci sayısı ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

- ☐ Az
- ☐ Normal
- ☐ Fazla

6.Sınıflardaki doğal havalandırma yeterli midir?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

7. Ders esnasında sınıflarda havasız bir ortam oluşuyor mu?

- Evet
- Hayır

8.Sınıflarda rahatsız edici bir koku var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

9. Sınıf içerisinde küf vb. problemler var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

10.Sınıfta hissedilen nem oranı nasıldır?

- Düşük
- Normal
- Yüksek

11. Sınıf içerisinde sıcaklık ölçen cihazlar kullanılıyor mu?

- Evet
- Hayır

12.Kış mevsimi için sınıf sıcaklığı hakkında ne söyleyebilirsiniz?

- ☐ Aşırı sıcak
- ☐ Sıcak
- ☐ Normal
- ☐ Soğuk
- ☐ Aşırı soğuk

13. Yaz mevsimi için sınıf sıcaklığı hakkında ne söyleyebilirsiniz?

- ☐ Aşırı sıcak
- ☐ Sıcak
- ☐ Normal

- ☐ Soğuk
- ☐ Aşırı soğuk

14. Sınıflardaki boya, döşeme kaplaması, kullanılan mobilyaların bakım onarım ve temizlikleri uygun periyotlarla yapılıyor mu?

- Evet
- Hayır

15.İç ortam hava kalitesinin iyi olmaması sonucunda oluşabilecek hastalıklar ile ilgili bilginiz var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

16. Covid-19 salgını sebebiyle sınıflardaki öğrenci sayıları azaltıldı mı?

- Evet
- Hayır

17.Covid-19 salgını sebebiyle sınıflarda iç mekan hava temizleyici cihazlar kullanılıyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

18. Covid-19 salgını sebebiyle sınıflarda CO2 miktarını gösteren cihazlar kullanılıyor mu?

- Evet
- Hayır

19.Covid-19 salgını sebebiyle sınıflardaki yapay havalandırmalarda yüksek kaliteli filtreler kullanılıyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

20.Covid-19 salgını sebebiyle sınıfın doğal havalandırmasına yönelik önlemler alındı mı?

- Evet
- Hayır

21. Covid-19 salgını sebebiyle sınıflar öğrenciler gelmeden önce ve gittikten sonra havalandırılıyor mu?

- ☐ Evet (ne kadar süre ile?.....)

☐ Hayır

22. Covid-19 salgını sebebiyle sınıflarda uygun nem oranını sağlayacak cihazlar kullanılıyor mu?

☐ Evet

☐ Hayır

23. Covid-19 salgın sürecinde sınıflar ne sıklıkta dezenfekte ediliyor?

☐ Günde 2-3 kere

☐ Günde 1 kere

☐ 2 günde 1

☐ Haftada 1

24. Covid-19 salgını sebebiyle sınıflarda sosyal mesafeyi korumaya yönelik sıraların aralarının açılması, aynı yöne bakması vb. gibi önlemler alındı mı?

• Evet

• Hayır

25. Covid-19 salgın sürecinde astım, nefes darlığı vb. Gibi hastalıkları olan öğrencileriniz için sınıf içerisinde ayrıca önlemler sağlanıyor mu?

• Evet (Açıklayınız.....)

• Hayır