

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ANTALYA İLİNDE FARKLI ORTAMLARDA İÇ HAVA  
KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI VE MODELLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**AHMET ÇOŞGUN**

**BALIKESİR, AĞUSTOS 2012**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Ahmet ÇOŞGUN tarafından hazırlanan "ANTALYA İLİNDE FARKLI ORTAMLARDA İÇ HAVA KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI VE MODELLENMESİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24.08.2012 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Prof. Dr. Cemal OKUYAN



Üye  
Doç. Dr. Ahmet KOLİP



Üye  
Yrd. Doç. Dr. Gürol DEMİRBAŞ



Üye  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BULGURCU



Üye  
Yrd. Doç. Dr. Ergün KORKMAZ



Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Hilmi NAMLI

.....

## ÖZET

# ANTALYA İLİNDE FARKLI ORTAMLARDA İÇ HAVA KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI VE MODELLENMESİ

DOKTORA TEZİ  
AHMET ÇOŞGUN

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. CEMAL OKUYAN)

BALIKESİR, 2012

İnsanlar yaşam alanlarını daha konforlu hale getirmek amacıyla, iç ortamların iklimlendirilmesi gereksinimi, hızlı bir şekilde artmaktadır. Özellikle küresel ısınma probleminin ortaya çıkmasıyla da dünyamızda aslında bir konfor sorunu da ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlardan birisi olan iç hava kalitesi konusu son yıllarda ortaya çıkan, yaşanan mahallerden kaynaklı rahatsızlıklar (Hasta bina sendromu, astım, bronşit, algı problemi (anlama), boğaz kuruluğu ve tahrişi, baş ağrıları, psikolojik rahatsızlıklar v.b.) daha yeni birçok araştırma konusu da olacaktır. Bu tez çalışmasında, Antalya ilinde farklı ortamlarda iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. İç hava kalitesi parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, radon, formaldehit, toluen ve değişik çaplarda bulunan toz partiküller maddeler ele alınmıştır. Deneysel çalışma iki yıl sürmüş olup toplamda 12 ay deneysel ölçüm verileri alınmıştır. Deneysel ölçümlerde elle taşınır ölçüm cihazları kullanılmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel bir program olan SPSS 19 bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları değişik ülkelerde önerilen standartlar ile karşılaştırılmıştır. Ölçümler kış dönemlerinde yapılmış olup iç ortam karbondioksit miktarının kişi sayılarına bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. İç ve dış hava parametreleri arasındaki ilişkiler bu çalışmada araştırılmıştır. Deneysel çalışmada ele alınan iç hava kalitesi parametrelerinden radon, toluen ve formaldehit miktarlarının standart değerlerin çok altında olduğu da tespit edilmiştir. Son olarak ölçüm sonuçlarına göre ele alınan iç hava kalitesi parametrelerinin farklı ortamlarda iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELER:** iç hava kalitesi, karbondioksit, partiküller madde, radon, formaldehit, toluen ve farklı ortamlar.

## **ABSTRACT**

# **THE ANALYSIS AND MODELLING OF INTERNAL AIR QUALITY IN DIFFERENT ENVIRONMENT IN ANTALYA**

**PH.D THESIS  
AHMET OŞGÜN  
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
MECHANICAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:PROF. DR. CEMAL OKUYAN)**

**BALIKESİR, 2012**

The need of air-conditioning of the indoor environments increases rapidly with the intent of making the living space of people more comfortable. Especially with the problem of global warming, the comfort issue also comes into existence in our world. One of these issues is internal air quality that emerges in recent years and the sicknesses originating from the neighbourhood( sick building syndrome, asthma, bronchitis, perception problem (comprehension), throat irritation, headache, psychological diseases etc) will be many new research subjects. In this thesis study, the measurements of internal air quality are made in different environments in Antalya. For the parameters of internal air quality temperature, relative humidity, carbon dioxide, radon, formaldehyde, toluene and dust particulate matter in different diameters are dealt. Experimental study lasts two years and the experimental measurement data of 12 months are acquired in total. In experimental measurements handheld measuring devices are used. Results of the measurements are analysed with a computer programme SPSS 19 that is a statistical programme. Analysis results are compared with the proposed standards in different countries. Measurements are made in wintertime and it is observed that the amount of carbon dioxide of indoor increases depending upon the number of person. The correlation between the parameters of inside and outside air is searched in this study. It is also determined that the amount of radon, toluene and formaldehyde, the parameters of indoor air quality taken in this study is so below the Standard values. Finally it is made suggestions for enhancing the parameters of internal air quality evaluated depending upon the measurement results.

**KEYWORDS:** internal air quality, carbon dioxide, particulate matter, radon, formaldehyde, toluene, different environments.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1 Yurtdışında Konu İle İlgili İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar .....	4
2.2 Türkiye’de İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar .....	26
2.3 Türkiye’de İç Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Lisansüstü Tez Çalışmaları .....	44
<b>3. HAVA VE HAVA İÇERİSİNDE BULUNAN KİRLETİCİLER</b> .....	<b>57</b>
3.1 Havada Bulunan Kirletici Maddeler .....	58
3.2 Gaz Kirleticiler .....	60
3.2.1 Azot Oksitler (NOx) .....	60
3.2.2 Karbonmonoksit (CO) .....	63
3.2.3 Hidrokarbonlar (HC) .....	64
3.2.4 Kükürt Oksitler (SOx) .....	64
3.3 Partiküler Maddeler (PM) .....	65
3.3.1 İnce Tozlar .....	69
3.3.2 Kimyasal Buharlar .....	70
3.3.3 Kimyasal Dumanlar .....	70
3.3.4 İs .....	71
3.3.5 Sprey .....	71
3.4 İç Ortam Havasında Bulunan Kirleticiler Ve Sağlığa Etkileri .....	72
3.4.1 İç Ortam Hava Kirletici Kaynakları .....	73
3.4.1.1 Temizlik Malzemeleri .....	74
3.4.1.2 Benzen .....	74
3.4.1.3 Halı .....	75
3.4.1.4 Oda kokusu .....	76
3.4.1.5 Yapıştırıcılar .....	76
3.4.1.6. Bina Malzemeleri .....	76
3.4.2 İşyerlerindeki Kirli Ortam Havasının Sağlığımıza Etkileri .....	77
3.4.3 Hasta Bina Sendromu Ve İnsan Sağlığına Etkileri .....	80
3.4.4 İç Hava Kalitesi Ölçüm Ve Kontrol Metotları .....	86
3.4.4.1 Karbondioksit Ölçümü .....	86
3.4.4.2 Karbondioksit Hissedicisi .....	87

3.5 Uçucu Organik Bileşikler .....	88
3.6 Formaldehit .....	88
3.6.1 Formaldehit'in Özellikleri Ve Sağlığa Etkisi .....	88
3.6.2 Formaldehit Emisyonlarının Tespitinde Kullanılan Standart Metotlar	90
3.6.2.1 Avrupa Birliği Standartları .....	90
3.6.2.2 Japon Standartları.....	91
3.6.2.3 ISO Standardı.....	91
3.7 Toluen.....	94
3.7.1 Toluen Özellikleri Ve Sağlığa Etkisi.....	94
3.7.2 Toluen Üretimi Ve Kaynakları .....	95
3.7.3 Toluen'in Kullanım Alanları .....	96
3.7.4 Toluen'in İnsana Maruziyet Yolları .....	96
3.8 Radon .....	99
3.8.1 Dünyada ve Türkiye'de Radon Konsantrasyonu.....	100
3.8.2 Evlerde Radon .....	101
3.8.3 Radon İçin Alınabilecek Önlemler .....	101
3.8.4 Radonun Sağlık Üzerine Etkileri .....	101
3.8.4.1 Solunum Yoluyla Alınan Radon Gazının Teneffüsü.....	102
<b>4. OKUL SAĞLIĞI.....</b>	<b>103</b>
4.1 Okulların Fiziksel Çevresi Ve Okul Çevre Sağlığı Uygulamaları .....	103
4.2 Okullarda Kapalı Ortam Hava Kirliliği, Kirleticileri Ve Etkileri .....	106
4.2.1 Okullarda Sıcaklık Ve Nem'in Etkileri .....	109
<b>5. MATERYAL VE YÖNTEMLER .....</b>	<b>112</b>
5.1 Materyaller .....	112
5.1.1 Ölçümü Yapılan Deney Yerleri.....	112
5.1.1.1 Hafif Raylı Metro Sistemi Yolcu Bölümü Klima Teknik	
Özellikleri .....	117
5.1.1.2 Sürücü Kabini (Vatman) Kliması Teknik Özellikleri.....	118
5.1.2 Deneyler Sırasında Yapılan Ölçümler .....	119
5.1.2.1 İç Hava Kalitesi Ölçümleri .....	119
5.1.2.1.1 Karbondioksit Ölçüm Cihazı .....	119
5.1.2.1.2 Karbondioksit'in Ölçüm Şekli .....	120
5.1.2.1.3 Karbondioksit'in Değerlendirme Şekli .....	121
5.1.2.1.4 Toz Partikül Ölçüm Cihazları .....	121
5.1.2.1.5 Toz Partikül Maddelerinin Ölçüm Şekli.....	125
5.1.2.1.6 Toz Partikül Maddelerinin Değerlendirme Şekli .....	125
5.1.2.1.7 Formaldehit ve Toluen Ölçüm Cihazları .....	125
5.1.2.1.8 Formaldehit ve Toluen'in Ölçüm Şekli .....	127
5.1.2.1.9 Formaldehit ve Toluen'in Değerlendirme Şekli .....	128
5.1.2.1.10 Radon Gazı Ölçüm Cihazı .....	128
5.1.2.1.10.1 Radon Dosimeter Cihazı Ve Özellikleri.....	129
5.1.2.1.11 Radon Gazı'nın Ölçüm Şekli.....	129
5.1.2.1.12 Radon Gazı'nın Değerlendirme Şekli.....	130
5.2.Yöntemler .....	131
5.2.1 Ölçümler .....	131
5.2.2 Ölçüm Değerlerinin Analizi .....	132
5.2.3 Ölçüm Değerlerinin İç Hava Kalitesi Standartları İle	
Karşılaştırılması .....	133

<b>6. BULGULAR</b> .....	<b>135</b>
6.1. İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Sıcaklık, Bağıl Nem, Karbondioksit ve Toz Partiküler Madde (PM <sub>0,3</sub> , PM <sub>0,5</sub> , PM <sub>1,0</sub> , PM <sub>10</sub> ) , Ölçümlerinin Analizi .....	135
6.2 İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Formaldehit ve Toluen Ölçümlerinin Analizi.....	169
6.3 İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Radon Ölçümlerinin Analizi .....	171
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>173</b>
<b>8. KAYNAKLAR</b> .....	<b>179</b>
<b>9. EKLER</b> .....	<b>192</b>
Ek-A 2010 YILI ÖLÇÜM DEĞERLERİ.....	193
Ek-B 2011 YILI ÖLÇÜM DEĞERLERİ.....	208
Ek-C 2012 YILI ÖLÇÜM DEĞERLERİ.....	238

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1	: Azot bileşimini içeren evrensel azot döngüsü.....	61
Şekil 3.2	: Partikül maddelerin akciğer üzerinde verdiği hasar .....	67
Şekil 3.3	: Bir toz akarının SEM mikroskop görüntüsü. ....	70
Şekil 3.4	: 0,2µ ve 20 µ büyüklüklerindeki partiküllerin ne kadar uzağa düşüklerinin belirlenmesi .....	80
Şekil 3.5	: Kontrol grubu bir sıçana (fare) ait akciğer görünümü .....	93
Şekil 3.6	: Kontrol grubu sıçana (fare) ait akciğer'e formaldehit maddesi verildikten sonraki görünümü .....	93
Şekil 3.7	: Tuluen'in kimyasal formülü .....	94
Şekil 3.8	: Bir binaya radon gazının girebilme yerleri .....	100
Şekil 3.9	: Radonun solunum yolu ile alınışı .....	102
Şekil 4.1	: Okul, okul sağlığı, çevre sağlığı ve öğrenci başarısı arasındaki ilişki .....	105
Şekil 5.1	: Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda ölçüm yapılan yerlerin genel görünümüleri .....	113
Şekil 5.2	: Antalya Büyükşehir Belediyesi BMC markalı halk otobüsü görünümü .....	115
Şekil 5.3	: Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (antray) sistem güzergahı.....	116
Şekil 5.4	: Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (Antray) sistemini görünümü.....	116
Şekil 5.5	: Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (Antray) sistemini Autocad çizimi.....	117
Şekil 5.6	: Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro sistemi ölçüm görünümüleri .....	119
Şekil 5.7	: Testo 535 model CO <sub>2</sub> Analizörü ölçüm cihazı görünümü.....	120
Şekil 5.8	: Apc plus biotest airborne particle counter 942300 model B0504-1771 tipli biotest partikül sayım cihazı .....	121
Şekil 5.9	: Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazı görünümü.....	122
Şekil 5.10	: Varia CP 3800 gaz kromatografisi ile varia satürün 2200 kütle spektrometresi (GC-MS) görünümü.....	126
Şekil 5.11	: Cam numune alma kabı görünümü .....	126
Şekil 5.12	: Merck firmasına ait formaldehit ve Toluen kimyasallarının (2 l - %99.99 saflıkta) görünümü .....	127
Şekil 5.13	: Pasif radon iz detektörleri .....	128
Şekil 5.14	: Radoys markalı otomatik iz okuma sistemi .....	130
Şekil 5.15	: Radon İz okuma cihazı görünümü .....	130
Şekil 5.16	: SPSS istatistik analiz program ana görüntüsü .....	132
Şekil 6.1	: Dış hava sıcaklık ile dış bağıl nem arasındaki ilişki grafiği .....	152
Şekil 6.2	: Dış hava sıcaklık ile dış hava CO <sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiki .....	153
Şekil 6.3	: Dış hava sıcaklık ile dış hava partiküler madde PM <sub>10.0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	153
Şekil 6.4	: Dış hava bağıl nem ile dış hava partiküler madde PM <sub>10.0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	154



<b>Şekil 6.5</b>	: İç hava sıcaklık değeri ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki grafiği .....	156
<b>Şekil 6.6</b>	: İç hava sıcaklık değeri ile iç hava CO <sub>2</sub> arasındaki ilişki grafiği .....	156
<b>Şekil 6.7</b>	: İç hava sıcaklık değeri ile iç hava partiküler madde PM <sub>10,0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	157
<b>Şekil 6.8</b>	: İç hava sıcaklık değeri ile birim alandaki kişi sayısı arasındaki ilişki grafiği.....	157
<b>Şekil 6.9</b>	: Birim alandaki kişi sayısı ile iç hava karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) arasındaki ilişki grafiği.....	158
<b>Şekil 6.10</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç hava bağıl nem değerleri arasındaki ilişki grafiği .....	160
<b>Şekil 6.11</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç partiküler madde PM <sub>10,0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	160
<b>Şekil 6.12</b>	: Dış hava sıcaklık ile iç hava I.CO <sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	161
<b>Şekil 6.13</b>	: Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,3</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	161
<b>Şekil 6.14</b>	: Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,5</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	162
<b>Şekil 6.15</b>	: Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM <sub>1,0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	162
<b>Şekil 6.16</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç hava I.CO <sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	163
<b>Şekil 6.17</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,3</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	163
<b>Şekil 6.18</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,5</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	164
<b>Şekil 6.19</b>	: Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM <sub>1,0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	164
<b>Şekil 6.20</b>	: Dış hava partiküler madde PM <sub>10,0</sub> ile iç hava sıcaklık düzeyi arasındaki ilişki grafiği.....	165
<b>Şekil 6.21</b>	: Dış hava partiküler madde PM <sub>10,0</sub> ile iç hava CO <sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	165
<b>Şekil 6.22</b>	: Dış partiküler madde PM <sub>10,0</sub> ile iç partiküler madde PM <sub>0,3</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	166
<b>Şekil 6.23</b>	: Dış hava partiküler madde PM <sub>10,0</sub> ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,5</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	166
<b>Şekil 6.24</b>	: Dış hava partiküler madde PM <sub>10,0</sub> ile iç hava partiküler madde PM <sub>0,5</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği .....	167
<b>Şekil 6.25</b>	: İç hava partiküler madde PM <sub>0,3</sub> , PM <sub>0,5</sub> ile PM <sub>1,0</sub> arasındaki ilişki grafiği .....	167
<b>Şekil 6.26</b>	: İç hava kalitesi ölçümlerinden İç/dış PM <sub>10,0</sub> oranı arasındaki ilişki grafiği .....	168
<b>Şekil 6.27</b>	: Deney numunelerinin GC–MS cihazına tanıtım sonrası elde edilen grafik görüntüsü.....	169
<b>Şekil 6.28</b>	: Formaldehit ve Toluen ölçüm sonuçlarının grafik görüntüsü .....	170
<b>Şekil 6.29</b>	: Radon numunelerinin alfa parçacık izleri .....	171

## TABLO LİSTESİ

Sayfa

<b>Tablo 3.1</b> : Atmosferden 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazlar, miktarları ile kuru havanın doğal bileşimleri .....	58
<b>Tablo 3.2</b> : NO <sub>2</sub> 'nin hava kalitesi ve insan sağlığı üzerinde yaptığı olumsuz etkiler .....	61
<b>Tablo 3.3</b> : Hava kalitesi indeksi için geliştirilen değerler ve renkler kategorisi .....	68
<b>Tablo 3.4:</b> Çeşitli partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri.....	72
<b>Tablo 3.5</b> : ETS'nin sigara türüne göre uçucu organik bileşiminin içeriği .....	75
<b>Tablo 3.6</b> : Değişik partikül çaplarına bağlı olarak insan vücuduna giren maddelerin boyutları .....	79
<b>Tablo 3.7</b> : Partiküller maddelerin düşüş hızları .....	79
<b>Tablo 3.8</b> : Bazı iç hava kirleticilerinin kaynakları, derişikleri ve iç / dış hava derişiklik oranları.....	84
<b>Tablo 3.9</b> : Kirleticilerin insan sağlığına etkileri .....	85
<b>Tablo 3.10</b> : Formaldehit maruziyetinin akut sağlık etkileri .....	90
<b>Tablo 3.11</b> : Toluen'in fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	95
<b>Tablo 3.12</b> : Toluene maruziyet sınırları .....	98
<b>Tablo 4.1</b> : Okullarda bulunabilen bazı tehlikeli maddeler .....	107
<b>Tablo 5.1</b> : Hafif raylı metro sisteminin klima sisteminin teknik özellikleri .....	117
<b>Tablo 5.2</b> : Hafif raylı metro sistemi sürücü kabini (vatman) kliması teknik özellikleri.....	118
<b>Tablo 5.4</b> : Radon gazı dosimeter numunesinin teknik özellikleri.....	124
<b>Tablo 5.3</b> : Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	129
<b>Tablo 5.5</b> : İç hava kalitesi ile ilgili değişik ülkelere ait standart değerler.....	133
<b>Tablo 6.1</b> : Ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler .....	136
<b>Tablo 6.2</b> : Farklı dönemlerde (1.ve 2.dönem) yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Bağımsız örneklem t testi).....	139
<b>Tablo 6.3</b> : Farklı dönemlerde (Sabah, öğle, akşam) yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Anova testi) .....	142
<b>Tablo 6.4</b> : Farklı yerlerde yapılan ölçümler (Atölye, laboratuvar, sınıf, hafif metro, otobüs) arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Anova testi).....	146
<b>Tablo 6.5</b> : Dış hava ortamında yapılan ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel analizi.....	152
<b>Tablo 6.6</b> : İç hava kalitesi ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin önem seviyeleri .....	155
<b>Tablo 6.7</b> : İç ve dış hava ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi.....	159
<b>Tablo 6.8</b> : Radon izleri sayımı ölçüm sonuçları.....	172
<b>Tablo 6.9</b> : Radon aktivite konsantrasyonu sonuç değerlerinin Türkiye'deki standart değerleri ile karşılaştırma tablosu.....	172

## SEMBOL LİSTESİ

<b>Olf</b>	:	Koku birimi	
<b>ppm</b>	:	Bir milyon toplam hacimdeki gaz hacmi	Boyutsuz
<b>ppb</b>	:	Bir milyar toplam hacimdeki gaz hacmi	Boyutsuz
<b>HC</b>	:	Hidrokarbonlar	
<b>SO<sub>x</sub></b>	:	Kükürtoksitler	
<b>H<sub>2</sub>S</b>	:	Hidrojen sülfür	
<b>NO<sub>x</sub></b>	:	Azot oksitler	
<b>CO</b>	:	Karbonmonoksit	
<b>CO<sub>2</sub></b>	:	Karbondioksit	
<b>NO<sub>2</sub></b>	:	Azotdioksit	
<b>SO<sub>2</sub></b>	:	Kükürtdioksit	
<b>SO<sub>3</sub></b>	:	Kükürtrioksit	
<b>Bqm<sup>-3</sup></b>	:	Bir metreküpteki aktivite değeri	
<b>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub></b>	:	Metilbenzen	
<b><sup>226</sup>Ra</b>	:	226 tipli radyum	
<b>PM<sub>0,3</sub></b>	:	0,3 mikron çaplı partikül madde	μ
<b>PM<sub>0,5</sub></b>	:	0,5 mikron çaplı partikül madde	μ
<b>PM<sub>1,0</sub></b>	:	1,0 mikron çaplı partikül madde	μ
<b>PM<sub>10,0</sub></b>	:	10,0 mikron çaplı partikül madde	μ
<b>I.CO<sub>2</sub></b>	:	Pencere önündeki karbondioksit miktarı	ppm
<b>II.CO<sub>2</sub></b>	:	Mahal ortası karbondioksit miktarı	ppm
<b>İç/dış PM<sub>10,0</sub></b>	:	10 mikron çaplı iç/dış partikül madde oranı	Boyutsuz
<b>Dış CO<sub>2</sub></b>	:	Dış hava karbondioksit miktarı	ppm

<b>DışPM<sub>10,0</sub></b>	:	10,0 mikron çaplı dış hava partiküler madde miktarı	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>İç I.CO<sub>2</sub></b>	:	İç hava pencere kenarı karbondioksit miktarı	ppm
<b>İç II.CO<sub>2</sub></b>	:	İç hava mahal ortası karbondioksit miktarı	ppm
<b>İç PM<sub>0,3</sub></b>	:	0,3 mikron çaplı iç hava partiküler madde miktarı	$\text{parc}/\text{m}^3$
<b>İç PM<sub>0,5</sub></b>	:	0,5 mikron çaplı iç hava partiküler madde miktarı	$\text{parc}/\text{m}^3$
<b>İç PM<sub>1,0</sub></b>	:	1,0 mikron çaplı iç hava partiküler madde miktarı	$\text{parc}/\text{m}^3$
<b>İç PM<sub>10,0</sub></b>	:	10,0 mikro gram çaplı iç hava partiküler madde miktarı	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>F</b>	:	Frekans	Boyutsuz
<b>P</b>	:	Önem seviyesi	Boyutsuz

## KISALTMA LİSTESİ

<b>İHK</b>	: İç hava kalitesi
<b>EPA</b>	: Amerikan Çevre Koruma Örgütü
<b>HVAC</b>	: Isıtma, soğutma, havalandırma
<b>IAQ</b>	: İç hava kalitesi
<b>GAC</b>	: Granür aktiviteli karbon
<b>THH</b>	: Tuskegee Sağlık Merkezi
<b>MAP</b>	: Akademik ilerleme ölçüsü
<b>MACC</b>	: Minnesota Ergen Toplum Topluluğu
<b>VOC</b>	: Uçucu organik bileşikler
<b>CARS</b>	: Uygulamalı bilim üretim merkezi
<b>ASHRAE</b>	: Amerikan Isıtma, Soğutma Ve Klima Mühendisleri Birliği
<b>SBS</b>	: Hasta Bina Sendromu
<b>IEQ</b>	: İç mekan kalitesi
<b>SVOC</b>	: Yarı uçucu organik bileşikler
<b>TVOC</b>	: Toplam uçucu organik bileşikler
<b>HBS</b>	: Hasta bina sendromu
<b>TSP</b>	: Toplam asılı partikül madde
<b>FTIR</b>	: Kızılötesi absorsiyon spektroskopisi
<b>SEM</b>	: Taramalı elektron mikroskobu
<b>GC/MS</b>	: Gaz kromatografi / kütle spektrometresi
<b>İ/D</b>	: İç/Dış derişim oranı
<b>AVM</b>	: Alışveriş merkezi
<b>PM</b>	: Partikül madde
<b>PCB</b>	: Poliklorlu bifenil
<b>PBDE</b>	: Polibromlu difenil eter
<b>GARD</b>	: Kronik havayolu hastalıkları ulusal kontrol programı
<b>PCR</b>	: Polimeraz zincirleme tepkimesi
<b>ILO</b>	: Uluslararası Çalışma Örgütü
<b>DSÖ</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>OSHA</b>	: İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi
<b>USPA</b>	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı

<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>NIOSH</b>	: Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü
<b>MCV</b>	: Ortalama hücre hacmi
<b>PAH</b>	: Poliaramotik hidrokarbon
<b>OCP</b>	: Organ klorlu pestisit
<b>PMF</b>	: Pozitif matris faktörizasyonu
<b>NSRL</b>	: Konsantrasyon limiti
<b>REL</b>	: Kronik referans maruz kalma seviyesi
<b>ETS</b>	: Çevresel sigara dumanı
<b>TUOB</b>	: Uçucu organik bileşiklerin metaryal analizi
<b>BTEX</b>	: Benzen, toluen, etilbenzen, klisen
<b>FETA</b>	: Çevresel Ticaret Birliği Federasyonu
<b>PEL</b>	: Maruz kalma sınırı
<b>REL</b>	: Etkilenim kalma sınırı
<b>AAP</b>	: Amerikan Pediatri Akademisi
<b>ACGIH</b>	: Amerikan Kamusal ve Endüstriyel Hijyen Konferansı
<b>IAEA-BSS</b>	: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
<b>OCSS</b>	: Okul çevre sağlığı standartları
<b>ANTRAY</b>	: Antalya ili hafif raylı metro sistemi

## ÖNSÖZ

Doktora tez çalışması sırasında tez konusunu öneren, çalışma konusunun önemini her defasında dile getiren, araştırma boyunca bana her türlü desteğini esirgemeyen, bana her zaman pozitif destek veren, olumlu yönde her zaman motive eden sayın danışman hocam Prof.Dr. Cemal OKUYAN'a (B.Ü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izlemeleri sırasında engin tecrübelerini benimle paylaşan sayın hocam Doç.Dr.Ahmet KOLİP'e (S.Ü), bilgi ve tecrübeleriyle tez konusunda bana her zaman yardımcı olan Yrd.Doç.Dr. Gürol DEMİRBAŞ'a (B.Ü) teşekkürleri bir borç bilirim. Bilgisine her zaman başvurabildiğim değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Hüseyin BULGURCU'ya (B.Ü) teşekkür ederim.

Deneysel ölçümlerin yapılmasına izin veren Antalya Büyükşehir Belediyesine, Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğüne, teşekkürlerimi sunarım. Deneysel ölçüm cihazlarının kullanılmasına izin veren Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim üyesi Doç.Dr. Numan HODA'ya ve çalışanlarına çok teşekkür ederim. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçükçekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü çalışanlarına da teşekkür ederim.

Tez çalışmasının her aşamasında desteğini esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Turgay ÇOŞGUN'a (İ.Ü), Bilgisayar programı çözümlerinde büyük emeği geçen Har.Kad.Müh. Süleyman ÇOŞGUN'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan eşim Figen ÇOŞGUN'a, desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme, arkadaşlarıma, tezin hazırlanmasında her türlü katkısı bulunan herkese çok teşekkür ederim.

## 1. GİRİŞ

Bir ortamda bulunan havanın temizliği iç hava kalitesini belirler. Temiz hava, belirlenen standartlara göre belirli seviyelerde kirletici madde içermeyen ve bu havayı kullanan insanların çoğunluğunda havanın kalitesi ile ilgili tatminsizlik yaratmayan havadır [1].

İnsanlar doğası itibari ile rahat ortamlarda yaşamak isterler. Kapalı ortamlarda yaşamını sürdüren insanlar, yaşadığı ortamı şartlandırmak için çeşitli ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri geliştirmişlerdir. İlk önceleri bu sistemlerden sadece ısıl konfor şartlarını sağlaması beklenmiştir. Isıl konfor şartlarının yeterli olmadığı sağlık sorunlarının görülmesi ile anlaşılmıştır. Bununla birlikte 1980'den sonra iç hava kalitesi kavramı ortaya çıkmıştır. İç hava kalitesi insanların bulunduğu mahaldeki havanın temizliğidir. İç hava kalitesini tanımlamak zor olduğu için "kabul edilebilir iç hava kalitesi" tanımı kullanılmaktadır. Bu tanım "Kabul edilebilir İç Hava Kalitesi için Havalandırma" başlıklı ASHRAE 62–1989 Standardında “içinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediğı havadır” olarak açıklanmaktadır [2].

İç hava kalitesi, iç ortam havasının temizliği ile ilgili bir kavram olup karmaşık bir yapıya da sahiptir. İç hava kalitesi kavramı, 1980'li yıllarda, petrol krizinin ve buna bağlı olarak oluşan enerji darboğazıyla birlikte ortaya çıkmaya başlamıştır. Uygulanan enerji tasarruf politikaları ve yalıtımlı binaların yapılması ile kapalı mekânların iç hava kalitesinde önemli sorunlar ortaya çıkmasına da neden olmuştur. İnsanların birçoğu dış hava kirliliğinin sağlığa zararlarını bilmesine rağmen iç hava kalitesi (İHK) problemlerinin insan sağlığına önemli etkileri olduğunu bilmemektedir. Amerikan Çevre Koruma Örgütü'nün (EPA) çalışmaları göstermiştir ki iç ortamdaki kirleticilerin seviyesi dış havadan yaklaşık 5100 kez



daha fazla olabilmektedir [3]. Çocuklar iç hava kirliliğine karşı yetişkinlere kıyasla daha hassastırlar ve bu kirlenmeden daha kolay etkilenmektedirler. İç hava problemlerinden kaynaklanan hastalıkların belirtilerini şu şekilde özetlemek mümkündür: Burun tıkanmaları, burun kanamaları, öksürük, teneffüs zorlukları, göz sulanmaları, göz kızarıklıkları, ateşlenme, titreme, hızlı kalp atışı, kas ağrıları, işitme kayıpları, vb. gibi. Her öğrenci ilköğretimden üniversiteyi bitirinceye kadar okul binaları içinde yaklaşık 20 000 saat hava teneffüs etmektedir. Bunu oran olarak ele aldığımızda yaşam süresinin en az %23'ünü kapsamaktadır [3].

Avrupa Birliği İtalya'nın Ispra kentinde kurmuş olduğu iç hava kalitesi Laboratuvarında (Indoor tron) yapılan ölçümler, insanların iç mekânlarda, dışarıda olduklarından 25 katı daha fazla hava kirliliğine maruz kaldıklarını göstermiştir [4].

İşyerleri ve evlerdeki iç hava kalitesi ile ilgili problemler son yıllarda özellikle Türkiye ve yurtdışındaki bilim adamlarının dikkatini çekmektedir. Konu ile ilgili bilimsel çalışmalar Türkiye de son beş yıl içerisinde de artığı gözlenmektedir. Yapılan birçok araştırmada iç ortamdaki kirleticilerin seviyesi dış ortama göre daha yüksek olduğu görülmüştür [5].

İnsanların zamanlarının büyük çoğunluğunu işyerleri, evler, okullar, Yükseköğretim kurumları, Yükseköğretim Kredi Yurtları Kurumları, Hastaneler, Cezaevleri, Askeri tesisler, Büyük alış veriş merkezleri, Metrolar, Tranvaylar, Otobüsler ve fabrikalar gibi kapalı mekânlarda geçirdiği düşünüldüğünde, kapalı ortamlarda iç hava kalitesinin önemi ile insan sağlığı etkilerinin de dikkatli olarak araştırılması gerektiği de ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye de henüz yeni bir kavram olan iç hava kalitesini kamuoyuna sunarak, öncelikle insan yoğunluğunun fazla olduğu farklı ortamlardan, Yükseköğretim kurumları, ulaşım araçlarından hafif raylı metro (Antray), şehir içerisi otobüslerinde iç hava kalitesinin araştırılması yapılarak konunun önemini ortaya çıkarmak, tartışma alanları için zemin hazırlamaktır.

Bu amaç için, Türkiye de turizm'in başkenti olarak bilinen Antalya ilinde bulunan yüksek öğretim kurumlarından Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler

Meslek Yüksekokulu derslikleriyle yine Antalya ilinde yeni yapılan hafif raylı metro (Antray) ve Antalya Büyükşehir belediyesine ait, şehir içi otobüslerinde iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Gerekli analizlerden sonra iç hava kalitesinin iyileştirilmesi için gerekli çözümler ve modelleme de bu tez çalışması için geliştirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1 Yurtdışında Konu İle İlgili İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar

Facciola [6], tarafından çok küçük iç hava kaynaklı partiküllerin tanımlanması, sınıflanması ve dış değerler ile ilişkilendirilmesi adlı tez çalışmasında, çok küçük (0,1 mikrondan küçük) ve ince (1,0 mikrondan küçük) parçacıkların örnek bir ofisi ve ilkokulu da içine alan iç mekanlara nasıl sızdığını incelemiştir. Ultra yüksek duyarlılıktaki Aerosol spektrometre ve aerosol Kütle Spektrometre kullanımı ile çok küçük ve ince parçacıkların boyutları ve kimyasal çeşitlemeleri zamanın bir fonksiyonu olarak ölçümler yapmıştır. Sonuç olarak içerdeki küçük parçacıkların dışarıdakilere göre oranının iç mekana sağlanan havalandırma miktarından, yani binaların belirli özelliklerinden ve HVAC sistem kullanımından önemli ölçüde etkilendiğini saptamıştır. Ayrıca çalışmasında, iç mekanın amonyum nitrat parçacıklarına çok az ölçüde maruz kaldığı gözlemledikleri, Çalışmasında etkilenme ve küçük parçacıkların solunması ile oluşabilecek sağlık risklerinin anlaşılması ve mekanik olarak havalandırılan binalarda gerek duyulan filtreleme anlayışının geliştirilmesi adına önemli bilgilere de yer verilmiştir. İç havanın dışarıdaki partikül yoğunlukları ile olan ilişkisi iç mekanın hava kalite perspektifi ile iyileştirilmesinde HVAC sistemlerinin performansının değerlendirilmesi için kullanılabilirliğini bu çalışmada ortaya koymuştur [6].

Hui [7], tarafından Subtropikal iklimlerdeki klimalı ofislerde iç hava kalitesinin gözlenmesi ve değerlendirilmesi protokolü adlı doktora çalışmasında, İyi bir iç hava kalitesi (IAQ) sağlamak, bir ortamın rahatlığı ve sağlığı konusundaki insani ihtiyaçları karşılamayı amaçlaması gerektiğini, çalışmanın amaçları subtropikal iklimlerdeki klimalı ofisler için daha iyi bir iç hava kalitesi sağlamak adına uygulanabilir bir iç hava kalitesi gözleme ve değerlendirme protokolü

geliştirmek olduğu, Bu protokol örneklendirme zamanları ve yerlerine ilişkin kabul edilebilir değerlendirme belirsizliklerinde değişik bir grup örneklemden alınan temsili kirletici seviyelerini kullanan basit bir değerlendirme deneyi ile iç hava kalitesi değerlendirme sonuçlarını görmeyi sağlamıştır. Protokolün gelişimi ve geçerliliği Hong Kong'taki klimalı ofislerde uzun vadeli bir ölçümden elde edilen ortak iç hava değişkenleri üzerindeki kapsamlı kesitsel deneyler kullanılarak ispatlanmaya çalışıldığı, Değerlendirme değişkenlerinin seçimine ilişkin olarak yetersiz iç hava kalitesinin (IAQ) baskın katkı sağlayıcılarının az sayıda bir miktarını belirleyerek ya da iç hava kalitesi kontrolünün performansı için karara varılmış belirleyici üç değişken ile temsili değişkenler seçmenin azaltılmış ölçüm çabaları ile kabul edilebilir bir uyum sağlayabildiği görülmüştür. Çeşitli örneklem belirsizlikleri yıl boyunca boylamsal ölçüm sonuçları kullanılarak analiz edildiği, Seçilen temsili bir değişken için önerilen plan tarafından istenen ölçüm süresi %30'a kadar azaltılabilmektedir. Ayrıca örneklem noktalarının sayısını %50 azaltmak aynı güvenilirlik seviyesindeki örnek uzamsal ortalama yoğunluk elde etme ihtimalini yalnızca %10 oranında azaltabilmektedir. İç hava kalitesi kabulünü ve bölgesel görüntülemeyi değerlendirmek adına bugünkü anlayışı geliştirebilmek için önceki bilgileri ve değerlendirme uygunluklarını kullanan epistemik yaklaşım ile uygunluk geçerliğini geliştirme ve örneklerin uygulanmasında karşılaşılan teknik sorunlar gösterilmeye çalışılmıştır. Son olarak da, Hong Kong'un klimalı ofisleri için karşılaştırma değişkeni olarak temsil gücü yüksek göstergelerden seçilen basit bir iç hava kalitesi dizini kullanıldığı, Geniş ölçüde kabul görmüş yıldız dereceleme sisteminde bulunan karşılaştırma sisteminin iç hava kalitesinin nispi performansını azaltmada etkili olduğunun tespiti yapılmıştır [7].

Metzger [8], tarafından termal rahatlık, hava kalitesi ve enerji verimliliğinin tümünden gelişimi için kişisel havalandırma tasarımı ve optimizasyonu adlı yüksek lisans tez çalışmasında, kişisel havalandırma sistemlerinin en iyi ölçüm yapma koşullarını tam olarak saptayabilen basit ve tekrarlayan CFD tabanlı bir yöntemi sunmak olduğu, önceki çalışmaların aksine, PV sisteminin en iyi performansı çeşitli ölçüm özelliklerinin (hava besleme hızı, PV akış hızı, PV sıcaklığı, PV nin yüzeye olan uzaklığı, türbülans yoğunluğu, bağıl nem, merkezi sistem akış hızı, merkezi sistem sıcaklığı, merkezi sistem türü ve PV açık/kapalı ölçümü) üç kritik performans faktörü (termal rahatlık, iç hava kalitesi ve enerji tasarrufu) üzerindeki etkilerini

kapsamakta olduğu, Bu yöntem PV sistemlerinin daha ulaşılabilir ve kapsamlı ölçüm sonuçlarını tahmin edebilmekte olduğu belirtilmektedir. Sıcaklık, merkezi akış hızı ve PV akış hızının termal rahatlık, iç hava kalitesi ve enerji açısından beklenen performansı etkileyen en önemli faktörler olduğu da bulunmuştur [8].

Rim [9], tarafından insanların iç hava kaynaklı kirleticilere maruz kalmalarının değerlendirilmesi adlı doktora tez çalışmasında, ticari ya da meskun mahallerde iç hava akışına, kaynak özelliklerine ve oturanların aktivitelerine bağlı olarak gaz ve partikül kirletenleri kişisel olarak nasıl maruz kalındığını araştırmak olduğu, Çalışmasında sayısal akışkanlar dinamiğiyle bağlantılı deneysel ölçümler kullanarak hava akışı ve kirleticilerin yer değiştirmesini araştırıldığı, Solumanın bir apartman sakininin solunum alanındaki hava akışı üzerinde ölçülebilir bir etkisi var olduğunu, ancak apartman sakininin termal hava dumanı üzerinde çok küçük etkilerinin mevcut bulunduğu, Sonuçların kaynağın yerine ve parçacığın büyüklüğüne göre etki değişiklik gösterdiği ve nefes almanın solunan parçacık yoğunluğunu da önemli ölçüde etkileyebileceğini gösterdiğini bu çalışmasında saptamıştır. Ayrıca, oturan bir insanın (bir modelin) yerleştirilmiş el hareketleri termal hava dumanını önemli ölçüde dağıtmadığını da tespit etmişlerdir. Amerika Birleşik Devletlerdeki tipik konutlarda, karışık hava akışını sağlayan basınçlı ısı taşınımı ya da tabakalı hava akışını sağlayan itme gücü HVAC, fanın çalışma durumuna göre (sırayla açık/kapalı) meydana gelmektedir. Karışık (fan açık) ve tabakalı hava akışı (fan kapalı) arasındaki ölçülmüş, geçiş süresi aşağı yukarı bir dakikadır ki bu durum, konutlardaki çoğu hava akımının karışık ya da katmanlı olma durumunun her ikisinden de etkilendiğine işaret etmektedir. Beşeri faaliyetler nedeniyle yerden yeniden askıya alınan parçacıklar gibi kısa süreli çevre kirletenlerine yüksek düzeyde maruz kalmak çok karışık hava akımından ziyade katmanlı hava ile gerçekleşmektedir. Bu durum solunum alanına kirleticileri taşıyan apartman sakinlerinin termal baca dumanının güçlü etkisinden kaynaklanmakta olduğu, ozon içeren havayı apartman sakinlerinin reaktif alanlarının içerisinden taşınması nedeniyle termal baca dumanının ozon tepkime ürünlerine maruz kalma üzerinde önemli etkisi bulunmakta olduğuda belirlenmiştir. Ayrıca ozonun cilt yağları ve giysi yüzeyleri ile reaksiyonu nedeniyle apartman sakinlerinin yüzey sınır alanı ozondan kurtulur ve aksine ozon tepkime ürünleriyle zenginleştiğide belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına dayalı olarak, iri parçacıklı kirleticilere maruz

kalmanın bir göstergesi olarak havalandırma etkisinin yararı, parçacık büyüklüğüne bağlıdır. Büyük parçacıklar için ( $1\mu$ ) kaynak yeri ve kirlenici kaynağının çevresindeki hava akımı maruz kalma için önemli faktörlerken, küçük parçacıklar için ( $7\mu$ ) havalandırma etkililiğinin artırılması apartman sakinlerinin kirlenicilere maruz kalmalarında bir azalma sağladığıda belirlenmiştir [9].

Abuhafeetha [10], tarafından Calgary’de bulunan yeni ofislerde iç hava kalitesi üzerinde yapılandırma sürecinin etkisinin araştırılması adlı yüksek lisans tez çalışmasında, yapı endüstrisinde yapılandırma sürecinin tam olarak uygulanıp uygulanmadığını araştırmak, için apartmanda sakinleri bakış açılarından yararlanarak, iç hava kalitesi (IAQ) üzerindeki yapılandırma faaliyetlerinin etkisini irdelemek ve bu faaliyetlerin iç hava kalitesi (IAQ) üzerindeki etkilerini eleyerek ya da azaltarak öneriler geliştirmek olduğunu belirtmiştir. Çalışma ile apartman sakinlerinin bakış açısından ve iç hava kalitesi (IAQ) kirlenici ölçümlerinden yararlanarak yapılandırılmış ve yapılandırılmamış binaların bir karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmasında, yapılandırmanın iç hava kalitesiyle olan ilişkisi konusunda eksik bir anlayış olduğunu ortaya çıkarmak olduğu, Katılımcıların bakış açısına göre yapılandırmanın tam olarak uygulanmadığı, çalışmaya katılanlar, çalışmaları esnasında iç hava kalitesi testlerinin uygulanmadığını düşündükleri, Ayrıca apartman sakinlerinin binaları değerlendirmelerinden iç hava kalitesi ölçümlerinden yola çıkarak bu çalışma yapılandırılmış binalara ilişkin sonuçların beklenildiği gibi olmadığını göstermiştir. İç hava kalitesi üzerinde açıkça görülür olumlu bir etkisinin bulunmadığıda tespit edilmiştir. İki tür binada da yapılan iç hava kalitesi ölçümleri ve apartman sakinlerinin değerlendirmeleri önemli ölçüde değişiklik göstermediği ortaya çıkmıştır. Yapılandırılmış binalar daha iyi bir iç hava kalitesine sahip olmadığı belirlenmiştir. İç hava kalitesi konusundaki bilgi ve deneyim eksikliği ve yapılandırma aşamalarında bu durumda gözlenmiş olduğu belirtilmiştir. İç hava kalitesi üzerinde yapılandırma sürecinin etkilerine başlangıç niteliğinde kapsamlı bir bakış sunmak olduğu, Çalışma da apartman sakinlerinin performanslarını arttırmaları için yapı proje ekiplerine önemli bilgiler sağlamakta olduğunun belirlendiği, Amerikan Isıtma Birliğinin, Klima sistemleri için iç hava kalitesinin standartlarını karşılayabilmek üzere yapılandırma sürecini iyileştirmek için daha ileri düzeyde araştırmalar gerçekleştirilmesi gerektiği önerilerinde de bulunulmuştur [10].

McLeod [11], tarafından okul binalarında hava kaynaklı mantar spor yoğunluklarının ve iç hava kalitesi değişkenlerinin mevsim ve HVAC sistem türüne göre değerlendirilmesi adlı yüksek lisans çalışmasında, Bir okul binasında iç hava kalitesi çalışması yürütmüş olup, bulgular bakıldığında, Ağustos 2002'de başlayarak, Aralık 2007'de son bulan çalışmayla, her kolda ve her seviyede üç ayda bir, bir veri toplanmıştır. Sıcaklık seviyeleri, RH, karbondioksit ve toplam hava kaynaklı mantar spor yoğunlukları belirlenerek istatistik veriler ayrıca kıyaslanmıştır. Ünivent varlığı, türü ve zaman farklılığını değerlendirmek için kollardan alınan bilgilerin kıyaslanmasının sıcaklık, RH, karbondioksit ve toplam hava kaynaklı mantar spor yoğunluklarında etkili olduğu da belirlenmiştir. Diğer taraftan elde edilen veriler ayrıca mevsimsel değişiklikler için de bir kıyaslama yapılmış, sıcaklık, RH, karbondioksit ve hava kaynaklı toplam mantar spor yoğunluğu, sıcaklık dışında istatistiksel olarak önemli değişiklikler göstermediği de çalışmada belirlenmiştir. Hava kaynaklı toplam mantar spor yoğunlukları arasında mevsimsel olarak istatistiksel açıdan önemli bir farklılıkların da ortaya çıktığı da ayrıca bu çalışmada tespit edilmiştir [11].

Bastani [12], tarafından bina uygulamaları için kullanılan ticari hava temizleyicilerinin iş gücünü değerlendirmek adına tam ölçekli deney kurulumu adlı yüksek lisans tezinde, gaz filtrelerinin yok etme performansını değerlendirmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Ölçekli deney düzeneği kurularak sistemi ayarlamak için bir dizi deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu testler deneysel kurulumun güvenilirliğini önemli ölçüde etkilemekte olduğu belirtilmiştir. Üstelik emiş gücü olan dört filtrenin performansını değerlendirme uygulaması olarak yapılmıştır. Hindistan cevizi kabuğundan ve kömürden olan işlenmemiş parçalıklı filtreler karbonu etkinleştirildiğini tespit etmiştir. Granür aktiviteli karbon (GAC), emdirik GAC ve parçalanmış GAC aluminayı etkinleştirmiştir. Bu tip filtreler, Tolueni yok etmedeki etkililiklerine göre sıralanmaktadır. Sonuçlar işlenmemiş GAC'ların Tolueni yok etmede daha iyi bir performansa sahip olduğunu göstermiştir. Kömür tabanlı katranlı el değmemiş GAC'ın atılım zamanının % 50'si sırasıyla emdirik GAC ve aluminayı etkinleştiren karışık GAC'dan % 40 ve % 50 daha fazladır. Ayrıca, sonuçlar Hindistan cevizi kabuğundan olan GAC'nın kömürden olandan daha iyi yok etme gücüne sahip olduğunu da belirlenmiştir. Diğer taraftan, bu filtrelerin çekip çıkarmaya karşı dayanıklılığı onların tutunabilirlikleri ölçülerek belirlenmiştir. Test

edilen filtreler arasındaki tutunabilirliklerin çapraz kıyaslaması için yeni bir analiz yöntemi gerçekleştirilmiştir. Hindistan cevizi kabuğundan olan GAC çekip çıkarmaya karşı en güçlü dayanıklılığı olduğu da ortaya çıkmıştır [12].

Selim [13], tarafından örnek bir model olan Tuskegee Sağlık Merkezinde enerji tüketimi, iç hava kalitesi ve termal performansın araştırılması adlı doktora tezinde, Tuskegee Üniversitesi Fiziksel Bilimler, Mimarlık ve Mühendislik Fakülteleri (Tuskegee, Alabama) ve Birmingham Alabama Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Sivil İnşaat ve Çevre Mühendisliği bölümü öncülüğünde iklim şartları kontrol amacıyla, Tuskegee Sağlık Merkezi (THH) iç hava kalitesi ve termal performans çalışması yapılması için bir tasarım oluşturulmuş olup, çalışmada enerji tüketimi ve iç hava kalitesi üzerinde farklı yapı malzemelerinin, mekanik sistemlerin kullanımını incelenmiştir. Ayrıca çalışma birbirini takip eden saha testleri ve bilgisayar model simülasyonlarını ile birleştirilmiştir. Görsel DOE modeli ile THH'nin enerji tasarrufunun tahmin edilmesi için kullanılmıştır. Saha test sonuçlarına karşılık modellenmiş veriler ayrıca kıyaslanarak model düzenlemesi de gerçekleştirilmiştir [13].

Millerick [14], tarafından safkan yarış atlarında bulunan trakeal muköz varlığı ve iç hava kalitesi arasındaki ilişkinin araştırılması adlı doktora tezinde, Trakeal muköz birikiminin az miktarda bulunması yarışlarda atların performanslarını olumsuz yönde etkilediği için yarış atlarında önemli bir problem teşkil etmesi sebebiyle bu araştırmanın yapıldığı, doktora tezinin amacının, atların barındığı ahır içerisindeki hava kaynaklı parçalıklı maddelerin konsantrasyon aralığını ve onun varlığını etkileyen faktörleri tanımlamak olduğu, Trakeal muköz birikiminin en azından kısmen (2,5 ve 10  $\mu$  çapından küçük) parçalıklı maddelere maruz kalmaktan kaynaklı oluşunun, insanların solunum sağlığı üzerinde önemli olduğu varsayımında yola çıkarak, çevre partikül yoğunluklarının ve kişisel partikül etkilenmelerinin mevsim, ahır, ahır bölmesini yeri ve aktivite seviyesi ile değişiklik gösterdiğini ve havadan bulaşan ateşli hastalıklarla bunu bir ilgisi olduğunu öne sürmüştür. Parçacık yoğunluklarını ölçen doğrudan okuyan aygıtları kullanarak atların rutin ahır faaliyetleri esnasında (temizlenme, beslenme, binme) soluma alanlarında mevcut olan tozun PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> yoğunluk içerdiğini ve bunu bunun endüstriyel çevrelerde kabul göremeyeceğini belirtmiştir. Yine doğrudan okuyan aygıtlar kullanılarak



Midwestern safkan hipodromunda gerçekleştirilen araştırmalar çevre PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> yoğunluklarının mevsime (ay), günün belirli saatlerine, ahıra ve ahır içindeki belli bölmelere bağlı olarak değişiklik gösterdiği sonucunu da ortaya çıkarmıştır. Toz partikül maddeler (PM) yağmurlu havaları takip eden dönemlerdeki aylar boyunca en düşük, sıcak kuru havaların ardından gelen dönemler boyunca ise en yüksek miktarda olduğunu tespit etmiştir. Beslenme, temizlik ve eğitim aktivitelerinin yoğun olduğu sabah saatlerindeki partikül miktarı yoğunluğu aktivitelerin azaldığı gün ortası ya da öğleden sonrakine duruma göre de en yüksek seviyelerde olduğu da tespit edilmiştir. Birkaç doğal havalandırma kaynağının bulunduğu kapalı ahırlar, maksimum havalandırma imkanıyla tasarlanan açık ahırlara kıyasla yüksek yoğunluklu partikül madde miktarına sahip oldukları da belirlenmiştir. Yoğun trafiğin olduğu ya da doğal havalandırmadan mahrum bölgelerde bulunan ahır bölmeleri, bitişik ahırlardan çok daha fazla çevre partikül maddeleri içermekte olduğu da tespit edilmiştir. Trakeal muközün varlığı çevre partikül madde konsantrasyonları ile yakından ilgili ve çevre partiküller madde konsantrasyonlarının en çok olduğu ahırlar ve bölmelerde tekrarlanma sıklığında en yüksek olduğu da tespit edilmiştir. Trakeal muköz bulunan ya da bulunmayan atlarda özel partikül görüntüleme (PM 10) kendine has özel aktivitelerin kişisel maruz kalmalarda çevre partiküllerle aynı derecede olmadığını göstermektedir; üstelik, trakeal muközün tüm tekrarlanma sıklığı çevre konsantrasyonları yansıtabilecek (örneğin partiküler maddedeki aylık değişimler) özel partiküller madde ile gözle görülür bir ilişki içerisinde olduğu da tespit edilmiştir. Eğer bu doğruysa, ahırlarda toz baskılama tekniklerinin kullanımı trakeal muközün önemli bir miktarının görülme sıklığını gözle görülür ölçüde azaltmasını gerektirmekte olduğuna da bu çalışmada değinilmiştir [14].

Cheng [15], tarafından kamyonlardaki hava kalitesi bunun sağlık ve uyanıklık üzerindeki etkileri adlı yüksek lisans tezinde, kamyonculuğun Kanada'da en önemli endüstrilerden biri haline geldiği belirtilerek çoğu şoför zamanının büyük çoğunluğunu kamyon kabinlerinde harcadığı için önemli bir mesleki hastalık ve güvenlik konusu olan bu duruma dönük anlayışın gelişmesi için kamyon kabinlerdeki hava kalitesinin niteliğini arttırmak gerekmekte olduğu belirtilmiştir. Kamyon kabinlerindeki hava kalitesinin yalnızca sürücü sağlığı üzerinde etkisinin olmadığı aynı zamanda kamyonların karıştığı kaza risklerinde de bir artışa sebep

olmakta olduğuna değinilmiştir. Özellikle şoförlerin acil bir durumda doğru tepki verebilme yetenekleri üzerinde zararlı bir etkisi olabilecek, yorgunluk seviyelerini de etkileyebilmekte olduğu söylenmiştir. Bu öneme rağmen, ticari kamyon şoförlerinin mesleki etkilenmeleri ile ilgili bilgileri de oldukça sınırlı olması sebebiyle araştırılması gereken bir konunun olduğu, belirtilmiştir. Ticari kamyon kabinlerindeki hava kalitesi ile ilgili ölçümler yapabilmek için taşınabilir bir hava kalitesi görüntüleme sistemi geliştirilmiştir. Ayrıca, şoförlerin çalışma alanlarındaki hava kalitesi ve sağlık durumları ile yorgunluk seviyeleri ilgili görüşlerini anlamak için bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Toplam 253 şoför ankete katılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde kamyon şoförlerinin % 90'ının temiz hava için araç kullanma esnasında camı açtıklarını ve dışarıdaki havanın çalışma alanları için temiz olduğuna inandıklarına işaret etmiştir. Yanıtlayıcıların neredeyse yarısı Epworth Uykululuk Skalasında onların uykusuzlukla ilgili problemler yaşadıklarını işaret eden düşük puanlar almışlardır. Şoförler % 85'i yaygın olan uyku düzensizliği belirtilerinden en az birini yaşadıklarını belirtilmiştir. Alan ölçümleri iki aylık görüntüleme dönemi boyunca kamyon kabinlerinde karbonmonosit, karbondioksit ve azotdioksit yoğunluklarının eşik değerlerinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Ancak, kabinlerin içindeki sıcaklık, bağıl nem ve hava kaynaklı partikül yoğunlukları kabul edilebilir düzeyde olmadığı, zamanın % 93 den fazla bölümünde termal rahatlık seviyesi, tavsiye edilenin dışında olduğu, partikül madde 107 - 835 mikron çap aralığında standart değerlerden (65 mikron) 2 - 13 kez daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir. Kabin içerisindeki hava kirletici yoğunluklarının tepe noktaya ulaştığı an kamyonun rölantide çalıştığı an olduğu, Ayrıca partiküller madde üzerindeki kimyasal analiz taşıtlarla ilgili yayılımların ve endüstriyel süreçlerin katkısı nispeten daha azken yollardan gelen tozların kabinlerdeki büyük partikülleri oluşturmaya önemli ölçüde neden olduğunu da göstermiş olduğunu saptamıştır [15].

Marsik [16], tarafından iç hava kalitesini arttırmak amacıyla dış hava kalitesinin iç hava üzerindeki etkilerini incelemek için bilgisayar modelleri geliştirme adlı doktora tezinde; Dış hava kalitesinin, iç hava üzerindeki etkisini çalışmak ve insan sağlığı açısından son derece önemli olması sebebiyle geliştirilmiş çeşitli dinamik bilgisayar modelleri sunmanın amaçlandığı, Bunlar dışarıda, seviyelere dayalı iç kirletici seviyelerini, havalandırma oranını ve diğer etkenleri tahmin etmekte oldukları belirtilmiştir. Aynı zamanda, ölçülmüş gerçek zamanlı dış ve iç

hava kirletici seviyelerine dayalı verilen bir binada, dış hava kalitesinin iç hava kalitesi üzerindeki etkisini belirlemeyi sağlayan bir analiz yöntemi sunulmuştur. Bu yöntemin önemli bir parçası ölçülen iç hava seviyesini iki önemli bileşeni incelenmiştir. Bina içindeki kaynakların sağladığı bileşenler ile dışarıdan nüfuz eden kirletenlerin neden olduğu bileşenlerdir. Dış ve iç kirleten seviyeleri Fairbanks ve Alaska'daki sekiz farklı binada ölçüm işlemlerinin yapılmıştır. Ölçüm sonucu geliştirilen metot verileri analiz etmek için kullanılmıştır. Ölçümlerde ana odak karbonmonoksit ve ince partikül maddelerin olduğu Fairbank evlerinde en büyük iki kirleticinin belirlenmesi üzerinedir. Partiküllerin geçiş etkililiği 0.16 dan 0.69'a doğru sıralanmıştır. Ayrıca karbonmonoksit etkisine kapalı, olduğu da belirlenmiştir. Konutlardaki partikül miktarının ortalama % 67 kadarında, dışarıdan gelen partiküllerin payının olduğu, ofislerin % 100 kapalı olduğu da tespit edilmiştir. Sonuçlar dış kirliliği azaltmanın zamanının çoğunu iç mekânlarda geçiren insanların sağlığı üzerinde önemli yararların olduğunu göstermiştir. Bir ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemi için bir hava kalite kontrol algoritması bu tez çalışması için geliştirilmiş ve bu modellerden biri kullanılarak test işlemleri yapılmıştır. Geliştirilen algoritmanın, iç mekanlardaki partikül miktarını % 65 oranında azalttığı da tez çalışmasında görülmüştür [16].

Clark [17], tarafından ocak dumanından iç hava kirlenmesi ve Honduras kadınları arasında olumsuz sağlık etkileri adlı doktora tez çalışmasında; biokütle yakıtlarının yanmasıyla gelişmekte olan ülkelerde yüksek iç hava kirliliği etkilenmelerinin çok fazla olması sebebiyle çeşitli çalışmalar da soba türü, kişisel pişirme yöntemleri ve evle ilgili değişkenleri değerlendirerek tahmin edilen maruz kalma değerlerini gösterilmekte olduğu belirtilmektedir. Kardiyovasküler sağlık noktaları ile ilgili çok az araştırma yapılmış olmasına rağmen, olumsuz sağlık problemleri pişirme ocaklarına maruz kalmakla ilgili olduğuna değinilmiştir. Sigara içmeyen 79 Honduran kadını arasında kesitsel bir anket çalışması yapılmış olup, 38'i geleneksel sobalarla yemek yaparken, 41'i bacası olan gelişmiş sobalarla yemek yapmakta olduğu belirtilmektedir. Bu kadınların bir alt grubu için 8 saatlik kişisel (Partikül madde 2.5 ppm çapı için)  $PM_{2.5}$  gözlemleri yapılmış, bunun yanı sıra 8 saatlik ölçümlerle de iç mekan görüntüleme yoluyla, karbon monoksit ve partikül madde ( $PM_{2.5}$ ) seviyeleri incelenmiş ve sonra bu veri değerleri değerlendirilmiştir. İç havadaki yayılım için potansiyel temsil eden dört seviyeli sübjektif bir skala

kullanılarak, sobanın kalitesi değerlendirilmiştir. Soba skalası ve havalandırma faktörleri ile kişisel ve iç mekân partiküllerinin %50'sinden fazlasını, iç mekân karbondioksitinin % 85'ini tahmin edilmiştir. Soba skalasına ek olarak etkilenme ölçümlerini saptayan diğer faktörler sobanın kaç yıllık olduğu, mutfak pencerelerinin kapladığı toplam alan, mutfaktaki duvar sayısı, mutfak duvarlarında kullanılan ilk materyal, mutfağın büyüklüğü, saçak boşlukları ile duvar sayısı da dikkate alınmıştır. Soluma belirtileri ve demografik özellikler kadar bir saniyedeki zorlanmış soluk hızı ve soluk alıp vermenin en hızlı olduğu anlar da tez çalışmasında değerlendirilmiştir. Pişirme ocaklarından yayılan gazlara maruz kalan kadınlar, bu etkilenmeyi yaşamayanlara oranla daha sıklıkla öksürük, balgam, hırıltı, baş ağrısı ve nefes tıkanıklığı şikâyetlerini yaşadıkları da anlaşılmıştır. Ocağa maruz kalmakla, ciğer fonksiyonları ve CRP arasında ilişki bulunduğu bu çalışmada gözlenmiştir. Toplama, saklama ve taşıma kolaylığından ve uygunluğundan dolayı kan örnekleri özellikle gelişmekte olan ülkelerde geniş çaplı toplum tabanlı araştırmaların gerçekleştirilebilmesi için uygun bir yöntem olduğu da düşünülmüştür [17].

Hreha [18], tarafından, iç hava kalitesinin öğrencilerin sınav performansları üzerindeki etkisi adlı doktora tezinde; Prout'un (2000) çalışmasını takiben bu doktora çalışmasında karbondioksit etkisinin öğrencilerin test başarıları üzerindeki etkisini belirlemek üzere araştırılmasının yapıldığı, dil ve matematik derslerinde önceden belirlenmiş olan sıkı programlar olan NWEA ve MAP (Akademik ilerleme ölçüsü) kullanan ilköğretim okulu öğrencilerinden seçilen dört sınıftan (2'si 3.sınıf, 2'si 5. sınıf olmak üzere) elde edilen veriler, New Jersey eyaletinin varoş bölgesinin okullarından birinde bir araya getirilmiştir. Ön test/son test deney tasarımı kullanılarak 3. ve 5. sınıf seviyesinden bir grup kontrol grubu olarak alınmıştır. Diğerleri, 3. ve 5.sınıf deney grubu olarak çalışmışlardır. 4 sınıfın hepsi 11,750 kübik kadem, bir odada ön teste alınmıştır. İç hava kalitesi ölçümleri karbondioksit, karbonmonoksit, bağıl nem ve sıcaklık değerlerini kaydetmek için ayarlanmıştır. Her bir test (TSI 8762) aletiyle de yapılmıştır. Her bir veri ön testin başında ve sonunda kayıt altına alınmıştır. Son test uygulaması sırasında 3. ve 5. sınıf kontrol grubu, 11,750 kübik kadem olarak ölçülen aynı odada test edilmişlerdir. 3. ve 5. Sınıf deney grubu 70.000 olarak ölçülen daha geniş bir odada teste alınmışlardır. Her son test oturumunun başında ve sonunda iç hava kalitesi verileri tekrar kaydedilmiştir. Daha küçük olan test odasında karbondioksit seviyesinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sınav testi sürdükçe CO<sub>2</sub> seviyesinin arttığı gözlenmiştir. Öğrenciler son teste alındıklarında, deney grubundaki öğrencilerin daha az seviyede karbondioksite sahip oldukları görülmüştür. Ön test ve son test sonuçlarının analiz edilmesinde bağımlı ve bağımsız örnekler kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının puanlardaki farklılıklarının eğitim açısından önemini tahmin edebilmek için etki büyüklüğü (ES) hesaplaması da bu çalışmada yapılmıştır. Dört sınıftaki tüm öğrenciler için test öncesinden test sonrasına büyüklük olmasına rağmen, daha küçük test alanında, daha yüksek oranda karbondioksite (CO<sub>2</sub>) maruz kaldığı, genel eğitim öğrencileri daha geniş alanda test olan deney grubundaki genel eğitim öğrencilerine kıyasla test sonrası uygulamasında iyi bir performans gösteremedikleri de tespit edilmiştir. Daha geniş olan odalarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>) seviyesinin önemli ölçüde daha düşük olduğu da bu çalışmada görülmüştür [18].

Gardner [19], tarafından Minnesota'daki temiz iç hava politikalarının hedeflenmeyen sonuçları adlı doktora tezinde, aşağıda sunulan üç soruya cevap arayan üç taslaktan oluşmaktadır: bunlar, (1) Temiz iç hava politikaları Minnesota şehirlerindeki müşteri hizmetlerini önemli ölçüde etkiledi mi?, (2) Temiz iç hava politikalarının türü Minnesota şehirlerindeki müşteri hizmetlerini önemli ölçüde etkiledi mi? (3) Temiz iç hava politikaları olan bir alanda yaşamak gençlerin sigara içme girişimlerini azalttı mı?, bu sorulardan ilk iki taslak için 10 Minnesota şehrinde ekonomik etkileri belirlemek için resmi bilgiler alınmıştır. Temiz iç hava politika kuralları sebebiyle toplam hizmet değişikliklerini değerlendirmek için kesintiye uğramış zaman serisi analizleri ve temiz iç hava politikalarını farklı etkilerini kıyaslamak için toplanmış zaman serisi analizleri bu tezde analiz edilmiştir. Üçüncü taslakta, Minnesota'da yaşayan gençler arasında tütün kullanma davranışları ile ilgili anket bilgileri MACC (Minnesota Ergen toplum topluluğu) çalışmasından alınmıştır. Yerel temiz iç hava politikalarının gençlerin sigara içme davranışlarını zamanla etkileyip etkilemediğini belirleyebilmek için genellenmiş lineer modeller de bu doktora tezinde kullanılmıştır. Sonuçta yedi Minnesota topluluğunda müşteri hizmetleri üzerinde temiz iç hava politikalarının istatistiksel açıdan önemli sayılabilecek etkileri bulunmamıştır. Temiz iç hava politika türlerini kıyaslayarak hizmet sektöründe istatistikî olarak önemli farkların olmadığı belirlenmiştir. Temiz iç hava politikalarının uygulanmadığı bölgelerde yaşayan gençlerin, bu politikaların uygulandığı bölgelerde yaşayan gençlere kıyasla, zamanla sigara içme girişimine

dönük daha yüksek bir riske sahip olduğu görülmüştür. Yerel temiz iç hava politikaları Minnesota şehirlerindeki müşteri hizmetlerini önemli ölçüde etkilemekte olduğu, temiz iç hava politikalarının uygulandığı bir bölgede yaşamak Minnesota'daki gençler arasında zamanla sigara içme girişimi riskinin daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Temiz iç hava politikaları bar ve restoranların ekonomik faaliyetlerine önemli zararlar vermeden gençler arasında sigara içme girişimini azaltabilmekte olduğu sonucunu da ortaya koymuştur [19].

Trivette [20], tarafından iç hava kalitesi, tekrarlayan bir klinikte VOC belirlenmesi adlı yüksek lisans tezinde; tehlikeli seviyedeki VOC varlığının embriyoya zarar verip vermediğini değerlendirmek için uygulamalı bilimler üretim merkezinde (CARS) iç hava kalitesi (IAQ) araştırması gerçekleştirmiştir. Altı bölgede formaldehid, nheksan, benzin ve stiren yoğunlukları ölçülmüştür. Ofis ve konutlardaki iç havayla formaldehid yoğunlukları kıyaslanmıştır. nheksan, benzin ve stiren bu yerlerde bulunmamıştır. Buna ek olarak, asetaldehid, etanol ve izopropil alkol bu yerlerde görülmüştür. İç hava kalitesi (IAQ) değişkenleri (karbondioksit, sıcaklık, nem, basınç ve partiküler) bir yıl boyunca aylık olarak 22 farklı alanda ölçülmüştür. Sıcaklık ve nem değerleri Çevre Koruma Ajansının öngördüğü ölçüler dahilinde olduğu tespit edilmiştir. Partikül yoğunlukları Mesleki Güvenlik ve Sağlık Bakanlığı standartlarının altında olduğu da tespit edilmiştir. Ancak çalışmada (CO<sub>2</sub>) karbondioksit yoğunluğu, ASHRAE tarafından belirlenen değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir [20].

Farjollahi [21], tarafından yapı malzemelerinde uçucu yapısal bileşimin (VOC) yayılma katsayısı üzerindeki iç çevre koşulları hakkında deneysel bir araştırma adlı yüksek lisans tezinde; 1973 teki enerji krizinden sonra enerjiyi verimli hale getirmek ve daha hava geçirmez yapılar dizayn etmek için girişimlerde bulunulduğu, o zamandan beri hasta bina sendromu (SBS), zayıf iç hava kalitesinin (IAQ) sonucu olarak bildirildiğini belirtmiştir. İç hava kalitesini geliştirmek için önerilen stratejilerin arasında, kaynak kontrolü en etkili yaklaşım olarak belirlenmiştir. Sürekli iç çevreye maruz kalan geniş yüzey alanından dolayı bina malzemelerinin, iç hava kalitesini belirlemede önemli bir rol oynadığından da şüphelenilmiştir. Ancak karar verme aşamasında sadece daha düşük oranda yayılan ürünler seçilsin ve yerleştirilsin diye kaynak - özel kontrolü, malzemenin

yayılmasındaki uçucu yapısal bileşimin boyutu hakkında yeterli bilgi gerekmekte olduğunu düşünülmüştür. Sonuç olarak yapı malzemelerinin özelliklerini bilmek (yayılma ve ortak etmenlerin ayrılması) gerektiğini, şu anda malzemelerin yayılma karakteristiklerindeki veri tabanı eksikliğinden muzdarip olan uçucu yapısal bileşikler (VOC), yayılma benzerleri için giriş katsayısı olarak bilinmesi gerekli olduğunu belirtilmiştir. Bu nedenle tez çalışmasında, yapı malzemelerini farklı çevre koşullarında, onların yayılma katsayılarını ölçülerek (D) tanımlanması yapılmıştır. Çift kamara metoduna dayanarak, yapı malzemesi olarak iç kaplama tuğlası (fayans) için beş uçucu yapısal bileşimin (oktan, izopropanol, siklo hekzan, etil aseton, hekzan) yayılma katsayısını (D) belirlemek için deneysel bir yapı geliştirilmiştir. Çalışmada, Fick kanunlarını kullanarak yayılma katsayısı hesaplaması ve (D) uçucu yapısal bileşimin (VOC) fizyokimyasal özelliklerine bağlaması yapılmıştır. Ayrıca kullanılan metot ile sıcaklığın, nemin ve uçucu yapısal bileşimin (VOC) karışımının, yayılma katsayısı üzerindeki etkisini araştırmaya izin de vermiştir. Elde edilen sonuçlara dayanılarak, bir sistematik, parametrik çalışma, araştırılan faktörlerin önemini ölçmek için bu çalışma bir yönelimde sağlamıştır. Farklı fizyokimyasal nitelikler arasında (D) yayılma katsayısının kesin olarak buhar basıncıyla alakalı olduğu da tez çalışmasında bulunmuştur. Diğer taraftan tek bir uçucu yapısal kimyasal bileşimin, yayılma katsayısı ile uçucu yapısal kimyasal bileşim karışımının yayılma katsayısı arasında önemli hiçbir fark tez çalışmasında gözlemlenmemiştir [21].

Sanders [22], tarafından Teksas ilkokullarında iç hava kalitesinin değerlendirilmesi adlı doktora tezinde; okullarda zayıf iç hava kalitesi, öğrenme kalitesi, personel ve öğrencilerin sağlık riski, ekonomik maliyetle ilişkilendirilmiştir. Bu tez çalışmasında Teksas ilkokulu iç hava çalışması bulgularını araştırılmıştır, diğer taraftan iç çevre parametreleri için bir baz kurma amaçlanmıştır. Araştırma da, iki okul bölgesinden, otuz okul seçmiştir. Bir okul bölgesi, sıcak nemli iklim bölgesinde, Teksas Meksika sınırı boyunca yerleşmiştir. Diğer, karışık nemli iklim bölgesinde Teksas'ın merkezinde yer almaktadır. Çalışmanın birinci aşamasında, 1336 öğretmeni ve diğer okul personeli tarafından tamamlanan bir anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın diğer ikinci aşamasında ise devamlı izlenen rahat parametreleri (karbon monoksit, karbon dioksit, sıcaklık ve bağıl nem) içeren 120 sınıftaki hem niteliksel hem de niceliksel bilgi toplanmıştır. 3. Aşama da ise daha çok

12 sınıftan bakteri konsantrasyonu ve mantar içeren derinlemesine niteliksel bilgi toplanmıştır. Ayrıca okul bölgesi ve taşınabilen geleneksel sınıflardaki çalışma bilgileri arasındaki bilginin potansiyel farkını da ayrıca araştırılmıştır. Çalışmanın iki ana bulgusu, çatılardaki su sızıntısı ve yetersiz havalandırmayla ilgidir. Çatı sızıntıları en çok su kaynakları sızıntıları ve sağlık bulgularıyla ilgili olduğu, Serbest küçük sınıflar da, geleneksel sınıflardan daha az çatıya ve duvar sızıntısına sahip olduğu da belirtilmiştir. Basit düşük çatı dizaynı ve yeterli çıkıntılar tipik olarak, daha az çatı sızıntısı rapor edilen küçük binalarda bulunmakta olduğunu söylemektedir. Ölçülen karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonu (hem ortalama hem de en son seviyede) tavsiye edilen maksimum değerin üzerinde olduğu sınıfların % 15'inden daha azı tavsiye edilen maksimum konsantrasyonu karşıladığı da tespit edilmiştir. Sınır okul bölgelerinde ise nispeten daha yüksek olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonları ve bağıl nem engellenmiş olduğu, dış hava alımlarında da artışına da neden olduğu belirtilmiştir. Düşük hızda yer değiştirme havalandırması gibi yeni HVAC sistemleri konusunda daha ileri araştırmalara gerek duyulması tez çalışmasında değinilmiştir. Bu çalışma ile ileride ilerlemiş iç hava kalitesi konusunda okul tasarımları için en iyi yöntemlerin gelişmesine katkı sağlayacağı da belirtilmiştir [22].

Al-Harbi [23], tarafından sağlık tesislerinde makul iç çevre kalitesi için bir değerlendirme prosedürü adlı yüksek lisans tezinde; sağlık tesislerinde iç çevre kalitesi (IEQ) koşulu diğer tesislerdekinden daha ciddi bir özellikte olduğu belirtilerek, istenen kalite düzeyi çok daha yüksek olduğu söylenmiştir. Sağlık tesislerindeki uygun bir iç mekân kalitesi, çevreyi iyileştirmeyi sağlamak olduğu, sonuç olarak da, orada kalanların moralini ve verimliliğini arttırdığı belirtilmektedir. Bu çalışma iç mekân kalitesi (IEQ) faktörlerinin değerlendirilmesine yöneliktir. Sağlık tesislerindeki iç hava kalitesi (IAQ), termal rahatlık, görsel ve akustik rahatlık olduğudur. Bu doktora çalışmasının bir parçası olarak da sağlık tesislerinde, iç mekân kalitesinin kapsamlı değerlendirilebilmesi için bir değerlendirme prosedürü geliştirildiği, geliştirilen bu prosedürle ilişkili olarak sağlık tesisleri iç mekan kalitesi niteliklerinin önemi bakımından uzman gözlemlerine göre çeşitli çevrelere ayrıldığı belirtilmektedir. Endüstriyel hijyen ve sağlık hizmetleri alanında uzman 26 profesyonel kişi ile birlikte anket formuna dayalı detaylı sübjektif bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Buradaki sınıflandırmanın amacı ise sağlık tesislerindeki her iç



mekân kalitesi faktörünün değerlendirilme seviyesini belirlemek ve değerlendirme prosedürünün gerçekleştirilme sıklığını saptamak olduğudur. Tez çalışmasından elde edilen sonuçlara bakıldığında, diğer iç mekân kalitesi belirleyicileri arasında iç hava kalitesi (IAQ) faktörünün en önemli ve baskın faktör olarak bulunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, sağlık tesisleri için geliştirilmiş olan iç mekân kalitesi değerlendirme prosedürü bu tesislerdeki iç hava kalitesi üzerine vurgu yapılması ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme prosedürünün geri kalan kısımları ise diğer iç mekân kalitesi belirleyicileri için ayrıca tasarlanmıştır. Suudi Arabistan'ın Dahran bölgesinde bulunan sağlık tesisinde iç hava kalitesinin değerlendirilmesine dönük bir uygulama da gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme prosedürü için geliştirilmiş değerlendirme sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasına dönük olarak, barınanların sorumluluğu, gereken kaynakların varlığı ve tesis yönetiminin hazır bulunuşluğunu çalışmada test edilmiştir. Sonuçta tesis yönetiminin sorumluluk alma ve hazır bulunma seviyelerini arttırmak ve burada kalanların gelişmiş prosedürü etkili biçimde kullanmalarını sağlayabilmek için yapılacak hala çok işlerin bulunduğu saptanmıştır [23].

Shenoy [24], tarafından iç hava kalitesini uzaktan gözetleme ve El Paso sınır metropol bölgesinde, astım tetikleyici gazlar için çevresel tahmin modelleri geliştirme adlı yüksek lisans tezinde; astım bronşiyal duyarlılık ve havayolu tıkanıklığından kaynaklanan solunum yollarıyla ilgili bir hastalık olduğu, Polen, hayvan kepeği gibi alerjenler, atmosferik gazlar, parçacıklı madde ve sıcaklık değerlerindeki düşüşler nedeniyle kolayca tetiklenebilmekte olduğu belirtilmiştir. Yıllar geçtikçe teknoloji bu tetikleyici değerlerini ölçebilecek bir yapıya ulaşmış olduğu belirtilmiştir. Tez çalışmasında düşük maliyetli, kompakt, güvenilir, elde taşınır aletlerle astıma neden olan gazları ve sıcaklığı uzaktan gözetleme ve elde edilen verileri kablosuz tekniklerle iş istasyonlarına aktarmak olduğu, Aynı zamanda veri alınır alınmaz kullanışlı grafiksel ara birim kullanılarak görüntüleme ve son olarak algoritmalar, veriler üzerinde istatistiksel analizler yapmaya hazır hale gelmesi sağlamak olduğudur. Bu çalışma için verici kısmında sensor yoklayıcı bulunan cep bilgisayarı kullanılmıştır. Verileri iletebilmek için PDA'nın kablosuz özellikleri kontrol edilmiştir. Cep bilgisayarları kompakt büyüklüğü ve ticari varlığı sebebiyle çalışmada kullanılmıştır. Veriler zamanla değiştiğinden ilk örnek değerleri bilindiğinde bu tetikleyicilerin seviyelerini tahmin etmek için gazların zamanla

gösterdikleri değişim eğilimlerini görüntülemek ve hareketli ortalama, üstel yumuşatma kavramlarını ortaya çıkarmak için en küçük kareler yöntemi ile uyumlu zaman serileri analizi tekniklerini yüksek lisans tez çalışmasında kullanılmıştır. Sonuçlar verilerin belli bir mesafe boyunca kablosuz olarak iletilmesi ve grafiksel ara birim üzerinde görüntülenmesiyle doğrulanmıştır. Son olarak veriler kullanılarak tetikleyicilerin değişim eğilimlerini ve tahminlerini saptayabilmek için istatistiksel bir algoritma da yapılmıştır [24].

Yeganeh [25], tarafından hissedilen hava kalitesi üzerinde iç mekandaki materyaller arasındaki etkileşimin etkisi adlı yüksek lisans tezinde; hissedilen hava kalitesi üzerinde, halı, boya ve döşeme malzemesi gibi üç farklı bina materyalinin etkilerini gözlemleyebilmek için kapsamlı bir deney tasarımı gerçekleştirilmiştir. Algısal panel, kişisel materyallerden, farklı materyallerin kombinasyonundan ve tek maddeden ortaya çıkan kokuların karışımından oluşan üç farklı mekândaki kirli havanın kalitesini araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular kirli hava seyreltisinin alınan hava kalitesi üzerindeki etkisinin yapı ürünleri ve insan bio atıkları arasında çeşitlilik arz ettiğini gösteren önceki çalışmaların sonuçlarını doğrular nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Deneysel yöntem aynı zamanda yapı malzemeleri arasındaki etkileşim etkisinin anlayış bakımından önemsiz olduğunu da göstermektedir. Bu durum materyal kombinasyonlarının ve karışık düzenlemelerin istatistiksel olarak farklı olmamalarından kaynaklanan kabul edilebilirlik düzeyiyle ilgili olduğuna değinilmiştir. Ayrıca yapı malzemelerinin belirli türdeki kombinasyonlarının varlığı söz konusu olduğunda, Olf (koku birimi)'un doğrusal katkısının iler ki araştırmalar için kullanılabileceği yorumu da yapılmıştır [25].

Thornton [26], kentsel çevrelerdeki sağlığı politikalarının gelişiminde çevresel adalet eğitimi ve atmosferik partikül analizi: Newark'daki astımlı anaokulu çocuklarında, iç hava kaynaklı partikül yoğunlukları adlı doktora tezinde; analizler için Afrikalı Amerikan ve Hispanik (İspanyolların) nüfusun bulunduğu, New Jersey (ABD), Newark'taki çoğu yerleşim yerlerinin partikül hava kirliliğinin sağlığa olumsuz etkileri bakımından yüksek risk altında olabileceğini belirlemek olduğudur. Bu çalışma da toplulukların yaşadığı bölgeleri analiz etmek, Newark şehrindeki hedef kitleler için mevcut olan diğer hava kirliliği verilerini değerlendirmektedir. Çalışma da hedef, sağlık riski olarak astım ve hava yoluyla bulaşmaya duyarlı

hastalıklar üzerinde odaklanma yapılmıştır. Çalışma aynı zamanda Newark'ın beş bölgesinden ikisindeki anaokulu çocuklarının okullarında ve hedef kitlelerde parçacıklı maddelerdeki iz, metal seviyeleri ve parçacık kirleticiler üzerinde veri toplama işini de gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Çevresel konulara ek olarak bu analiz anaokulunda yer alan kitlelerle ilgili sosyal konuları da bütünüyle kapsamıştır. Araştırma verileri (veri güdümlü yaklaşım) çevresel sağlık politikaları için önerilebilecek tavsiyeler ile anaokullarında kirlilik azalmasının gelişmesi ve uygulanması için kullanılmıştır. İlk demografik araştırmalar her birinde 56.000'den fazla insan olması sebebiyle en eski ve yoğun nüfuslu yerlerin, Newark'ın Doğu ve Güney bölgeleri olduğunu göstermiştir. New Jersey Eyaletinde Newark nüfusunun çoğunluğu, Afrikalı, Amerikalılar, İspanyollar, Portekizliler olup çevre kaynaklı solunum yolu rahatsızlık risklerini, artarak devam eden hava kirliliğinin yükünü en çok çeken düşük gelirli ailelerden de oluşmakta olduğu belirtilmiştir. Veri sonuçlarına göre, çocuklar üzerinde partiküler maddenin toksikolojik etkilerini soluma üzerine tarihi kaynakça, aile öyküleri ve astımlı anaokulu çocukları ile ilgili istatistikler, hava kaynaklı toplam partiküler madde ve partiküllerdeki seçilmiş, iz, metal seviyeleri için analizler yapılmıştır. Kış ve bahar aylarındaki çalışma süreleri için düşük hacimli havaya uygun partikül örnekleri kullanılmıştır. PM 10 örneklerinden toplanan etkileşim çiftlenmiş plazma kütle spektrometresi ve mikrodalga asit emiliminden elde edilen veriler sonucunda, anaokulu sınıflarının iç havasında bazı zararlı kirleticiler önemli miktarda bulunmakta olduğu tespit edilmiştir. İç hava kalitesinin düşmesine önemli ölçüde neden olan ve astımlı çocukların olumsuz sağlık durumlarıyla yakından ilgili olan çinko, kurşun, manganez, vanadyum ve nikel olduğu belirlenmiştir. Verilerin anaokulu çevresine astımı tetikleyen öğeler konusunda kentsel çevre sağlığı hakkında bir farkındalık sağlamıştır. Doğu ve güney bölgelerinde astımla dost bir anaokulu çevresi yaratan bir politika belirlemiştir. Anaokulu yöneticileri kentsel çevre sağlığı etkinlikleri süresince araştırma çalışmalarından haberdar edilmişlerdir. Okul girişim programlarının bir parçası olarak çok sayıda astımlı çocuğun bulunduğu sınıflarda hava temizleyicilerin kurulmasını öngören politikalar konusunda fikir birliğine de tez çalışmasında varılmıştır. Çevre bilimi veri analizi ve sosyal adalet konularının değerlendirilmesine yönelik bu tip girişim, çevresel adalet çerçevesine dayalı kentsel anaokullarında hava kirliliğinin azaltılmasına dönük bir modelin kabul görmesini de sağlamıştır [26].

Torres [27], tarafından Caguas iki bölgesindeki ilkokullarda ince parçacıklı materyallerin belirlenmesi adlı çalışmasında, Porto Riko'daki Caguas Belediyesi iki nolu bölgesindeki ilkokulların iç ve dış hava kirliliklerinin olası sebeplerinden birinin ince parçacıklı madde yoğunluğu olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır. İlk aşamada, birinci sınıf çocuklarının içerdeki küçük parçacıklı partiküllere maruz kalma seviyelerinin, dışarıdaki kadar olup olmadığını belirlemektir. Bu aşamada elde edilen sonuçlar rastgele seçilen örnektekiler içinde parçacıklı maddeye daha büyük oranda maruz kalan okulları belirlemede bir referans olarak kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ilk aşamada yer alan çocukların bu kirlenici faktöre daha büyük oranda maruz kaldığını gösteren okulda ince parçacıklı madde yoğunluğu, partikül madde PM<sub>2.5</sub> olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması, mevsimlerin ince parçacıklı madde yoğunluğunu etkileyip etkilemediğini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Örnekleme kentsel ve köysel okulların temsil gücü yüksek olan birinci sınıflarında gerçekleştirilmiştir. İç ve dış hava kalitesini değerlendirmek için, üç dakikalık ölçüm aralıklarıyla aşağı yukarı sekiz saatlik okul süresi boyunca ince parçacıklı madde, bağıl nem, sıcaklık ve rüzgâr yönü ölçümleri yapılmıştır. Kütle partiküllerin gerçek zaman ölçümleri bir optik lazer aerosol partikül monitörü, AEROCET 531 kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmada bulunan ortalamalar göstermiştir ki, ilk aşamadaki iç (5 µ<sup>3</sup>) ve dış (6 µ<sup>3</sup>) ve ikinci aşamadaki iç (7 µ<sup>3</sup>) ve dış (8 µ<sup>3</sup>) yoğunluklar, Çevre Koruma Ajansı ve İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi tarafından konulan limitleri aşmamakta olduğu da tespit edilmiştir [27].

Hasselaar [28], tarafından konutların sağlık performansı, göstergeler ve araçlar adlı doktora tezinde, Sağlık risklerini azaltmak, evleri sahiplerinin sağlık ihtiyaçlarına uygun hale getirme fırsatları, politikaları koruma ve onarım projelerini yerine getirme konusundaki tam potansiyelini yerine getiremediğini belirtmektedir. Sağlık kriterleri binaların güçlendirilmesine, bugüne kadar çok az entegre edilebilmiştir. Enerji tasarrufu sağlamaya dönük bazı teknik yenilikler, sağlıkla ilgili şikâyetlerle ilişkilendirilmiştir. Çevresel problemlerin iyi tespit edilmesi ev sahipleri ve konut yöneticileri için bir dar boğaz durumunda olduğunu söylemiştir. Niteliklerle ilgili sağlık risklerine karşı daha iyi bir iç hava, iyi bir çerçeve ve ortak bir dil oluşturmak sağlık performansını geliştirebileceğine değinilmiştir. Potansiyel iç hava kirliliği, ses ve güvenlikle ilgili problemler ile plan, inşa, teknik servisler ve iç mimari arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için 500 ev, bu doktora çalışmasında

incelemeye alınmıştır. Havalandırma kirliliğe neden olan zararlı aktiviteler konusunda ev sahipleri ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde evlerin teknik performansları, ev sahiplerinin tutumları ve sağlık risklerine maruz kalma arasındaki ilişkiler araştırılmış ve bunlarla ilgili veriler elde edilmiştir. Sonuç da özellikle de ev tozu akarına maruz kalmaya işaret eden göstergelerin bir listesi oluşturulmuştur. Bunlar küf, legionella pneumophila bakterisi, ince toz, gürültü, aşırı rahatsızlık ve güvenlik problemleri olduğu bildirilmiştir. Sağlık performanslarının değerlendirilmesi için yöntemler geliştirilmiş ve test edilmiştir. Bu tez çalışmasında yer alan strateji ve göstergeler ev sahipleri ve profesyonel kullanıcılar için mevcut olan sağlıklı konut kontrol listesi için temel teşkil etmekte olduğu da bildirilmiştir [28].

Snijders [29], tarafından iç hava kalitesi ve fiziksel bağımsızlık: kronik akciğer rahatsızlığı olan bireyler için sağlıklı konut üzerine bir bakış açısı adlı doktora tezinin amacı, kronik akciğer rahatsızlığı olan hastaların oturduğu konutların çevre sağlığı açısından incelenmesidir. Ele alınan sağlık boyutları, günlük yaşamda fiziksel performans üzerinde iç hava kirliliğinin etkisiyle sınırlandırılmıştır. İç hava kalitesindeki değişiklik, fiziksel bağımsızlığı etkileyen fiziksel performansta meydana gelen bir değişiklik ile ilgili olduğudur. Avrupa da tüm ev sahipleri, konutlarla ilgili akar alerjileri konusunda risk altında olduğu belirtilmiştir. Toz akarlarının çokluğu, öncelikle akar habitatındaki iç hava nemliliğinden etkilenmekte olduğuna değinilmiştir. Çalışmada Hollanda ülkesinde 14 konut da, farklı iç nemlilik seviyeleri, akar çokluğu arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Hem yer (zemin), hem de mobilya tozunda duyarlılaşma eşiği altında bulunan akarların bulunduğu oturma odalarının kuru olduğu tespit edilmiştir. Zararlı akar konsantrasyonlarının olduğu, bir ya da daha fazla toz örneği olan oturma odalarının nemli olduğu da tespit edilmiştir. Bütün bir konut için akar alerjenlerine maruz kalma sebebiyle sağlık üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için, iç nemlilik seviyesi her oda için ayrı ayrı ayarlanması gerektiği belirtilmiştir. Dış sıcaklığa bağlı olarak, içeride ve dışarıdaki ortalama buhar (nem) seviyesinin farklılığına dayalı olarak iç nemlilik seviyesi, akar alerjenlerine maruz kalma sağlık üzerindeki etkisini tam olarak gösterememekte olduğu belirlenmiştir. Gelecekte benzer çalışmalarda kısa nem aralıklarının olmasının dikkate alınması gerektiği, bu aralıkların akarların hayatta kalmasına ve başka kuru çevrelerde sayılarında artış görülmesine sebep olmakta olduğu vurgusuna

yer verilmiştir. Hollanda da konutlar için bir sağlık riski sınıflaması geliştirilmiş ve test işlemi bu çalışmada yapılmıştır. Bu sınıflama ile ev sahiplerinin sağlıklı iç hava bakımından belirli istekleri üzerinden temellendirilmiştir. Yeterli görülen sağlık seviyeleri sağlıklı, atopik olmayan yetişkinler, çocuklar, yaşlılar ve duyarlı olmayan atopikler ve kronik akciğer rahatsızlığı olan bireyler olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan bu bireyler en yüksek oranda iç hava kalitesine gerek duyan grup olduğu tespit edilmiştir [29].

Srebric [30] tarafından iç çevre tasarımı için basitleştirilmiş yöntem adlı doktora tez çalışmasında; iç mekan yapımının bugünkü tasarımları hava hızı, hava sıcaklığı ve kirlenme yoğunluğu gibi ortalama değişkenler kullanıldığı belirtilerek, bu yaklaşımın, termal rahatlık ve iç hava kalitesi hakkında yalnızca genel bir bilgi vermekte olduğunu, aslında bu durumun, enerji tasarrufu ve sağlıklı binalar tasarlamayı sınırlamakta olduğu belirtilmiştir. Binaların tasarımı, şu anda mevcut olmayan gelişmiş fakat pratik yöntemler istemekte oldukları belirterek, tezin amacının, böyle bir yöntem geliştirmeği amaçlamıştır. Basit tasarım geliştirmenin pek çok aşaması var olduğu, her aşama modelin doğruluğu ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla ölçülmüş verilerle doğrulanan basitleştirilmiş modeller kullanılması yapıldığı belirtilmiştir. Tez için bu doğrulama verileri MIT'deki en gelişmiş deney tesisinden elde edilmiştir. Toplanan verilere dayalı olarak, mekanik şekilde havalandırılan alanlarda temel akış elementi olan dağıtıcı jet akışı için ilk olarak basitleştirilmiş sınır şartları geliştirilmiştir. Sınır şartları detaylı difüzör geometrisi geliştirilmeden kaynak difüzörlerden elde edilen bileşke momentleri kullanılmıştır. Basit olmasına rağmen bu modeller havalandırma için makul bir kararlılıkla yaygın olarak kullanılan kompleks difüzörlerden hava akışı benzetimi kurabilmek olduğudur. Diğer bir basitleştirme, iç hava yayılımını hesaplayabilmek için sıfır denge türbülans modelini kullanılmasıdır. Bu model cebirsel eşitlik yoluyla girdap akışkanlığı ve ortalama türbülanslı vizikosite kullanımının yapılmasıdır. Türbülans modelini test etmek için bir hava akış programı geliştirilmiştir. Bu program, iç hava akışını birkaç dakika içinde bilgisayarda simule edebilmektedir. Bu program standart modeli ile benzerlik gösteren programlardan 5 ila 10 kat daha fazla hızlı olduğudur. Son olarak hava akış programı, bir enerji akış programıyla birleştirilmiş, bu birleştirilmiş program bina kılıfı boyunca iletilen sıcaklık kadar iç sıcaklık transferini ve hava hareketini eş zamanlı olarak analiz edebilmektedir. İskan

edilen bölgede termal rahatlık üzerindeki etkiler nitelendirilmiş ve pek çok durumda termal rahatlığın tek tip olmadığını görülmüştür. Bu nedenle bir binanın, ışınsal, konvektif ve hibrit ısıtma ve soğutma sistemlerinde göz önünde bulundurulmalı ve birleştirilmiş program ile etkili ve ekonomik bir tasarım yöntemi sağlanabileceği sonucuna ulaşılmıştır [30].

Cooper [31] tarafından iç hava kalitesi üzerinde halının etkileri konusunda iç mimarların, halı üreticilerinin bilgisi ve farkındalığı adlı yüksek lisans tezinde; hem ofis hem de ev ortamını etkileyen iç hava kalitesi 90'lı yılların sağlık konusu olmuştur. Halı gibi dekorasyon gereçleri düşük hava kalitesine neden olan gazları yaymakta olduğu belirtilmiştir. Profesyonel iç mimarlar ve halı üreticileri ile halının hasta bina sendromu çeşitli kimyasal hassasiyetler ve iç hava kalitesi, sağlıklı çevrelerin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kullanılan stratejiler hangi bilgilerin edinildiği ve sağlıklı kararlar vermek için nelere gerek duyulduğu konusunda bilgilerini belirleyebilmek için bu tez çalışmasının yapıldığı anlaşılmaktadır. Bütün gruplar, konu hakkında bilgi sahibi olduğunu belirtmişlerdir, Ancak dekoratörler dizayn sürecinde düşük iç hava kalitesi problemine çok az öncelik vermiş oldukları, halı üreticileri ürünlerinin probleme yol açtığını genellikle inkar ettiğini belirtmişlerdir. Tavsiyeler arasında, sağlıklı çözümlerle ters düşen imar kanunuyla ilgili görüşler, eğitimsel forumlar, tasarımcılar ve üreticiler arasında daha iyi iletişim konuları yer almakta olduğu da tespit edilmiştir [31].

Ingegerd [32] tarafından, iç hava kalitesinin değerlendirilmesinde uçucu organik bileşenlerin (VOC) rolü adlı, doktora tezinde, Endüstriyel olmayan çevrelerde iç hava kalitesi konusunda hava kirleticilerinin özellikle de uçucu organik bileşikler (VOC) ilgisinin değerlendirilmesi amaçlamıştır. Tezinde iç hava VOC'larının insan sağlığı ve duyuşsal etkilerle ilişkili olup olmadığını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Deneyler, iç havada VOC örnekleme ve değerlendirilmesi için kullanılan bir yöntem geliştirmeyi kapsamaktadır. Deney aynı zamanda yapı malzemelerinde ve havalandırma sistemlerinde VOC'un sağlıklı ve hasta binalardaki VOC oluşumuna çalışmalarının uygulanması da söz konusu olmuştur. Geliştirilen bu yöntem özellikle oturlan odalarda VOC'un değerlendirilmesi için gerek duyulan sıcaklık aralarında iyi bir bölme için iç hava VOC analizine tam uyum göstermediği ortaya çıkmıştır. Deneysel sonuçlar, diğer iç materyaller arasında olduğu gibi, iç

hava ve iç materyaller arasında havalandırma bileşenleri ve kaynak hava arasında uçucu organik bileşenler ve yarı uçucu organik bileşenler (SVOC) ile ilgili devamlı bir etkileşim olduğunu da göstermiştir. Sonuçlar aynı zamanda havalandırma ya da kıyafet gibi materyallerle içeriye getirilen dış bileşenlerin içeride biriktiğini göstermiştir. İstatistiksel model analizleri hasta ya da sağlıklı bir anaokulunun farklı yerleşkelerinde iç hava VOC analizlerinde elde edilen verilere de uygulanmıştır. Sonuçlar dan VOC'un iç hava bileşenleri bakımından binalardaki farklı yerleşkeleri ve farklı yapıları ayırt etmede bu yaklaşımın katkı sağlayabildiğini göstermiştir. Umut verici olmasına rağmen, kimyasal model ve duyu etkiler arasındaki ilişkiye dair daha ileri aşamada çalışmalara gerek duyulması gerektiği de vurgulanmıştır. Psiko fizik bir deneyde iç hava VOC'ları için tipik düşük yoğunluktaki formaldehit'de hissedilen yoğunluk ve duyu belirleme eşiği bakımından güvenilir şekilde ölçeklenebilmiştir. Formaldehit'de türemesiyle ilgili iki yöntem iki bağımsız kimyasal analitik metot kullanılarak ölçülen maruziyet konsantrasyonları karşılaştırılarak doğrulanmıştır. VOC konusunda var olan kaynaklardaki kapsamlı eleştirel görüşler iç mekanlarda VOC'un insan sağlığıyla ilgili duyu etkileri kadar açık havada meydana gelme, ölçüm yöntemleri, iç materyallerde yüzeye tutunma ya da tutunamama üzerinde odaklanan deneyler oluşturulmuştur. Hepsinde sıklıkla açık havada gözlenen 34 bileşeni duyu etkilere neden olduğu için güçlü olarak ayrılmıştır. Bunlardan 13'ü olumsuz olmayan sağlık etkileri ve iyi kontrol edilmiş nitelikli türeme ihtimali için kabul edilen kriter bakımından duyu anlamda maruz kalma araştırmalarında da daha ileri çalışmalar için tavsiye edilmiştir. Birlikte değerlendirildiğinde iç hava kalitesini değerlendirmek için teknik ve yöntemler sunan kaynak görüşleri ve deneylerden çıkan sonuçlara göre VOC ya da TVOC gibi iç faktörler insanların duyu ve sağlık etkileri arasında bir söylenti olduğunun kesin kanıtı yok olduğu da bildirilmiştir. Ancak karşılaşılan etkiler konusunda bu faktörlerin tamamen ilgisiz olduğuna dair bir kanıtta yoktur. Bu kanıt yetersizliği büyük ölçüde zayıf bir çalışma planından kaynaklanmıştır. Yalnızca aktif olmayan VOC değil, aynı zamanda reaktif, polar ve SVOC'u kapsayan iç hava kalitesi, olumsuz sağlık ve duyu etkiler üzerine gelecekte bu çalışmaların genişletilmesi gerektiği de sonuç olarak verilmiştir. Duyu ölçümlerin yapılabilmesine uygun düşük konsantrasyonlarla belirlenen iç hava kalitesi çalışmalarında kullanılan özel hassasiyeti bulunan belirli gruptaki insanların ayrılması gerektiği sonucuna da ulaşılmıştır [32].



## 2.2 Türkiye’de İç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmış Olan Çalışmalar

Tez çalışmasındaki konunun önemi, Türkiye de yeni bir konu olması sebebiyle daha anlaşılammıştır. Ancak Türkiyede son beş yıl içerisinde giderek önem vermeye başlanılmıştır. Bu konuda Türkiye’deki yükseköğretim kurumlarına bağlı bazı üniversitelerin fen bilimleri, sağlık bilimleri enstitüleri dışında hala konu üzerinde önemle durulmadığı da öğretime bir gerçektir.

Türkiye’de daha yeni olmasından dolayı yapılan çalışmalar daha çok yurt dışı ağırlıklıdır. Yurt dışı çalışmalar genelde iç hava kalitesi ölçümü ile ilgilidir. Yurt içi çalışmalar ise birkaç araştırma hariç genelde iç hava kalitesi ile ilgili derlemelerden oluşmaktadır [33].

Köksal [34] yapmış olduğu makale çalışmasında, hasta bina sendromu (HBS) sebeplerini sıralamış ve muhtemel çözüm önerilerini sunmuştur. Bu makalede Almanya’da yapılan bir çalışmaya da ayrıca atıfta bulunulmuş, klima sistem elemanlarında ve hava dağıtım sistemlerinde alınacak önlemleri de açıklanmıştır [34].

Bulgurcu ve İlten [35], İç hava kalitesi üzerine yapmış oldukları derleme çalışmalarında, evlerde iç hava kalitesini araştırmışlardır. Çalışmada evsel hava kirletici maddeler ve kaynakları incelenmiştir. Özellikle yerel ısıtma cihazları ve iç hava kalitesi ilişkileri üzerine değinilerek bu konuda üzerinde durulmuştur [35].

Bulgurcu ve diğ. [36], okullarda iç hava kalitesi ve çözümler adlı bildirimlerinde, Balıkesir ve Antalya ilindeki bazı okullarda kış döneminde dersliklerde CO<sub>2</sub>, bağıl nem ve sıcaklıkları ölçmüşleri yapmışlardır. Daha sonra aylara göre bu ölçüm sonuçlarını grafikler haline getirmişlerdir. Bu bildiri çalışmasına göre iç ortamlardaki kirliliğin dış hava sıcaklığı ile çok ilgili olduğu ve dış sıcaklığın çok düşük olduğu günlerde iç kirliliğin çok artmakta olduğunu tespit etmişlerdir [36].

Çobanoğlu ve Kiper [37], sağlık açısından tehdit edici düzeydeki hava kirliliği yüzyılımızın en önemli sorunlarından biri olduğuna değinmiştir. Akciğerlerin

gelişimi büyük oranda doğum sonrasında ve erken çocukluk döneminde gerçekleştiği için ve fizyolojik yapılardan dolayı çocuklar hava kirliliğinden yetişkinlere göre daha çok etkilenmekte olduğunu belirtmişlerdir. Çocuklar zamanlarının çoğunu bina içlerinde geçirdikleri için okul ve ev içi hava kirliliği de bina dışı hava kirliliği kadar öneme sahip olduğu vurgusu yapılmıştır. Çalışmada, astım eksazerbasyonları, prematüre doğumlar, düşük doğum ağırlıkları, akciğer gelişim hataları, bebek ölümler, kanser ve pek çok immünolojik, nörolojik, üremeyle ilgili ve solunumsal hastalıklar ile hava kirliliği arasında önemli bir ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir [37].

Güllü ve Menteşe [38] tarafından hazırlanan bildiri; Ankara'da evlerin salon, mutfak ve banyosu, okul, kreş, kafe ve restoran, spor salonu, kütüphane ve yemekhanelerinden biyoaerosol örnekleri olarak düzeylerini incelemiştir. Sonuçta sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceğini tespit etmişlerdir [38].

Vaizoğlu [39] yapmış olduğu bildiri çalışmasında, Ankara'da 399 ev ve 100 mobilya atölyesinde formaldehit düzeylerini ölçmüş ve ölçümlerin yazın yapıldığı için düşük çıktığı, kış dönemlerinde de tekrarlanması gerektiğini belirtmiştir [39].

Çelebi [40] yapmış olduğu bildiri çalışmasında da, iç hava kalitesinin önemli unsurlarından olan radonla ilgili olarak, konutlarda radondan gelecek sağlık risklerini azaltmak için gereken yaşam alışkanlıkları, bina ve çevresi arasındaki ilişkileri incelemiştir. Radonun yaşamı etkileyecek olumsuzlukların giderilmesi için yapılması gerekenleri de detaylı olarak bu bildiri çalışmasında belirtmiştir [40].

Bulut [41] çalışmasında, Şanlıurfa ilinde merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılması sağlanan ve doğal havalandırılmalı bir konutta iç hava kalitesi ölçümleri yapmıştır. İç hava kalitesi parametreleri olarak, sıcaklık, bağıl nem, CO<sub>2</sub> ve partikül madde (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>7.0</sub>, PM<sub>10</sub> ve toplam asılı (PM- TSP) partikül miktarlarını ölçmüştür. Dış ortam havası için de aynı parametreler eş zamanlı olarak ölçülerek iç ve dış ortam havası arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ölçülen iç hava kalitesi parametreleri, değişik ülkelerin standartlarında verilen değerlerle karşılaştırmıştır. Ayrıca ısı konfor açısından iç ortamın durumu değerlendirmiştir [41].

Kapkın ve Uzal [42] yaptıkları çalışmada, toplu taşımacılıkta önemli bir yer teşkil eden otobüsün, kabin içindeki hava kalitesine etki eden parametreleri incelemişlerdir. Kabin içi hava kalitesini, bilgisayar destekli model ile parçacık yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir [42].

Onat ve Stakeeva [43] çalışmalarında İstanbul'da trafiğin yoğun olduğu bir bölgede farklı ulaşım türleri için seyahat esnasında maruz kalınan ortalama 2,5 mikron partikül madde (PM<sub>2,5</sub>) konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. 0,3-10 ppm arasındaki partiküllerin sayımını da bu çalışmada yapmışlardır [43].

Arı [44] Toplu taşıma aracı içinde karşılaşılan partikül madde maruziyeti adlı bildirisinde, Türkiye de Şanlıurfa şehir merkezinden 20 km uzaklıkta bulunan Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsüne yolculuk yapan bir kişinin karşılaşılabileceği mevsimsel partikül madde (PM) maruziyeti değerlendirilmiştir. Şanlıurfa- Osmanbey Kampüsü arası otobüsü içerisinde seyahat anında çeşitli boyutlardaki PM ölçümleri mevsimsel olarak bu bildiri çalışmasında yapılmıştır. Dış hava PM ölçümleri ile otobüs içi ölçümleri karşılaştırılması da ayrıca yapılmıştır. PM konsantrasyon ortalamaları 6.07±9.97 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>1</sub>); 130.76±175.54 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>2,5</sub>); 366.48±509.73 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>7</sub>); 494.31±643.07 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>); 667.40±833.42 µg/m<sup>3</sup> (TSP) olarak bulunmuştur [44].

Esin [45] çalışmasında yapı içinde öğrencilerin sağlıklarını ve öğrenme performanslarını etkileyen koşullar ve bunların sağlanmasında yalıtımın önemi ve diğer göz önüne alınması gereken konuları detaylı olarak incelemiştir [45].

Kocahakimoğlu ve diğ. [46] ilköğretim okullarında bina-içi çevresel kalitenin değerlendirilmesi projesi çerçevesinde, İzmir'de üç ilköğretim okulunda iç hava ozon derişimleri ölçülmüştür. Ölçümler her okulda tamam olmamakla beraber kış, bahar ve güz olmak üzere üç ayrı dönemde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, bir sürekli izleme cihazıyla her okulda seçilen bir koridorda en az bir hafta olmak üzere saatlik ortalama olarak yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre derişimlerin gün içerisinde değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca hafta sonuna nazaran çalışma günlerinde daha yüksek derişimler ölçüldüğü de görülmüştür [46].

Ökten ve Asan [47] yaptıkları bir araştırmada, hastane iç ortam havasının mikrobiyal açıdan incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Özellikle mikrofungusların kronik bronşit, astım, fungal alerjiler, aşırı duyarlı pnömoni ve aspergillosis gibi çeşitli hastalıklar yaptıklarını da tespit etmişlerdir [47].

Sofuoğlu ve diğ. [48] atmosferdeki partiküller için geliştirilen termal desorpsiyon yöntemi kullanarak bina içi ortamlarda yatay yüzeylere çökelmiş partiküllerdeki uçucu organik maddelerin niceliksel analizini yapmışlardır. İzmir ilinde bulunan Yüksek Teknoloji Enstitüsü, yine aynı ildeki Dokuz Eylül Üniversitesi binalarından ve aynı ilinde bulunan bir apartman binasından toplam 15 numuneyi bu çalışma için toplanmıştır. Sonuçta uçucu organik bileşiklerin niceliksel analizlerini yapmışlardır. [48].

Bulut ve diğ. [49] çalışmalarında, toz bulutlarının oluşum nedenleri, bölgenin meteorolojik, meteomorfolojik, jeolojik ve pedolojik özellikleri açısından tartışılarak, toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesine olan etkileri Şanlıurfa ili için araştırılmışlardır. Toz bulutunun hakim olduğu günler ve normal günler için iç ve dış ortam havasındaki değişik çaplardaki partikül madde miktarları ölçülmüş ve sonuçlar analiz edilmiştir. Toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesini önemli oranda düşürdüğü saptanmıştır. Toz bulutlarına karşı alınacak önlemler için bazı öneriler de çalışmalarında ayrıca sunmuşlardır [49].

Onat ve diğ. [50] çalışmalarında İstanbul ilinde bulunan Taksim - 4. Levent metro hattı ile Aksaray havalimanı hafif metro hattında yer alan toplam 6 adet kapalı metro istasyonunda tren içi ve istasyon peronlarında  $PM_{10}$  ve  $PM_{25}$  ölçümleri yapmışlardır. Yolcuların maruz kaldıkları partikül madde konsantrasyonlarını deneysel çalışmada belirlemişlerdir. İstasyon peronlarında yapılan  $PM_{10}$  ve  $PM_{25}$  ölçümlerinde ışık kırınımı prensibi ile çalışan MIE Data RAM 2000 (Thermo) partikül madde ölçüm cihazı kullanılmıştır [50].

Aslan ve diğ. [51] ilköğretim okullarında bina içi çevresel kalitenin değerlendirilmesi projesi çerçevesinde, İzmir ilinde üç ilköğretim okulunda (bir derslik ve ana sınıfında) iç hava uçucu organik bileşik (UOB) derişimlerini

ölçmüşlerdir. Bu çalışmaya göre okullarda sınıflar ile anasınıfları karakter itibariyle farklılık göstermekte olduğu belirtmişlerdir. Döşeme ve dekorasyonda kullanılan malzemeler, sınıf içi faaliyetlerde kullanılan malzemeler, nüfus yoğunluğu, mutfak ile fiziki bağlantı gibi değişkenler bu iki mikro çevre arasında farklılık göstermekte olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu iki ortamın farklı iç hava kaliteleri olacağı varsayılabilceği belirtilmiştir. Bu çalışmada, bu farklılığın önemli bir bina içi hava kirletici grubu olan UOB'ler açısından incelemişlerdir [51].

Bulut [52] tarafından yapılan çalışmada, Şanlıurfa ilinde merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılması yapılan ve doğal havalandırmalı ofislerde iç hava kalitesi araştırılmıştır. Bu amaçla, iç ve dış ortamın sıcaklık, bağıl nem, CO<sub>2</sub> miktarı ve partikül madde (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>7</sub>, PM<sub>10</sub> ve Toplam PM) miktarları eş zamanlı olarak kış boyunca ölçülmüştür, iç hava kalitesinin durumu, dış ortam havası ve iç kirleticilere göre belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir, ölçülen iç hava kalitesi parametreleri, çeşitli standartlarda verilen değerlerle karşılaştırılmıştır [52].

Evcı ve diğ. [53] tarafından yapılan çalışmada, Ankara ili merkez ilçelerinden rasgele seçilen 46 kahvehanedeki formaldehit düzeylerini ölçmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Formaldehit ölçümleri için Formaldemetre 400 ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler kahvehanelerde anlık olarak gerçekleştirilmiştir. Formaldehit düzeylerinin ortalaması 0,20 ppm'dir. Kahvehanelerin tamamında yapay havalandırma bulunmaktadır. Havalandırma yöntemi olarak aspiratör kullanılmaktadır. Ancak bunların %81'inde formaldehit düzeyi 0,10 ppm'in üzerinde olduğu bulunmuştur [53].

Çakmanus ve Künar [54], müzelerde iç çevre gereksinimleri: Ayasofya, Topkapı ve Türk İslam Eserleri Müzeleri bağlamında Türkiye'deki durum adlı bildirisinde; Tarihi ve sanat eserlerinin kültürel ve maddi değeri çok yüksek olduğu, Bu husus, söz konusu eserlerin saklama ve teşhir alanlarında iç çevre koşullarının özenle belirlenmesini ve korunmasını gerektirmekte olduğunu belirterek, Bu bağlamda müzelerde sıcaklıklarının kışın 20 – 22°C, yazın 24 – 26°C civarında, bağıl nemin %45–60 arasında tutulması; havadaki kirleticiler, ışık vb.'nin kontrol altına alınması gerekmekte olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında Türkiye de bulunan,

Ayasofya Müzesi, İslam eserleri müzesi ve Topkapı Sarayı Müzesi'nde yapılan etüt çalışmaları ve incelemelerde, standartlarda ve literatürde verilen söz konusu değerlerin sağlanamadığı görülmüştür. Bu durum Türkiye'deki diğer müzeler için geçerli olup, eserler üzerinde çok olumsuz etkileri olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu ve benzer durumdaki diğer müzelerde geniş kapsamlı çalışmaların yapılmasının ve koşulların eserleri saklamaya uygun hale getirilmeye çalışılmasının çok yararlı olacağı düşünülmüştür. Çalışmada tarihi eserlerin saklanması için gerekli iç iklimsel şartlar, belirtilen üç müzedeki şartlar ile istenilen iklimsel şartları oluşturabilmek için HVAC tasarımında dikkate alınması gereken hususlar incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda Müzeler; galeriler, okuma salonları, araştırma odaları, laboratuvarlar, konferans salonu, veri depoları, depolama alanları, kafeteryalar, oditoryumlar, nadir kitap mahalleri, bürolar ve çalışma odaları gibi mahallerden oluştuğu belirtilmiştir. Koruyucu bir çevre için HVAC sistemi, kurumun karşılayabileceği maliyetlerde, koleksiyonlar için minimum risk yaratacak nitelikte, mahal içerisinde nemin, sıcaklığın ve hava hareketlerinin homojen biçimde kontrol edildiği, havanın filtre edildiği bir ortam sağlamalı olduğuna değinilmiştir. Buralara yönelik HVAC sistemleri genelde aşağıdaki kategorilere ayrılabilir: sonuca ortaya çıkarılmıştır:

- a) Galerileri ve çevre duyarlıklı objeleri ihtiva eden mahaller,
- b) Kütüphane ve arşivleri içeren mahaller,
- c) Kağıt temelli koleksiyonların depolandığı ve kullanıldığı mahaller,
- d) Film ve diğer medya barındıran diğer mahaller.

Müze HVAC tasarımındaki temel gereklilik, düşük ya da sınırlı bir bütçeyle yüksek işletme performansı elde edilmesidir. Bu durum işletme maliyeti ve sorunlarını azaltma yönünde sistemlerin ilk yatırımlarına odaklanmayı gerektirdiği bu bildiri çalışmasında belirtilmiştir [54].

Darçın ve Balanlı [55], Yapılarda doğal havalandırmanın sağlanmasına yönelik ilkeler, adlı bildirisinde yapı içi hava kirliliğinin giderilmesinde ve yaşam için gerekli oksijenin sağlanmasında en ekonomik ve çevreci yol doğal havalandırma olduğunu belirtmektedir. Doğal havalandırma için uygun nitelikteki hava yapıya alınmalı ve kirlenen iç hava yapıdan uzaklaştırılmalıdır. Isınarak yükselen havanın

soğuk hava ile yer değiştirmesi sonucu oluşan hava deviniminin özellikleri havalandırmanın etkinliği açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Yapının konumunun, biçiminin, birimlerinin yerleşiminin, duvar boşluklarının, kulelerin ya da bacaların hava devinimi ile ilişkisi irdelenerek kararların tasarıma aktarılması yeterli bir doğal havalandırma için gerekli olduğunu söylemektedirler. Doğal hava devinimi – yapı ilişkisinin doğru kurulmasıyla kullanıcı sağlığını bozmayan, enerji tüketmeyen, çevreyi kirletmeyen ve maliyetleri artırmayan bir havalandırma ile sağlanabileceği belirtilmiştir. Yapılan bu bildiri çalışmasında sonuç olarak, Yapı içindeki kirli havanın dışarı atılması ve yaşam için gerekli oksijenin sağlanması öncelikli yöntem doğal havalandırma olduğu, Etkin ve yeterli doğal havalandırma, uygun nitelikteki havanın yapıya ulaşması, yapı içine alınarak dolaştırılması ve kirlenen havanın uzaklaştırılması ile gerçekteştirilebilir. Bunun için yapı tasarımcıları; yapı dışındaki havanın devinim kuralları ve niteliği ile hava devinimine kentsel ölçekteki etkilerin (güneşin, yerey özelliklerinin, yeşil dokunun, çevredeki yapıların vb etkileri) yanı sıra havalandırmayı sağlayan doğal hava devinimi ile yapının konumu biçimi birimlerinin yerleşimi ve boşlukları arasındaki ilişkiyi irdelemeli gerektiği belirtilmiştir. Yapıya ilişkin bu özellikler doğal hava devinimine uygun olarak düzenlendiğinde hava niteliği iyi ve yapı içinde hava kirliliği oluşturmayan, dolayısıyla kullanıcı sağlığını bozmayan, enerji tüketmeyen, enerji tüketiminin çevreyi kirletmediği, yapının üretim ve kullanım maliyetini artırmayan bir havalandırma sağlanmış olacaktır şeklinde bir sonuç ortaya çıkarılmıştır [55].

Bulut [56], havalandırma ve iç hava kalitesi açısından CO<sub>2</sub> miktarının analizi adlı bildirisinde, İnsanların sağlığı ve verimi ile doğrudan ilişkisi nedeniyle iç hava kalitesinin önemi günümüzde artmakta olduğu, CO<sub>2</sub> iç hava kalitesini kontrol etmek için önerilen önemli bir iç hava kirleticisi olduğu, Kabul edilebilir iç hava kalitesi oluşturmak için CO<sub>2</sub> hissedicileri iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde kullanılarak, gerekli temiz dış hava iç ortama sevk edilerek ihtiyaca dayalı havalandırma yapılmakta ve enerji tasarrufu sağlanmakta olduğu belirtilerek yapmış olduğu bu bildiri çalışmasında, konut, ofis, derslik gibi değişik ortamlarda CO<sub>2</sub> miktarı ölçümü alınarak, iç hava kalitesi ve havalandırma açısından analizler yapmıştır. CO<sub>2</sub> miktarının ortamdaki değişimi, kişi sayısı, sıcaklık ve bağıl nem gibi diğer iç hava kalitesi parametreleri ile birlikte incelemiştir. Çalışma için Harran Üniversitesi Osmanbey yerleşkesi mühendislik fakültesi binasında bulunan ofis ve

sınıflarda yapılmıştır. Tüm Doğal havalandırılmalı ortamlarda meydana gelen hava sızıntısı hesaplanarak, havalandırmanın iç hava kalitesi açısından yeterli olup olmadığı tespit edilmiştir. CO<sub>2</sub> miktarına göre ihtiyaca dayalı havalandırma yapıldığında gerekli havalandırma miktarları da bu çalışmada belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> miktarı kontrol edilerek ihtiyaca dayalı havalandırmanın temel esasları anlatılmıştır. Konut, sınıf ve ofislerde iç hava kalitesi ölçümleri alınarak, CO<sub>2</sub> miktarının diğer parametrelerle ilişkisi incelenmiştir. CO<sub>2</sub> miktarı ile kişi sayısı, bağıl nem, partikül madde miktarları arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. CO<sub>2</sub> miktarının havalandırma için yeterli bir parametre olduğu görülmüştür. CO<sub>2</sub> miktarına göre havalandırma miktarları belirlenmiş ve CO<sub>2</sub> miktarına göre havalandırma yapıldığında enerji tasarrufu sağlanacağı görülmüştür. Diğer taraftan, doğal havalandırmanın iç hava kalitesini sağlamadığı görülmüştür. Konutlarda ahşap pencerelerde hava infiltrasyon miktarının göreceli olarak yüksek olduğu, fakat iç hava kalitesi açısından yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Sınıf ve ofislerde bulunan çift camlı PVC pencerelerin sıkı olması hava sızıntısının engellemesi açısından iyi olduğu, ancak temiz hava sağlamak açısından iyi olmadığı görülmüştür. Dersliklerin mutlak şekilde temiz hava ile beslenmesi gerektiği belirtilmiştir. Dersliklerde, havalandırmanın CO<sub>2</sub> miktarına göre havalandırma yapılması enerji verimliliği açısından daha uygun olacaktır. İnsan sayısının değişiklik gösterdiği sınıf, ofis, toplantı salonları ve banka gibi mahallerde en az enerji harcanarak ısıl konfor ve iç hava kalitesi, CO<sub>2</sub> ölçümüne göre çalışan ihtiyaca dayalı havalandırma sistemleri kullanılarak sağlanabilir. Klasik havalandırma sistemi, enerji israfına ve kaynakların boşuna harcanmasına neden olabileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak iyi bir iç hava kalitesi oluşturmak için mahaller için havalandırma sistemi kurulmalı olduğu, Enerji tasarrufu ve sağlıklı ortamlar için çalışanların iç hava kalitesi ile ilgili bilgilendirilmesi gerekli olduğu, Enerji verimliliği açısından CO<sub>2</sub> kontrollü ihtiyaca dayalı havalandırma sistemlerinin kullanılmasında daha uygun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca havalandırma sisteminde filtrasyonun yani hava temizliğinin iyi yapılması gerektiğine de vurgu yapılmıştır [56].

Karaca ve diğ. [57] tarafından, müze iç ortam hava kalitesi araştırmaları için reaktif kupon yöntemi ve ilk analizler adlı bildirisinde, çalışmanın amacı olarak müzelerde iç ortam hava kirleticilerinin müze envanterinde bulunan tarihi ve kültürel mirasa etkilerinin araştırılması ve ilgili envanter yüzeylerinin karşılaştığı risklerin



değerlendirmesi amacıyla reaktif kupon kullanım yönteminin araştırılması olduğu, Bu amaçla, Dolmabahçe Sarayı içinde bulunan tarihi eser niteliğindeki envanterin yüzey risk değerlendirmesi; alüminyum, bakır ve mermer olmak üzere üç tip reaktif kupon kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada uygulanacak bu yöntem için geliştirilen örnekleme sistemi ve örnekleme sisteminde yürütülecek analizlerin detayları tartışılmıştır. Saraya yerleştirilecek reaktif kuponların şahit analizleri veya diğer bir tabirle maruziyet önceki analizleri Raman spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), ve Scanning Electron Microscope (SEM) analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu suretle reaktif kuponların fiziksel özellikleri, yüzey morfolojisi ve kimyasal yapısı tanımlanmıştır. Örnekleme süreci bir senelik bir dönemi kapsadığı için maruziyet sonrası yürütülecek analiz ve bulgular daha sonra yapılacak çalışma ve bildirimler kapsamında sunulması planlanmıştır. Bu nedenle tüm analizler reaktif kupon analiz yönteminde uygulanacak olan örnekleme ve analiz esasları hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmaya konu olan proje süreci devam ettiği için henüz maruziyet sonrası kupon analizleri çalışmada yapılmamıştır. Bu analizlerin tamamlanmasına müteakip elde edilen bulgular ileri ki dönemlerde bildiri ve diğer yayınlarla bilim camiasının sunulacağı sonuca ulaşılmıştır [57].

Dolaş ve diğ. [58] tarafından, hazırlanan iç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesinde gümüş iyonları içeren PVC malzemelerin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi adlı bildirimlerinde, İç ortam hava kirliliği son yıllarda buna bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunlarından sonra önem kazandığı, Yapılan birçok araştırmada iç ortam kalitesine önemli ölçüde etki eden kirleticilerden birinin organik tozlar olarak bilinen biyoaerosoller olduğu tespit edilmiştir. İç ortam havasının iyileştirilmesinde kullanılan ürünlerin enerji maliyetlerinin yanı sıra insan sağlığına olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu nedenle iç ortamda bulunan mikroorganizma konsantrasyonlarının azaltılmasına yönelik geliştirilen sürdürülebilir çözümler değer kazanmaktadır. Çalışmalarında, konu olarak seçilen gümüş iyonlarının bakteri, küf, virüs gibi mikro canlılar üzerinde etkili olduğu eski çağlardan beri bilinmektedir ve kullanılmakta olduğu belirtilerek gümüş iyonu içeren zirkonyumfosfat katkılı PVC malzemenin ortam havasında en çok rastlanan bakteri ve mantar türlerinin seviyelerinin azaltılmasındaki etkisinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen oda modeli çalışmalarını kapsamaktadır. Oda deneyi sonuçlarına göre, 1

<sup>3</sup> m kapalı bir cam hacim içinde belli yüzey alanına sahip gümüş iyonu içeren PVC malzeme ürün ortam havasındaki mikroorganizma konsantrasyonunun azalmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Malzeme, ortam havasında mikroorganizma konsantrasyonunun azalmasında etkili olduğu, bu etki mikroorganizma türüne göre farklılık göstermekle birlikte deney süresi boyunca ortalama en az %12,17 en çok % 31,54 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan B. Subtilis, E.Coli, S. Aureus, Aspergillus Niger olmak üzere 3 bakteri ve 1 mantar için en düşük giderim B. Subtilis ilk 20 dakikada % 15,45 lik ilave giderim sağlamıştır. En yüksek verim gram (-) olan E. Coli de % 50,58 ilave giderimi ilk 15 dakika da sağlamıştır. S. Aureus deneylerinde ise malzeme ilk 5 dakika içinde etki göstererek ortamdaki mikroorganizma konsantrasyonunun da % 36,47 azalmaya neden olmakta olduğu sonucuna ulaşılmıştır [58].

Öztürk ve Düzovalı [59], tarafından, hazırlanan okullarda hava kirliliği ve sağlık etkileri adlı bildirimlerinde, okullardaki kapalı ortamların hava kalitesinin hangi faktörler tarafından etkilendiği, sebepleri ve bu ortamları kullananlarda oluşturabileceği muhtemel sağlık etkilerine değinmektedir. Okullardaki kapalı ortam hava kalitesini bozan tipik kirleticiler partikül madde, karbon dioksit, karbon monoksit, nem, sıcaklık, uçucu organik bileşikler ve alerjenler olduğu belirtilerek, Samsun'da tabakalı örnekleme ile tespit edilmiş farklı bölgelerdeki beş ilköğretim okulunda Ocak-Haziran 2007 tarihleri arasında sınıflarda karbon dioksit, partikül madde (PM<sub>10</sub>), karbon monoksit, nem ve sıcaklık ölçümleri gerçekleştirilmiş ve söz konusu okulların iç hava kalitesinin bozulmasına genelde yetersiz havalandırma ve hijyenik şartlara uyulmamasının neden olduğu bu çalışmada görülmüştür. Samsun'da farklı bölgelerdeki okulların sınıflarında 2006 yılının Aralık ayından 2007 yılının Mayıs ayına kadar farklı zamanlarda yapılan CO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, nem ve sıcaklık ölçüm sonuçları Türk Standartları Enstitüsü ve Amerikan Isıtma Soğutma ve Klima Mühendisleri Birliği (ASHRAE) standartlarına göre değerlendirildiğinde, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu standart 800 ppm değerinin oldukça üzerinde tespit edilmiştir. Sınıflara teneffüslerde bile yeterince taze hava sağlanamadığından CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun dersten derse artış gösterdiği belirlenmiştir. Okullarda ölçülen CO konsantrasyonlarının 25 ppm olarak verilen standart değerinin altında olduğu

görülmüştür.  $PM_{10}$  konsantrasyonunun işlenen derse bağlı olarak zaman zaman  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lük sınır değeri aşmış olduğu tespit edilmesine karşın ortalama olarak standart değerler altında olduğu görülmüştür. Nem için TS 12281’de bir standart değer belirtilmemiştir, fakat ASHRAE standartlarına göre ölçülen nem değerleri sınır değerler içinde olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen sıcaklık değerleri ise TS 12281’de verilen  $18-24^\circ\text{C}$  standart aralığı içinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan her öğrenci ilköğretimden üniversiteyi bitirinceye kadar okul binaları içinde yaklaşık 20.000 saat hava teneffüs etmektedir. Bunu oran olarak ele aldığımızda yaşam süresinin en az % 23’ünü kapsamaktadır. Sınıfların kalabalık olması, ikili öğretim nedeniyle teneffüslerin kısa tutulması, sınıfların teneffüs esnasında havalandırılmaması, tavan yüksekliklerinin yeterli olmayışı, mekanik havalandırmanın bulunmayışı, pencerelerin sızdırmaz oluşu, vb. nedenlerle sınıf ve okul ortamları aşırı kirlenmektedir. Bu durumun çocukların bünyelerini dış etkenlere karşı hassaslaştırabileceğini, çocuklar arasında hastalığın yayılma riskini artırabileceğini, çocuklarda dikkat dağınıklığına ve derse karşı ilgiyi azaltabileceğini söylemek mümkün olduğu belirtilerek, Çözüm olarak, okulları mümkün olduğunca şehir dışına çıkarmak ve trafikten uzak tutmak, koridor tavanlarına hava kanalları yapmak, sınıfları yeterince yüksek ve kişi başına  $1,2 \text{ m}^2$  alan düşecek şekilde inşa etmek, kalabalık sınıflardan kaçınmak, ikili öğretim yerine tekli öğretim yapmak ve bu şekilde daha uzun teneffüs süreleri ayarlayarak sınıfları teneffüs süresince havalandırmak ve uygun bir şekilde inşa edilecek havalandırma sistemi ile sınıfa kişi başına saniyede 8 litre taze hava vermek gerekmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır [59].

Güney ve diğ. [60], tarafından hazırlanan ev, okul, ofis ve alışveriş merkezlerinde uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi adlı bildirimlerinde, İç ortam hava kirliliği günümüzde insan sağlığını tehdit eden en önemli risklerden biri olarak kabul edildiği, Bina içerisinde kullanılan malzemelerden yüksek oranda emisyonla sahip olan uçucu organik bileşikler (UOB) bina-içi hava kalitesi açısından önem taşımakta olduğu, Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda UOB’lerin çeşitli solunum yolu hastalıkları ve kanser gibi rahatsızlıklara sebep olduğu belirlenmiştir. UOB’lerin bina içinde pek çok kaynağı bulunmakta olduğu, UOB’ler boya, cila, halı kaplama, yapay ahşap levhalar, bazı yalıtım malzemeleri, çeşitli dekorasyon malzemeleri gibi

çok sayıda yapı malzemesi ve ev ürünleri endüstrisinde, mobilyalarda, ayrıca bazı temizleyici kozmetik ürünlerinde yaygın olarak kullanılmakta olduğuna değinilmiştir. Yapılan çalışmada; ev, okul, ofis ve alışveriş merkezi (AVM) gibi farklı türdeki iç ortamlardan alınan hava örneklerinde benzen, kloroform, ksilenler (o,m,p) ve Toluen derişimleri belirlenmiştir. Örneklemeler bina içinde ve dışında yapılarak dış ortam konsantrasyonu ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Örnekler, Haziran-Aralık 2010 döneminde, SKC sampling cihazı ile aktif örnekleme yöntemi kullanarak tenax tüplerine toplanmıştır. Sonra da Termal Desorber-Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi (TD-GC/MS) cihazı ile kantitatif sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kloroform ve mp-ksilen derişimleri seçilen ortamlarda yüksek konsantrasyonda ölçülmüştür. Ayrıca, bu UOB'lerin iç-dış hava (İ/D) derişim oranları hesaplanmıştır. İ/D oranları evlerde 0,78 ile 1,88 arasında, okullarda 1,26 ile 1,78, ofislerde 1,09 ile 3,52, AVM'lerde 0,49 ile 1,51 arasında değişmektedir. Bina içi konsantrasyonlar benzen için  $1,1\mu\text{g}/\text{m}^3 - 15,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kloroform için  $6,5\mu\text{g}/\text{m}^3 - 371,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mp-ksilen için  $4,3\mu\text{g}/\text{m}^3 - 311,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ , o-ksilen için  $1,4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 32,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Toluen için  $6,7\mu\text{g}/\text{m}^3 - 163,9\mu\text{g}/\text{m}^3$  arasında tespit edilmiştir [60].

Keskin ve Ekmekcioğlu [61], tarafından hazırlanan, okul binalarında iç ortam havası PM kütle konsantrasyonlarına trafik yükünün etkileri adlı bildirilerinde; Türkiye de İstanbul'un Anadolu yakasında seçilen beş ilköğretim okulunda, iç ortam havası partikül madde (PM) kütle ve element konsantrasyon seviyeleri belirlenmiştir. Çalışmada özellikle ilköğretim okullarının seçilme nedeni olarak partikül madde seviyelerinin küçük çocuklarda daha yüksek sağlık riski yaratma potansiyeli ve ülkemizde ilkokullarda eğitim gören çocuk sayısının yüksekliğidir. Elde edilen sonuçlar, yüksek trafik yoğunluğuna sahip bir ana artere çok yakın konumda bulunan dört ilköğretim okulunda ölçülen  $\text{PM}_{10}$  ve  $\text{PM}_{2,5}$  kütle konsantrasyon değerlerinin, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlemiş olduğu sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğunu göstermiştir. Partikül madde element konsantrasyonlarından elde edilen zenginleşme faktörü hesaplamaları, antimuan, brom, arsenik ve çinko elementlerinin, toprakta bulunan değerlere göre oldukça zenginleşmiş olduklarını göstermiştir. Bu da, okulların iç ortam havasında belirlenen bu elementlerin ağırlıklı olarak insan faaliyetlerinden kaynaklandığının bir göstergesi olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Yoğun trafik ortamına çok yakın konumda bulunan dört okuldan toplanan PM örnekleri içindeki yüksek zenginleşme oranlarına sahip Sb, Br ve Zn elementlerinin, dur kalk tipi sürüşün çok sık olduğu ve çok sayıda dizel minibüs ve otobüsün bulunduğu trafiğin, okulların iç ortam havasındaki partikül madde kirliliğinde büyük payı olduğuna işaret ettiği düşünülmektedir. Buna karşın, trafiğin çok seyrek olduğu, düşük nüfus yoğunluğuna sahip bir bölgede seçilen bir okuldan toplanan partiküllerin analizi toprak tozu, tebeşir tozu ve deniz tuzunun dışında önemli bir kirlilik kaynağına işaret etmemiştir. Trafik ortamına yakın okullarda gözlenen iç ortam havası  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  kütle konsantrasyon seviyeleri, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınır değerlerin oldukça üzerindedir. Ayrıca, trafik kaynaklı oldukları iyi bilinen bazı elementlerin partikül madde içinde ve dolayısı ile okulların iç ortam havasında zenginleştikleri gözlenmiştir. Yüksek PM kütle konsantrasyonlarının ve toksik etkileri bilinen Sb ve As gibi bazı elementlerin artışının çocuklar üzerinde yaratabileceği olası olumsuz sağlık etkileri düşünüldüğünde, bazı önleyici tedbirlerin acil olarak alınmasının gerekli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. İlk aşamada, daha sık ve planlı yer temizliği uygulamaları ile binaların dış ortama açık doğal sirkülasyon yerine, filtreleme ünitelerine sahip sistemler üzerinden havalandırılmalarının sağlanmasının mevcut durumun önemli oranda iyileştirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Uzun vadede ise, gerekli yapısal planlamalar yapılarak, ilköğretim okullarının mümkün olduğunca yoğun trafikten uzak bölgelerde konumlandırılmasının gerekli olduğu düşünülmüştür [61].

Sofuoğlu ve diğ. [62] tarafından hazırlanan, ilköğretim okullarında bina-içi çevresel kalite: İzmir çalışması sonuçlarının değerlendirilmesi adlı bildirilerinde, Türkiye de İzmir ilinde ikisi kentsel biri yarı kentsel alanda yer alan üç ilköğretim okulunda, bina-içi hava uçucu organik madde, yarı-uçucu organik madde, partikül madde, partikül maddede element ve inorganik gaz kirletici derişimleri ölçülmüştür. Anket uygulaması yapılarak, bina-içi çevresel kalite ile ilgili semptomların yaygınlığı çalışılmıştır. Bina-içi konfor değişkenlerinin konfor aralığı dışında bulunma oranları özellikle kışın yüksek değerler almıştır. Bina içi hava  $CO_2$  derişimleri dersliklerde havalandırmanın yeterli olmadığını göstermiştir. Uçucu organik bileşiklerden formaldehit, benzen, naftalin, toluen ve 1,3-diklorobenzenin yüksek bina-içi derişimlere ulaşabildiği görülmüş, farmaldehit ve benzenin birincil

düzeyde, naftalin ve toluenin de ikincil düzeyde önemli sağlık riski yaratabileceği bulunmuştur. Yarı-uçucu organik bileşiklerden poliklorlu bifeniller (PCB) ve polibromlu difenil eterler (PBDE) grubu kirleticilerin bina-içi havada buldukları ve içeride kaynakları olabileceği görülürken, sentetik koku bileşiklerinin bir derslikte yapılan çalışma ile okul binalarında hem gaz hem de partikül fazda bulunabildikleri ve gaz fazda önemli düzeyde derişimlere eriştikleri belirlenmiştir. İnorganik gazlardan ozon için, bulgular iç hava ozon derişimlerinin, dış hava ozonu ile ilintili olduğunu ve hassas insanlarda sağlık etkisi yaratma sınırının altında kaldığı yönündedir. Karbon monoksit ise neredeyse tüm ölçümlerde ya tespit sınırı olan 1 ppm'in altında ya da oldukça düşük derişimler de bulunmuştur. Partikül madde için elde edilen dane sayısı boyut dağılımları, kütle boyut dağılımları, bina içi hava ve dış hava derişimi bulguları, partikül madde kaynağının dış hava olduğu, ancak çocukların hareketliliği sebebiyle bina içi mikro çevrelerde derişimlerin dış hava derişimlerinin üzerine çıkabildiğini göstermiştir. Boyut ayırmalı kütleli PM derişimleri göstermektedir ki, ince partiküllerin ( $PM_{2,5}$ ) çoğunluğu ultra ince partiküllerdir ( $PM_{1,0}$ ) ve ultra ince partiküller ince partiküllere göre sayıca 2-5 kat daha yüksek derişimler de bulunmaktadır. Partikül maddede Al, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn elementleri tespit edilmiş olup kütle-boyut dağılımlarının ultra ince boyutlarında görülen zirveler, hem ağırlıklı yerküre kaynaklı hem de ağırlıklı insan aktiviteleri kaynaklı elementler için ultra ince fraksiyonun önemli olduğunu göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar temel alınarak genel bir değerlendirme yapılmış ve milli eğitim, okul yönetimlerine yönelik çocukların kirletici maruziyetlerini azaltmak hedefli pratik önerileri de yapılmıştır. Bu çalışma sırasındaki gözlemlerine istinaden, bina-içi çevresel kalite ile ilgili bazı konularda, Milli Eğitim Bakanlığı'ndan başlayarak üst düzey yöneticiler, yöneticiler ve öğretmenler nezdinde, çocuk ve öğretmen sağlığını korumak üzere, bilinç oluşturulması gerekmekte olduğu belirtilmiştir. Sağlık Bakanlığı'nın uygulayıcısı olduğu ve Türk Toraks Derneği'nin liderliğinde çok sayıda kurum ve kuruluşun içinde yer aldığı GARD – T.C. Kronik Hava Yolu Hastalıkları (Astm-KOAH) Ulusal Kontrol Programı'nın bu konuları da içeren faaliyetler bulunulduğundan bahsedilmiştir.. Anasınıflarında uçucu ve yarı-uçucu organik madde emisyonu yapabilecek polivinil yer döşemesi gibi malzemelerin kullanıldığı gözlemlenmiştir. Emisyonu yüksek yapı ve döşeme malzemelerinin, dekoratif malzemelerin, kırtasiye malzemelerinin

anasınıflarında ve sınıflarda kullanılmaması gerekmektedir. Literatürde yayınlanmış çalışmalara göre duvardan duvara halı yer döşemesi çeşitli açılardan risk oluşturmaktadır. Bunlardan birisi, biyolojik ajanların olmasıdır. Halının altında kalan yüzey soğuk olduğunda, arada su buharı yoğunlaşması olmakta ve mikroorganizmaların üremesi için uygun ortam oluşturmaktadır. Ayrıca, halı tüyleri arasında toz akarı gibi mikroorganizmalar uygun yaşam ortamı bulmaktadırlar. Toz parçacıkları açısından da bir depo görevi gören halılar eğer temiz tutulmazlarsa birer kirletici kaynağı haline gelmektedirler. Bir diğer unsur da, eğer halı yere yapıştırılırsa, kullanılan yapıştırıcıdan çeşitli uçucu organik bileşikler, bazıları toksik ve/veya kanserojenik olabilirler, bina içi havaya salıverilmektedirler. Okullarda boya badana işleri tatilde çocuklar okulda değilken yapılmaktadır. Buna ek olarak, su bazlı boyaların kullanıldığından emin olunmalıdır. Özellikle, yerden 1,5 metre yüksekliğe kadar yapılan ikinci bir kat duvar boyası genelde solvent bazlı boya ile yapılmaktadır. Bununla birlikte, ısıtma sistemi (kalorifer) radyatörleri de bu boya ile boyanabilmektedir. Isıtma sistemi çalıştırıldığında çok yüksek emisyon oluşmakta, ortaya çıkan koku dayanılması zor seviyelere ulaşmaktadır. Kokunun bu seviyelere ulaşması, toksik ve kanserojenik etkileri olabilecek uçucu organik bileşiklerin yüksek emisyonla bina-içi havaya salıverildiğine işarettir. Bu durumda önemli derecede uçucu organik bileşik maruziyeti olduğu var sayılabilir. Boyama için su bazlı boya tercih edilmesi ve ısıtma sisteminin okul tatilde iken 3–7 gün çalıştırılarak emisyonun büyük kısmının gerçekleşmesi sağlanmalıdır şeklinde öneride bulunulmuştur. Eğer binada yemek pişirilmesi söz konusu ise gerek yakılan yakıtın yanması sırasında gerekse kızartma gibi yemek pişirme işlemleri sırasında önemli düzeylerde uçucu organik bileşikler ve partikül madde havaya salıverildiğinden mutfak ile binanın kalanı arasında direk irtibatının olmaması ve oluşan buharların direk dışarıya atılması gerektiğinden bahsedilmiştir. Özellikle dış havanın soğuk olduğu mevsimlerde öğretmen veya öğrencilerin pencereleri açmaları gerekmeden havalandırma gerçekleşebilmesi için tedbirlerin alınması gerekmektedir; çünkü sadece kapı-pencereye dayalı doğal havalandırma olan binalarda bunlar açılmadığı zaman havalandırma yetersiz düzeylere inmektedir ve içeride kaynağı olan tüm kirleticilerin birikimi ile sonuçlanıp derişimleri artmaktadır. Bu çalışmada ölçülen CO<sub>2</sub> derişimleri dersliklerde yetersiz havalandırmaya işaret edilmiştir. Ağırlıklı kaynağı dış hava olan kirleticiler açısından, bina-içi havanın dış havadan tecrit

edilmesi bir korunma yöntemi olarak da uygulanabilir, Bu kirleticiler arasında en yaygın olanları trafik emisyonları (egzoz gazları), partikül madde ve ozon olarak isimlendirilebilir. Yüksek yoğunluklu yerleşim olan trafiği kalabalık kentsel alanlarda yer alan binalarda, yaz aylarında dış havada oluşan ozon derişimlerinin zirve yaptığı saatlerde; trafiğin yoğun olduğu dolayısıyla egzoz emisyonlarından çeşitli kirletici (uçucu organik bileşikler, PM, NO<sub>x</sub>, PAH vs.) derişimlerinin arttığı saatlerde; havada tozun yoğun olduğu günlerde periyotlarda, bu yolun izlenmesi içeride bu kirleticilerden korunma sağlayacaktır. Temizlik özellikle elektrik süpürgesi ile yapılan temizlik sırasında, bina-içi havanın kalkan tozdan korunması amacıyla iyi havalandırılması gerekmektedir. Bu konuda bilinç oluşturulması gerektiğine değinilmiştir. Tozlu filtre yerine suda yakalayan elektrik süpürgelerinin insan sağlığının korunması için teşvik edilmesi faydalı olacağı belirtilmiştir. Katkı maddeleri içeren temizlik ürünleri yerine daha doğal olanların tercih edilmesi insanların birçok sentetik kimyasal maddeye maruz kalmalarını engelleyecektir. Bu ürünlerde kullanılan katkı maddeleri arasında ciddi sağlık etkileri yaratabilecek olanlar bulunmaktadır. Ayrıca, bazı kimyasal maddeler bina-içi havada kimyasal tepkimelerde yer almakta ve ikincil (ara ve son ürün) kirleticilerin oluşumuna meydan vermektedir. Ek olarak, klorak (çamaşır suyu) içeren temizlik ürünleri kullanımı sırasında ve sonrasında, içeriğinde bulunan klorun çeşitli organik maddeler ile tepkimeye girmesi sonucu ara, yan ve son ürün başka kimyasallar oluşabilmektedir. Dolayısıyla, dezenfeksiyon amaçlı kullanım kaçınılmaz olduğunda seyreltik kullanılmaları sorunu en aza indirgeyecektir. Yine, kokulu katkı maddeli temizlik ürünleri yerine arap sabunu gibi basit ve daha doğal maddelerin temizlik için tercih edilmesi çocukların birçok birincil ve ikincil kirleticiye bu yolla maruziyetini en aza indirgeyeceği belirtilmiştir. Kalabalık binalarda insanların hareketliliği sonucu yerlere çökelmiş olan toz tanecikleri havalanarak tekrar uçuşan toz haline gelmektedir. Okullarda, bu durum çocukların koşuşturmaları sebebiyle çok daha yüksek bir düzeyde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, temizlik faaliyetlerinin yerden toz kalkmasını en aza indirecek şekilde yapılması oldukça önem taşımaktadır. Birincil bir kirletici olan PM aynı zamanda bünyesinde depolanan yarı uçucu organik bileşikler ve iz elementler gibi kirleticileri ciğerlere taşıyan bir taşıttır. Yatay yüzeylerde çökelmiş halde iken ise depolanan bu kirleticilerin birer kaynağı haline



gelmektedir. Sonuç olarak, temizlik yöntemi ve sıklığı çocukların ve öğretmenlerin sağlığının korunması açısından oldukça önem arz etmekte olduğu belirtilmiştir [62].

Tatlı ve diğ. [63] tarafından hazırlanan, alışveriş merkezleri için iç ortam biyoaerosol araştırması adlı bildirilerinde, İnsanların zamanlarının birçoğunu geçirdikleri alışveriş merkezlerinde biyoaerosol örnekleme yapılarak patojen bakteri konsantrasyonlarının araştırılması ve kalıcı etkisinin azaltılmasında alınması gereken tedbirlerin belirlenmesidir. Bu kapsamda Türkiye’de İstanbul ilinde bulunan en büyük alışveriş merkezleri arasında bulunan iki ayrı alışveriş merkezlerinin her bir katında bakteri konsantrasyonunu belirlemek için hafta içi ve hafta sonu günlerinde biyoaerosol örnekleme yapılmıştır. Örnekleme sürecinde toplanan biyoaerosol numuneleri Polimeraz Zincirleme Tepkimesi (Polymerase Chain Reaction - PCR) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş, patojen bakteri tür ve miktarları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ulusal ve uluslararası standartlar açısından tartışılmış ve bu bakterilerin insan sağlığına olan etkileri standartlara göre değerlendirilmiştir [63].

Onat ve diğ. [64] tarafından hazırlanan, İstanbul’da farklı bina içi ortamlarda PM<sub>2,5</sub>, CO konsantrasyonları ve partikül sayısının belirlenmesi adlı bildirilerinde, Aralık 2009 - Mart 2010 döneminde İstanbul’da ev, ofis ve alışveriş merkezi gibi farklı iç ortamlarda PM<sub>2,5</sub> ve CO konsantrasyonları belirlenmiştir. Günlük aktivitelerin partikül boyutuna etkisini belirleyebilmek amacı ile iç ortamda 0.3 – 10 µm arasında 5 farklı boyutta partikül sayımı yapılmıştır. PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonları mekanların iç ve dış ortamlarında eş zamanlı olarak ölçülmüş, iç ortamda sıcaklık ve nem parametreleri de ölçümler boyunca kaydedilmiştir. Evlerin konumunun ve evde yaşayan kişi sayısının kirletici miktarlarını etkilediği görülmüştür. PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonları evlerde 32–57 µg/m<sup>3</sup>, evlerin dış ortamında 67–98 µg/m<sup>3</sup> arasında bulunmuştur. Evde yemek pişirme gibi aktiviteler sırasında ince partikül sayısının arttığı tespit edilmiştir. PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonları alışveriş merkezinde hafta içi 45 µg/m<sup>3</sup>, hafta sonu 85 µg/m<sup>3</sup>, ofislerde 22–105 µg/m<sup>3</sup> arasında bulunmuştur. CO konsantrasyonlarının ise tüm ortamlarda 1,6–9,5 ppm arasında değer aldığı tespit edilmiştir [64].

Berberoğlu ve Motrör [65], tarafından hazırlanan Edirne'de bir dokuma konfeksiyon İşletmesinde iç ortam hava kalitesinin değerlendirilmesi 2010 adlı bildiri çalışmasında, İç ortam hava kalitesi konutların yanı sıra, günlük yaşamın önemli bir bölümünün geçirildiği ve daha fazla efor harcanan işyeri ortamında da, çalışanların sağlığını etkileyen önemli bir çevresel parametre olduğunu belirtmişlerdir. Bu bakımdan işletmelerde iç ortam hava kalitesinin ölçülerek değerlendirilmesi, sağlığın korunması ve üretim kapasitesinin artırılmasına önemli katkı yapabilecek bir uygulamadır. Yapılan çalışmada, Edirne'de bulunan bir dokuma konfeksiyon işletmesinde, iç ortam hava kalitesinin değerlendirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik olarak öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kesitsel olduğu, İşletmenin üretim sürecinde yer alan kapalı ortamlarında, hava kalitesi ile ilişkili olan sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) gibi parametreler ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Ölçümlerde Testo 635-2, Telaire 7001 ve Gas Alert Micro 5 aygıtları kullanılmıştır. Araştırmanın yapıldığı dokuma konfeksiyon işletmesinin iplikhane, kumaş hazırlama, yıkama, boya-terbiye bölümlerinde sıcaklık yüksek olduğu, (Dünya Sağlık Örgütü- DSÖ ve Uluslar arası Çalışma Örgütü- ILO kriterlerine göre). Dokuma bölümünde ise nem oranı, torna, yıkama ve kumaş hazırlama bölümlerinde CO<sub>2</sub> düzeyi yüksek bulunmuştur. İşletmenin bazı bölümlerinde ise iç ortam hava kalitesinin DSÖ ve ILO kriterlerine göre iyileştirilmesi gerekmekte olduğu belirlenmiştir. Bu durumda ilgili yerlerde havalandırma sistemlerinin geliştirilmesi, hem çalışanla sağlığının korunmasına hem de üretim performansının artırılmasına katkıda bulunacağı sonucuna ulaşılmıştır [65].

Özkan ve diğ. [66] tarafından hazırlanan, Metal endüstrisinde iç ortam toz ve gaz konsantrasyonlarının belirlenmesi adlı bildirimlerinde, Tesis içerisindeki iç hava kalitesi, iç hava kalitesini bozan kirleticilerin tespiti ve bu kirleticilerin iç ortam kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Metal üretimi gerçekleşen tesiste yapılan ölçümlerle iç ortam havasında bulunan ince toz partikülleri ve iç ortam gaz konsantrasyonları ölçülmüştür. (Azotmonoksit, Karbondioksit, Karbonmonoksit, Kükürtdioksit, Hidroklorik Asit, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10,0</sub>, TSP). İşçi sağlığı ve güvenliği için yapılan bu ölçümler değerlendirilirken kriter olarak 27.11.1973 tarihli resmi gazetede yayımlanan parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışılan işyerlerinde

ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzüğü, 26.12.2003 tarihli resmi gazetede yayımlanan kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik, EH 40/2005 Work Place Exposure Limits, OSHA sınır değerleri baz alınmıştır [66].

### **2.3 Türkiye'de İç Hava Kalitesi İle İlgili Yapılan Lisansüstü Tez Çalışmaları**

Türkiye'de İç hava kalitesi ile ilgili ilk yüksek lisans tez çalışması, Dönmez tarafından İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılmıştır. Dönmez, çalışmasında iç hava kalitesi üzerine genel bir çalışma yapmıştır. 10 farklı konutta uçucu madde derişikliğini ölçmüştür. Kabul edilebilir iç hava kalitesini sağlamak için en iyi yöntemin kirletici kontrolü olduğunu belirlemiştir [67].

Alptekin [68] tarafından yapılan yüksek lisans çalışmasında, iç hava kalitesi, iç hava kalitesini bozan kirleticiler ve iç hava kalitesinin sağlık ve verimlilik üzerine etkileri üzerinde durulmuştur. Kütahya ilinde bulunan Dumlupınar Üniversitesi içerisindeki sarı konak, rektörlük, iktisadi idari bilimler fakültesi ve merkezi kafeterya binalarında gerekli deneysel çalışmalar yapılmıştır. Deneyler de iç ortam havasında bulunan ince toz partiküllerin konsantrasyonları ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının analizi sonucunda iç ortam hava kalitesini; yapı malzemelerinin, kullanıcı sayısının ve yapının kullanım şeklinin etkilediği tespit edilmiştir [68].

Kuş [69] tarafından hazırlanan doktora tezinde, Şanlıurfa ilindeki Yüksek Öğretim Kurumu dersliklerinde iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. İç hava kalitesi parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit ve değişik çaplarda partikül maddeler alınmıştır. Şanlıurfa ilindeki bu ölçümler farklı yerlerdeki iki yerleşkede iç ve dış ortamlar için eş zamanlı olarak alınmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiş ve değişik ülkelerde öngörülen standartlar ile karşılaştırmıştır. Bu doktora tez çalışmasında; kış döneminde merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılması sağlanan dersliklerde iç ortam sıcaklığı ve bağıl neminde önemli bir sorun gözükmemesiyle birlikte, yaz döneminde herhangi bir iklimlendirme sistemi kullanılmadığından iç ortam sıcaklıklarının çok yüksek ve bağıl nemin düşük olduğu tespit edilmiştir. Kışın iç ortamdaki karbondioksit miktarının öğrenci sayılarına

bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. İç ve dış parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Partiküller madde kaynağının daha çok iç ortam kaynaklı olduğu görülmüştür. Son olarak, ölçüm sonuçlarına göre dersliklerde iç hava kalitesinin arttırılmasına yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur [69].

Yurtseven [70], İki farklı coğrafi bölgedeki ilköğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi adlı doktora tez çalışmasında, Çocuk ve yaşlılar, birim kütle başına daha fazla hava teneffüs ettiklerinden, kirli iç ortam havasından daha fazla etkilenmekte oldukları, iç ortam hava kirleticilerine maruziyet sonucunda pnömoni, kronik obstructif akciğer hastalığı, akciğer kanseri, TB, düşük doğum ağırlığı ve katarakt gibi önemli hastalıklarda artışlar olmakta olduğuna değinmiştir. Ayrıca okullardaki iç ortam kirleticilerinin tespit edilmesi önem kazanmakta olduğu vurgusu da yapılmıştır. Araştırma Türkiye de İstanbul ilinde Fatih ve Silivri ilçelerinde resmi İlköğretim okullarında yapılmıştır. Okullar farklı trafik yoğunluğuna sahip olan Fatih ve Silivri ilçelerinden, oluşturulan listelerden tesadüfî olarak belirlenmiştir. Doktora çalışmasında sıcaklık, nem, Karbon monoksit (CO), Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), Uçucu organik bileşikler (VOC), Ozon (O<sub>3</sub>) ve Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ölçümleri yapılmıştır. Bir soru formu oluşturularak okul yetkililerinden, sınıfın fiziksel durumunu belirten bilgilerin toplanması da sağlanmıştır. Elde edilen veriler, USEPA (United State Environmental Protection Agency) ve WHO (World Health Organization), standartlarıyla karşılaştırmalar yapılarak, mevcut durumun ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde Silivri ilçesindeki 3 okulda VOC düzeyinin EPA ve WHO tarafından belirtilen değerlerin çok üstünde olduğu, CO<sub>2</sub> düzeyinin ise ölçüm yapılan tüm okulların % 95'inde belirtilen değerlerin çok üstünde olduğu tespit edilmiştir. Diğer ölçülen parametreler ise standartların altında olduğu belirlenmiştir [70].

Karabulut [71], Toluenin in vitro ve in vivo olarak eritrosit zar stabilitesine etkisi, adlı doktora tezinde, Toluenin ozmotik frajiliteyi azaltıcı etkisiyle, oksidatif stresi artırıcı etkisi arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır ve Toluene mesleksel (in vivo) ve in vitro olarak maruz kalan insan eritrositlerinde eş zamanlı ozmotik frajilite, ortalama hücre hacmi (MCV), oksidatif stres parametreleri ve antioksidan enzim aktivitelerine bakılmıştır. Ozmotik frajilite deneyleri için

eritrositler farklı derişimlerdeki NaCl solüsyonlarına eklenmiştir (kör, % 0.38, % 0.40, % 0.42, %0.44, % 0.46, % 0.48 ve stok ). Kör solüsyonundaki hemoliz miktarı %100 kabul edilerek, her bir solüsyondaki hemoliz yüzdesi hesaplanmıştır. Eritrosit MCV ölçümleri tam kan sayım cihazıyla yapılmıştır. Ozmotik frajilite deneylerinin ve MCV ölçümlerinin yapıldığı gün hazırlanan eritrosit paketleri, MDA, PC seviyesi, CAT ve GSH-Px aktivitesinin bakılacağı güne kadar -85°C'de saklanmıştır. İstatistiksel değerlendirme Mann-Whithney U testi'yle yapılmıştır. Toluene eritrositlerde hem in vivo, hem de in vitro maruziyet ile oksidatif stres parametrelerini anlamlı olarak artırmıştır ve antioksidan enzimlerini tüketerek aktivitelerinin anlamlı olarak azalmasına (in vitro CAT aktivitesinde anlamlı olmayan bir azalma) yol açmıştır. Ozmotik frajiliteyi azaltıcı etkisi ise çalışmanın sadece in vitro kısmında görülmüştür. Eritrosit MCV ölçümlerinin hiç birinde anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Sonuç olarak, toluene hem in vivo, hem de in vitro maruziyet ile eritrositlerde lipit peroksidasyonuna ve protein hasarına yol açtığı belirlenmiştir. Toluene in vitro maruziyet ile eritrositlerde oluşan ozmotik frajilite azalması onun lipofilik özelliği nedeniyle membranı stabilize edici etkisinden kaynaklanmıştır. Bu etki Toluenein, oksidatif stresi artırarak oluşturduğu ozmotik frajiliteyi artırıcı etkisine baskın geldiği tez çalışmasında belirlenmiştir [71].

Özcan [72], Hava ortamında öncelikli organik kirleticilerin tayini için analitik metot optimizasyonu ve Konya kent atmosferinde izlenmesi adlı doktora çalışmasında, Bu çalışmanın ilk aşamasında, hava ortamında bulunan poliaromatik hidrokarbon (PAH), poliklorlu bifenil (PCB) ve organoklorlu pestisit (OCP) bileşiklerinin tek bir analitik metot ile kromatografik teknikler kullanılarak kantitatif olarak tayini için metot optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise oluşturulan metot ile Konya kent atmosferinde gaz ve partikül fazında bulunan PAH, PCB ve OCP bileşikleri izlenmiştir. Ağustos-2006 ve Mayıs-2007 tarihleri arasında Konya kent atmosferinde trafikten, sanayiden ve evsel ısınmadan kaynaklanan PAH, PCB ve OCP bileşiklerinin gaz ve partikül fazındaki konsantrasyonları, mevsimsel değişimi, meteorolojik parametreler ve diğer hava kirleticileri ile değişimi izlenmiştir. Ortalama PAH konsantrasyonu 30 ng/m<sup>3</sup> ile 294 ng/m<sup>3</sup> aralığında, PCB konsantrasyonu 0,04 ng/m<sup>3</sup> ile 0,14 ng/m<sup>3</sup> aralığında, OCP konsantrasyonu 0,81 ng/m<sup>3</sup> ile 6,15 ng/m<sup>3</sup> aralığında tespit edilmiştir. PAH, PCB ve OCP bileşiklerinin gaz fazında tespit edilen değerler toplam konsantrasyonunun

sırasıyla % 64-70, % 75- 90, % 45-70 oranındadır. Tüm bileşik grupları için gaz fazındaki konsantrasyon sıcaklık ile artarken, partikül fazındaki konsantrasyon ise azalmakta olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ile toplam PAH ve OCP konsantrasyonu arasında negatif, PCB konsantrasyonu arasında ise pozitif zayıf bir korelasyon görülmüştür. PM<sub>1,6</sub>, PM<sub>10,0</sub>, SO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile incelenen hedef bileşiklerin konsantrasyonları arasında iyi bir korelasyon gözlemlenmediği de bu doktora çalışmasında tespit edilmiştir [72].

Arslanbaş [73], Kocaeli’de farklı bölgelerde ve farklı mikro çevrelerde yaz ve kış mevsimlerinde iç ve dış ortamlarda aktif ve pasif örnekleme ve ölçüm teknikleri kullanılarak uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonları bu doktora tez çalışmasında belirlenmiştir. Ayrıca, iç ortamda ölçülen konsantrasyonlarla maruziyet arasındaki ilişkiyi kurabilmek için, kişisel örnekleyiciler kullanılarak kişisel maruziyet düzeyleri de belirlenmiştir. Genellikle kişisel maruziyet konsantrasyonları iç ortam konsantrasyonlarından yüksek bulunmuştur. Her iki mevsimde de Toluen ev, ofis, okullarda UOB kirlilik düzeylerine en çok katkıda bulunan bileşik olurken onu etilbenzen, m,p-ksilen, stiren, nonan, hegzan, benzen, o ksilen ve heptan bileşikleri takip etmiştir. Trafiğin belirteci olan bileşikler (benzen, Toluen, etilbenzen, ksilenler) kentsel alanlarda daha yüksek bulunurken petrokimyanın belirteci olan hegzan ve heptan bileşikleri endüstrinin yoğun olduğu alanlarda daha yüksek bulunmuştur. Doktora çalışması sonucunda, seçilen kirleticilerin yaz ve kış mevsimlerindeki konsantrasyonları ve kişi/iç ortam, iç ortam/dış ortam ve kişi/dış ortam arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Kişi/iç ortam UOB oranları 1’e yakinken iç ortam/dış ortam ve kişi/dış ortam UOB oranları 2 civarında olması iç ortam UOB kaynaklarının baskın olduğunun ve dış ortam kirleticilerinin iç ortam konsantrasyonları üzerinde etkili olduğuna işaret edilmiştir. Kişisel maruziyet konsantrasyonları kullanılarak 1- Ev, ofis ve okullar, 2- Kentsel, endüstriyel, Endüstri ve Trafikten uzak alanlar ve 3- sigara kullanan ve kullanmayan kişilerden oluşan gruplar için incelenen uçucu organik kirleticilerden kaynaklanan sağlık riski değerlendirmesi de yapılmıştır. İç ortam, dış ortam ve kişisel maruziyet kirlilik düzeylerine etki ederek hava kalitesine olumsuz yönde katkıda bulunan kirletici kaynakların belirlenmesi amacıyla çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden biri olan Pozitif Matris Faktörizasyonu (PMF) reseptör modelleme tekniği bu

çalışmada kullanılmıştır. Model sonucunda incelenen UOB'lerin en önemli emisyon kaynakları trafik, endüstri ve sigara kullanımı olarak saptanmıştır [73].

Çoşgun [74] tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında, iç hava kalitesi ve insan sağlığı üzerine etki eden parametrelerden sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, toz partiküller madde ve radon'un araştırılması amacıyla Antalya ilinde adalet binası ve üç adet eğitim kurumunda (İlköğretim okulu, ortaöğretim okulu ve bir lise'de) altı ay süreyle, iç hava kalitesi ölçüm cihazlarıyla deneysel ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel bir program olan Minitab 13.2 bilgisayar programı ile analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye'de yeterince fazla önemli görülmeyen iç hava kalitesinin, adalet binalarında görevli hakimler, adalet personeli ile okullarda görevli öğretmen ve öğrencilerin karar verme, öğrenme ve algılamaları üzerine etkileri de araştırılmıştır [74].

Yücel [75] tarafından bir kamu kuruluşu çalışanlarında hasta bina sendromu görülme sıklığı ve bazı risk faktörleri ile ilişkisi adlı doktora tezinde, Bir kamu kuruluşu binasında çalışanlarda "Hasta Bina Sendromu" görülme sıklığı ve etki eden bazı faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Türkiye de Ankara ilinde bulunan Keçiören Belediyesi ana hizmet binasında görevliler arasında çalışmaya katılmaları sağlanmıştır. Çalışmaya katılanların %93,6'sının (278 kişi) odasında başlıca kapalı ortam hava kirleticilerden olan formaldehit seviyesinin, çalışma odalarında Dünya Sağlık Örgütü tarafından izin verilen en fazla seviye olan 0,05 ppm'in üstünde olduğu belirlenmiştir. Çalışma odası formaldehit düzeyi ortalaması: 1,1 ppm  $\pm$  0,8 ppm (min: 0 ppm, max: 3,0 ppm) olarak bulunmuştur. Havalandırma yapılan odalar ile havalandırma yapılmayan odalar arasında formaldehit düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (Fischer's exact p: 0,603). Yapılan analizlerde oda sıcaklık düzeyleri ile formaldehit seviyeleri arasında zayıf düzeyde pozitif yönlü bir ilişki (r: 0,26) saptanmıştır. Bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p: 0,0001). Diğer bir kirletici olan CO düzeyi çalışma odası ortalaması 2,9 $\pm$ 2,3 ppm (min: 0 ppm, max: 8,4 ppm) olarak tespit edilmiştir. Keçiören Belediyesi ana hizmet binasında bu çalışmaya katılan 297 kişide, Hasta Bina Sendromu semptomlarından en sık yorgunluğun (%69,0), ikinci sırada baş ağrısı (%65,7) ve üçüncü sırada 80 ise gözlerde yanmanın (%55,2) görüldüğü tespit edilmiştir. Bu bulgular literatür bilgileri ile uyumlu olarak bulunmuştur. Çalışmaya

katılanların %31,9’unda “Hasta Bina Sendromu” bulunduğu tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında kadınlarda HBS görülme sıklığı erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (Fischer’s exactp: 0,007). Bu çalışmada kapalı ortam hava kirleticilerinden olan formaldehit düzeyleri ile HBS görülme sıklığı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiş olup, CO mevcut olan odalarda ise HBS görülme sıklığı olmayan odalara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur (Fisher’s exact p: 0,008). Bu çalışmanın sonucunda bir binada çalışan kişilerde HBS semptomlarının görülme sıklıkları ve HBS görülme durumu belirlenmiştir [75].

Doğan [76] bir odanın doğal havalandırılmasının sayısal analizi adlı yüksek lisans tez çalışmasında, oda içindeki hava hareketi, sıcaklık dağılımı, hava içindeki kirletici gazın (karbondioksit) konsantrasyonu dağılımı değişik pencere konumları ve rüzgâr hızı için sayısal olarak simüle etmiştir. Bunun için problemin temel denklemleri olan süreklilik, momentum, enerji ve konsantrasyon denklemi zamana bağlı olarak FLUENT paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Türbülans realizable k-ε modeli kullanılarak modellenmiştir. Simülasyonlar yaz ve kış şartları havalandırması için değişik pencere konumları için farklı rüzgâr hızlarında (0,1 ve 1,5 m/s) yapılmıştır. Yaz şartları için yapılan analizlerde, yazın günün serin vakitlerinde birim zamanda ne kadar ısının doğal havalandırma yoluyla dışarıya atılabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kış şartları için yapılan analizlerde, bir oda içindeki kirli havanın doğal havalandırma yoluyla ne kadar zaman içinde dışarıya atılabileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Simülasyon sonuçları, örnek alınan odanın içindeki karbondioksit konsantrasyonunun kabul edilebilir seviyeler düşmesi rüzgâr hızına ve pencere konumlarına bağlı olmakla birlikte, yaklaşık ilk 60 saniye içerisinde oda içindeki karbondioksit konsantrasyonunun % 90 azaldığını göstermiştir [76].

Yılan [77] yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi adlı doktora çalışmasında, yapı ürünlerinin neden olduğu yapı içi hava kirliliğinin, kullanım aşamasında kullanıcıların sağlığı için sağlık riski oluşturup oluşturmadığı kararının verilmesi, risklerin yönetilmesi ve bunun için de bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma sunulurken, yapı ürünleri-yapı içi hava kirliliği, insan sağlığı ilişkisi, risk, risk analizi, risk yönetimi, yapılmış risk modelleri,



yapı ürünlerinden kaynaklanan risk konularından söz edilmiş ve önerilen modelin adımları verilmiştir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi modeli ile yapı ürünlerinden kaynaklanan riskler yönetilecek, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi azaltılabileceği ve kullanıcılar için sağlıklı olan ortamlar yeniden sağlıklı olma özelliği kazanabileceği bu çalışmada belirlenmiştir [77].

Darçın [78] tarafından hazırlanan tez çalışmasında yapı içi hava kirliliği oluşumunun, kirlilik sonucu ortaya çıkan sorunların ve yapıların doğal yöntemlerle havalandırılması için göz önünde bulundurulması gereken ilkelerin tasarımcı tarafından anlaşılmasını sağlamak bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Doğal havalandırma yönteminin yapay havalandırma sistemlerinde olduğu gibi bir yapıya sonradan eklenmesi söz konusu olamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle tasarım aşamasında bu ilkelere dikkat edilmesi gerektiği vurgusu da yapılmıştır [78].

Aksakal [79] tarafından, Ankara ilinde eski okulda solunan havada mantar varlığı, CO, CO<sub>2</sub>, Formaldehit ve Toluen düzeyleri ile öğrencilerde ilgili olabilecek yakınmaların değerlendirilmesi adlı yüksek lisans tezinde, amaç olarak biri yeni, biri eski olmak üzere iki okul binasında ve sınıflarda küf ve solunan havada mantar varlığını ve türlerini araştırmak, bina ile ilişkili yakınmalara neden olabilecek diğer bazı kirleticilerle bina ile ilişkili olabilecek yakınmaların ve Hasta Bina Sendromu (HBS)' nun birlikte görülme durumunu araştırmıştır. Çalışmada, Mayıs 2007'de, Ankara'da, birinin okul binası iki yıldan yeni, diğerinin on yıldan eski olmak üzere iki lisenin 9. ve 10. sınıflarında okuyan toplam 690 öğrenciden 554'ü (%80,3) incelenmiştir. Öğrencilerin, incelenen sosyodemografik özellikleri evlerinin ısınma şekli dışında iki okulda benzerdir. Toplam 24 sınıfın hiçbirinde ölçülen CO ve mantar düzeyleri sınır değerleri aşmazken, formaldehit düzeyleri tüm sınıflarda sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Rölatif nem ve sıcaklık değerleri ise normal sınırlarda olduğu tespit edilmiştir. CO<sub>2</sub> düzeyi 5 sınıfta, Toluen düzeyi ise 22 sınıfta sınır değerinin üzerinde saptanmıştır. Sınıflarda solunan havada en sık saptanan mantar türü 17 sınıfta üreyen *Penicillium*'dur. Diğer türler *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* maya ve *Morilia*' dır. Öğrencilerde en sık saptanan yakınmalar %70,6 ile baş ağrısı, %68.1 ile konsantrasyon güçlüğü ve dikkatini toparlayamama ve %57,2 ile burun

akıntısıdır. Burun tıkanıklığı ve burun akıntısı yakınmaları okul binası yeni olan okulda daha sık saptanmıştır. Ölçülen kirletici düzeyleri ile öğrencilerin soğuk algınlığı, sinüzit ve tonsillit geçirme sıklıkları ve HBS bulunma durumu arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. Öğrencilerde HBS görülme sıklığı % 6,0'dır. Sigara içen öğrencilerde HBS görülme sıklığı daha yüksek bulunmuştur. Okullarda kapalı ortam hava kirliliğinin önlenmesi ile ilgili çalışmalar, öncelikle çocukların sağlığını korumaya yönelik olması gerektiği ve kapalı ortam hava kirleticilerinin düzeylerinin saptanmasının yani sıra kirletici kaynaklarının da belirlenmesi korunma için gerekli önlemlerin alınması önerisinde de bulunulmuştur [79].

Bulduk [80] yapmış olduğu yüksek lisans tez araştırmasında, Türkiye'de İzmir ili Bornova ilçesi anaokullarında bina içi hava kaynaklı bazı potansiyel alerjen mikrofungusların izolasyonu ve tanılanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, 2008 yılı Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında Bornova ilçesinde toplam 10 anaokulundan, aylık periyotlarla, 6 ay boyunca 2 bina içi havası hem bakteriler için hem mikrofungus ve mayalar için olmak üzere toplam 4 noktadan Merck MAS 100 hava örnekleme cihazı ile hava örnekleri alınmıştır. Çalışma süresince 240 adet petri kullanılmış, 70,340 bakteri kolonisi, 36,000 mikrofungus kolonisi ve 1,580 maya kolonisi sayılmıştır. Elde edilen mikrofungus izolatlarının identifikasyonu sonucu 8 farklı mikrofungus generi saptanmıştır. Bornova ilçesi atmosferinde en sık rastlanan mikrofunguslar sırasıyla *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Steril miseller*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Neurospora* ve *Rhizopus* genislari olduğu da tespit edilmiştir [80].

Menteşe [81] doktora tez çalışmasında, İç ortam hava kalitesini tespit etmek ve muhtemel kaynaklarını belirlemek amacıyla Ankara'nın çeşitli iç ortamlarından (okul, kreş, laboratuvar, işyeri, ev, restoran, spor salonu, kütüphane) ve eş zamanlı olarak dış ortamlarından hava örnekleri toplanmıştır. Çalışmanın deneysel kısmı iki yıl sürmüştür. Çalışmanın ilk iki bölümünde biyoaerosol (bakteri ve mantar) seviyeleri 100'ün üzerinde aynı ortamda yaz ve kış mevsimlerinde ölçülmüştür. Diğer iki bölümünde ise ev, işyeri, ilköğretim ve kreş örnekleme noktalarının iç ortamlarında ve dış ortamlarında biyoaerosol, Uçucu organik bileşikler (UOB) ve PM<sub>2.5</sub> ölçümleri beş gün boyunca, gün içi profili de saptamak için 09:00 ile 17:00 saatleri arasında yaz ve kış mevsimlerinde yine aynı ortamlarda yapılmıştır.

Çalışmanın son kısmında ise Ankara'nın farklı semtlerinde dış havadan biyoaerosol örnekleri hava koşulları açısından benzer günlerde toplanarak biyoaerosollerin dış ortamdaki mekansal değişimi araştırılmıştır. Tüm çalışma süresince sıcaklık, bağıl nem değerleri ile çoğu zaman CO<sub>2</sub> ve CO konsantrasyonları anlık olarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda genel olarak biyoaerosoller, PM<sub>2.5</sub> ve UOB seviyelerinin büyük oranda mevsimsel olarak değiştiği; gün içi ve günlük değişimler de sıklıkla gözlenmiştir. Çalışmanın yapıldığı iç ortamlara göre, insan sayısının yüksek olduğu kreş ve ilkokulun hava kalitesi diğer ortamlara göre daha kötü bulunmuştur. Dış hava kalitesinin ise meteorolojik faktörler ile belirgin değişim gösterdiği saptanmıştır [81].

Korukçu [82] yapmış olduğu doktora tez çalışmasında, Otomobil kabininde iç ortam koşullarının, sürüş konforu ve güvenliğini etkilediği bilinmekte olduğunu belirtmiştir. Otomobil klimaları, kabin iç ortam koşullarını, gerek ısı konfor, gerekse iç hava kalitesi bakımından etkilemekte olduğunu otomobil klimalarındaki, farklı hız düzeyi ve menfez seçimleri, kabin iç ortamında değişik hava hız ile sıcaklık dağılımlarına neden olduğunu söylemiştir. Kabin iç ortam koşulları, farklı hava hız ve sıcaklık dağılımında değişmekte olduğunu, otomobil klimasının, iç ortam koşullarına olan etkisini, doğal iklim koşullarında deneysel anlamda inceleyen çalışmalar sınırlı olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise, gerçek iklim koşulları altında, farklı klima ve ısıtıcı modları için deneyler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, kabin katı yüzey ve insan deri sıcaklıkları termografik yöntem kullanılarak ölçülmüştür. Kızıl ötesi kamera kullanılarak yapılan ölçümlerde, ısıtma ve soğutma süreçleri için, kabin katı yüzey ve insan deri sıcaklıklarının anlık sıcaklık dağılımları belirlenmiştir. Termografik yöntem kullanımının yanı sıra, ısıtıcının, kabin içerisindeki CO<sub>2</sub> düzeyi, iç ortam sıcaklık ve bağıl nem değerlerine olan etkileri istatistiksel olarak incelenerek, SPSS 15 paket programı yardımıyla ANOVA ve MANOVA analizleri yapılmıştır. Değişik hava hız düzeyleri ve menfez seçiminin kabin iç ortam koşullarına olan etkileri de incelenmiştir. Sonuçta otomobillerde ısı konfor konusunda gerçekleştirilen sayısal hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve kişi ile çevresi arasındaki termofiziksel etkileşimleri inceleyen matematiksel modellerin geliştirilmesine yardımcı olacağı belirtilmiştir [82].

Yenidünya [83] Antalya ili'nin hava kalitesinin incelenmesi adlı yüksek lisans tezinde, 10µm çapındaki partiküller madde (PM<sub>10</sub>) ve SO<sub>2</sub> verilerinin yıllara göre dağılımları dikkate alınarak Antalya ilinin hava kalitesinin incelenmesinin amaçlandığı, Bu amaçla meteorolojik veriler ile hava kalitesi parametreleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. İncelemenin sonunda Antalya ilinde PM<sub>10</sub> ve SO<sub>2</sub> değerlerinin yasal standartlara uygun olduğu görülmüştür. Çalışmada özellikle kış aylarında SO<sub>2</sub> miktarında önemli ölçüde bir değişim gözlenmezken, PM<sub>10,0</sub> miktarının arttığı gözlemlenmiştir [83].

Yılmazcan [84] 2010 yılında yaptığı yüksek lisans çalışmasında, partiküler maddenin önemine değinerek, Avrupa Birliği Çevre Ajansı'nın en son verilerine göre, karayolu taşıtları çok ince partiküler madde emisyonlarının (PM<sub>10,0</sub> ve PM<sub>2,5</sub>) hala en önemli kaynağının oluşturduğunu belirtmiştir. Çalışmasında, Türkiye'nin önemli sanayi kuruluşlarının bulunduğu bir bölge olan Sakarya ilinde havadan gelen partiküler maddelerin tanecik boyutuna göre analizinin deneysel olarak incelenmesi yapmıştır. Çalışmasında örneklerin toplanması Haziran 2009 – Kasım 2009 dönemleri arasında gerçekleştirmiştir. 96 örnek, Isleworth MRE 113 A tipi toz örnekleyici ile Sakarya ilinin dört bölgesinden (Kampüs, Merkez, Ozanlar ve Yeşiltepe) toplamıştır. 10 µm ve 1 µm'lik filtre kâğıtları üzerinde toplanan numuneler, nitrik asit ve perklorik asit ile muamele edilerek, 90<sup>0</sup>C'de 1 saat ısıtılarak parçalandıktan sonra mavi bant süzgeç kâğıdı ile süzdürmüştür. Son olarak örnekler Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrometresi cihazında analizi yapılmıştır. Numunelerde, Mn, Ni, Cu, Al, ve V elementleri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, Cu, Mn ve Ni elementleri, PM<sub>1</sub> için sırasıyla 0,88 ± 1,40 µg m<sup>-3</sup>, 11,03 ± 0,45 µg m<sup>-3</sup> ve 3,19 ± 1,40 µg m<sup>-3</sup> olmak üzere Kasım ayında Ozanlar bölgesinde en yüksek değerlerde olduğunu tespit etmiştir. PM<sub>10</sub> için Mn ve Ni elementleri sırasıyla, 21,73 ± 0,65 µg m<sup>-3</sup> ve 6,07 ± 4,55 µg m<sup>-3</sup> olmak üzere Kasım ayında en yüksek değerlerde Kampüs bölgesinde bulunmuştur. PM<sub>10</sub> için Bakır elementi ise haziran ayında 2,09 ± 6,45 µg m<sup>-3</sup> ile en yüksek değerde kampüs bölgesinde olduğunu da belirlemiştir [84].

Uzun [85] 2011 yılında yaptığı doktora çalışmasında, Ocak 2009'dan Aralık 2009'a kadar farklı mevsimlerde toplam askıda partikül madde (TSP) örneklerinden ağır metal, suda çözünebilir inorganik iyonlar ve toplam alfa-beta yayıcıları

araştırmıştır. TSP düşük hacimli örnekleyici ile borosilikat glass mikrofiber filtre üzerinde toplamıştır. Toplam partikül madde gravimetri ile belirlenmiştir. Yıllık ortalama partikül konsantrasyonu  $62,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak bulmuştur. Metal konsantrasyonu İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometri yöntemiyle analiz edilmiştir. TSP’de ortalama ağır metal miktarları arasında büyükten küçüğe  $\text{Fe} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Cd}$  şeklinde bir sıralama elde etmiştir. Suda çözünebilen inorganik iyonik türler İyon Kromatografi yöntemiyle analizi yapmıştır. Ortalama iyon miktarı sıralaması  $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Ca}_2^+ > \text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Mg}_2^+ = \text{NH}_4^+$  şeklinde olduğunu belirlemiştir. Genellikle gross analizler ilk baştaki toplam radyoaktiviteyi belirlemek için yapıldığına değinerek bu, alfa-beta radyonüklit kaynakları hakkında bilgi vermediğini belirtmiştir. TSP radyoaktiviteleri Berholede sayım sistemi kullanılarak tayin edilmiştir. Toplam alfa-beta aktivitelerinin aritmetik ortalaması sırasıyla  $1,08 \cdot 10^{-4}$  ve  $6,81 \cdot 10^{-4} \text{ Bqm}^{-3}$  olarak tez çalışmasında bulmuştur [85].

Tatlı [86] yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, kapalı hava örnekleri iki alışveriş merkezleri, bir anaokulu ve bir evin dahil edildiği farklı yerlerde ölçüm yapılarak toplanmıştır. Karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), bağıl nem (RH), sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ ), partikül madde (PM) ve bioaerosol konsantrasyon gibi iç hava kalitesi parametreleri bu çalışmada ele alınmıştır. Bakteriyel ve fungal cinsleri, PCR tipli cihaz kullanılarak tespit edilmiştir. Üç cins mantarlar (*Stachybotrys chartarum*, *Aspergillus versicolor* ve *Cladosporium Spp*) ve iki cins bakteri (*luteus Micrococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*) tipi belirlenerek bunların toplam sayıları ve konsantrasyon dalgalanmaları açısından değerlendirilmesi için seçilmişlerdir. Çalışmada istatistiksel olarak korelasyon testleri yapılmıştır. Bu çalışmada tüm ölçüm sonuç değerleri ve değişkenler ele alınmıştır. PCR cihazı ile ancak bir cins bakteriyel bulunmuştur. Mantarlar toplanan kapalı bioaerosol örnekleri ile tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bioaerosol fiziksel aktiviteleri nedeniyle artış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bazı binalar, yolcuların sağlık ve verimlilik üzerinde olumsuz bir etkisi olan bir düşük iç hava kalitesinin varlığına da değinilmiştir [86].

Motör [87] Trakya üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü halk sağlığı anabilim dalı iş sağlığı programında yaptığı tez çalışmasında, Edirne’de bir işletmede iç ortam hava kalitesi ve çalışanların sağlığına olan etkilerinin değerlendirilmesi adlı tez

çalışmasına göre, Türkiye de Edirne ilinde bir işletmede iç ortam hava kalitesini belirlemek ve çalışanlar üzerine olan etkilerini değerlendirmek amacı ile yapılmış, kesitsel ve tanımlayıcı bir araştırma olma özelliği bulunmaktadır. Araştırma, Eylül-Aralık 2010 döneminde Edirne’de dokuma konfeksiyon fabrikasında çalışma yapılmıştır. İşletmenin üretim sürecinde yer alan kapalı ortamlarında, hava kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan sıcaklık, nem, karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) parametreler ölçülmüştür. Ölçümler, 27 Eylül 2010 tarihinde 14:00 ile 16:00 saatleri arasında, işletmenin üretim aşamasında yer alan atölye, iplikhane, indigo-ihzarat, dokuma, basmahane revizyon, yıkama indigo finish, boya terbiye, kalite kontrol ve kazan bölümlerinde, ortalarına yakın bir noktada ve ölçüm aygıtları yerden 1,5 metre yükseklikte tutularak gerçekleştirilmiştir. İşletmede çalışanların sağlık durumlarını belirlemek amacıyla 04 Ekim 2010 ile 17 Aralık 2010 tarihleri arasında ve 12:00 ile 13:30 saatleri arasında, çalışanların öğle yemeği paydosundan bir anket uygulanmıştır. Daha sonra toplanan anket verileri, veri kodlama formuna aktarılmış ve SPSS 16,0 istatistik programı ile değerlendirilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde yüzdellik ve ki kare testleri uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri olarak  $p < 0,05$  değeri bu tez çalışmasında ele alınmıştır [87].

Çoşkun [88], ev ortam havasındaki küf ve mayaların ve ev karakteristiklerinin çocuklarda allerjik astımla ilişkisi adlı yüksek lisans tezinde, allerjik astım nedeni ile Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Alerji Polikliniğine başvurmuş ve deri allerji testleri yapılmış, çocuk hastalardan pozitif (pozitif hasta) ve negatif reaksiyon verenlerin (negatif hasta) evlerinden hava örnekleri alınarak izole edilen küflerin identifikasyonu, yoğunlukları, Mersin ilinin meteorolojik şartlarına göre aylık dağılımları ve ev karakteristikleri ile ilişkilerinin değerlendirilmesi tez çalışmasında amaçlanmıştır. Çalışma için Mersin iline bağlı dört merkez ilçe (Toroslar, Mezitli, Akdeniz ve Yenişehir) ile iki çevre ilçenin (Tarsus ve Silifke) farklı bölgelerinde ikamet eden, allerji testleri açısından pozitif 38 hasta ve negatif 23 hastanın ev içi ve ev dışından Eylül 2007 ile Kasım 2008 ayları arasında 9’ar kez örnekleme yapılmıştır. Hava örnekleme cihazı air IDEAL (biomerieux, Fransa) kullanılarak, Sabouraud Dekstroz Agar besiyerine ekimi yapılmıştır. Üreyen küf kolonileri makroskopik ve mikroskopik morfolojilerine göre değerlendirilerek cins düzeyinde

identifikasyonları yapılmıştır. Toplam 549 ev içi ve 252 ev dışı ortamdan yapılan örneklemelelerde 31 cinse ait 203153 CFU küf mantarı izole edilmiştir. İzole edilen küflerin dağılımı sırasıyla *Cladosporium* (%69,3), *Penicillium* (%18,9), *Aspergillus* (%6,5), *Alternaria* (%3,2), *Fusarium* (%0,8) ve diğer cinsler (%1,3) şeklindedir. Tüm cinsler açısından çalışma değerlendirildiğinde, pozitif ve negatif hastaların evlerinden alınan örnekler arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. İç ve dış ortam örnekleri küf yoğunlukları bakımından karşılaştırıldığında, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* ve diğer cinslerde etkileşimin zayıf, *Cladosporium* cinsi için güçlü olduğu bulunmuştur. İlçeler arasında iç ortam örneklerinde *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* ve diğer cinslerin yoğunlukları farklılık göstermezken, *Cladosporium* ve *Penicillium* cinslerinde farklılık saptanmıştır. Ev karakteristiklerinin tespiti için uygulanan anket sonuçları, evlerdeki küf yoğunluğunun belirlenmesinde etkin rol oynamamıştır. Küflerin yoğunlukları ve mevsimsel değişimleri ile hastaların alerjik şikâyetleri arasında anlamlı bir ilişki saptanamadığı belirtilmiştir [88].

Literatür taramalarından görüldüğü üzere yurtdışı çalışmalarında konu tüm yönleriyle ele alınmıştır. Özellikle ölçüm yöntemleri detaylı olarak da dikkate alınmıştır. Türkiye’de ise iç hava kalitesi üzerine yapılan çalışmalar sadece konunun önemi vurgulanması çoğunlukla yapılmıştır. Türkiye’de son yıllarda hastanelerde meydana gelen bebek ölümleri de dikkate alındığında, iç hava kalitesinin önemi aslında bir kez daha ortaya çıkmıştır. İç hava kalitesi parametrelerde kullanılan ölçüm yöntemleri Türkiye’de sayısal olarak çok fazla olmadığı da literatür çalışmasından anlaşılmıştır.

### 3. HAVA VE HAVA İÇERİSİNDE BULUNAN KİRLETİCİLER

Atmosferi meydana getiren gazların karışımlarından oluşan hava, canlı organizmanın yaşam sürecindeki en önemli öğelerden biridir. Bir insanın günde yaklaşık olarak 2,5 l su, 1,5 kg besin, 10 - 20 m<sup>3</sup> hava gereksinimi vardır. Açlığa 60 gün, susuzluğa 6 gün dayanabilen insan, havasızlığa ancak 6 dakika dayanabilmektedir [91].

Yeryüzündeki havanın bileşimi hacim bazında; % 78 nitrojen, % 21 oksijen, % 0.9 argon, % 0.03 karbondioksit ve % 3.5 su buharıdır. Ayrıca, havanın içinde neon, ksenon, kripton ve helyum gibi inert gazlar bulunmaktadır. Her ne kadar bu bileşimdeki gazlar haricindekiler kirleticiler olarak anılmakta iseler de bileşimdeki oranların birisi lehine bozulması da kirletici etki yapmaktadır. Diğer kirletici gazlar ise karbonmonoksit, partiküller (sigara dumanı, sprey gazları gibi), organik buharlar, azotoksit, kükürtdioksit, mikro organizmalar, ozon, elyaf, formaldehit, sülfat vb. Bu gazların oranları küçük olmakla beraber, bina sakinlerine, yapı malzemelerine veya içindekilere zararları çok büyüktür. Bu nedenle bu kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmaları gereklidir [90].

Dünyanın etrafında üç çeşit gaz grubu bulunmaktadır. Bunlar,

1- Azot, oksijen ve asal gazlar,

2- Karbondioksit, su buharı ve ozon,

3- Kirleticilerdir. Atmosferde 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazlar miktarları ile kuru havanın doğal bileşimleri Tablo 3.1’de verilmiştir [91].



**Tablo 3.1:** Atmosferden 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazlar, miktarları ile kuru havanın doğal bileşimleri

<b>Gazlar</b>	<b>Semboller</b>	<b>Hacimsel olarak Yüzdeleri (%)</b>	<b>Mol. ağırlığı</b>	<b>ppm</b>
Azot (Nitrojen)	N <sub>2</sub>	78,08	28,02	780800
Oksijen	O <sub>2</sub>	20,04	32	209546
Argon	Ar	0,93	39,88	9340
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	0,03(değişebilir)	44	330
Neon	Ne	0,0018	20,18	18
Helyum	He	0,0005	4	5.2
Su buharı	H <sub>2</sub> O	0,004(değişebilir)	18,02	20
Metan	CH <sub>4</sub>	0,00015	16	1,5
Kripton	Kr	0,0001	83,8	1,140
Hidrojen	H	0,00005	1	0,5
Azotmonoksit	NO	0,000025	30,01	0,025
Karbonmonoksit	CO	0,00001	30	0,01
Ksenon	Xe	0,000009	131,29	0,009
Ozon	O <sub>3</sub>	0,000002	48	0,002
Amonyak	NH <sub>3</sub>	0,000001	10	0,001
Azotdioksit	NO <sub>2</sub>	0,0000001	21	0,0001

### 3.1 Havada Bulunan Kirletici Maddeler

Hava kirleticileri, havanın tabii bileşimini değiştiren gaz, sıvı veya katı halde olabilen kimyasal maddelerdir. Gaz hali dışında bulunan kirleticiler havada aerosol halinde olup, bazıları sis, duman gibi özel adlar ile adlandırılırlar. Hava kirleticiler, çeşitli özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılırlar. Fiziksel duruma göre gaz ve partiküller madde şeklinde sınıflandırma yapılır. Diğer bir sınıflandırma ise kimyasal yapıya bağlı olarak ayrılırlar. Organik kirleticilerinde kendi içlerinde çok sayıda sınıfa ayrılması söz konusudur.

Genel bir sınıflandırma ile havayı kirleten maddeleri;

a) Partiküller (tozlar) , b) Kükürlü maddeler, c) Organik maddeler, d) Azotlu maddeler, e) Karbonmonoksit, f) Halojenler, h) Radyoaktif maddeler, şeklinde sınıflandırmak mümkündür [89].

Dünyamızda atmosfer havasında birçok maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler Bakteriler, mantarlar, virüsler, ölü ve canlı mikroorganizmalar, çeşitli büyüklüklerde tozlar örnek olarak verilebilir. Aşağıdaki şekilde kirletici maddeler gruplanabilir.

Tanecik veya Gaz,  
Mikroskobik veya makroskobik,  
Görülebilir veya görülemez,  
Organik ve İnorganik,  
Zehirli veya zehirsiz,  
Kararlı veya kararsız şeklinde ayırım yapılmaktadır.

Bu kirleticilerinin buldukları katı, sıvı veya gaz faza ve oluşum yöntemlerine göre sınıflandırılması ise şu şekilde yapılabilir.

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

**Sıvı:** Az yoğunluklu sisler, sis ve sıvı maddelerden oluşan dumanlar,

**Gaz:** Buhar ve gazlar [67].

Endüstriyel hijyen ile uğraşan araştırmacılar, insan ciğerlerinde tutunabilme olasılığı fazla olan 2µm çapından daha küçük tanecikler ile ilgilenirler. 8 ila 10 µm 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. Nefes alınan havadaki taneciklerin %50 veya daha hızlı bir şekilde çökerler ve sadece çıktıkları kaynak yakınında ve rüzgar altında havada asılı kalabilirler. İstisna olarak, büyük çaplı olmalarına rağmen, bazı ayırık otu tohumlarının parçaları gibi hafif elyaf maddeleri havada daha uzun süre kalabilirler. 10 µm çapından büyük taneciklerin çoğu uygun aydınlatma ve kontrast olması halinde çıplak gözle görülebilirler. Buna en çok karşılaşılan iki örnek olarak

sigara dumanı (Ortalama tanecik çapı 0,5 µm değerinden küçük) ve bulutlar verilebilir [67].

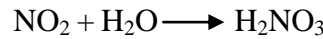
### 3.2 Gaz Kirleticiler

Hava kirlenmesine sebep olan gaz kirleticiler, normal sıcaklık ve basınç altında gaz formunda bulunan maddeler ile normal sıcaklık ve basınç altında katı veya sıvı halde bulunan maddelerin buharlarından meydana gelir. Gaz kirleticilerin en önemlileri şunlardır.

1) Azotoksitler (NO<sub>x</sub>), 2) Karbonmonoksit (CO), 3) Hidrokarbonlar (HC), 4) Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S), 5) Ozon (O<sub>3</sub>), 6) KükürtOksitler (SO<sub>x</sub>), 7) Fotokimyasal Oksidanlar.

#### 3.2.1 Azot Oksitler (NO<sub>x</sub>)

NO ve NO<sub>2</sub> en önemli kirletici gazlardandır. Azot oksitler tıpkı kükürt oksitler gibi asit yağmurlarına sebep olurlar. Asit yağmurları, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>'nin suyla birleşince asit oluşturan gaz kirleticilerin bulutlar içinde tutulup yağış haline dönüşmesine denir.



Azot oksitler ayrıca fotokimyasal sisin oluşmasında başlıca etkenlerden sayılırlar. NO<sub>2</sub> gerek insan sağlığı gerekse bitki örtüsünde zehir etkisi bulunan bir gazdır [89].

Azot bileşikleri arasında meydana gelen reaksiyonların oldukça önemlidir. Meydana gelen redoks kimyasal reaksiyonları, doğada bulunan azot bileşiklerinin sınıflandırılmasında önemli bir yere sahiptir ve bu reaksiyonların gerçekleşmesinde güneş ışıkları önemli bir rol oynamaktadır. Birçok azot bileşiğini içeren evrensel azot döngüsü Şekil 3.1'de gösterilmektedir [92].



**Şekil 3.1:** Azot bileşimini içeren evrensel azot döngüsü[92]

Atmosferde yer alan azot bileşikleri içerisinde en önemli iki tanesi NO ve NO<sub>2</sub>'dir. NO gazı tahriş edici özelliği olmamakla birlikte, açık ortam derişimlerinde (< 0,5 ppm) sağlık üzerindeki etkileri oldukça azdır. Atmosferde düşük derişimlerde bulunan NO, hızlı bir şekilde toksik etkiye sahip NO<sub>2</sub> gazına oksitlenmektedir. NO<sub>x</sub>'ler arasında insan ve çevre sağlığı açısından asıl önem taşıyan NO<sub>2</sub> gazıdır. NO<sub>2</sub>'nin hava kalitesi ve insan sağlığı üzerinde yaptığı olumsuz etkiler Tablo 3.2'de gösterilmiştir [92].

**Tablo 3.2:** NO<sub>2</sub>'nin hava kalitesi ve insan sağlığı üzerinde yaptığı olumsuz etkiler

NO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Süre	Etkileri
0,5	1	Yıllık Ortalama	Hava Kalitesi Standardı
0,12	24	-	Koku algılama sınırı
1,0	2	15 dakika	Burunşitte solunum yolları direncinin azalması
2,5	5	2 saat	Sağlıklı kişilerde solunum yolu direncinin azalması
5	1	15 dakika	Akciğerlerde gaz alışverişinin engellenmesi
1	2	-	Koku algılanmasının engellenmesi
5	1	-	Geri dönüşümlü bronşiyolitisi
15	3	-	2-3 hafta içerisinde bronşiyolitisi fibrosa obliterans sonunda ölüm

Bir takım toksikolojik çalışmalar,  $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altındaki  $\text{NO}_2$  derişimlerinin akut etkilerinin nadir olarak görüldüğünü ortaya koymuştur.  $376 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün üzerindeki  $\text{NO}_2$  seviyelerinde ise akciğer fonksiyonlarında önemli değişimler meydana gelmektedir. Özellikle astım hastaları, azot oksit maruziyetlerine daha hassas yapıya sahip bir gruptur. Hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen birtakım çalışmalar, birkaç haftadan birkaç aya kadar uzanan uzun periyotlarda  $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün altındaki  $\text{NO}_2$  maruziyetlerinin akciğerler üzerinde etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur.  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  derişimine altı ay süreyle maruz kalan hayvanlarda kirpiklerin dökülmesi, alveoler doku bozulması, solunum bronşlarının tıkanması ve akciğerlerde meydana gelebilecek bakteriyel enfeksiyonlara karşı hassasiyet artışı gibi etkiler gözlenmiştir. Ayrıca  $\text{NO}_2$ , solunum sisteminin savunma mekanizmasına zarar verdiğiinden, bakterilerin akciğer dokularına yerleşip çoğalmasına olanak sağlamaktadır. Bunun sonucunda ise zatürree, grip gibi hastalıklara karşı vücut direnci düşmektedir. Yapılan birtakım çalışmalar azot dioksitin insanlar ve hayvanlar üzerindeki fizyolojik etkilerinin, maruziyet süresi veya maruz kalınan toplam dozdan daha çok, maruz kalınan pik derişimlere bağlı olduğunu göstermiştir. Azot oksitlerin yukarıda bahsedilen direkt etkilerinden başka insan sağlığı üzerinde dolaylı etkileri de bulunmaktadır. Azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin ısı ve güneş ışığı varlığında gerçekleştirdikleri reaksiyon sonucu oluşan ozon, çocuklar, astım gibi akciğer hastalığı olanlar ve dış ortamda çalışan insanlar üzerinde akciğer dokusuna zarar verecek ve çalışma fonksiyonunu azaltacak olumsuz etkilere sahip bir bileşendir. Ayrıca, azot oksitler amonyak ve diğer bileşenlerle reaksiyona girerek nitrik asit ve bazı partiküleri oluşturmaktadır. Oluşan partiküler insanların solunum sistemlerini olumsuz etkilediği gibi akciğer dokusuna zarar vermekte ve erken ölümlere neden olmaktadır. Küçük partiküler, akciğerlerin hassas bölgelerine yerleşerek bronşit v.b. solunum hastalıklarının ortaya çıkmasına ve kalp hastalıklarının ilerlemesine neden olmaktadır. Azot oksitler atmosferik reaksiyonlar sonucu nitrik asit oluşturmakta ve oluşan nitrik asit yağmur, kar veya kuru partiküler şeklinde yer yüzeyine ulaşmaktadır. Meydana gelen asit yağışlarının insanlar üzerinde direkt veya dolaylı çeşitli etkileri bulunmaktadır. Deri, göz ve solunum sistemi üzerindeki direkt etkilerinin yanı sıra asit yağmurlarına maruz kalmış su, bitki veya balıkların kullanılması sonucu insan bünyesinde asidik depolanmaya neden olmaları gibi dolaylı etkileri de söz konusudur [92].

### 3.2.2 Karbonmonoksit (CO)

Karbon monoksit zehirli, kokusuz, renksiz ve havadan hafif bir gazdır. Karbon monoksit karbon içeren yakıtların yetersiz yanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapı içindeki şömineler, havalandırması yetersiz kerosen ısıtıcılar, gaz sobaları, fosil yakıt yakılan sobalar, ocaklar ve şöfenler başlıca karbon monoksit kaynaklarıdır. Çevredeki ve kapalı garajlarda çalıştırılan araçlardan çıkan egzoz dumanlarının bina içine girmesi de iç ortamda karbon monoksit gazının artmasına neden olmaktadır. Acilen tutun ve sigaralardan çıkan dumanda da karbon monoksit gazı bulunmaktadır. Karbon monoksit gazı, solunum yoluyla vücuda girerek akciğerler yoluyla kana karışmaktadır. Karbon monoksit kandaki hemoglobinle bağlanarak karboksihemoglobini oluşturur. Bu durum da kandaki oksijen miktarının azalmasına neden olur. Kandaki oksijen yetersizliği nedeniyle kan damarlarının çeperlerinde, beyin kalp gibi hassas organ ve dokularda fonksiyon bozuklukları meydana gelir [92].

Karbonmonoksit normal olarak kirletici değil ise de atmosferdeki konsantrasyonun senede  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mertebesinde artması bu gazın muhtemel etkilerinin göz önüne alınmasını gerektirmiştir. Karbonmonoksit karbonlu maddelerin eksik yanmasından ileri gelir. Karbonmonoksit, hem kaynaklandığı nokta etrafında iyi dağılmayan hem de varlığı kolay fark edilmeyen bir gazdır. Sanayi kuruluşlarında sağlıklı bir işçinin çalışma ortamının da bulunabilecek maksimum karbonmonoksit konsantrasyonu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür.  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük konsantrasyona 4 saat maruz kalan bir kimse ölebilir [89].

Karbon monoksit gazının iç ortamda oluşumunu engellemek için, gazla çalışan cihazlar ve sobalar kontrollü kullanılmalıdır. Sobalarda, şöminede, bacalarda içeriye duman sızıntısı varsa engellenmelidir. Havalandırma bacaları ve tesisatları düzenli olarak temizlenerek açık olup olmadığı kontrol edilmelidir. Araçların motoru garaj içerisinde beklerken çalıştırılmamalıdır [92].

Çok şeritli ve ağır trafik yükü bulunan bir otoyolda seyreden otomobilin içindeki karbonmonoksit konsantrasyonu  $25-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  civarında olmaktadır. En büyük kaynağı otomobil egzozlarıdır. Karbonmonoksit kandaki hemoglobin ile

birleşerek dokulara oksijen sevkini engeller. Ayrıca dokulara ulaşabilen oksijeninde hücrelere serbest halde engellediğini belirlemiştir [89].

### 3.2.3 Hidrokarbonlar (HC)

Doğrudan etkisi bilinen tek organik gaz, kirletici etilendir. Etilenin bitki büyümesini durdurduğu belirlenmiştir. Daha büyük moleküller halinde bulunan katran, zift gibi sıvı-katı fazlarda olan (yanmamış) hidrokarbonlar ise kanser yapıcı oldukları kuşkusuyla üzerinde çok sayıda araştırma yapılan kirleticilerdir. Petrol veya kömür kaynaklı kirleticiler olan polinükleer aromatik hidrokarbonlar ise çok az miktarlarda bulunsalar bile şiddetli kansorejen olmaları nedeni ile üzerinde dikkatle durulması gerekir [89].

### 3.2.4 Kükürt Oksitler (SO<sub>x</sub>)

Bu kirletici, boğucu, renksiz, asidik bir gazdır. Atmosferik SO<sub>2</sub>' nin yaklaşık yarısı doğal emisyonlardan kaynaklanmaktadır. İnsanlar tarafından oluşturulan SO<sub>2</sub>; kömür ve fuel-oil'in doğal olarak yapısında bulunan kükürt bileşiklerinin yanması ile açığa çıkmaktadır. Dünya çapındaki temel kaynakları, endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar ve termik santrallerdir. Çok az miktarı ise dizel yakıtlı taşıt araçlarından kaynaklanmaktadır [93].

Havadaki kükürt oksitler (SO<sub>x</sub>) içerisinde en önemli payı kükürtdioksitler (SO<sub>2</sub>) oluşturur. Bu gaz yanmayan, renksiz bir madde olup ağızda karakteristik bir tat bırakmakta ve boğucu bir hisse yol açmaktadır. Atmosferde oldukça hızlı bir oksitlenme ile kükürttrioksit (SO<sub>3</sub>) ve sülfata dönüşür. SO<sub>3</sub> sülfürik asidin anhidriti olup yağmur veya sis damlacıklarıyla birleşerek havada sülfürik asidin oluşmasını yol açarlar. Oluşan sülfatlar ise çoğunluğu 0,2 – 0,9 µm çapa sahip olan katı tanecikler şeklinde olup, görünür ışığın 0,4 – 0,8µm olan dalga boyları ile girişim yaparak görüş uzaklığını azaltırlar. Kükürtlü maddeler daha çok malzemeye ve bitkilere verdikleri zararlarla tanınırlar. Örneğin yağlı boyaların kuruma süresini arttırır ve boyanın ömrünü azaltır. Metal yüzeylerin korozyonla aşınmasına yol açarlar. Ayrıca kireç, mermer ve sıva gibi yapı malzemesini de kısa süre de tahrip ederler. Kükürtlü gazların insan sağlığı ile ilişkilendirilmesi çok sayıda araştırmaya konu

olmuştur. SO<sub>2</sub>'nin solunum yolu rahatsızlığı yarattığı, özellikle akciğer yetmezliği ve solunum sistemi hastaları için öldürücü olabileceği düşünülmektedir. Kükürtlü gazların en önemli etkisi asit yağmurlarını meydana getirmesidir [89].

SO<sub>2</sub>'nin yüksek konsantrasyonları, öksürük ve bunun sonucunda akciğer fonksiyonlarında değişime neden olarak solunum sistemi tahribatına neden olmaktadır. Bu gaz ayrıca taş binaların ve diğer materyallerin de korozyonuna neden olur, bitkilere zarar verebilir ve asit yağmurlarının ve ikincil partiküllerin temel kaynağıdır. SO<sub>2</sub>'nin atmosferik konsantrasyonları, genellikle evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu şehirlerde çok yüksektir. Son 20-30 yıldır bazı şehirlerde daha temiz yakıtların kullanılması veya daha temiz ısıtma tekniklerinin uygulanması ile konsantrasyonlarda bir azalma eğilimi gözlenmektedir. SO<sub>2</sub>'nin dış ortam konsantrasyonları, genellikle şehrin merkezi bölgelerinde ve endüstriyel alanların çevresinde yüksektir [92].

### **3.3 Partiküler Maddeler (PM)**

Ortalama gaz molekül büyüklüğü 0.0002 µm çaptan iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer. Bu tanım maddenin yoğunluğuna bağlı olmakla beraber en iri partikül'ün 500 µm çapta olması gerekir. Partiküllere aerosol'de denir. Tozluksun ister doğal, ister yapay nedenlerden dolayı olsun, görüş mesafesini kısaltan güneş ışınlarının adsorblandığı bandı değiştiren insan, hayvan ve bitki sağlığına olumsuz etki yapan bir kirlilik türüdür. 0,1 µm'dan küçük olan partiküler Brown hareketi yaparlar. Çapı 0,1 µm ile 20 µm arasında olanların çökme hızları rüzgârın yatay hız bileşenlerinden daha küçüktür. Çapları 20 µm'den iri olan tozlar çökme ile havadan etkin şekilde ayrılırlar. Bunların yağış olayını başlatmakta rol oynar. Çapı 0,1 µm'den küçük olan taneciklere aitken çekirdeği denir [89].

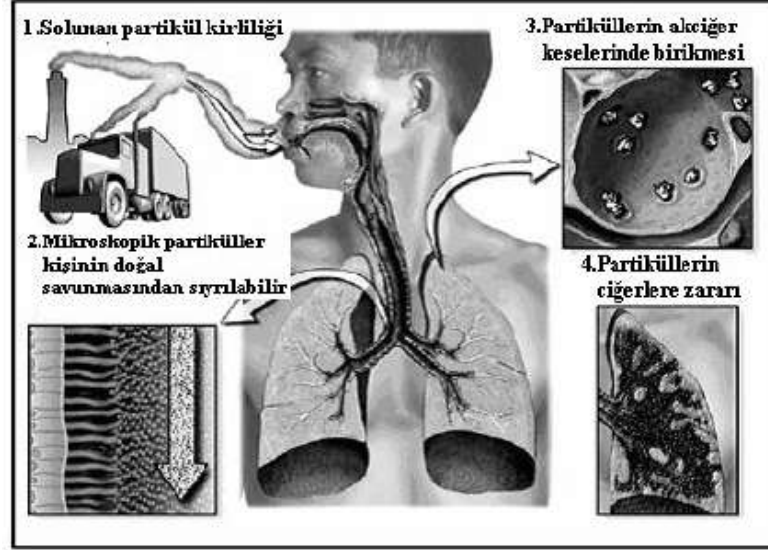
Atmosferdeki ağırlıkları nedeniyle hızla çökebilen büyük partikülerin dışında, atmosferde yayılan çok küçük tanecikli katı veya sıvı partiküleri kapsar. SO<sub>2</sub> ile birlikte kentsel alanlarda çok sık ve geniş çapta çalışılan bir kirlenici ağır partiküler madde çeşitli kaynaklardan oluşabilir. Bunlar, yakıtların yanması, dizel motorlar, inşaat ve endüstriyel faaliyetler, ikincil aerosoller (amonyak, sülfür ve azot



oksitlerinin havada reaksiyonu ile oluşur) bitki polenleri ve yerden kalkan tozlar gibi doğal kaynaklardır. Partiküller; tanecik boyutları, koyuluğu, kimyasal bileşimi ve sağlık etkileri potansiyeline göre geniş çapta değişim gösterirler. Büyük partiküller, insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılır. Daha küçük partiküller (<10µm) akciğerlerin derinliklerine nüfuz ederek tahriş ve tıkaçıcı etkilere sebep olabilirler. Dizel dumanı gibi bazı küçük partiküller karsinojenik olabilir. Kentsel alanlardaki partikül konsantrasyonları; büyük ölçüde kaynak tiplerine ve emisyon paternlerine bağlıdır. Sonuç olarak, konsantrasyonlar aynı şehrin içinde ve şehirden şehre büyük ölçüde değişim gösterebilmektedir [93].

Partikül madde çapı küçüldükçe sağlık üzerindeki olumsuz etkisi o kadar artmaktadır. 10 µm'den küçük boyutlu partikül maddelerin sağlık üzerine olumsuz etkisi çok büyüktür. Bu tür partikül maddeler akciğere kadar ulaşır. Bazıları kana dahi karışabilir. Partikül maddelerin fiziksel yapısı ve kimyasal kompozisyonu sağlık açısından oldukça önemlidir. Civa, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller oldukça zehirlidir. Kanser yapıcı organik kimyasallar (PAH, dioksin, furan gibi) içeren partikül maddeler sağlık açısından çok tehlikelidir. Birçok farklı bileşenden oluşmuş olan partikül maddeler akciğerdeki nemle bileşerek aside dönüşmektedir. Duman bileşenlerinde bulunan çinko amonyum sülfat, akciğerde sülfürik aside dönüşmektedir. Kurum, uçucu kül, benzin ve dizel egzoz partikülleri benzo (a) pyrene gibi kanser yapıcı maddeler içerdiklerinden bunların uzun süre solunması durumunda kanser yaptığı bilinmektedir. PM<sub>10.0</sub> akciğere kadar ulaşır, kanın içindeki karbon dioksitin oksijene dönüşümünü yavaşlatmakta buda nefes darlığına neden olmaktadır. Bu durumda oksijen kaybının giderilebilmesi için kalbin daha fazla çalışması gerektiği için kalp üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır [102].

Partikül maddelerin akciğer üzerinde yaptığı tahribat Şekil 3.2'de verilmiştir.



**Şekil 3.2:** Partikül maddelerin akciğer üzerinde verdiği hasar [102].

PM'nin çeşitli sağlık etkileri, en hafifinden en önemlisine kadar, sayı konsantrasyonu, partikül boyutu, spesifik kimyasal ve fiziksel özellikleri, özellikle de kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Yetişkin bir insan günde ortalama 13.000-16.000 litre veya ömrü boyunca 400-450 milyon litre hava solumaktadır. 70 kg ağırlığındaki bir kişi günde ortalama 20 m<sup>3</sup> hava solumaktadır. Çocuklar ise ağırlığı başına yetişkinlere göre % 50 daha fazla hava solumaktadırlar. Çocukların solunum sistemleri gelişmekte olduğundan dolayı, vücutları çevresel şartlara karşı çok daha hassastır. Dolayısıyla solunan havanın kalitesi tüm insanlar için oldukça önemlidir. İnsan solunum yolları burun-farinks-larink ve nefes borusundan oluşan üst solunum yolları ile nefes borusunun ikiye bölünmesiyle meydana gelen bronşlardan oluşur. Bronşlar ise çok sayıda kapiler hava borucuklarına (bronsiol) ayrılır ve bunlar en sonunda alveol dediğimiz hava kesecikleriyle son bulduğu yukarıdaki Şekil 3.2'de verilmiştir. Alveol yüzeyinde aynı zamanda kirli kanı getiren ve temizlenen kanı geri götüren kılcal damarlar da son bulmaktadır. Bu dokulardaki özel membran prosesler sayesinde difüzyon yoluyla havanın oksijeni, kanın karbondioksiti ile yer değiştirir. Böylece temizlenen kan yeniden kalbe ulaşır ve vücuda dağılır. Karbondioksiti artan hava ise girdiği yoldan geriye dönerek nefes verme esnasında dışarı çıkar. PM<sub>10,0</sub> akciğere kadar ulaşır, kanın içindeki karbondioksitin oksijene dönüşümünü yavaşlatmakta buda nefes darlığına neden olmaktadır. Bu durumda oksijen kaybının giderilebilmesi için kalbin daha fazla çalışması gerektiği için kalp üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Tozlar ve gazlar nemli ve sıcak akciğer

alveollerinde kimyasal olarak çözülüp hidrolize olarak kana geçebilirler. Böylece dolaşım sistemine karışan çeşitli zehirli maddeler, hedef seçtikleri diğer organlara kadar ulaşırlar. Ayrıca birçok farklı bileşenden oluşmuş olan partikül maddeler akciğerdeki nemle bileşerek aside dönüşmektedir. Duman bileşenlerinde bulunan çinko, amonyum, sülfat, akciğerde sülfürik aside dönüşmektedir [102].

Hava kirliliği ile ilgili kirleticilerin insan sağlığı üzerine etkilerinin basit ve pratik olarak anlaşılması amacı ile *hava kalitesi indeksleri* geliştirilmiştir. EPA tarafından geliştirilen Hava Kalitesi indeksine göre hava kalitesi altı alt gruba bölünmüştür. EPA tarafından geliştirilen değerler ve renkler kategorisi Tablo 3.3’de verilmiştir.

**Tablo 3.3:** Hava kalitesi indeksi için geliştirilen değerler ve renkler kategorisi [102].

Hava Kalitesi İndeksi Değeri (Konsantrasyon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ))	Sağlıkla İlgili Seviye	Renkler
Hava Kalitesi İndeksi Değeri, bu aralıkta olduğu zaman	...Hava kalitesi şartları:	...bu renklerle sembolize edildiği gibi:
0 ila 50 (0-54)	İyi	Yeşil
51 ila 100 (55-154)	Orta	Sarı
101 ila 150 (155-254)	Hassas gruplar için sağlığa zararlı	Portakal Rengi
151 ila 200 (255-354)	Sağlığa zararlı	Kırmızı
201 ila 300 (355-424)	Sağlığa çok zararlı	Mor
301 ila 500 (425-504)	Tehlikeli	Kestane rengi

EPA'nın geliştirdiği hava kalitesi indeksi, 100'ün üzerinde olduğu zaman hava kalitesinin sağlık açısından kötü olduğunu gösterir. Hava kalitesi indeksi 300'ün üzerinde olduğunda, hava kalitesi sağlık açısından zararlı demektir.

*İyi:* Hava kalitesi indeksi, 0-50 arasında olduğunda, hava kalitesinin sağlık açısından iyi olduğunu ve hava kirliliğinin küçük etkiye sahip olduğu söylenebilir.

*Orta:* Hava kalitesi indeksi, 51 ile 100 arasında olduğunda ise hava kalitesi kabul edilebilir sınırlar içinde demektir. Bazı kirleticiler bazı insanlar için olumsuz

etkiye sahiptir. Ozon'a karşı oldukça hassas olan kişilerde solunum semptomları görülür. Genel olmamak üzere hassas kişiler, uzun süreli açık veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar.

*Hassas Gruplar için Sağlıksız:* Hava kalitesi indeksi 101-150 arasında olduğunda hassas grup üyelerinin sağlıkları üzerinde olumsuz etkileri görülür. Akciğer hastası kişiler büyük risk altındadırlar. Partikül kirliliğine maruz kalan akciğer hastası kişiler daha büyük risk altındadırlar. Hava kalitesi indeksi bu aralıkta iken genel olarak sağlıklı kişiler çok fazla etkilenmez. Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar.

*Sağlıksız:* Hava kalitesi indeksi 151-200 arasında olduğunda herhangi bir kişide sağlık etkileri görülebilir. Hassas kişilerde daha ciddi sağlık etkisi görülür. Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar. Bunun dışında herkes, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamayı azaltmalıdırlar.

*Çok Sağlıksız:* 201-300 arasındaki hava kalitesi indeksi, sağlık açısından alarm işaretini gösterir. Herhangi bir kişide ciddi sağlık etkileri görülebilir. Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, açık havada tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdırlar. Ayrıca herkes, uzun süreli veya yoğun açık havada güç harcamaktan kaçınmalıdır.

*Zararlı:* Hava kalitesi indeksi, 300'ü aştığı zaman acil sağlık ikazları başlar. Tüm halk olumsuz olarak etkilenir. Akciğer veya kalp hastası kişiler ile yaşlılar ve çocuklar, evde kalmalı ve aktivite seviyelerini azaltmalıdırlar. Ayrıca herkes, açık havada tüm fiziksel aktivitelerden kaçınmalıdır [102].

### **3.3.1 İnce Tozlar**

- a) Kömür, kül ve çimento gibi maddelerin imal edilmesi, taşınma veya kullanılması sırasında havaya karışan katı zerreciklerdir.
- b) Mekanik atölyelerde doğrudan havaya karışan katı zerreciklerdir.

- c) Kum yıkama ve püskürtme tesislerinden işletme esnasında atmosfere karışan ince zerreciklerdir.

Tozların çapı 0,1 µm ile 25 µm arasında, standart bir evde yılda yaklaşık 18 kg düzeyinde toza maruz kalınmaktadır. Bu tozlar yataklarda, yastıklarda, ahşaplarda bulunmaktadır. Bu tozlar da yaşayan 15 tür keneyi'de evimize taşımaya yardımcı olur. Gözle görülmeyen bu canlılar yaklaşık olarak 45 gün yaşar ve 42.000 kadarı tek bir toz zerreciğinin üstünde yaşayabilirler. Virginia üniversitesinin yaptığı bir araştırmaya göre, sadece toz keneleri yüzünden yılda 200,000 astım hastası hastaneye kaldırılmaktadır. Şekil 3.3'de bir toz akarının SEM mikroskop görüntüsü verilmiştir [103].



**Şekil 3.3:** Bir toz akarının SEM mikroskop görüntüsü [103].

### 3.3.2 Kimyasal Buharlar

Herhangi bir buharın kimyasal olarak yoğunlaşması neticesinde meydana gelen sıvı zerreciklerdir. Bu tip zerreciklerin meydana gelmesine ait olarak sülfürik asit buharlarının ortaya çıkışı verilebilir [89].

### 3.3.3 Kimyasal Dumanlar

Buharların; süblimleştirme, damıtma veya kimyasal metotlardan biri ile yoğunlaşması neticesinde meydana gelen bir metal oksittir. Kimyasal dumanlara

örnek olarak yüksek sıcaklıktaki gaz haline gelmiş metalin oksitlenmesi veya yoğunlaştırılması neticesinde meydana gelen cıva ve kurşun oksitler gösterilebilir. Tipik kimyasal dumanların çapları oldukça küçük olup  $0.03 \approx 0.3$  mikron arasında arasın da değişir [89].

### **3.3.4 İs**

İs, karbonlu maddelerin yakılması sırasında yanmanın tam olmaması neticesinde meydana gelir. Yanma sırasında hidrokarbonlar, organik asitler, kükürt dioksitler ve azot oksitler meydana gelmesine rağmen sadece karbonlu maddelerin tam olarak yanmaması neticesinde ortaya çıkan katı zerrecikler yanma dumanı (smog) olarak isimlendirilir. Bu dumanların çapları yaklaşık olarak 0.05 - 1 mikron arasında değişir [89].

### **3.3.5 Sprey**

Herhangi bir sıvı maddenin atomize edilmesi ile meydana gelen sıvı zerreciklerdir. Tablo 3.4'de çeşitli partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri görülmektedir [89].

**Tablo 3.4:** Çeşitli partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri

Kirletici adı	Açıklamalar
Tanecik (partikül)	Boyutları 0.0001 -50 µm arasında değişen katı ve sıvı kütlelerdir. 10 µm altında olanlar havada askıda kalabilir, Büyük tanecikler ise çökebilir.
Aerosol	Gaz ortamında koloidal büyüklükte dağılmış pozitif veya negatif yüklü yada yüksüz katı veya sıvı taneciklerdir.
Duman	Tam olmayan yanma sonucu oluşan çoğunlukla karbon diğer yanabilen maddeleri içeren parçacıklar olup boyutları 1 µm'den küçüktür.
İs	Karbonlu bileşiklerin tam yanmaması sonucu katran ile yapışarak aglomera olan ve havada dağılan 0.5 µm'den küçük karbon tanecikleridir.
Toz	Gaz ortamında geçici olarak asılı halde bulunan ve boyutları 1-10 µm arasında değişen katı taneciklerdir.
Uçucu kül	Katı yakıtların yakılmasından oluşan 1-200 µm boyutlarında bulunan ve bünyesinde yakıtında yer aldığı yanma gazlarındaki küllerdir.

### 3.4 İç Ortam Havasında Bulunan Kirleticiler Ve Sağlığa Etkileri

İç hava kalitesini etkileyen kirleticiler; Yapı bileşenleri ve mekân içindeki döşeme ve dekorasyon malzemelerinden gelen kirleticiler, İç mekânlarda, insanlar ve makinelerden gelen kirleticiler, taze havadan, havalandırma ve hava sızıntısı ile gelen kirleticiler şeklinde sınıflandırılabilir. Şayet kirleticilerin kaynakları kontrol edilmezse havalandırma/klima sistemi düzgün çalışsa bile İHK problemleri oluşabilir. Hava kirleticiler, havanın tabii bileşimini değiştiren gaz, sıvı veya katı halde olabilen kimyasal maddelerdir. Gaz hali dışında bulunan kirleticiler, havada aerosol halinde olup, bazıları sis, duman gibi özel adlar ile adlandırılırlar. Hava kirleticiler, çeşitli özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılırlar. Fiziksel duruma göre gaz ve partiküler madde şeklinde sınıflandırma yapılır. Diğer bir sınıflandırma ise kimyasal yapıya bağlı olarak ayrılırlar. Organik kirleticilerinde kendi içlerinde çok sayıda sınıfa ayrılması söz konusudur.

Genel bir sınıflandırma ile havayı kirleten maddeleri;

a) Partiküller (tozlar), b) Kükürtlü maddeler, c) Organik maddeler, d) Azotlu maddeler, e) Karbonmonoksit, f) Halojenler, h) Radyoaktif maddeler, şeklinde sınıflandırmak mümkündür [88].

### 3.4.1 İç Ortam Hava Kirletici Kaynakları

İç ortam hava kirleticilerin kombine etkisi ve dış ortamda üretilen kirleticilerin infiltrasyon yoluyla iç ortamlara girişi iç ortamdaki konsantrasyonların olumsuz sağlık etkilerine neden olacak kadar yüksek olmasına neden olmaktadır. İç ortam hava kirleticilerin kaynakları çok çeşitlidir. Bazı kirleticiler iç ortamda yapılan yemek pişirme (partiküler, CO, NOx), temizlik (UOB) ve sigara içimi (CO, partiküler, NOx, UOB) gibi bazı aktiviteler nedeni ile üretilir. Diğerleri bina malzemeleri, ahşap, halı gibi tüketim malzemeleri, yapıştırıcılar, boyalar, ev bitkileri ve banyo malzemelerinden yayılırlar. Son olarak da bazı iç ortam kirleticileri dış ortamda üretilirler ancak pencere ve kapılardan iç ortama girerler. WHO 2000 yılında yayınladığı, Avrupa 4.ortaklık çevre ve sağlık konferansı'nda dış ortam ve iç ortam hava kirliliğinden meydana gelen solunum yolu rahatsızlıklarının çocukluk dönemi astım vakasını azaltma umuduyla önlenmesi veya azaltılmasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, son zamanlarda yapılan bir çalışmada çocukluk dönemi astımının oluşumunda çeşitli temizlik malzemeleri ve aromaların kullanımını ile ilişkili olduğu belirtilmektedir.

İç ortam hava kirleticilerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Bina insan malzemeleri,
- Preslenmiş ahşap eşyalar,
- Halı kaplama,
- Lamine edilmiş tahta ürünler,
- Temizlik malzemeleri
- Sigara (ETS)
- Nem
- Yetersiz havalandırma-yakma işlemi (yetersiz havalandırma, yakma sırasında eksik yanma ürünleri olan kirletici gaz emisyonlarının oluşmasına neden olur).

Bu kirletici kaynaklarından temizlik malzemeleri, ETS, halı, oda kokusu (air freshener), yapıştırıcılar ve bina malzemeleri ile; iç ortam hava kalitesini etkileyen faktörlerden HVAC, ventilasyon, CO<sub>2</sub>, termal performans (sıcaklık ve nem) ile dış



ortam hava kalitesinin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkileri aşağıdaki bölümlerde özetlenmiştir:

### **3.4.1.1 Temizlik Malzemeleri**

Amerika'da yapılan bir çalışmada yetişkinlerin günde ortalama 20-30 dakikalarını ev temizliği için harcadığı belirtilmektedir. Temizlik; hijyen, estetik gibi bir çok faydasının yanı sıra sağlık riski de yaratmaktadır. Temizlik malzemeleri yerel ve kentsel fotokimyasal dumana neden olan UOB'leri içermesi nedeni ile kaygı yaratmaktadır. California Air Resources Board (CARB) 2001 yılında temizlik malzemeleri ve oda spreylere gibi tüketim mallarından çıkan emisyonların azaltılmasına yönelik olarak düzenlemeler yapmıştır. Temizlik işlemi, temizliği yapan kişi kadar orada bulunan insanlara da risk yaratmaktadır. Temizlik malzemelerindeki uçucu bileşenler temizlik yapılırken ve sonrasında gaz fazında vücuda solunum yoluyla girebilir. Temizlik malzemelerinden çıkan hava kirlenmeye solunum yoluyla maruz kalındığında oluşan çeşitli durumlar vardır. Uygun olmayan temizlik malzemelerinin karıştırılması suretiyle kazara zehirlenme ve astım, alerji ve solunum yolu rahatsızlıkları oluşmaktadır. Temizlik malzemelerindeki listelenen UOB bileşenlerden Toluen genellikle, halı desteği, halı, halı pedi ve fiberleri, polyester perdeler, tekstiller, pamuk sofa ve perde, vinil kaplama, alçıpan, duvar kağıdı, akrilik, vinil ve tekstil duvar kaplama, akrilik boya, paslanmaz çelik, ahşap yer kaplama, tavan fayansı gibi yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca, banyo temizleyicilerin de dezenfektan, anti bakteriyel, sprey, deterjan, sıvı yer temizleyiciler, parlaticılar, pasta cila temizlik malzemelerinde bulunmakla bir insanın 70 yıllık yaşam süresince belirgin sağlık etkisine neden olmayan konsantrasyon limitleri (NSRL) ve kronik referans maruz kalma seviyeleri (REL) dikkate alındığında Toluen'in NSRL değeri 7 mg/gün (Maksimum izin verilen miktar) olup, REL değeri de 300 µg/m<sup>3</sup> dür [81].

### **3.4.1.2 Benzen**

Benzen, aldehitler, benzo-a-piren gibi kanserojen maddeleri yayması ve ince partikül salarak ciğerlerin içindeki alveollerin uç noktalarına kadar girmesi nedeni ile iç ortam hava kirliliğinin en önemli kaynağı olarak gösterilmektedir. 75,5 m<sup>3</sup>

hacmindeki bir odada ETS'nin UOB içeriği tipik bir gerçek ortamda saptanmaya çalışılmıştır. Sigaralar ticari olarak çok düşük tarlı, komple kokulu düşük tarlı ve komple kokulu olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bu üç tip sigaranın UOB içeriği de değişkendir. Buna göre, ETS'nin içeriğinin sigaradaki tarın artışıyla belirgin olarak değişmediği bilinmektedir. ABD'de yetişkinlerde sigara alışkanlığı 1960'lı yıllarda %40'ın üzerindeyken günümüze kadar azalarak 2005 yılında %20 seviyelerine gerilemiştir. ETS'nin sigara türüne göre UOB içeriği Tablo 3.5'de verilmiştir [81].

**Tablo 3.5:** ETS'nin sigara türüne göre uçucu organik bileşiminin içeriği [81]

UOB	Çok düşük sigara(ug/sigara)	Tarlı Komple kokulu düşük tarlı sigara (ug/sigara)	Komple kokulu sigara (ug/sigara)
Benzen	238	278	274
Toluen	311	348	434
Etilbenzen	79.3	84.2	69.2
O-ksilen	40.1	49.7	47.9
M,p-ksilen	85.3	96.2	86.4
Stiren	146	159	119
Dekan	6.78	9.35	6.11
Formaldehit	204	263	263
Asetaldehit	1958	2114	2055
Benzo(a)piren	165	239	183

### 3.4.1.3 Halı

Halılardan kaynaklanan UOB emisyonlarının tespiti için 2008 yılında yapılan çalışmada, materyal analizinde TUOB seviyelerinin 2300 ug/m<sup>3</sup>'e (sentetik destekli halı) kadar ulaşabildiği gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm halılardan çıkan UOB emisyonlarının birkaç saat içerisinde maksimum seviyelere ulaştığı ve zamanla seviyelerinin azaldığı saptanmıştır [81].

#### **3.4.1.4 Oda Kokusu**

Son zamanlarda birincil emisyonları kadar ikincil emisyonları da önemle incelenen oda kokularının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Kore piyasasındaki hava temizleyicilerin (air freshener) UOB emisyonlarının oda deneyi ve araç-içi testler ile incelendiği bir 2008 yılındaki bir çalışmada, BTEX (Benzen-Toluen-etilbenzen-ksilen) bileşiklerinin %50'den fazla sıklıkla gözlemlendiği ve limonen seviyesinin oda hava temizleyicilerin kullanıldığı arabalarda belirgin olarak yüksek olduğu bulunmuştur. Analizi yapılan ürünlerdeki UOB seviyelerinin zamanla değişiminin incelendiği çalışmada genellikle kullanımdan 50 dakika sonra UOB konsantrasyonlarının maksimum seviyeye ulaştığı ve aynı seviyede emisyon yaymaya devam ettiği sonucuna varılmıştır [81].

#### **3.4.1.5 Yapıştırıcılar**

Yapıştırıcılar üzerinde yapılan 2009 yılındaki bir çalışmada materyal analizleri sonucunda yer kaplamalarında kullanılan yapıştırıcıların yüksek seviyede stiren emisyonlarına neden olduğu bulunmuştur. Toplam uçucu organik bileşikler (TUOB) emisyonlarının üre-formaldehit tipi yapıştırıcılardan yüksek seviyelerde salındığı da bulunmuştur [81].

#### **3.4.1.6. Bina Malzemeleri**

İç ortam hava kirleticilerin en temel kaynağı bina inşa malzemeleri ve dekorasyon malzemeleridir. Bunlar: halı, preslenmiş ahşap, kompozit yer kaplaması ve boya gibi malzemelerdir. Çok-tabakalı materyallerin emisyon yayma süreleri daha uzundur ve hızı tek-tabakalı materyallere göre daha yavaştır. Polar UOBler bina malzemeleri ve dekorasyon malzemeleri üzerine kolaylıkla adsorbe olurlar ve hızla desorbe olabildikleri için ortamdaki UOB seviyelerini önce azaltıp sonra arttırmış gibi olurlar. Boyalarda tri-M-benzen, propilbenzen, o-ksilen, Toluen ve n-hekzan en sıklıkla rastlanan hava kirleticiler olarak ortama yayılmaktadır. Emisyonların ilk dört saat içinde yayılmaya başladığı, yaklaşık 10 gün sonra emisyonun %99'unun salındığı belirtilmektedir. Ayrıca adsorpsiyon kapasitesi yüksek boya kullanıldığında UOB emisyonları ikincil olarak yayılmakta ve bu etki

UOB'lerin uzun süren salınımına sebep olmaktadır. İç ortam hava kalitesinin kontrolü: 1) Kirletici kaynakların kontrolü 2) İç ortam havasının temizlenmesi a)filtrasyon b) adsorpsiyon c) fotokatalitik oksidasyon d) negatif hava iyonları e)termal-olmayan plazma ile olmaktadır. 2004 yılında yapılan bir çalışmada, kuru bina malzemelerinden çıkan kimyasal kirletici emisyonların iç ortam hava kalitesine uzun vadedeki etkilerini araştırmak için tekrar-hava sirkülasyonu (evin çıkışındaki havanın bir kısmı temiz hava ile karıştırılarak tekrar evin içersine veriliyor) yapılmış yeni yer kaplaması döşenmiş odadan çıkan TUOB dağılımına göre simülasyon yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre, zemindeki TUOB emisyon hız profili iç ortamdaki TUOB emisyon profili ile benzer bulunmuş. Sentetik kimyasal içeren birçok bina malzemesi iç dekorasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır. TUOB emisyonlarının %60'ının bina malzemeleri ve ahşaptan kaynaklandığı belirtilmektedir Bazı çalışmalarda UOB seviyeleri ile boyama işlemi ve yeni mobilya dekorasyonu arasında güçlü ilişkiler bulunmuştur [81].

İç hava problemlerinden kaynaklanan hastalıkların belirtilerini şu şekilde özetlemek mümkündür: Burun kanamaları, Öksürük, Teneffüs zorlukları, Göz sulanmaları ve kızarıklıkları, Ateşlenme, Titreme, Hızlı kalp atışı, Kas ağrıları, İditme kayıpları, Ağız ve burun içi kuruluğu, Baş ağrısı, Mide bulantısı, Kas seğirmesi, Tanımlanamayan alerjik reaksiyonlar vb rahatsızlıklarla karşı karşıya kalındığı tespit edilmiştir. Bu şikâyetlerin tümüne “hasta bina sendromu” adı verilmektedir [36].

### 3.4.2 İşyerlerindeki Kirli Ortam Havasının Sağlığımıza Etkileri

İşyerlerinde, çalışma ortamı standardının yükseltilmesi, çalışanların sağlığının korunması için gerektiği gibi, iş kalitesini ve işyerinin verimliliğini artırması açısından da gereklidir. İş yerlerinde aşağıdaki üç konu çok önemlidir:

**Sağlık-** evde ve işyerinde zinde ve iyi şartlarda olmak,

**Çevre-** çalışma ortamının düzenli, konforlu, toz duman ve gazlardan arınmış olması,

**Güvenlik-** kaza risklerinin azaltılması.

Teknoloji bize konforlu, modern ürünler sunarken, bu ürünlerin üretimi sırasında bazı kirlilikler oluşmaktadır. Bunlar;

- Tozlar,
- Dumanlar,
- Yağ ve diğer buharlar,
- Gazlardır.

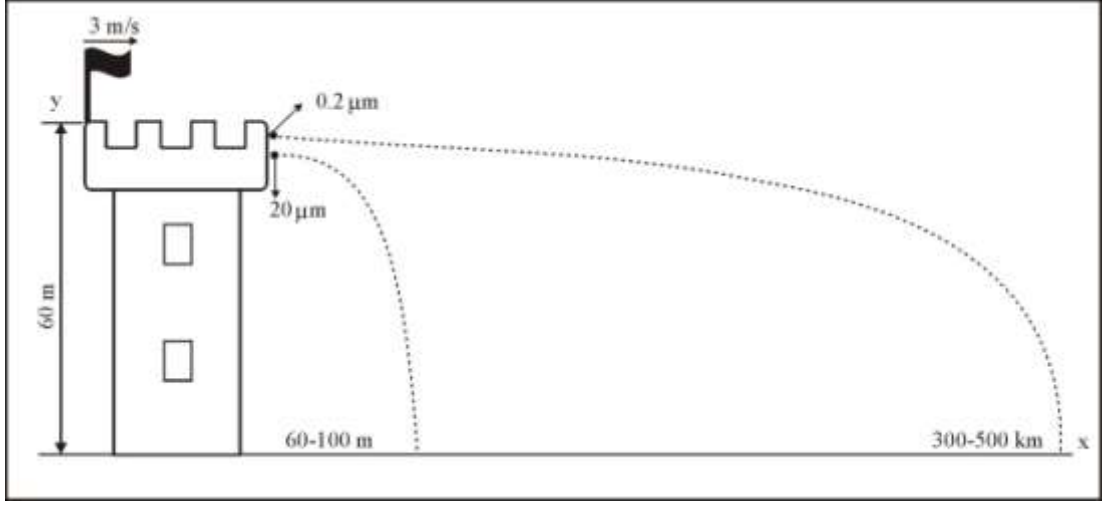
Endüstride oluşan duman ve tozlar, aşağıdaki zararları içerir:

- Solventler,
- Kaynak dumanları,
- Partiküller,
- Gazlar,
- Lehim dumanı,
- Kimyasallar – sıvılar,

Bu zararlılar, insan vücudunda beyin, akciğerler, deri, kan, böbrekler, kol-bacak sinirleri, karaciğer gibi birçok organda hasar yaparlar. Ayrıca bu zararlılar, soluk aldığımızda vücudumuza girmeye çalışır ve vücudumuz bunlar karşısında savunmasız kalır [96].

Hava içindeki tozların 10 mikrondan büyük olanları, gözle görünür tozlardır. Çoğunlukla insanda burun ve boğaz içinde tutulur. Kül, karbon tozu, suni gübre tozu, çimento, cüruf, polen, un tozu, insan saçı bunlara örnektir. 1- 10 mikron arası büyüklükte olanlar ise bronşlara ulaşır. Bunlara bakteriler, süt tozu, boya pigmentleri, kükürt tozu örnek olabilir. 1 mikrondan küçük olanlar ise alveollere ulaşır. Bunlara da örnek vermek gerekirse sigara, kaynak dumanı, gres, yağ buharları, kurum ve virüsleri sayılabilir. Bu durumdan, partiküllerin %99 dan fazlasının akciğerlerimize ulaştığı ortaya çıkmaktadır. Aşağıda değişik partikül çaplarına bağlı olarak insan vücuduna giren maddelerin boyutları aşağıda Tablo 3.5'de verilmiştir.





**Şekil 3.4:** 0,2 $\mu$  ve 20  $\mu$  büyüklüklerindeki partiküllerin ne kadar uzağa düştüklerinin belirlenmesi [96].

Noktanın çapı yaklaşık 500 mikron, Saç kılı kalınlığı: 100 mikron, Görülebilir büyüklük: 10 mikron, Sağlığa zararlı partikül: < 5 mikron, Kaynak dumanı: < 1 mikron'dur.

### 3.4.3 Hasta Bina Sendromu Ve İnsan Sağlığına Etkileri

“Hasta Bina” içerisinde yaşanan ya da çalışılan bir binanın sağlık zararlısı olarak tanımlanan ve solunan havanın kalitesini bozan/düşüren herhangi bir kirlenici tarafından sarılması/istila edilmesi sonucu ortaya çıkan olumsuz durumdur. Hasta Bina Sendromu (HBS) terimi yapılan çalışmalar sonucunda son yıllarda ortaya konmuş bir terimdir. HBS 1970'lerden itibaren artan bir sıklıkta bildirilmeye başlanmıştır. Belli bir binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan ancak bu ortamdan uzaklaşınca kaybolan semptomlar, hasta bina sendromu ile ilgili semptomlar olarak adlandırılır. Yapılan bir çalışmada aynı şirketin ofis çalışanlarında tüm semptomların % 40- 80'i iş ile ilgili olduğu düşünülürken hava yolu çalışanlarında bu oranın % 70-90 arasında olduğu bildirilmektedir. Dünyada HBS ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda kişilerdeki semptomların çalıştıkları ya da yaşadıkları binalar ile ilgili olarak oluşabildiği tespit edilmektedir. Türkiye’de kapalı ortam hava kirliliği ve etkileri ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen HBS ve sağlık etkilerini belirlemeye yönelik çok fazla araştırma

bulunmamaktadır. Günümüzün büyük çoğunluğunu geçirdiğimiz binaların sağlık etkilerini bilmek ve önlemlerimizi buna göre almak ve farkındalık yaratmak sağlık açısından çok önemlidir. Bu açıdan yaşadığımız ya da çalıştığımız binalarda HBS semptomlarına sahip kişilerin olup olmadığını ve bunların nedenlerini tespit etmek bir başlangıç noktasıdır. Belli bir binada yaşarken veya çalışırken ortaya çıkan ancak bu ortamdan uzaklaşınca kaybolan semptomlar “hasta bina sendromu semptomları” olarak adlandırılır. Binada yaşayan kişilerde akut sağlık etkileri ve rahatsızlıklar binada geçirdikleri zamana bağlı olarak ortaya çıkmakta fakat özel bir neden tanımlanamamaktadır. Yakınmalar belli bir oda, bölüm ya da binanın geniş bir bölgesinin tümünde görülebilmektedir. Semptomlar genellikle yavaş başlayıp ilerlemektedir. Bu sendromda, semptomlar iş yerinden ayrılınca rahatlamakta, iş yerine dönülünce tekrarlamaktadır. HBS bir çok insanın potansiyel olarak risk altında olmasından dolayı öncelikli ilgilenilmesi gereken konulardandır. Dünya Sağlık Örgütüne göre, modern ofis çalışanlarında iş ile ilişkili olarak görülen cilt, mukoz membran şikayetleri ile baş ağrısı, halsizlik ve konsantrasyon bozukluğu gibi genel belirtilerin rapor edildiği durumlar HBS olarak tarif edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü’nce Hasta Bina Sendromu; “kişide son üç ay içinde, her hafta en az bir genel, bir mukozal ve bir deri semptomunun bulunması” olarak tanımlanmıştır. HBS’nun semptomları, kişisel özelliklere bağlı olabileceği gibi bina dışı sebeplere ya da stresle ilişkili durumlara da bağlı olabilir. Bununla beraber yapılan çalışmalar, kapalı ortam hava kirleticilerinin de semptomlara sebep olduğunu ya da artırdığını ortaya koymuştur. Hasta bina sendromunun görülmesinde etkili olan bazı risk faktörleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- a- Hava kirleticileri,
- b- Havalandırma,
- c- İş ile ilgili faktörler: İş tatmini, Stres, Sosyal yapı,
- d- Kişisel faktörler: Cinsiyet, Atopi, Hiperreaktif havayolu, Daha önceden mevcut bazı hastalıklardır.

Dünya Sağlık Örgütünün 1984 yılındaki bir komite raporunda da yeni veya yenilenmiş olan binaların % 30’dan fazlasında çalışan kişilerdeki şikayetlerin kapalı ortam hava kalitesi ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. HBS’nun ortaya çıkma nedenlerinin mekanik havalandırma, ısıtma-soğutma, havanın nem düzeyi, düşük konsantrasyonlardaki uçucu organik bileşiklerin, toz partiküllerinin varlığı, binalara



dışarıdan kirli hava girişi ile birlikte çeşitli insan aktiviteleri sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> ve kokular gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak oluştuğu başka otoriteler tarafından da belirtilmektedir. Kapalı ortamlarda bulunan bu kirleticilerin yalnızca kendileri direk olarak HBS semptomlarına sebep olabileceği gibi yetersiz havalandırma, ısı, nem ve aydınlanma düzeyleri de bunların etkilerini artırabilmektedir. Ofis çalışanlarında, öğretmenlerde ve hastane çalışanlarında, okuler, nasal, dermal semptomların ve baş ağrısı, yorgunluk gibi genel semptomlara ait risk faktörlerinin iş yerlerinde bulunduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Genel populasyon da, HBS semptomlarının risk faktörleri ile ilgili az çalışma vardır. Birçok çalışmada kadın cinsiyeti, asthma ve atopi gibi allerjik hastalıkların bu tip semptomlarda risk faktörü olduğu gösterilmiştir. Kapalı ortam hava kirliliğine neden olan kimyasal kirleticiler grubundan yapı materyalleri HBS'nun önemli etkenlerinin başında gelmektedir. Evlerde özellikle suntalarda kullanılan yapıştırıcı reçineler formaldehitin en önemli kaynaklarından. Avrupa Birliği Komisyonunun 1989 yılında yayınladığı raporda, Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmada 600 ofis çalışanın % 20'sinde, yine İngiltere'de yapılan bir çalışmada 46 binada 4373 çalışanın % 29 unda hasta bina sendromunun en az 5 karakteristik semptomunun varlığı gösterilmiştir. Singapur'daki iş yerlerinde 1998 yılında yapılan bir çalışmada da 2856 kişinin yaklaşık olarak %19,6'sında hasta bina sendromunun tipik belirtilerinin olduğu gösterilmiştir. Hasta Bina Sendromunda sıklıkla, gözlerde, burunda ve boğazda iritasyon, kuru öksürük, kuru ve kaşıntılı deri, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, kokuya hassasiyet, tekrarlayan bitkinlik gibi semptomlar görülmektedir. Yakınların çoğunda binadan ayrılınca semptomlarda rahatlama olmaktadır. Binalar ile ilişkili hastalıklarda, bina sakinlerinde, ayrıca göğüste sıkışma, ateş, titreme ve kas ağrısı gibi semptomlar da olmaktadır. Yapılan araştırmalarda HBS'nun en sık görülen semptomlarının göz yaşarması, baş ağrısı, halsizlik ve üst solunum yoluna ait semptomlar olduğu tespit edilmiştir. Slovenya'da yapılan bir araştırmada da nörotoksik semptomlar olarak sınıflandırılan semptomlardan olan baş ağrısı ve bitkinlik % 75 ile en sık belirtilen semptomlar olmuştur. İngiltere'de bulunan Federation of Environmental Trade Association'a (FETA) göre göz, burun ve boğaz semptomlarının en sık görülen semptomlar olduğu bildirilmektedir. Yine aynı rapora göre Hollanda'da yapılan bir araştırmada kişilerin çalışma odaları ile ilgili olarak en sık şikâyet ettikleri unsurlar; "Oda sıcaklığı, hava kalitesi, oda havasının kuru olması ve gürültü" olmuştur. 1991-1995 yılları arasında yapılan bir çalışmada iyi

havalandırılan bir işyerinde çalışmaya başlayan işçiler 3 yıl süre ile takip edilmiş ve bunlarda havalandırması iyi olmayan ilk iş yerlerinde mevcut olan boğaz, burun, göz, solunum sistemine bağlı yakınmalarda zaman içinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada karıştırıcı faktörler göz önünde bulundurulmuş ve hasta bina sendromuna bağlı olarak bu yakınmaların olabileceği düşünülmüştür. Slovenya’da yapılan bir çalışmada klima ile havalandırılan binalarda çalışanlarda bitkinlik ve boğaz irritasyonu semptomlarının, doğal olarak havalandırılan binalarda ise göz irritasyonunun anlamlı derecede fazla olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda HBS semptomlarının prevalansının doğal havalandırılan binalardaki kişilerde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Slovenya’da yapılan çalışmada camları açılarak doğal yol ile havalandırılan binalarda çalışan kişilerde camları açılmadan klima sistemi ile havalanması sağlanan binalarda çalışan kişilere göre işe bağlı hastalıklar nedeni ile işe gelmeme (absenteizm) düzeyinin anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir [75].

İç hacimler de söz konusu olan çeşitli kirletici maddelerin cinsleri, kaynakları, seviyeleri ve iç ve dış çevre konsantrasyonları arasındaki mertebeler aşağıda Tablo 3.8 'de verilmiştir [95].

**Tablo 3.8:** Bazı iç hava kirleticilerinin kaynakları, derişikleri ve iç / dış hava derişiklik oranları.

Kirletici	İç hava Kirletici Kaynağı	Muhtemel İç hava Derişikliği	İç/Dış Derişiklik oranı	Bulunabileceği yerler
Karbon Monoksit	Makineler, hatalı ısıtma sistemleri, Yanma cihazları	100 mg/kg	> 1	Konutlar, ofisler, araçlar, dükkânlar
Solunabilen tanecikler	Sobalar, şömineler, sigara, aerosol spreylere, pişirme, yoğuşan uçucu maddeler	100-500 mg/m <sup>3</sup>	> 1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler, bar restoran
Organik Buharlar	Yanma, solventler, Aerosol spreylere, reçine ürünleri	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır.	> 1	Konutlar, restoran, halka açık yerler, ofisler, hastane
NO <sub>2</sub>	Yanma, gaz sobaları, şofben, kurutucular, sigara	100-1.000 mg/m <sup>3</sup>	> 1	Konutlar, patent alanları
SO <sub>2</sub>	Isıtma sistemleri	20 mg/m <sup>3</sup>	< 1	İç hacimlere taşınma
Toplam asılı Parçacıklar	Yanma, toz kalkması, ısıtma	100 mg/m <sup>3</sup>	1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler
Sülfat	Kibritler gaz sobaları	20 mg/m <sup>3</sup>	< 1	İç hacimlere taşınma
Formaldehit	İzolasyon, yapıştırma ürünleri, sunta	0,05-1,00 mg/m <sup>3</sup>	> 1	Konutlar, ofisler
Radon Gazı	Yapı malzemesi, toprak yeraltı suyu	5	> 1	Konutlar, ofisler
Elyaf	Giysiler, halı, döşeme, mobilya	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır	-	Konutlar, ofisler, okullar
Mikro organizmalar	İnsanlar, hayvanlar, mantarlar, böcekler, nemlendiriciler,	Bu konuda kesin ölçüm yapılamamaktadır	> 1	Konutlar, hastane, okul, ofisler, halka açık yerler
Ozon	Elektrik arkı, UV ışık kaynağı	20-200 mg/kg	< 1	Uçaklar, ofisler

Tablo 3.9'da, kirleticilerin insan sağlığına etkileri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

**Tablo 3.9:** Kirleticilerin insan sağlığına etkileri [36].

<b>Kirletici</b>	<b>T</b>	<b>B</b>	<b>U</b>	<b>Z</b>	<b>P/A</b>	<b>K</b>	<b>Açıklamalar</b>
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.
Pestisitler	X			X		X	Bu kirleticilerin bir çoğu beyni ve karaciğeri zehirleyici, üretken zehirleyici ve hassas hale getiricidir.
Kurşun	X			X		X	Beyni zehirleyici ve geriye dönölmez davranışsal etkiler.
Karbon monoksit		X					Hastalarda boğulma (anjin) etkisini güçlendirir, frekansını artırır; sağlıklı yetişkin erkeklerde iş gücünü azaltır, bağ ağrıları, göz küçölmesi, sağlıklı yetişkinlerde değişken belirtiler gösterebilir; hastalarda kalp-akciğer uyumsuzluğunu şiddetlendirir.
Karbon dioksit		X					Solunum uyarıcı etki yapar; artırılmış solunum ve insanlarda yorucu görevleri yapma kabiliyetini azaltır; kandaki pH ve pCO <sub>2</sub> oranları değişir; böbreklerde kireçlenme ve akciğer alveollerinde yapısal değişiklikler.
Azot dioksit	X						Astımlılarda ciğer fonksiyonlarında azalma; çocuklarda ve yetişkinlerde akciğer fonksiyonlarını etkiler; hayvanlarda ve çocuklarda diğer zehirleyicilerle birlikte etkileşimli hale gelir; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar bağışıklık kabiliyetini azalttığını göstermiştir.
Kükürt dioksit	X						Normal erkeklerde ve astımlılarda ciğer fonksiyonlarını azaltır; hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ciğer fonksiyonlarını azalttığı görölmüştür.
Biyolojik Kirleticiler	X					X	Enfeksiyon hastalıkları; alerjik reaksiyonlar; zehirleyici etkiler.
Çevresel tütün dumanı	X					X	Mukoza zarlarını tahriş eder, kalp dolaşım sisteminde stres oluşturur, çocuklarda şiddetli ve ölümcöl solunum etkileri
Polisilik aromatik hidrokarbonlar	X					X	Bazıları tahriş edicidir ve kalp dolaşım sistemini etkileyebilir
Asbest	X					X	Uzun süre teneffüs edenlerde asbest hastalığı olan mezotelizma oluşturur.
Radon						X	

Açıklama: **T:**Tahriş edici **B:** Boğucu **U:**Uyuşturucu **Z:** Zehirli **P/A:** Patolojik-alerjik, **K:**Kanserojen

### 3.4.4 İç Hava Kalitesi Ölçüm Ve Kontrol Metotları

İç hava kalitesini ölçmek ve kontrol etmek için şimdiye kadar uygulanan iki ana metot vardır [90].

- a) Karbondioksit ( CO<sub>2</sub>) ölçümü,
- b) Karışım gaz ölçümü.

#### 3.4.4.1 Karbondioksit Ölçümü

Karbondioksit tek başına iç hava kirleticisi olmamasına rağmen CO<sub>2</sub> tabanlı kontrol sistemlerinin kullanılması iç hava kalitesinin kontrolü için önerilmektedir. Kapalı ortamdaki CO<sub>2</sub> düzeyi havalandırma etkinliğinin dolaylı bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Eğer CO<sub>2</sub> belli seviyelerin altında tutulduğu takdirde diğer kirleticiler de kabul edilebilir sınırlara çekilebilir. Diğer bir deyişle CO<sub>2</sub> gazı iç hava kalitesinin kontrolü için baz kabul edilebilmektedir. Eğer CO<sub>2</sub> düşük seviyede ise odanın kabul edilebilir iç hava kalitesi iyi demektir. Karbondioksit insanların nefes alıp vermeleri sırasında açığa çıkar. Bu yüzden de belirli bir mahalde bulunan insanların sayısının artması ile CO<sub>2</sub> konsantrasyonu orantılı olarak artar, dış havanın mahale verilmesi ile de göreceli olarak düşer. Doğal olarak atmosferde bulunan CO<sub>2</sub>'nin varlığı bu işlem sırasında odadaki CO<sub>2</sub>'nin oranının sıfırlanmasını gerektirmez [90].

ASHRAE 62-1989 Standardında CO<sub>2</sub>'nin konsantrasyonu normal bir çalışma günü için 1000 ppm olarak vermektedir. Bu miktarın altındaki mahallerdeki havanın kabul edilebilir iç hava kalitesi olduğu kabul edilmektedir. Burada diğer gazların konsantrasyonlarının belirli seviyelerde kaldığı varsayımı vardır. Bu düzey daha çok sınıftaki birey sayısı ve yapılan aktivitelerle ilişkilendirilmektedir, Dış ortam CO<sub>2</sub> düzeyinin rölatif olarak sabit olduğu düşünüldüğünde, kapalı ortam CO<sub>2</sub> düzeyi içerdeki kişi sayısından etkilenmektedir. Sınıflarda derslerde kapı ve pencerelerin kapalı olması CO<sub>2</sub> düzeylerinin yükselmesine neden olmaktadır. CO<sub>2</sub> düzeyi ne kadar yüksekse, havalandırma o kadar yetersizdir ve diğer kirleticilerin düzeyleri de o kadar yüksektir. Yetersiz havalandırma da çocukların konsantrasyon yeteneğini azaltmakta ve öğrenmeyi güçleştirmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde

okulların yaklaşık yarısında yetersiz havalandırma problemi olduğu bildirilmektedir. Kapalı ve dış ortam CO<sub>2</sub> düzeylerinin farkını inceleyen ve ABD'de iki eyalette 434 sınıfta yapılan bir çalışmada büyük kısmı iklimlendirme sistemi olan sınıfların % 45'inin kısa süreli kapalı ortam CO<sub>2</sub> düzeyleri 1000 ppm'in üzerinde bulunmuştur. CO<sub>2</sub> düzeyleri için ASHRAE birtakım standartlar getirmiştir. ASHRAE 62, 1989'a göre etkilenim için sınır değer 1000 ppm olarak bildirilmekle birlikte daha yeni standartlarda kapalı ortamda CO<sub>2</sub> düzeyinin dış ortamdakini 1000 ppm'den daha fazla geçmemesi, ASHRAE 62-2004'de ise, bu farkın 700 ppm'i geçmemesi önerilmiştir. Bununla birlikte kapalı ortamda 1000 ppm'in üzerinde ölçülen değerler hava dolaşımının çok düşük düzeyde olduğunu göstermekte ve 1000 ppm değeri "yeterli" ve "yetersiz" havalandırma için sınır değer olarak kullanılmaktadır. Kapalı ortamdaki CO<sub>2</sub> düzeyinin dış ortamdakinden 1000 ppm ve üzerinde yüksek olması, yıllık ortalama okula devamda % 0,5 – 0,9 azalma ve okula devamsızlıkta % 10-20 rölatif artış ile ilişkili bulunmuştur. Yetersiz havalandırmaya bağlı yüksek CO<sub>2</sub> düzeyleri okula devam durumunun yanı sıra akademik performans ile de ilişkili bulunmuştur. CO<sub>2</sub> düzeyleri ile yakınmaların incelendiği bir çalışmada, < 1500 ppm ve 1500 - 4000 ppm arası değerler karşılaştırılmış ve yüksek düzeylerde baş ağrısı, baş dönmesi, sersemlik, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü ve kötü koku duyma sıklığının arttığı görülmüştür. Üst solunum yolu iritasyonuna ait yakınmalar da yüksek düzeylerde daha sık bulunmuştur. Ayrıca yüksek düzeylerde okul başarısında da azalma saptanmıştır [79].

#### **3.4.4.2 Karbondioksit Hissedicisi**

CO<sub>2</sub> bazlı ölçüm yöntemi ile kabul edilebilir iç hava kalitesine ulaşabilmek için CO<sub>2</sub> hissedicileri kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> hissedicileri diğer bütün gazların bulunduğu bir ortamda sadece CO<sub>2</sub> gazını hissedebilir özellikte olmalıdırlar. Bu sensörler diğer gazlardan etkilenmemelidirler. CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu ölçer ve ölçülen değer büyükliğüne göre bir sinyal çıktısı verirler. Bu cihazların CO<sub>2</sub> ölçme yöntemi genel olarak kızılötesi spektroskopidir. Normal olarak sigara içilmeyen mahallerde uygulanacak CO<sub>2</sub> ölçüm aralığı 0...2000 ppm veya 0...6000 ppm olabilir [89].

### **3.5 Uçucu Organik Bileşikler**

UOB biyolojik kirleticiler ile birlikte okullarda en sık ölçülen kirleticilerdir. UOB etkilenimi HBS'nin en önemli nedenleri olarak bildirilmektedir. Bu iki kirletici grubu, bina malzemeleri ve mobilyaların neden olduğu kapalı ortam hava kirliliğinin göstergesi olarak kullanılmaktadır. Özellikle suntadan yapılmış sıralar, sandalyeler ve dolaplar, MDF ürünler fazla miktarda UOB ve formaldehit yayabilmektedir. Havalandırma yetersiz olduğunda bu tip malzemelerden yapılmış mobilyalar kapalı ortamdaki kirletici düzeylerini dramatik olarak artırmaktadır. Ayrıca temizlikte kullanılan kimyasallar da UOB kaynağı olabilmektedir [79].

### **3.6 Formaldehit**

#### **3.6.1 Formaldehit'in Özellikleri Ve Sağlığa Etkisi**

Formaldehit (HCHO) tutuşabilen, renksiz, rahatsızlık veren kokusu olan, yanıcı, kolay polimerize olan uçucu bir bileşiktir. Olası kanserojen ve duyarlandırıcıdır. Formaldehit için OSHA tarafından belirlenen izin verilebilir maruz kalma sınırı; (permissible exposure limit, PEL) 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalaması (time wieghted average-TWA) 0.75 ppm'dir Urea-formaldehit kapalı ortam kirleticilerinden en basit olan ve en sık saptananıdır. Kapalı ortamlarda formaldehit ve asetaldehit gibi aldehit kaynaklar; mobilya, halı ısıtma ve soğutma sistemleri ve sigaradır. Formaldehit yüksek reaktivitesi, düşük maliyeti ve renksiz oluşu nedeniyle endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekstil endüstrisinde kırışma, tutuşma ve çekmeyi engellemek için kullanılmaktadır. Tıp alanında doku, koruyucu, fungusid ve bakterisid olarak kullanılmaktadır. Suda erir ve solüsyon haline getirilebilir. Genellikle %30-% 50 formaldehit içeren solüsyonlar kullanılmaktadır. OSHA formaldehit etkilenimi açısından riskli olan 52 meslek belirlemiştir. Bunlar arasında formaldehit içeren ürünlerin ve yapıştırıcıların kullanıldığı (sunta, MDF, kontrplak, vernik, cila, yangın geciktiriciler vb. maddelerden üretilen mobilya ve eflya) endüstri kollarında çalışanlar, itfaiyeciler, anatomi, patoloji ve histoloji laboratuvarlarında çalışanlar (tıp ve veterinerlik) dökümhane çalışanlar örnek verilebilir.

Formaldehitin rahatsız edici bir kokusu olduğu, deriye, gözlere ve akciğere iritan etki yapar. Formaldehite karşı duyarlılık kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Bazı iritan etkileri flu anda OSHA tarafından yasal sınır olarak bildirilen 0,75 ppm PEL'in altında bile ortaya çıkabilir. Bu kimyasala karşı bir süre sonra tolerans getirilebilir. Ancak 1-2 saat ortamdan uzaklaştıktan sonra yeniden maruz kalındığında karakteristik koku ve etkileri yeniden hissedilir Formaldehit düzeyi, kapalı ortamlarda normal olarak 0,03 ppm'in altında olmalıdır. Kapalı ortam konsantrasyonları, evin ısısı, nem ve havalandırmasına bağlı olarak değişmektedir. Formaldehit seviyeleri mevsimden mevsime, günden güne ve gündüzden geceye değişiklik göstermektedir. Formaldehit dış hava ortamındaki konsantrasyonu genellikle  $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'den daha düşüktür. Normal kişilerde 10 ppm'in altındaki maruz kalımlar şiddetli mukoz membran iritasyonu ve bazı solunum sistemi yakınmalarına neden olur. Daha yüksek düzeylerde trakeobronşit, kimyasal pnömoni ve pulmoner ödeme yol açar. Astımı olanlarda 0.3 ppm düzeyinde bile bronkospazm ve hava yolu inflamasyonuna neden olabilir. Her insanda farklı olmak üzere, genelde sağlık etkileri 0,1 ile 1,1 ppm seviyeleri arasında ortaya çıkmaya başlamaktadır. Formaldehite bağlı alerjik reaksiyonlar sık görülür ve deri ile temas ve soluma ürtiker, alerjik kontakt dermatit, atopi veya mesleksi astıma neden olabilir. Mesleksi el dermatiti formaldehitte karşılaşanlarda yüksek oranda bildirilmektedir. Formaldehit 1995'te IARC sınıflamasında olası kanserojenler (Grup 2A) sınıfına dahil etmiştir. Epidemiyolojik kanıtlar formaldehit ve nazofarengeal ve sinonazal kanserler arasında nedensel bir ilişki olduğunu yönündedir. Formaldehit etkilenimin izlenmesine yönelik olarak gerekli ortamlarda formaldehit düzeylerinin belirlenmesi ve tıbbi süreyansın yapılması etkilenimin erken dönemde saptanabilmesine ve önlem alınmasına olanak sağladığından önerilmektedir [39].

Formaldehidin zararlı etkilerine solunum yada direkt temas yoluyla maruz kalınır. Bu bileşiğin akut sağlık etkileri aşağıda Tablo 3.10'da verilmiştir [98].



**Tablo 3.10:** Formaldehit maruziyetinin akut sağlık etkileri [98].

<b>Formaldehit konsantrasyonu (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Sağlık etkisi</b>
<67	Belirsiz
67-2000	Nöropsikolojik etkiler
67-1337	Koku eşik limiti
13-2674	Göz tahrişi
134-33425	Üst solunum yollarının tahrişi
6685-40110	Alt solunum yollarının tahrişi ve akciğer üzerinde etki
66850-133700	Akciğerde ödem, iltihaplama, zatürree
>137000	Koma ve Ölüm

### **3.6.2 Formaldehit Emisyonlarının Tespitinde Kullanılan Standart**

#### **Metotlar**

Formaldehit, iç ortamlarda birçok kaynağının bulunduğu ve insanda kanser yaptığı belirlendikten sonra, en dikkat çeken ticari kimyasallardan biri olarak literatüre girmiştir. Özellikle ahşap-bazlı materyallerin sebep olduğu formaldehit emisyonu, çevresel ve sağlık etkilerinden dolayı önem arz etmektedir. Bu nedenle dünya piyasalarında formaldehit emisyonuna neden olan/katkısı olan ürünler Avrupa Birliği ve Japonya gibi ülke ve kuruluşların kalite sınıflarına (E1 ve F) göre piyasaya sürülerek çevre dostu yeşil-malzeme olarak rekabete katılmaktadır. Formaldehit emisyonlarının tayini için çeşitli standart metotlar kullanılmaktadır. Konu ile ilişkili Avrupa Birliği, Japonya ve ISO standartları aşağıda özetlenmektedir:

#### **3.6.2.1 Avrupa Birliği Standartları**

EN 717-1 (2004): Ahşap-bazlı paneller-formaldehit salınımının belirlenmesi bölüm 1: Oda metodu ile formaldehit emisyonu (Oda metodu): Oda hacmi:  $225 \text{ l}^{-1} \text{ m}^3$ , yükleme faktörü:  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ , ACH:  $1 \text{ h}^{-1}$ ,  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , % 45 RH'dır.

EN 717-2 (1994): Ahşap-bazlı paneller-formaldehit salınımının belirlenmesi: bölüm 2: Gaz analiz metodu ile formaldehit salınımı (Gaz analizi metodu): Oda hacmi: 4l, 0.4x0.05 m boyutlarında test materyali, ACH: 15 h<sup>-1</sup>, 60 °C, ≤ %3 RH'dır.

EN 717-3 (1996): Ahşap-bazlı paneller-formaldehit salınımının belirlenmesi bölüm 3: şişe metodu ile formaldehit salınımı (Şişe metodu): Oda (şişe) hacmi: 500 ml, 25x25 mm boyutlarında ve 20 g ağırlığında test materyali, 40 °C, 100% RH'dır.

EN 120 (1993): Ahşap-bazlı paneller-formaldehit içeriğinin belirlenmesi perforatör metodu olarak adlandırılan ekstraksiyon metodu (perforatör metodu): 25x25 mm boyutlarında ve 110 g ağırlığında test materyali, 110 °C'de Toluen ile ekstrakte edilmektedir [97].

### **3.6.2.2 Japon Standartları**

Japon standart metotları Avrupa birliği standart metotları ile çok benzer olmakla beraber, kullanılan odaların hacminde ve test materyallerinin alanlarında farklılıklar bulunmaktadır.

JIS A 1460 (2001) ve JAS MAFF 233 (2003): Bina panelleri: Formaldehit emisyonlarının belirlenmesi-desikatör metodu (desikatör metotları): Oda hacmi: 9-11 l, Test materyalinin alanı: 0.18 m<sup>2</sup>, ön-şartlandırma, 20 °C, %0-80 RH'dır.

JIS A 1901 (2003): Bina malzemelerinden kaynaklanan UOB ve aldehit emisyonlarının belirlenmesi-küçük oda metodu (küçük oda metodu): Oda hacmi: 20 l<sup>1</sup>m<sup>3</sup>, yükleme faktörü: 2.2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, 28 °C, %50 RH, ACH: 0.5 h<sup>-1</sup>

### **3.6.2.3 ISO Standardı**

ISO/CD 12460 (2005):, oda metodu: 1 m<sup>3</sup>, 23 °C, %50 RH, 1 h<sup>-1</sup> [97].

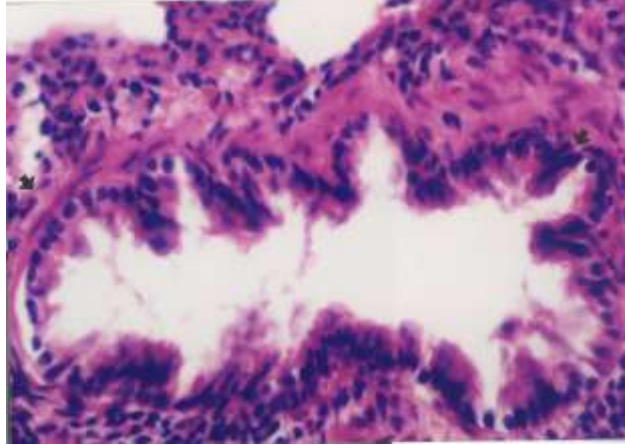
Literatürde CO, UOB, formaldehit ve Toluen düzeyleri kapalı ortamlarda dış ortamdan daha yüksek ölçülmekte ve bu kirleticilerin daha çok kapalı ortam kaynaklı oldukları bildirilmektedir. İtalya'da yapılan bir çalışmada, NO<sub>2</sub> toplam

UOB, formaldehit, PM<sub>10</sub> ve asbest tozu düzeylerini doğal havalandırılan on okulda ve iklimlendirme sistemi olan yedi kamu binasında incelemiştir, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> ve asbest tozu konsantrasyonlarını dış ortam ve kapalı ortam havasında benzer bulmuş, ancak UOB ve formaldehit düzeylerinin kapalı ortamda dış ortamdaki sırasıyla 1-5 ve 3-5 kat yüksek saptamışlardır. Yeni binalarda ve yeni eşyaların kullanıldığı sınıflarda CO, UOB ve formaldehit düzeyleri daha yüksektir. Bu kirleticilerin düzeyleri yapılan pek çok çalışmada birbirleri ile de ilişkili bulunmaktadır. Kapalı ortamdaki rölatif nem ve havadaki formaldehit konsantrasyonu arasında bir korelasyon olduğu bildirilmektedir. Formaldehit suda çözündüğünden nemin yüksek olması üre-formaldehit köpük yalıtım malzemeleri, sunta, kağıt ya da diğer ahşap ürünler, halı ve tekstil ürünlerinden salınımını artırmaktadır. Kapalı ortamda akut formaldehit etkilenimi ile deri, göz, burun ve boğazda iritasyon, solunum problemleri ve alerji belirtileri arasında ilişki bulunmuştur. Kapalı ve dış ortamda formaldehit düzeyinin 0.03 ppm seviyesinin altında olması önerilmektedir. Formaldehitin kanser yapıcı etkisi için referans etkilenim düzeyi (Reference Exposure Level, REL) 3 pg/m<sup>3</sup> (0.002 ppm) olarak bildirilmektedir. Ancak bazı çalışmalar daha düşük formaldehit düzeylerinin çocuklarda havada sık görülen alerjenlere karşı alerjik duyarlanma riskini artırdığını bildirmektedir. Formaldehit için akut yakınmaların görülmediği düşük düzeyler bile uzun vadeli kanser riski açısından önemlidir [79].

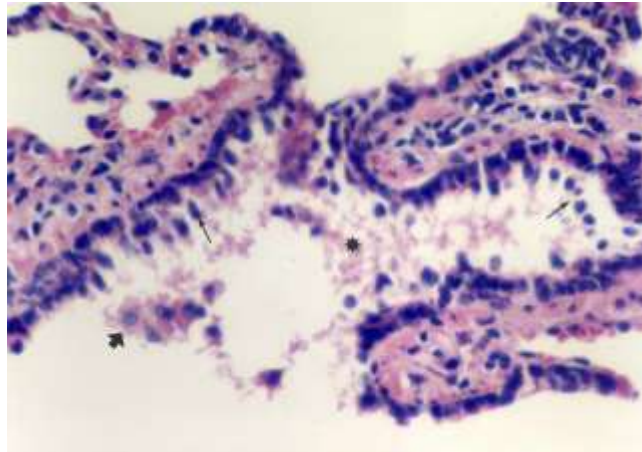
Bina malzemeleri ve mobilyaların neden olduğu kapalı ortam hava kirliliğinin göstergesi olarak formaldehit bilinmektedir. Özellikle suntadan yapılmış sıralar, sandalyeler ve dolaplar, MDF ürünler fazla miktarda uçucu organik bileşikler (UOB) ve formaldehit yayabilmektedir. Havalandırma yetersiz olduğunda bu tip malzemelerden yapılmış mobilyalar kapalı ortamdaki kirletici düzeylerini dramatik olarak artırmaktadır. Ayrıca temizlikte kullanılan kimyasallar da UOB kaynağı olabilmektedir. Literatürde CO, UOB, formaldehit ve Toluen düzeyleri kapalı ortamlarda dış ortamdaki daha yüksek ölçülmekte ve bu kirleticilerin daha çok kapalı ortam kaynaklı oldukları bilinmektedir. Yeni binalarda ve yeni eşyaların kullanıldığı sınıflarda CO, UOB ve formaldehit düzeyleri daha yüksektir. Bu kirleticilerin düzeyleri yapılan pek çok çalışmada birbirleri ile de ilişkili bulunmaktadır. Kapalı ortamdaki rölatif nem ve havadaki formaldehit konsantrasyonu arasında bir korelasyon olduğu bildirilmektedir. Formaldehit suda çözündüğünden nemin yüksek olması üre-formaldehit köpük yalıtım malzemeleri, sunta, kağıt ya da diğer ahşap

ürünler, halı ve tekstil ürünlerinden salınımını artırmaktadır. Kapalı ortamda akut formaldehit etkilenimi ile deri, göz, burun ve boğazda iritasyon, solunum problemleri ve alerji belirtileri arasında ilişki bulunmuştur [79].

Formaldehitin akciğer üzerine olan toksit etkileri ve bu toksit etkilere karşı melatoninin koruyucu etkisi üzerine yapılan bir çalışmada, sıçanlar (fareler) üzerinde aşağıda kontrol grubuna ait bir akciğer dokusunun görünümü verilmiş olup akciğer de terminal bronşial yapıları normal izlendiği Şekil 3.5’de verilmiştir. Diğer taraftan Aynı sıçanlara formaldehit verildikten sonra terminal bronşlarda kanama olduğu (yıldız) epitelyal hücre dökümleri (ince ok) ve makrofajlar (kalın ok) ‘ın ortaya çıktığıda Şekil 3.6’da gözlemlenmiştir [99].



**Şekil 3.5:** Kontrol grubu bir sıçana (fare) ait akciğer görünümü [99].



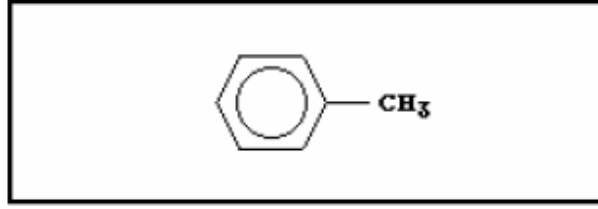
**Şekil 3.6:** Kontrol grubu sıçana (fare) ait akciğer’e formaldehit maddesi verildikten sonraki görünümü [99].

### 3.7 Toluen

Toluen, benzene benzer tatlı, keskin bir kokusu olan, uçucu, renksiz, güçlü ışık kırıcı, berrak bir sıvıdır. Bir organik çözücü olarak endüstride kullanılan tinerin temel bileşenidir [71].

#### 3.7.1 Toluen Özellikleri Ve Sağlığa Etkisi

Toluen, aromatik hidrokarbonlar grubundandır. Bir metil grubunun benzen molekülünün bir hidrojen atomuna yerleşmesiyle oluşur. Kimyasal ismi metil benzendir, kimyasal formülü  $C_6H_5CH_3$ 'dür. Şekil 3.7'de kimyasal formülü verilmiştir. Toluol, metil benzol, fenil metan, metasit isimleriyle de anılır [71].



Şekil 3.7: Tuluene'in kimyasal formülü [71].

Toluen 4,4 °C (40 °F)'nin üstündeki sıcaklıklarda yanıcıdır, ayrıca oda sıcaklığında oldukça tehlikelidir. Uçucudur, buharı havadan ağırdır ve oda tabanında birikebilir. Birçok organik çözücüyle kolaylıkla karışabilir, fakat suda az çözünür. Yoğunluğu sudan azdır ve su yüzeyinde bir tabaka oluşturur. Toluen, günümüz endüstrisinde organik bir çözücü olarak kullanılan tinerin temel bileşenidir. Aromatik hidrokarbonlar grubundan olan toluene, yine aynı grubun üyesi olan ancak kansinojenik etkileri saptandığı için artık kullanılmayan benzenin yerini almıştır. Boya, ilaç, kozmetik, ayakkabı ve otomotiv sanayi ile patlayıcı ve yapıştırıcı maddelerin yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toluen'in fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda Tablo 3.11'de verilmiştir.

**Tablo 3.11:** Toluen'in fiziksel ve kimyasal özellikleri [71].

<b>Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri</b>	<b>Değeri</b>
Molekül ağırlığı	92,1 dalton
Spesifik özgül ağırlık (20 °C)	0,8623
Yoğunluğu (g/mL, 20 °C)	0,8669
Erime noktası	-95 °C
Kaynama noktası (760 mmHg)	110,6 °C (232 °F)
Gaz özgül ağırlığı	3,2 (hava=1)
Buhar basıncı (25 °C)	28,7 mm Hg
Buhar dansitesi (air = 1)	3,20
Havada saturasyon yüzdesi: (760 mm, 26 °C)	3,94
Tutuşma sınırı	1,17 – 7,1 (Havada yüzde hacmi)
Kapalı bir kaptaki parlama noktası	4,4 °C
Spontan ateş alma noktası	552°C
Çözünürlük su	% 0,07 (23 °C)
İçme suyu (25 °C)	535 mg/litre
Deniz suyu (25 °C)	380 mg/litre
Uyarı özelliği	8 ppm'de duyulabilen tatlı, aromatik koku

Çevre sıcaklığında berrak, renksiz bir sıvı olan tolueenin benzene benzeyen tatlı bir kokusu vardır. Toluen kokusu için havadaki eşik değeri 9,4 mg/m<sup>3</sup> saptanmıştır. Toluen güçlü oksidan maddelerle reaksiyona girer, okside materyallerden ayrı bir yerde saklanması gerekir [71].

### 3.7.2 Toluen Üretimi Ve Kaynakları

Primer olarak ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen tolueen ABD'de en çok üretilen kimyasallar arasında yer alır, 19. yüzyılın son kısımlarında kömür karbonizasyonu tolueenin ana kaynağını oluşturuyordu. II. Dünya Savaşı'ndan sonra petrol kaynaklı tolueen üretimi giderek arttı ve kömürden üretim giderek düşmüştür. Tolueen günümüzde başlıca rafinerilerde (% 87), etilen ve propilen üretimi sırasındaki kaçan buharlardan (% 9) ve (% 4) diğer süreçlerden üretilmektedir. Ayrıca tolueenin doğal kaynakları olarak bazı bitki türleri de vardır [71].

### 3.7.3 Toluen'in Kullanım Alanları

Toluen önemli bir kimyasal ürün ve çözücüdür. Diğer çözücüler benzen ve ksilenden çok daha fazla miktarlarda kullanılır. Çözücü olarak boyalarda, mürekkeplerde, incelticilerde (tiner), sıva ve astarlarda, yapıştırıcılarda, verniklerde ve de diğer solvent gerektiren bileşiklerde kullanılır. Oktan miktarını artıran bir komponent olarak (ABD'de yıllık üretilen toluenin %95'inden fazlası) benzinle karıştırılır. Toluen diisosiyanat, benzoik asit, benzaldehit, ksilen, toluen-sulfonikloroid gibi kimyasalların büyük miktarlarda organik sentezinde kullanılır. Son olarak özel denatüre alkollerin denatürasyonunda denatüre edici madde olarak kullanılır. Sonuçta toluenin boya ve astar kaplama endüstrileri, mürekkep yapımı, yapıştırıcıların içi, kauçuk ve deri endüstrisinin çeşitli dalları gibi geniş kullanım alanları vardır [71].

### 3.7.4 Toluen'in İnsana Maruziyet Yolları

Toluene maruziyet başlıca inhalasyon yoluyla olmak üzere deri, mukoza ve gasrointestinal sistem yoluyla gerçekleşmektedir. Mesleksel maruziyet özellikle inhalasyon yoluyla olur. Toluen etkisini kana, dokulara ve doku sıvılarına geçerek gösterir. Lipofilik özelliği nedeniyle hücre zarında birikir. Akut olarak genellikle öfori, baş ağrısı, baş dönmesi, bulanık görme, ataksi gibi santral sinir sistemi depresyonuna neden olmaktadır [71].

Genel populasyonun toluene maruziyeti nispeten azdır. Kent havasının inhalasyonuyla, oral alım, toluenin deriye veya mukozaya temasıyla olabilir. 1982 yılında atmosferi moniterize ederek elde edilen bilgilerle bütün dünyada kentlerde oturanların oldukça yüksek düzeylerde toluene maruz kaldıkları iddia edilmiştir. Toluenin oral alımı toluen içeren içme suyu tüketimi veya toluen içeren sularda yaşayan balıkların tüketimiyle olmaktadır. Deriye temas için ise üç olası yol vardır. Toluen içeren solventlerin, kozmetik ürünlerinin veya taşıt yakıtlarının kullanımındır. Kozmetik ürünleri diğer iki kaynakla karşılaştırıldıklarında daha az toluen içermelerine rağmen genel popülasyonun bunlarla maruziyeti daha fazladır. Fakat Toluene asıl maruziyet geniş kullanım alanları nedeniyle boya sanayi, ayakkabı üretim merkezleri, petrokimya endüstrisi, matbaacılık, yapıştırıcı üretimi ve

farmasötik endüstri gibi birçok iş kolunda çalışanların mesleksi maruziyetidir. Bu meslek gruplarında Toluene maruziyet genel popülasyondan çok daha fazladır. Toluene maruziyetin çoğu inhalasyonla olur. Toluen kokusu toluenin tehlikeli derişikleri için yeterli bir uyarı sağlamış olmasına rağmen duysal eşik değeri olan 8 ppm derişiginde 15 dakika maruziyet olfaktor yetersizliğe yol açar. Toluen akciğerlerden kolaylıkla ve hızlıca absorbe olur. İnsanlarda inhale edilen toluenin ne kadarının emilime uğradığı farklı yazarlar tarafından farklı bildirilmiştir. Bildirilen bu emilim oranları %40 ile %60 arasında değişmektedir. Sıvı toluene maruz kalan deriden Toluenin emilime uğradığı gösterilmiştir. Ayrıca sıvı toluenin tekrarlayan veya uzun süren deriye teması çatlaklar ve deri soyulması nedeniyle deriyi hasarlayabilir. Sağlam deriden toluen emilimi yavaş olmasına rağmen perkütan Toluen emilimi ciddiye alınacak düzeylerde dir. Mukoza zarlarına toluen buharı çok hafif irritandır, fakat sıvı toluenin göze sıçraması kornea hasarıyla sonuçlanabilir. Oral yolla alınan toluenin emilimi, solunum yolundan alınan toluenin emiliminden çok daha az olmaktadır. Fakat oral yolla toluenin alınımı inhalasyon yoluyla alınmasındaki gibi vücutta sistemik etkilere yol açabilmektedir. Toluene sekonder kontaminasyon riski vardır. Ancak sadece toluen buharına maruz kalmakla sekonder kontaminasyon riski oluşmaz. Toluen gazının içerisinde bulunan veya sıvı toluenle direkt temas eden elbisenin deriyle teması sonucu sekonder kontaminasyon oluşabilir. Çocuklar yetişkinlerle aynı düzey toluen buharına maruz kaldıklarında bu doz onlar için yüksek kabul edilir, çünkü onların akciğer yüzey alanı/vücut ağırlığı ve akciğer dakika hacmi/vücut ağırlığı daha büyüktür. Ayrıca çocuklar, toluen buharı havadan ağır olduğu için Toluen derişiginin daha çok olduğu oda tabanına daha yakın konumda soluk alıp verirler. Çocuklarda toluenin farmakokinetik etkilerinin yetişkinlerden farklı olduğuna dair bir bilgi yoktur. Toluen plasentaya geçebilir ve anne sütüne salınımı vardır [71].

Toluene maruziyet sınırları Tablo 3.12'de gösterilmiştir.



**Tablo 3.12:** Toluene maruziyet sınırları [71].

<b>Muruzyet</b>	<b>Sınır değeri</b>
İzin verilen maruziyet sınırı	200 ppm (8 saatlik çalışma ortalaması)
İzin verilen üst sınır	300 ppm
Kısa süreli maruziyet sınırı	500 ppm (10 dk maruziyette)
Yaşamı veya sağlığı tehdit eden anlık sınır	500 ppm

Korozif olmayan, aromatik kokulu, uçucu bir akışkan olan toluen suda çözünürlüğü 535 mg/litre'dir. Koku sınırı değişiklik göstermekte ve yayınlarda geometrik ortalamasının 11 ppm olduğu tahmin edilmektedir. Toluenin tüm dünyada 10 milyon ton üretildiği, 1994 yılında sadece Amerika Birleşik Devletlerin de (ABD) 3 milyon tondan fazla tüketildiği tahmin edilmektedir. Petrolün katalitik konversiyonu ile alifatik hidrokarbonların aromatisasyonu ve kok fırın endüstrisinin yan ürünü olmak üzere iki ana kaynağı bulunmaktadır. Petrolün oktan değerini artırmak üzere kullanılan benzen-toluene-ksilen karışımı en önemli kaynağıdır. Ham toluen %24'e varan düzeylerde benzen içerebilmektedir. Endüstriyel alanda çözücü, taşıyıcı, boya inceltici, kauçuk, boya, kozmetik, yapıştırıcı ve rezin endüstrilerde, diğer kimyasalların hammaddesi olarak ve yakıtların bileşiminde kullanılmaktadır. Evde kullanılan pek çok üründe ortalama %12 dolayında bulunmaktadır. Boya ve tinerlerin endüstri dışı kullanımı ve sigara dumanı kapalı ortamlarda en önemli kaynaklardır. Sigaranın yan dumanındaki konsantrasyon ana dumanından çok daha yüksektir. Havadaki konsantrasyonu oldukça değişkendir. Toluenin kapalı ortamlardaki konsantrasyonu boya ve incelticilerin endüstri dışı kullanımı ve sigara dumanına bağlı olarak dış ortamdan çok daha yüksek olabilmektedir. Hollanda'da yapılmış bir çalışmada kapalı ortam: dış ortam oranını 8, İtalya-Turin'de yapılan bir çalışmada toluen değerini oranını 3 olarak bulmuşlardır. Hollanda'da evlerde en yüksek düzeyi 2252  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (597 ppb), ortalama düzeyi 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak, Kanada'da evlerde yapılan bir çalışmada ortalama düzeyi 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (9.5 ppb) olarak bildirilmiştir [79].

Toluene etkileniminde en önemli kaynak araç egzozlarıdır. Toluene üretimi ve kullanımının olduğu endüstriyel alanlarda çalışanlar genel toplumdan çok daha

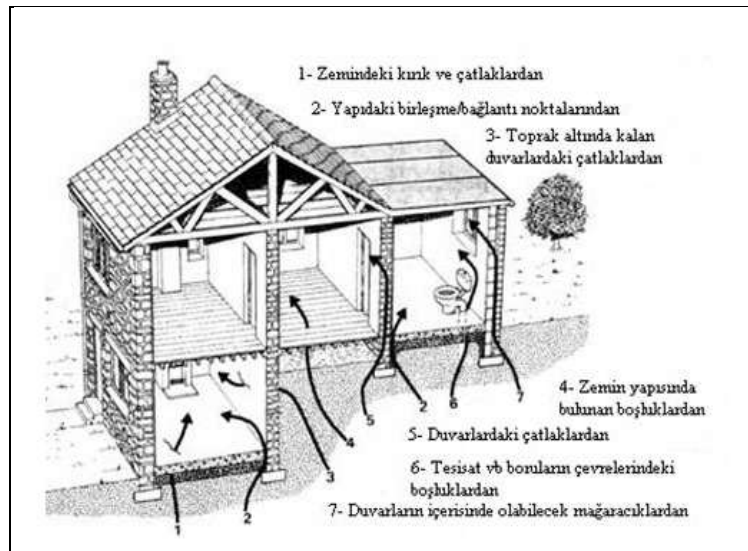
yüksek düzeylere maruz kalmaktadır. Toluenin vücuda en önemli giriş yolu solunum yoludur. İçme suyu ve gıda yoluyla etkilenim ağır kontaminasyon durumları hariç çok azdır. Toluenin en önemli etkileri santral sinir sistemi üzerine olan etkileridir. İnsanlarda gelişme geriliği ve doğumsal anomalilere neden olabilmektedir. Hayvan ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda üreme sistemine ve hormonal sisteme, karaciğer ve dalağa etkilerinden bahsedilmektedir ancak kanserojen ya da genotoksik olduğu yönünde yeterli kanıt bulunmamaktadır. Kısa süreli etkilenim açısından, 100 ppm (6-saatlik ortalama) düzeyinde subjektif etkiler bildirilmekle birlikte daha düşük düzeylerde belirtilerin olmayacağını söylemek mümkün değildir. Ancak etkilenim değerlendirmesinde çok sayıda karıştırıcı faktörün dikkate alınması gereklidir. İşyerlerinde yapılan çalışmalarda LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) değeri yaklaşık 332 mg/m<sup>3</sup> (88 ppm) olarak bildirilmektedir. Hava kalitesi koku sınırına göre de değerlendirilebilir. Bu durumda havada en yüksek Toluen konsantrasyonu koku farketme sınırı olan 30 dakikada ortalama 1 mg/m<sup>3</sup> (0.266 ppm) ün altında tutulmalıdır [79].

### 3.8 Radon

Uranyum 238, toryum 232 serileri ve potasyum, 40 milyonlarca yıl yarı ömürleri ile yaşadığımız topraklarda, içtiğimiz sulara soluduğumuz havada bulunmakta, içten ve dıştan radyasyonlara maruz kalmamıza neden olmaktadır. Radon, uranyum serisi elemanlarından olan Ra-226'nın bozunması ile oluşur. <sup>226</sup>Ra, 1600 yıl yarı ömrüyle bir radon üretici görevini görür. Radon doğal yollardan oluşan, kimyasal açıdan inert, kokusuz, tatsız radyoaktif bir gazdır. Uranyumun birkaç kademeli bozunmasıyla oluşan radyum'un radyoaktif bozunmasından ortaya çıkar. Uranyum ve radyum'un kaya ve toprakta bulunan elementler olması nedeniyle radon, doğal çevrede bulunmaktadır. Radyum-226'nın bozunma ürünü olan radon-222 diğer maddelerle kimyasal bağ oluşturmadığından, kaya ve toprak gibi çok ince gözeneklere sahip ortamlardan geçerek iç mahallere girer. Buna ilave ve ikinci olarak, iç ortamda radon bulunmasının nedeni yer altı suları ile radon içeren inşaat malzemeleridir. Radon gazı iç ortamlara, pis su tesisat borusu, lağım pompası gibi elemanların çevresindeki açıklıklardan, duvar döşeme bağlantılarındaki çatlaklardan girer. İç ortamlara giren radon gazı miktarı ve iç ortamdaki derişiklik dağılımı; çevre toprağında bulunan radon miktarı, çevredeki kaya ve topraktaki radon derişikliği,

toprağın gözeneklilik ve geçirgenliği, toprak ve bina arasındaki basınç farkı veya binanın değişik mahalleri arasında baca etkisi, fan çalışması yada ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sisteminin çalışması (ya da bulunmaması) nedeniyle oluşan basınç farkları gibi faktörlere bağlıdır [40].

Radon; renksiz, kokusuz, gözle görülemeyen doğal radyoaktif asal bir gazdır. Yerkürede, taş ve toprak içinde bulunan uranyum ve radyum gibi doğal radyoizotopların radyoaktif bozunması sonucu oluşur. Aşağıda radon gazının bir binaya giriş yolları Şekil 3.8’de verilmiştir [100].



Şekil 3.8: Bir binaya radon gazının girebilme yerleri [100].

### 3.8.1 Dünyada ve Türkiye’de Radon Konsantrasyonu

Radonun asıl kaynağının uranyum olması nedeniyle radon konsantrasyonu yerkabuğu üzerinde bölgeden bölgeye değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle evler için radon konsantrasyonunda izin verilen limit değerler de ülkeler arasında değişiklikler göstermektedir. İngiltere’de bu değer  $200 \text{ Bqm}^{-3}$ , Avrupa ülkelerinde  $400 \text{ Bqm}^{-3}$ , Kanada’da ise  $800 \text{ Bqm}^{-3}$  olarak kabul edilmiştir. Uluslararası Atom Enerji Ajansı Temel Güvenlik Standartları (IAEA-BSS) çerçevesinde, evlerde radon için tavsiye edilen düzeyler  $200\text{-}600 \text{ Bqm}^{-3}$  olarak belirlenmiştir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği’nde evler için  $400 \text{ Bqm}^{-3}$  ‘tür [100].

### **3.8.2 Evlerde Radon**

Zemin çatlakları, asma kat boşlukları, tesisat boşlukları, duvar arası boşluklarından girmekte, ayrıca yapı malzemeleri, mutfakta veya ısınma amaçlı kullanılan doğal gaz ve içme sularında bulunan radon da bina içi konsantrasyonu artırmaktadır. Binalardaki radon kaynağının büyük kısmı (%90), binanın temelindeki toprak ve kayalardır. Evlerde radon konsantrasyonu zamana bağlı olarak değişim göstermektedir. Evlerde radon seviyesi gün boyunca değiştiği gibi mevsimlere bağlı olarak da değişim göstermektedir.

### **3.8.3 Radon İçin Alınabilecek Önlemler**

1- Ev inşa edilecek alanların radon haritası çıkarılmalı ve inşaat alanları radon seviyelerine göre belirlenmelidir.

2- Radonun sızmayacağı kalitede inşaat yapılması ve inşaat malzemesi kullanılması.

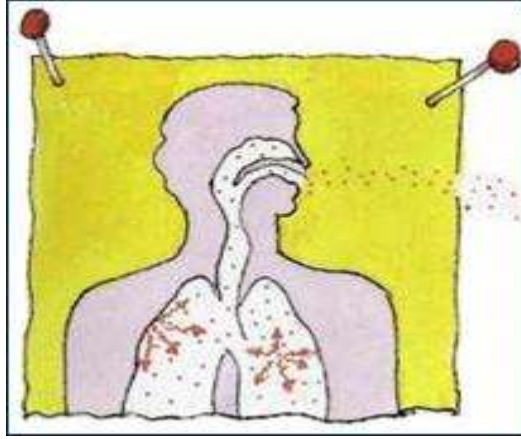
3- Radona dirençli evler aynı zamanda neme ve ısı kaçaklarına karşı da dirençlidir. Bu nedenle koruyucu tedbirler ucuz ve kolaydır.

4- Evlerin havalandırılması radonun evde birikmesini önleyeceği için gereklidir.

### **3.8.4 Radonun Sağlık Üzerine Etkileri**

Radon radyoaktif bozularak kısa ömürlü havada asılı kalan parçacıklara dönüşür. Bu parçacıklar solunum yolu ile vücuda alındığında akciğerlere yerleşirler. Orada alfa parçacıkları vererek akciğer dokusunu ışınlar ve akciğer hasarı ve kanseri oluşturma riskini artırır. Yapılan araştırmalara göre akciğer kanseri oluşturma riski açısından radon, sigaradan sonra ikinci sırada yer almaktadır [100].

Aşağıda Şekil 3.9'da solunum yoluyla alınan radon gazının teneffüsü gösterilmektedir.



**Şekil 3.9:** Radonun solunum yolu ile alınışı [100].

#### **3.8.4.1 Solunum Yoluyla Alınan Radon Gazının Teneffüsü**

Radonda maruziyet süresi ve maruz kalınan radon seviyesi arttıkça risk artar. Sigara içenlerde radona bağlı akciğer kanseri riski sigara içmeyenlere göre daha fazladır. Çocuklar ve yaşlılar yetişkinlere oranla radona karşı daha hassastır. Jeolojik olarak uranyum bulunan arazilerde yapılan evlerde radona maruziyet uranyum miktarı az olan bölgelere göre daha fazladır. Evlerin birinci ve zemin katlarında radon miktarı fazladır [100].

## 4. OKUL SAĞLIĞI

### 4.1 Okulların Fiziksel Çevresi Ve Okul Çevre Sağlığı Uygulamaları

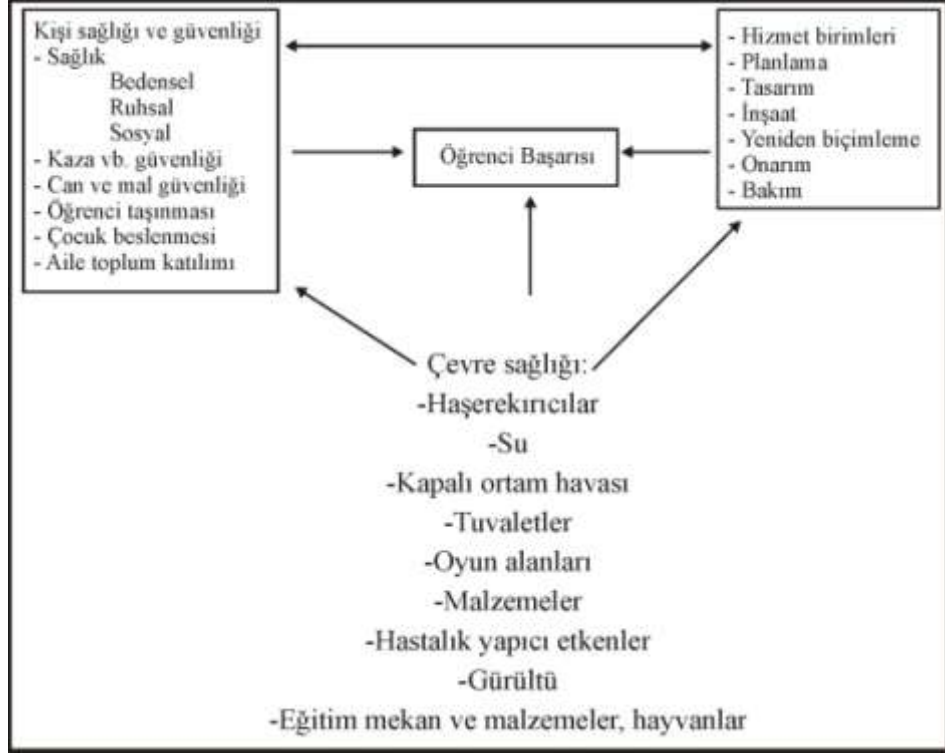
Okul sağlığı hizmetleri okulda okuyan öğrencilerin, öğretmenlerin ve diğer çalışanların sağlık durumlarının değerlendirilmesi, korunması ve geliştirilmesi, okul çevre sağlığı hizmetleri ve sağlık eğitimi hizmetlerini kapsamaktadır. Okulda okuyan öğrencilerin, öğretmenlerin ve diğer çalışanların sağlık durumlarının değerlendirilmesi, korunması ve geliştirilmesi çalışmalarında aşağıdaki hususların önemi büyüktür.

Okula kabul muayenesi, düzenli aralıklarla fizik muayeneler, görme, işitme, diş sağlığı vb. taramaları, büyüme ve gelişmenin değerlendirilmesi, bulaşıcı hastalıklarla savaş ve bağışıklıklarına, ilkyardım, ruh sağlığı hizmetleri, beden eğitimi çalışmalarını kapsamaktadır [79].

Fiziksel okul çevresinin çocukların sağlığı üzerinde güçlü bir etkisi vardır. Bu etki, çevrenin çocuk sağlığı üzerindeki temel belirleyicilerden biri olması, çocukların fiziksel ve biyolojik tehlikelere daha duyarlı olmaları ve erişkinlerden farklı davranış şekilleri nedeniyle bazı tehlikelerle daha fazla karşılaşmaları nedeniyle daha belirgin olmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda çocuklar zamanlarının ortalama üçte ikisini başka bir deyişle bir yılın dokuz ayını okul çevrelerinde geçirmektedir. Okullarda karşılaşılabilecek potansiyel riskler arasında güvensiz su ve sanitasyon, kapalı ve dış ortam hava kirliliği, asbest, kurşun, arsenik, organik çözücüler vb. ile etkilenim, sıtma gibi vektörlerle bulaşan hastalıklar, güvensiz binalar ve ultraviyole sayılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) "Sağlığı Geliştiren Okul" kavramını "Sağlıklı yaşama, öğrenme ve çalışma ortamı oluşturma kapasitesini sürekli güçlendiren okul" olarak tanımlamaktadır. Amerikan Pediatri Akademisi (American Academy of Pediatrics, AAP) ise "sağlıklı okul çevresi" ni "öğrencileri ve çalışanları akut yaralanma ya da hastalıktan koruyan ve gelecekte

hastalık ya da sakatlığa neden olabilecek bilinen risk faktörlerine karşı önleme aktiviteleri ve tutumları geliştiren okul" olarak yapmaktadır. Okulun fiziksel çevresi "Sağlığı Geliştiren Okullar" inisiyatifinin önemli bir bileşenidir. Okullarda çevresel riskler ve fırsatlar dünya genelinde değişiklik göstermekte ve bireylerin, toplumların, okul yöneticilerinin ve devletlerin çocukların çevresel tehlikelerden etkilenimlerini azaltmak üzere çaba göstermesi gerekmektedir. Bu çabalar içinde okul ortamındaki risklerin belirlenmesi ve bu risklere ait bilgilerin ilgililerle paylaşımı da yer almalıdır. Güvenli ve yeterli su, sanitasyon ve barınak sağlama, sağlıklı fiziksel öğrenme çevresinin temel gereklilikleridir. Bunun kadar önemli olan diğer etkenler ise çocuğun sağlığını tehdit edebilecek olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal risklerdir. Fiziksel okul çevresi; okul binası ve tüm bileşenleri, altyapı durumu, kullanılan eşyalar-mobilyalar, kimyasal ve biyolojik ajanların bulunma ve kullanılması, okulun yeri, okul çevresindeki hava ve su özellikleri, çocuğun okul çevresinde karşılaşabileceği bazı maddeler ve durumlardan (çevrede yapılan ziraat, yollar, trafik ve diğer tehlikeler) oluşmaktadır. Tüm dünyada suyla bulaşan enfeksiyon hastalıkları ile kötü bina ve bina bakım şartları nedeniyle oluşan fiziksel zararlar, çocukların ve okul personelinin okulda karşı karşıya kaldıkları riskler arasında sayılmaktadır [79].

Okul, okul sağlığı, çevre sağlığı ve öğrenci başarısı arasındaki ilişki aşağıda Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1:** Okul, okul sağlığı, çevre sağlığı ve öğrenci başarısı arasındaki ilişki.

Okul çevre sağlığı uygulamaları, okul binasının yeri, bina, malzeme ve yapım özellikleri, altyapı özellikleri, tesisat güvenliği, kapalı ortam hava kalitesi, tuvalet ve lavabolar, oyun alanları, su güvenliği, ısıtma ve aydınlatma, servis hijyeni, biyolojik ve jeofizik kimyasal kirliliğin önlenmesi konularını kapsamaktadır. Türkiye'de bulaşıcı ve salgın hastalıklar açısından okul binaları ve sağlık koşulları Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'na göre Sağlık Bakanlığı'nın denetimi altında bulunmaktadır. Ayrıca Belediye ve Büyükşehir Belediye Kanunları'na göre belediyeler okul sağlığı ile ilgili önlemleri almakla görevlidir. Türkiye'de 1996 yılında Türk standartları enstitüsü çevre hazırlık grubu tarafından TS 12014 okul çevre sağlığı standardı (OÇSS) kabul edilerek uygulamaya konulmuştur. Ayrıca 2000 yılında yayınlanan TS 9518 kodlu standart ile İlköğretim Okulları'nın fiziki yerleşimi hakkında genel kuralları tanımlanmıştır. Ancak Türkiye'de yapılan ve okulların fiziksel özelliklerini çevre sağlığı açısından değerlendiren çalışmalarda, standartlara uymayan özellikler ve uygun olmayan çevre sağlığı uygulamaları saptanmaktadır. Okul çevre sağlığı uygulamaları oldukça önemlidir. Bu önem öğrencilerin yılın çok büyük bir kısmını okulda geçirdikleri göz önüne alındığında daha da artmaktadır. Biyolojik, fiziksel ve kimyasal kirlilikler öğrencileri toplu olarak etkiler ve ileriki yaşamlarını da etkileyebilecek etkilenimlere neden olur. Okullarda bilgisayar, projektör gibi yeni



teknoloji kullanımı özel fiziksel ve ergonomik kurallara uyulmadığında öğrenci sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir [79].

#### **4.2 Okullarda Kapalı Ortam Hava Kirliliği, Kirleticileri Ve Etkileri**

Okullarda Kapalı Ortam Hava Kalitesi'ne bağlı sorunlar; bina malzemesi ve mobilyalardan yayılan kimyasallar, yanlış ısıtma yöntemleri ve yetersiz havalandırma olarak bildirilmektedir. Bildirilen riskler arasında ise küf, toksik mantarlar, pestisitler, temizlik maddeleri, fotokopi makineleri ve yazıcılardan yayılan ya da mobilyalardan salınan Uçucu Organik Bileşikler (UOB), radon gazı, okul binalarına giren dış ortam kirleticileri, asbest, kurşun vb. maddeler sayılabilir. Rutubet problemleri de okullarda sık görülmektedir.

Sınıflarda hava kirletici kaynakları ve bazı kirleticiler şunlardır. Dış ortamdaki emisyonlar (okul otobüslerinden dizel egzoz dumanı), halılar (örn. Formaldehit), sigara dumanı, ticari ürünler (boyalar, temizlik maddeleri, pestisitler ve koku verici maddeler), ekipman ve sarf malzemesinden yayılan buharlar (örn. laboratuvar kimyasalları, eliş malzemesi, kopyalama ve basım makineleri, tahta kalemleri), radon gazı, CO, CO<sub>2</sub>, kurşun, hayvanlar ve böcekler, küf ve mantarlar, İnsan kaynaklı bakteri, virüs vb.'dir.

Okullarda kullanılan başlıca kimyasal maddelerin içerisinde bulunan tehlikeli maddeler aşağıda Tablo 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** Okullarda bulunabilen bazı tehlikeli maddeler [79].

Ürün İsmi	Tehlikeli Kimyasal Maddeler İçinde Bulunabilecek Maddeler
Dezenfektanlar	Krezol, fenol, heksaklorofen
Ağartıcılar	Sodyum hipoklorür, kireç kaymağı
Cam temizleyici sıvılar	Amonyak
Halı temizleyicileri	Amonyak, terebentin, naftalin; 1,1,1- trikloretan
Fırın temizleyicileri, tıkanıklık açıcılar	Potasyum hidroksit, sodyum hidroksit
Boya ve cila çözücüleri	Trebentin, ksilen, toluen, metil alkol, metilen klorür, aseton
Haşerekiriciler (böcek ve zararlı sayılan otları öldüren kimyasallar)	Malathion, dichlorvos, karbaril, metoksiklor
Gazlı fırın pilot lambası	Azot oksitler
Sobalar	Karbon monoksit
Buzdolabı ve iklim koşullandırma araçlarından sızan gazlar	Freon
Eskimiş sunta malzemeler	Formaldehit
Hurda çatı yalıtım malzemeleri	Asbest
Aküler	Yakıcı asitler
Piller	Nikel, gümüş, cıva, kurşun, lityum ve çinko gibi değişik metaller

Öğrenciler, okula devam ettikleri yaşlarda, çevresel etkilenimlere karşı erişkinlerden daha duyarlıdırlar. Kapalı ortam hava kirliliği hem öğrenciler hem de okulda çalışan personelin kısa ve uzun vadeli sağlık problemleriyle karşılaşma riskini artırmakta, öğretmenlerin verimliliğini azaltmakta ve öğrencilerin öğrenme ortamlarını ve rahatını olumsuz etkilemektedir. Okulda zamanın çoğu kapalı ortamlarda geçmektedir. Bazen kapalı alanlarda solunan hava dış ortam havasından daha kirli olmaktadır. Kapalı ortam hava kirliliği, astım, alerji, enfeksiyöz ve solunum sistemi hastalıklarının görülme sıklığını artırmakta ve öğrencilerin konsantrasyon, problem çözme becerisi ve hafıza gibi özelliklerini etkileyerek okul başarılarının düşmesine neden olmaktadır. Kapalı ortam hava kalitesi ile ilgili faktörler bu etkilerini rahatsızlık yoluyla ya da termal, görsel, duysal ya da koku etkileriyle göstermektedir. Yetersiz havalandırmanın, kapalı ortam hava kirliliğine neden olarak okul başarısını düşürdüğü de bildirilmektedir. "Hasta Bina Sendromu

(HBS)" okul çocuklarında da sıklıkla bildirilmektedir. Başağrısı, sinir sistemi etkileri, solunum problemleri görülmekte ve başarının ve performansın düşmesine neden olabilmektedir. HBS okullarda UOB, küfler ve mikrobiyal alerjenlerle ilişkilendirilmektedir. Okullarda kapalı ortam hava kalitesi ile ilgili problemler sıklıkla başağrısı, yorgunluk, nefes darlığı, öksürük, hapşırık, göz ve burunda rahatsızlık ve başdönmesi gibi yakınmalardır. Solunum sistemi enfeksiyonları çocuklarda en sık görülen hastalıktır ve pnömoni tüm dünyada birincil 5 yaş altı çocuk ölüm nedenidir. Kapalı ve dış ortam hava kirliliği küresel hastalık yükünün % 60'ını oluşturan solunum sistemi enfeksiyonlarının nedenlerindedir. Çocuklarda astım ve kronik bronşit sıklığı giderek artmaktadır. Uzmanlar genetik duyarlılığın yanı sıra kapalı ve dış ortam hava kirliliğinin astım insidansı ve şiddetindeki artışta önemli olduğunu bildirmektedir. Astım ilk ve orta öğrenimde okul devamsızlıklarının %20'sinden sorumlu tutulmaktadır. Alerjik astım nedenleri arasında küfler ve maya sporları, polenler, akarlar, kedi tüyü vs., hamamböceği, bazı ilaçlar ve bazı gıdalar sayılmaktadır. Bunların büyük bir bölümü okul çevrelerinde bulunabilecek risk faktörleridir. Aynı zamanda pestisitler, UV radyasyon, metaller, boyalar, çözücüler, çevresel sigara dumanı ve radon ile çocukluk dönemi kanserleri arasındaki ilişkiye dair kanıtlar vardır. Çocukların toplam etkilenimlerinin değerlendirilebilmesi için kapalı ve dış ortam hava kirletici konsantrasyonlarının bilinmesi gereklidir [79].

Sınıflarda kapalı ortam hava kalitesinin araştırılması, kirletici düzeylerinin ve çeşitlerinin saptanmasına ve solunan havanın kalitesinin iyileştirilmesi için düzeltici önlemlerin alınmasına yardımcı olacaktır. Okullarda ivedilikle alınması gereken önlemler arasında varsa rutubet probleminin çözülmesi, yeterli havalandırmanın sağlanması ve formaldehit, NO<sub>2</sub> gibi kimyasal, küf, mantar, bakteri, virüs gibi mikrobiyolojik kirletici düzeylerinin azaltılması sayılmaktadır.

Okullarda kapalı ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi için bir takım önerilerde bulunmaktadır. Bunlar;

1. Kapı ve pencerelerin açılması, ancak dış ortamda emisyonların yüksek olduğu saatlerde havalandırmadan kaçınılması,
2. Okullarda kapalı ve açık ortamlarda sigara içilmesine izin verilmemesi,

3. Çatıların, pervazların, ıslak alanların, su ısıtıcılarının dzenli olarak kontrol edilmesi, iklimlendiricilerin temizlenmesi,
4. Halı kullanımının sınırlandırılması,
5. Su bazlı boyalar kullanılması, ahşap ürünlerin tercih edilmesi,
6. Koku verici maddelerin ve temizlik maddelerinin kullanımının en aza indirilmesi, bu ürünlerin kullanımı sırasında etkin havalandırma sağlanması,
7. Boyama, zemin bakımı, tadilat gibi çalışmaların pencerelerin açık tutulabileceği mevsimlerde ve tercihen okulun tatil olduğu yaz mevsiminde yapılması.
8. Boyama, çözücü ya da güçlü temizlik maddelerinin kullanımı sırasında yeterli havalandırmanın sağlanması,
9. Temizlik maddeleri, pestisitler ve çözücülerin hava almayan kaplarda, çocuklar tarafından açılmayacak şekilde ve ulaşılamayacak yerlerde saklanması,
10. Nem problemlerine engel olunması,
11. Toksik olmayan elişi malzemesinin tercih edilmesi,
12. Dizel yakıtlı okul servislerinin okul çevresinde gereksiz dolaşımının engellenmesi,
13. Hava girişlerinin park alanları ve egzoz çıkışlarının yakınında olmamasının sağlanması olarak sıralanmaktadır [79].

#### **4.2.1 Okullarda Sıcaklık Ve Nem'in Etkileri**

Bina malzemeleri, mobilyalar, kullanılan araç-gereç ve insan aktiviteleri kapalı ortam kirleticilerinin artmasına neden olmaktadır. Yetersiz havalandırma, sıcaklık ve nem, kirleticilerin yüksek düzeylere ulaşmasına katkıda bulunur. Sıcaklık ve rölatif nem, kapalı ortamdaki alerjen düzeylerini etkilemesinin yanında termal konforu da düşürerek okul başarısını da etkilemektedir. Okullar için en uygun ısıtma sistemi merkezi ısıtmadır. Aşırı sıcak dikkati azaltmaktadır. Bu nedenle de 19-20°C düzeyinde bir sıcaklık önerilmektedir. Bu sıcaklığa ders başlangıcında sınıf sıcaklığının 17-18°C olduğunda kısa bir sürede ulaşılabilir. Sınıfın yalıtımının iyi olması, sıcaklığın 17°C'nin altına düşmemesi ve 20°C'nin üzerine çıkmaması önerilmektedir. TS 10492'ye göre, sıcaklık kışın ortalama 20-22°C, yazın ise 15°C ve üzerinde tutulmalıdır. Rölatif ya da havadaki su miktarının doyma noktasına göre

yüzdesi olarak ölçülen nem, genelde kapalı ortam kirleticisi olarak kabul edilmemekte ve sağlık problemleri ile ilişkilendirilmemektedir. Ancak, kapalı ortamlardaki rölatif nemin (normal kapalı ortam sıcaklık değerleri 19-27°C arasında olduğunda) insan sağlığı ve rahatı üzerine doğrudan ya da dolaylı etkileri olabilmektedir. Nemin insan sağlığına olan doğrudan etkileri fizyolojik mekanizmalar üzerinden, dolaylı etkisi ise patojenik organizmalar ya da kimyasallar üzerinden olmaktadır. Hem düşük hem de yüksek rölatif nem, sıcaklık algılamasını etkilediğinden fiziksel rahatsızlığa neden olabilmektedir. Çok düşük rölatif nem düzeyi (< %20) gözlerde rahatsızlık hissine neden olabilmektedir. Orta-yüksek nem düzeyinin ise astım şiddetini azalttığı bildirilmektedir. Burun mukozasının kuruluğu ve buna bağlı yakınmaların önlenmesi için de rölatif nemin %30-40'ın üzerinde tutulması gerektiği bildirilmektedir. Öte yandan, yüksek rölatif nem düzeyi yüksek sıcaklıklarla birleştiğinde rahatsızlık hissi, sıcak çarpması hatta ölümle sonuçlanabilir. Nemin dolaylı etkisi halk sağlığı açısından önemlidir. Yüksek rölatif nem düzeyinin özellikle alerjik ve enfeksiyöz solunum sistemi hastalıkları ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Bu etki; mantar, parazit, akar, bakteri veya virüs gibi enfeksiyöz ve alerjen organizmaların artışı ve yaşam sürelerinin uzaması ile ortaya çıkmaktadır. Havalandırması iyi ortamlarda yüksek rölatif nemin enfeksiyon hastalıklarına etkisinin saptanmadığı bildirilmektedir. Akarlar ve mantarlar kapalı ortamda rölatif nem artışıyla orantısal olarak artmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklık ve rölatif nem, bina malzemelerinden ve diğer yüzeylerden tehlikeli kimyasalların yayılımını da artırmaktadır. Kapalı ortamdaki pek çok kimyasal, su buharı ile birleşerek solunum sistemi ve deri için iritan maddeler oluşturmaktadır. Kimyasal kirleticilerin neden olduğu etkiler muhtemelen biyolojik kirleticilerin neden olduğu etkiden daha az düzeydedir ancak kimyasal etkileşimle özellikle formaldehit içeren maddelerin bulunduğu ortamlarda daha belirgin olabilmektedir.

Amerikan ısıtma, soğutma ve iklimlendirme mühendisleri birliği (The American Society for Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers, ASHRAE) 'nin rehberlerine göre (ASHRAE Standard 55-1992), sıcaklık ve nem aralıklarının kişilerin %90 ve üzerinin rahat buldukları düzeyde tutulmasını önermektedir. ASHRAE tarafından önerilen sıcaklık değerleri yaz-kış arasında değişiklik göstermekle birlikte rölatif nemin %30-60 arasında tutulması önerilmektedir. Yazın kabul edilebilir sıcaklık sınırları 23,3-26,6°C (%30 rölatif nem

için), kışın ise 20,6-24,4° C (%60 rölatif nem için) olarak bildirilmektedir. Yüzde 30'un altındaki rölatif nem; göz, deri, müköz membranlarda kurumaya neden olduğundan, %60'ın üzerinde ise patojenik veya alerjenik mikroorganizmaların çoğalmasını artırdığından önerilmemektedir [79].

Mekanik bir sistemle havalandırmanın artırılması ve düşük emisyonlu mobilyaların tercih edilmesi, okullarda kapalı ortam hava kalitesini iyileştirecektir. Okullarda kapalı ortam kirliliğinin azaltılmasında birincil önlem, yeterli havalandırmanın sağlanmasıdır ve okul binalarının tasarımı ya da bakımı sırasında bu durum mutlaka dikkate alınmalıdır [79].

## **5. MATERYAL VE YÖNTEMLER**

### **5.1 Materyaller**

Bu çalışmada, Türkiye de Antalya ilinde bulunan Akdeniz Üniversitesinde Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu derslikleriyle (atölye, laboratuvar, sınıf), Antalya ilinde yeni yapılan hafif raylı metro (Antray) ve Antalya Büyükşehir belediyesine ait, şehir içi otobüslerinde iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler öğretimin devam ettiği Ekim, Kasım, Aralık 2010, Ocak, Şubat Mart 2011 dönemi, Ekim, Kasım, Aralık 2011 dönemi ile Ocak Şubat, Mart 2012 yıllarını kapsayacak şekilde (toplamda 12 ay) haftada iki kez olmak üzere özellikle havaların soğuk olduğu günlerde periyodik olarak sabah 07:00-09:30 arası, öğle 11:00-14:00 arası, akşam 18:00-20:00 arası saatleri arasında ölçümler yapılmıştır. Ölçüm parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), toz partikül madde (PM), radon, formaldehit ve toluen maddeleri ele alınmıştır.

#### **5.1.1 Ölçümü Yapılan Deney Yerleri**

Deneyisel çalışmalar Antalya ilinde bulunan Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu derslik, laboratuvar ve atölyede, aynı şekilde Antalya ilinde yeni yapılan hafif raylı metro sistemi ile Antalya Büyükşehir belediyesine ait, şehir içi otobüslerde deneyisel ölçümler yapılmıştır. Aşağıda Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu derslik, laboratuvar ve atölye ile Antalya da hafif raylı metro sistemi (ANTRAY) ile Antalya Büyükşehir belediyesine ait, şehir içi otobüsünde yapılan deneyisel çalışma yerlerinin resimleri aşağıda Şekil 5.1’de verilmiştir.

İç hava kalitesi deneyisel ölçümlerin yapıldığı Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu’na ait sınıf, laboratuvar ve atölyelerin bulunduğu yer, yerleşim merkezi içerisinde bulunan kampüs alanı içerisinde yer almaktadır. Kampüs alanının

dört tarafında yerleşim yerleri bulunmakta olup aynı zamanda dört tarafında kampüs alanının karayolu bulunmaktadır. Anayol konumundaki karayollarında trafik yoğunluğu orta düzeydedir. Kampüs alanı 30 yıldır kullanılmaktadır. Kampüs alanı içerisinde çeşitli enstitüler, fakülte ve yüksekokullar bulunmaktadır. Kampüs alanı içerisine sadece ulaşım araçları gelmekte olup kampüs dışına göre ulaşım araçları daha azdır.

Deneysel ölçüm yapılan atölye de merkezi ısıtma/soğutma sistemi bulunmamakta olup 24.000 BTU bir adet klima bulunmaktadır. Havalandırma için herhangi, bir sistem bulunmamaktadır. Penceler alüminyum doğrama olup üst kısımlarında vasistas pencereler bulunmaktadır. Zemin karo mozaiktir. Bir adet beyaz tahta bulunmaktadır. Atölye toplam alanı 40 m<sup>2</sup> olup 40 kişiliktir.



a) Ölçümü yapılan atölyenin görünümü      b) Ölçümü yapılan laboratuvar görünümü



**Şekil 5.1:** Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda ölçüm yapılan yerlerin genel görünümleri



Deneysel ölçüm yapılan laboratuarda merkezi bir klima sistemi bulunmamakta olup 24.000 BTU'luk bir adet klima bulunmaktadır. Havalandırma için bir havalandırma (aspirasyon) sistemi bulunmaktadır. Ancak günlük olarak çalıştırılmamaktadır. Pencere ve kapı alüminyum doğrama olup üst kısımlarında vasistas pencereler bulunmaktadır. Zemin karo mozaiktir. Laboratuvarların bulunduğu bina, ana binadan ayrı yapılmıştır. Laboratuarda beyaz mürekkepli tahta kullanılmaktadır. Laboratuvar toplam alanı 65 m<sup>2</sup> olup, 50 kişiliktir.

Deneysel ölçüm yapılan sınıfta merkezi bir klima sistemi bulunmamakta olup 18.000 BTU bir adet klima bulunmaktadır. Havalandırma sistemi bulunmaktadır. Ancak Pencere alüminyum doğrama, kapı ahşap doğramadan yapılmıştır. Zemin karo mozaiktir. Sınıfların bulunduğu bina, ana bina olarak tarif edilmektedir. Sıralar ahşaptır. Laboratuarda mürekkepli yazılabilen bir adet beyaz tahta kullanılmaktadır. Sınıfın toplam alanı 55 m<sup>2</sup> olup, 40 kişiliktir.

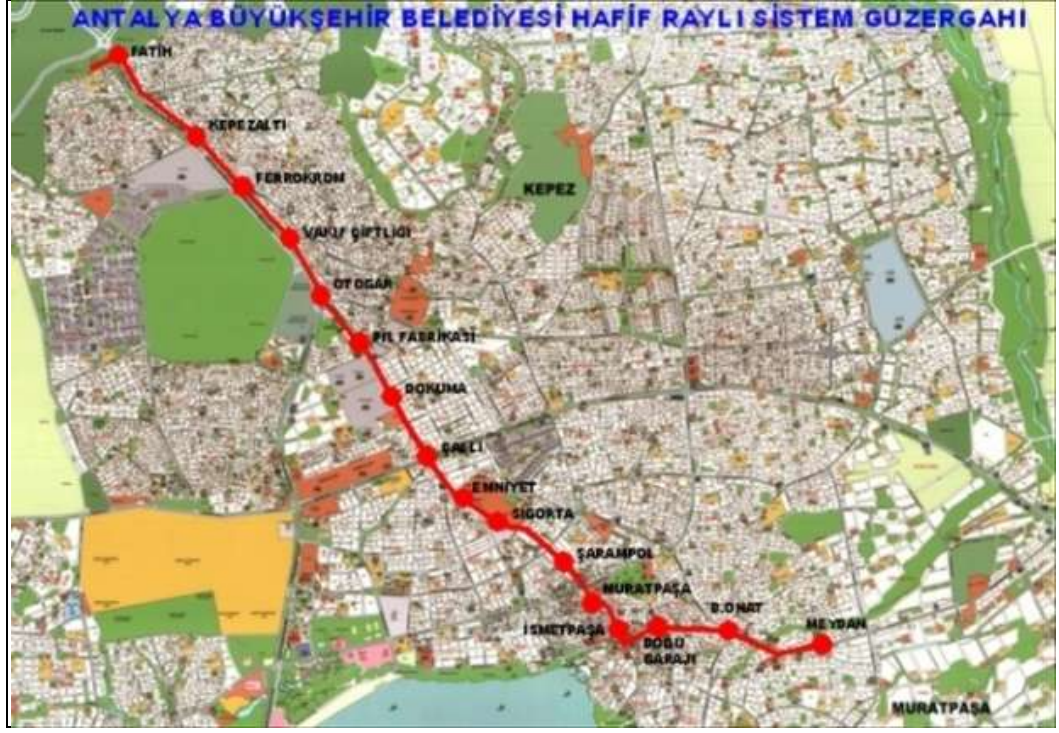
Antalya ilinde Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından yeni alınan BMC marka 12 metre boyunda, 98 kişi kapasiteli, toplam alanı yaklaşık 25 m<sup>2</sup>'dir. Euro dizel 4 yakıt kalitesinde yakıt kullanılmakta, çevre karbondioksit emisyonuna etki yapmayan otobüslerde 40 bin btu'luk klimaya sahip araçlardır. Antalya büyükşehir belediyesine ait İç hava kalitesi ölçümü için BMC tipli otobüs ile gidiş dönüş mesafesi 60 dakika süren yolculuk yapılmıştır. Antalya Büyükşehir belediyesine ait otobüs güzergahı sırasıyla Gürsu aktarma merkezi, Atatürk bulvarı 1.cadde, 2.cadde liman kavşağı, Akdeniz bulvarı, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı 24. cadde, Uncalı caddesi, Hürriyet caddesi, Dumlupınar bulvarı yan yol, Antalya spor kavşağı, Dumlupınar bulvarı yan yol, Meltem bulvarı defterdarlık durağı, Yıldız caddesi son durağı olup toplam 12 adet durak bulunmaktadır. Güzergah toplamı 10 km'lik bir mesafedir. İç hava kalitesi ölçümlerin yapıldığı otobüse ait genel bir görünüm aşağıda Şekil 5.2'de verilmiştir.



**Şekil 5.2:** Antalya Büyükşehir Belediyesi BMC markalı halk otobüsü görünümü.

Diğer bir İç hava kalitesi ölçümlerinin yapıldığı yer Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro sistemidir. Hafif raylı metro sisteminin güzergahı; Antalya İl girişi Kepezaltı mevkiinden, şehir merkezi-meydan olmak üzere yaklaşık 11.1 km'dir. Hafif raylı sistemde 14 araç faaliyette olup çalışmaktadır. Antalya hafif raylı metro sisteminde güzergahta 16 adet durak yer almaktadır. Metro sisteminin bir vagon alanı yaklaşık 90 m<sup>2</sup> dir. Kepez tarafından sırasıyla; Fatih, Kepezaltı, Ferrokrom, Vakıf Çiftliği, Otogar, Pil Fabrikası, Dokuma, Çallı, Emniyet, Sigorta, Şarampol, Muratpaşa, İsmetpaşa, Doğu Garajı, B.Onat, Meydan durakları mevcuttur.

Aşağıda hafif raylı metro sisteminin güzergah durakları Şekil 5.3' de verilmiştir. Hafif raylı metro sisteminin güzergahındaki 11,1 km mesafeyi gidip ve gelmesi süresi yaklaşık olarak 1 saat'dir. Güzergâhta iki yer altı istasyon bulunmakta olup bunlar sırasıyla otogar ve Çallı istasyon duraklarıdır. Hafif metro sistemi bu iki durak dışında yer üstünden gitmektedir.



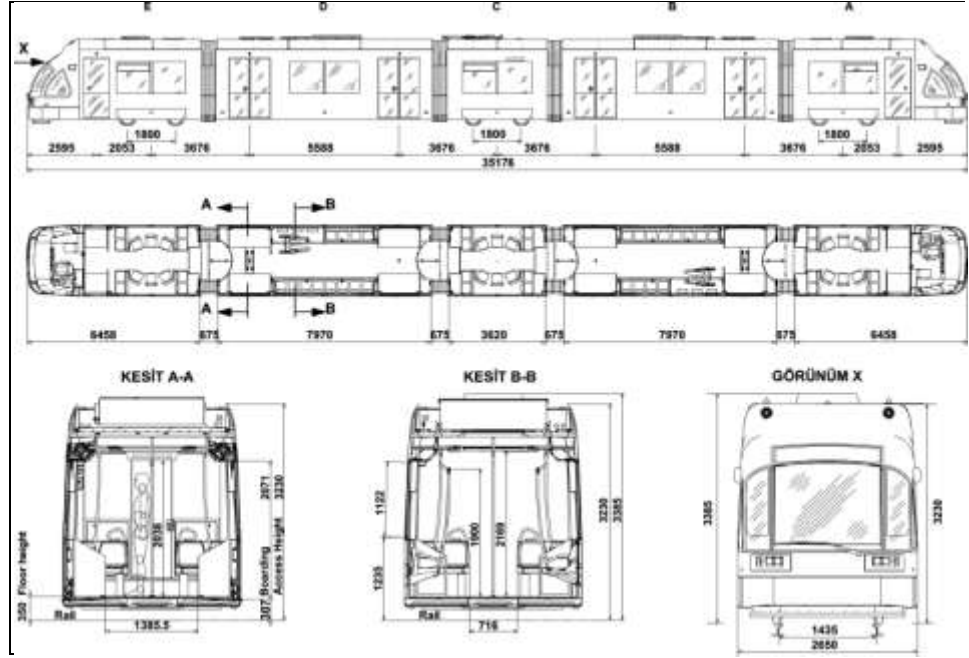
**Şekil 5.3:** Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (antray) sistem güzergahı.

Antalya Büyükşehir Belediyesine ait iç hava kalitesi ölçümü yapılan hafif raylı metro (antray) sistemine ait araçlar aşağıda Şekil 5.4’de görünümü verilmiştir.



**Şekil 5.4:** Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (Antray) sisteminin görünümü.

Aşağıda hafif raylı metro sisteminin autocad ölçü uzunlukları çizimi ile ısıtma ve soğutma güçleri aşağıda Şekil 5.5’de verilmiştir.



**Şekil 5.5:** Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (Antray) sisteminin Autocad çizimi.

### 5.1.1.1 Hafif Raylı Metro Sistemi Yolcu Bölümü Klima Teknik Özellikleri

Aşağıda Tablo 5.1’de hafif raylı metro sisteminin klima sisteminin teknik özellikleri verilmiştir.

**Tablo 5.1:** Hafif raylı metro sisteminin klima sisteminin teknik özellikleri.

Teknik İsmi	Değerler
Model	Isıtma / havalandırma / klima
Tür	Kompakt, çatıya monte
Yükseklik	460 mm
Genişlik	1.700 mm
Uzunluk	3.000 mm
Ağırlık	670 Kg ± %10
<b>Soğutma Gücü</b>	
60 Hz, 50 Hz	39.000 W, 33.000 W
Isıtma Gücü	16.500 W
Geri gelen hava hacmi	2.600 m <sup>3</sup> /sa ± %10
Dış hava hacmi	1.200 m <sup>3</sup> /sa ± %10
Kullanılan hava hacmi	3.800 m <sup>3</sup> /sa ± %10
Soğutucu gaz tipi	R-407c (devre başına 6 Kg ± %15)

### 5.1.1.2 Sürücü Kabini (Vatman) Kliması Teknik Özellikleri

Aşağıda hafif raylı metro sistemi sürücü kabini (vatman) klimasına ait teknik özellikler Tablo 5.2’de verilmiştir.

**Tablo 5.2:** Hafif raylı metro sistemi sürücü kabini (vatman) kliması teknik özellikleri.

Model	Isıtma / Dahili Hava Dolaşımı / Havalandırma
Tür	Kompakt, tavana monte
Yükseklik	400 mm
En	1.000 mm
Uzunluk	1.300 mm
Ağırlık	165 kg+5%
Soğutma Yüğü	4,7 kW ± 5% (yoğunlaşma = 40 °C)
Isıtma Yüğü	4 kW ± 5%
Dönüş hava debisi	790 m <sup>3</sup> /h ± 10%
Dış hava debisi	30 m <sup>3</sup> /h ± 10%
İşlenmiş hava debisi	820 m <sup>3</sup> /h ± 10%
Soğutucu tipi	R-407C (1,5 Kg ± 10%)

Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro (Antray) sisteminde iç hava kalitesi ölçümlerinin yapıldığı sırada çekilmiş fotoğraf görüntüleri aşağıda Şekil 5.6’da verilmiştir.



a) Hafif raylı metronun iç kısım görüntüsü b) Hafif raylı metro içi ön kısım ölçümü



b) Hafif raylı metro içi orta kısım ölçümü c) Hafif raylı metro içi arka kısım ölçümü

**Şekil 5.6:** Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro sistemi ölçüm görünüşleri.

## 5.1.2 Deneyler Sırasında Yapılan Ölçümler

### 5.1.2.1 İç Hava Kalitesi Ölçümleri

DeneySEL ölçümlerde yapılan cihazların teknik özellikleri aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

#### 5.1.2.1.1 Karbondioksit Ölçüm Cihazı

Tez konusu çalışma için kapalı ortamlardaki CO<sub>2</sub> ölçümleri için Akdeniz Üniversitesi Hastanesi'ne ait Testo 535 markalı CO<sub>2</sub> Analizörü ölçümü cihazı kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 5.7'de testo 535 markalı cihazın görünümü verilmiştir.



**Şekil 5.7:** Testo 535 model CO<sub>2</sub> Analizörü ölçüm cihazı görünümü.

Testo 535 model CO<sub>2</sub> Analizörü ölçüm cihazı teknik özellikleri incelendiğinde, Maksimum ve ortalama hesaplama ile uzun süreli izleme yapabilme özelliğine sahiptir. Cihazın kalibrasyonun tekrarlanması gerekmemektedir. Uzun süre dayanıklı 2 kanallı infrared sensörden oluşmuştur. CO<sub>2</sub> Analizörü prop tipi NiCr-Ni sensörlerden meydana gelmektedir. Çalışmada kullanılan CO<sub>2</sub> ölçüm analizörü cihazı, 0...+9999 ppm aralığında CO<sub>2</sub> ölçümü yapabilmektedir. Analizör cihazı  $\pm(50 \text{ ppm CO}_2 \pm 2\% \text{ ölç.değ.})$ ,  $(0 \dots +5000 \text{ ppm CO}_2) \pm (100 \text{ ppm CO}_2 \pm 3\% \text{ ölç.değ.})$   $(+5001 \dots +9999 \text{ ppm CO}_2)$  hassasiyet aralığındadır. Analizörü cihazının çözünürlük değeri 1 ppm'dir. Cihazın saklama sıcaklığı  $-20^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$  olup çalışma sıcaklığı  $0^{\circ}\text{C}$  ila  $+50^{\circ}\text{C}$  arasındadır. CO<sub>2</sub> analizör cihazı 9V blok batarya ile 6 saat aralıksız kullanılabilir. CO<sub>2</sub> analizör cihazının boyutları 190x57x42 mm ölçülerindedir.

#### **5.1.2.1.2 Karbondioksit'in Ölçüm Şekli**

Deneysel çalışmada iç hava kalitesi ölçümlerinde; atölye, sınıf ve laboratuvarların içerisinde iki ayrı noktada, soluma yüksekliğinde elle taşınır Testo 535 model CO<sub>2</sub> ölçüm cihazı ile CO<sub>2</sub> miktarı ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerde cihaz açıldıktan sonra cihaza bağlı prob elle ortamda tutularak karbondioksit modunda 3-4 sn içerisinde kendisi otomatik olarak okuma yapmaktadır. Karbondioksit okumalarında karbondioksit değerinin minimum, maksimum ve ortalama değerlerini cihaz otomatik olarak vermektedir. Karbondioksit cihazının kendisi aynı zamanda hafızaya bilgileri anında depolamakta olduğu gibi anında uzaktan algılamalı yazıcısı ile ölçüm sonuçlarının çıktılarını da almıştır. Aynı şekilde hafif raylı metro sistemi ve otobüste de yapılan ölçümler de bulunan mahalin orta kısmı ile pencere

kenarında karbondioksit ölçümleri yapılmıştır. Dış hava karbondioksit miktarı aynı şekilde Testo 535 model CO<sub>2</sub> ölçüm cihazı ile bina dışı ile metro ve otobüs dışarısında açık havada da ölçümler yapılmıştır.

#### 5.1.2.1.3 Karbondioksit'in Değerlendirme Şekli

Karbondioksit ölçümünün değerlendirilmesinde, Karbondioksit ölçüm miktarlarının mahal içerisinde orta noktadan alınan ölçüm değeri ile pencere kenarından alınan ölçüm değerleri diğer iç hava parametreleri ile ilişkileri ele alınmıştır. Karbondioksit değerleri ayrıca standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Diğer taraftan karbondioksit ölçüm değerleri, istatistiksel bilgisayar programı olan SPSS'de korelasyon ve önem seviyeleri hesaplanmıştır. Bilgisayar programı tarafından ayrıca elde edilen grafikler, diğer iç hava kalitesi parametreleri ile aralarındaki ilişkiler ayrıca yorumlanmıştır.

#### 5.1.2.1.4 Toz Partikül Ölçüm Cihazları

Tez çalışmasında kapalı ortam ölçümlerinde, Akdeniz Üniversitesi Hastanesinde mevcut bulunan Biotest APC plus tip toz partikül ölçüm cihazı ile Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümüne ait Fluke 983 tipli partikül ölçüm cihazı tez çalışmasında ortak bir şekilde kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 5.8'de cihaza ait fotoğraflar görünümü verilmiştir.

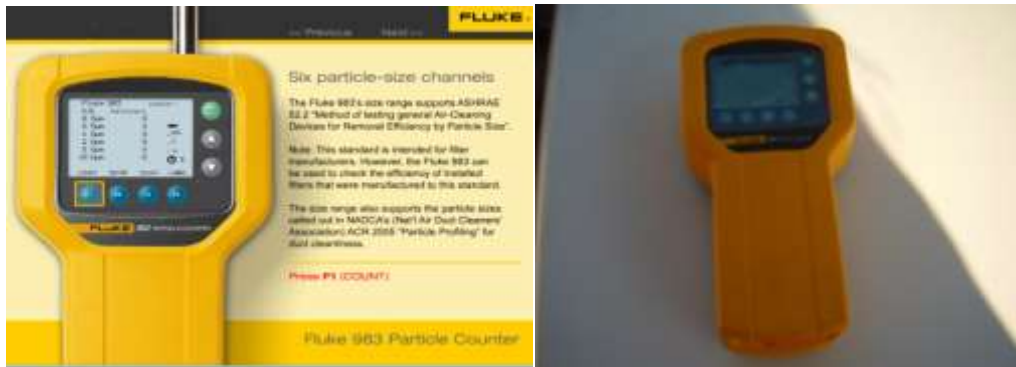


**Şekil 5.8:** Apc plus biotest airborne particle counter 942300 model B0504-1771 tipli biotest partikül sayım cihazı.



Tez çalışmasında kullanılan Biotest APC, 942300 model B0504-1771 tipli Biotest partikül sayım cihazı teknik özelliklerine bakıldığında; cihaz bir ünite içerisinde, partikül sayma ve partikül kütle görüntüleme ile ortam sıcaklığı ve bağıl nemi genişletilmiş fonksiyonları ile birlikte ekranda görüntülemeyi sunabilen bir cihazdır. 942300 model ve BO504-1771 tipli partikül sayım cihazı elde taşınma kolaylığı ile yüksek hassasiyette ölçümler yapabildiği gibi verileri hafızada saklayabilme özelliğine de sahiptir. Cihazın ölçüm noktalarında taşınabilen yazıcı ile anında çıktı alınabilme özelliği de bulunmaktadır. Partikül sayıcı, sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri yapabilme ve özellikleri görüntüleyerek çalışabilmektedir. Partikül sayıcı, pc arayüzü, şarjlı olarak elde taşınabildiği gibi elektrik (220 V) ile de çalışabilmektedir.  $PM_{0.3}$ ,  $PM_{0.5}$ ,  $PM_{1.0}$ ,  $PM_{5.0}$  kütle aralıklı ölçümler yapabilmektedir. Uygulama alanları ise IAQ kaynakları, filtre test etme, hava kalite araştırmaları, arıza bulma, emisyonların numaralandırılması yapılabilmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan diğer bir toz partikül cihazı Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazıdır. Aşağıda Şekil 5.9'da Fluke 983 tipli toz partikül cihazının fotoğraf görünümü verilmiştir.



**Şekil 5.9:** Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazı görünümü.

Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazının partikül dağılımının altı kanalını ( $PM_{0.3}$ ,  $PM_{0.5}$ ,  $PM_{1.0}$ ,  $PM_{2.0}$ ,  $PM_{5.0}$ ,  $PM_{10}$ ) sıcaklığı ve nemi eş zamanlı olarak ölçüm yapabilme özelliğine sahip bir cihazdır. Aynı zamanda görüntülemeye yapmaktadır.  $0,3\mu m$ 'ye kadar olan küçük parçacık ebatlarını görüntüleyebilmektedir. Seçilebilir örnekleme süresi, sayım verileri, programlanabilir gecikme, tarih, saat, sayım, bağıl nem, sıcaklık, örnek hacimleri, alarmlar ve lokasyon etiketlerinin 5000 kaydını saklama özelliğine de sahiptir. Yazılım sayesinde saklanan verileri bir PC'ye

yüklenebilmektedir. Kompakt, bağımsız muhfaza tek elle çalışmaya imkan sağlamaktadır. Kullanımı kolay kullanıcı ara birimi, hiç bir akışkan doldurulmasına gerek olmaksızın her zaman çalışmaya her zaman hazırdır. Herhangi bir ışık konumunda kullanım için arka ışıklı LCD mevcuttur. 8 saatlik şarj edilebilir özelliğe sahip pil kullanılmaktadır. Fluke 983, hava yoluyla yayılan parçacıkların ebat dağılımlarının tespit edilmesi veya bir parçacık kaynağına kadar izlenmesini de yapabilmektedir. Aşağıda Tablo 5.3’de Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazının teknik özellikleri verilmiştir.

**Tablo 5.3:** Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazının teknik özellikleri.

<b>Fluke 983 Tipli Toz Partikül Ölçüm Cihazı Teknik Özellikleri</b>	
Kanallı partikül ebadı	0.3 , 0.5 , 1.0 , 2.0 , 5.0 , 10.0 µm
Akış oranı	0.1 cfm (2.83 L/dk), dahili pompa ile kontrol edilmektedir.
Sayım modları	Konsatrasyon, toplam, audio
Sayım verimi	0.3 µm için %50; 0.45 µm`den küçük parçacıklar için %100 (JIS B9921:1997`ye göre)
Sıfır sayımı	1 sayım / 5 dakika (JIS B9921:1997`ye göre)
Karşılama kaybı	Fitküp başına 2,000,000 parçacıkta %5
Bağlı nem	± %7, %20 - %90, yoğunlaşmasız
Sıcaklık	± 3 °C, 10 °C ile 40 °C (50 °F - 104 °F)
Veri depolama	Tarih, saat, sayım, bağlı nem, sıcaklık, örnek hacimleri, alarmlar ve etiketlerinin 5000 örnek kaydı (döner buffer)
Alarmlar	Sayımlar, zayıf pil, sensör arızası
Gecikme süresi	0-24 saat
Örnekleme girişi	Izokitenik test ucu
Ara birim	RJ-45 aracılığıyla RS-232 ve RS-485
Kalibrasyon	Havadaki PSL partikülleri (NIST izlenebilir)
Dahili Akseuarlar	Kalibrasyon belgesi (NIST), Izokitenik test ucu, Sıfır sayım filtresi, Windows uyumlu yazılım,
	DB9- RS232 adaptör ve kablo, Yüksek saflığaa sahip boru donanımı, 1/8 inç hortum adaptörü,
Ebatlar ve ağırlık	209mm X 114mm X 57 mm , 1 kg
Besleme ve pil	AC adaptörü, 90-250V AC, 50 ile 60 Hz / NiMH, 4.5 Ah`ta 4.8V değiştirilebilir pil
Pil besleme/doluş süresi	8 saat bekleme / 2 saatte dolun.
<b>Mekanik ve Genel Özellikler</b>	
Boyut	11,43 cm x 20,96 cm x 5,72 cm (4,5 in x 8,25 in x 2,25 in)
	Boyutlar (G x U x D)
Ağırlık	1,0 kg (2.2 lbs)
Güç	AC adaptör, 12 V DC, 2.5A, 90 ile 250 V AC arası, 50 ile 60 Hz arası
Şarj edilebilir pil	NiMH, 4.8 V, 4.5 Ah; değiştirilebilir
Pil Ömrü	8 saat
Şarj Süresi	2 saat
Kalibrasyon	Havadaki PSL partikülleri (NIST izlenebilir)

#### **5.1.2.1.5 Toz Partikül Maddelerin Ölçüm Şekli**

Toz partikül ölçüm miktarı, sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri elle taşınır biotest markalı el cihazı ile Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazlarının birlikte kullanımını ile anlık olarak ilgili hacimlerde ölçümler (Atölye, sınıf, laboratuvar, hafif raylı metro, otobüs) yapılmıştır. Biotest markalı partikül madde sayım cihazı ve Fluke 983 tipli toz partikül ölçüm cihazlarıyla ilgili mahallerde, farklı çaplarındaki toz partiküllerinin ölçüm değeri cihazların üzerinde ayarlanmış 0,3µm, 0,5µm, 1µm, 10µm çaplarındaki toz partikül çap değerleri için yapılmıştır. Ölçüm yapılacak hacimde cihaz ilgili partikül boyut tuş değerine (Örneğin 10µm çapındaki toz partikülleri için ilgili seçim tuşu onaylandıktan sonra) getirildikten sonra okuma moduna basılarak ölçüm sonuç değerleri okuması ile yapılmıştır. Ölçüm değeri okumaları, ilgili hacimlerde anlık olarak yapılmıştır. Diğer taraftan ortam sıcaklığı ve ortamdaki bağıl nem miktarı da aynı cihaz ile ilgili ortamlarda aynı yöntem ile yapılmıştır. Toz partikül ölçüm cihazı anında ölçüm değerini hafızasına otomatik olarak alıp, aynı zamanda yazıcıdan çıktı olarak sonuç değerleri de alınmıştır. Dış sıcaklık, bağıl nem parametreleri de aynı biotest ve Fluke 983 tipli markalı iç hava kalitesi ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

#### **5.1.2.1.6 Toz Partikül Maddelerin Değerlendirme Şekli**

İstatistiksel kuramda açık olarak belirtildiği üzere birden çok ölçüm değerinin, değerlendirilmesinde daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu bilinmektedir. Toz partikül ölçüm sonuç değerleri, dünyada uygulanan standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca istatistiksel bilgisayar programı olan SPSS-19'da ölçüm değerleri, korelasyon ve önem seviyeleri hesaplanmıştır. Ayrıca bilgisayar programı tarafından elde edilen grafiklerde diğer iç hava kalitesi parametreleri ile aralarındaki ilişkiler de önem seviyesine göre yorumlanmıştır.

#### **5.1.2.1.7 Formaldehit ve Toluen Ölçüm Cihazları**

Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya bölümü laboratuvarında mevcut bulunan Varia CP 3800 gaz kromatografisi ile varia satürün 2200 Kütle Spektrometresi (GC-MS) birleşik çift deney cihazlarıdır. Gaz Kromatografi cihazı,

C<sub>18</sub> kolon (30 m uzunluk, 0,32 mm iç çap) olup taşıyıcı gaz olarak da helyum kullanılmaktadır. Formaldehit ve Toluen miktarlarının iç hava kalitesi ölçümü yapılan yerlerde var olup olmadığının tespiti için belirtilen cihazlar kullanılmıştır.

Aşağıda Şekil 5.10'da Varia CP 3800 gaz kromatografisi ile varia satürün 2200 kütle spektrometresi (GC-MS) görünümü verilmiştir.



**Şekil 5.10:** Varia CP 3800 gaz kromatografisi ile varia satürün 2200 kütle spektrometresi (GC-MS) görünümü.

Aşağıda Şekil 5.11'de, Formaldehit ve toluen maddelerinin ölçüm yapılan yerlerde var olup olmadığını tespit etmek amacıyla, özel imalat yapılmış cam numune alma kabı görülmektedir.



**Şekil 5.11:** Cam numune alma kabı görünümü.

Formaldehit ve toluen sıvı halde bu tez çalışması için merck firmasından satın alınmıştır. Aşağıda Şekil 5.12’de 2 l’lik formaldehit ve toluen kimyasalları görülmektedir.



**Şekil 5.12:** Merck firmasına ait formaldehit ve toluen kimyasallarının (2 l - %99.99 saflıkta) görünümü.

#### **5.1.2.1.8 Formaldehit ve Toluene’in Ölçüm Şekli**

Formaldehit ve toluen maddelerinin ölçüm yapılan yerlerde var olup olmadığını tespit etmek amacıyla, özel imalat yapılmış cam numune alma kabı ile iç hava kalitesi ölçümü yapılan yerlerde belirli periyotlarla ayda bir kez olmak üzere hava numuneleri alınmıştır. Hava numunelerinin alınabilmesi için özel camdan yapılmış numune kabının bir tarafındaki vana kapatılır, Diğer tarafındaki vanalı musluğa vakum pompası plastik boru ile bağlanarak vakum pompası çalıştırılır. Vakum pompasının çalışması ile özel camdan yapılmış numune kabı içerisindeki hava dışarı atılarak çam içerisinde hava kalmamış olur Bu duruma negatif basınçta denilmektedir. Bu sayede cam içerisinde vakum basıncı oluşturulur. Deneysel çalışmada ilgili ölçüm yerlerinden alınan hava numuneleri bu cam numune kabı ile alındıktan sonra; Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü laboratuvarında mevcut bulunan Varia CP 3800 gaz kromatografisi ile varia satürün 2200 Kütle Spektrometresi (GC–MS) birleşik çift deney cihazına öncelikle bu tez için satın alınan % 99,99 saflıktaki toluen ve formaldehit kimyasallarından her birinden 25 ml GC–MS cihazına katılır. Bu işlem sonrasında GC–MS cihazı tarafından bu kimyasallar tanınmış olur. Bu tanımlama işleminden sonra özel yapılmış cam saklama numunesi kabı içerisindeki deney yerlerinden alınan iç hava numunesi; 100 ml’lik

serum iğnesi ile numune kabı içerisinden alınarak GC–MS cihazının ilgili yerine iç hava numunesi katılır, 10 dakika sonra işlem sonuçları GC–MS cihazından alınmıştır.

#### **5.1.2.1.9 Formaldehit Ve Toluen'in Değerlendirme Şekli**

GC–MS cihazı 10 dakika çalışması sonucunda, daha önceden tanıtılan Toluen ve formaldehit kimyasalları ile deney yerlerinden alınan iç hava numuneleri GC–MS cihazı tarafından sonuçlar, cihaza bağlı bir bilgisayar bağlantısı ile irdelenmiştir. Deneysel yerlerden alınan iç hava numunelerinin içerisinde formaldehit ve toluen miktarlarını GC–MS bir program vasıtası yardımıyla grafik halinde sonuçları göstermektedir. Sonuçta elde edilen grafiklerin yorumlanmasından iç hava kalitesi açısından Toluen ve formaldehit miktarlarının sınır değerlerin altında ya da üstünde olup olmadığı da ayrıca yorumlanmıştır.

#### **5.1.2.1.10 Radon Gazı Ölçüm Cihazı**

Deneysel yerlerdeki radon gazı ölçümlerinde 5 adet pasif iz detektörü numuneleri kullanılmıştır. Aşağıda Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziği birimi tarafından gönderilen pasif radon iz detektörleri aşağıda Şekil 5.13'de verilmiştir.



**Şekil 5.13:** Pasif radon iz detektörleri.

### 5.1.2.1.10.1 Radon Dosimeter Cihazı Ve Özellikleri

Radon gazı dosimeter numunesinin teknik özellikleri aşağıda Tablo 5.4’de verilmiştir.

**Tablo 5.4:** Radon gazı dosimeter numunesinin teknik özellikleri.

Detektör durumu	Küçük plastik parçadan oluşmaktadır
Tip:CR-39 serisi	En iyi radon tutucu
Materyal	Alüminyum folyo kaplı plastik kap numunesi
Filtre	Hava-toz

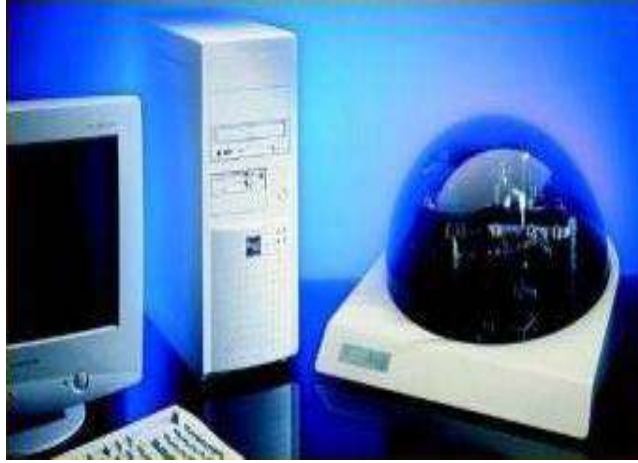
### 5.1.2.1.11 Radon Gazı’nın Ölçüm Şekli

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçük Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziği Birimi tarafından bu doktora tezi için gönderilen 5 adet plastik pasif radon iz detektörleri, ölçüm yapılan yerlerde 3 ay süresince teknik bilgiler doğrultusunda konulmuştur. R86641, R89241, R89263, R89285, R89213 seri numaralı plastik pasif radon iz detektörleri insanların ulaşamayacağı ve görülemeyen yerlere bırakılmıştır. Numuneler sırasıyla, Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu atölye, laboratuvarı ve bir adet sınıfa konulmuştur. Atölye’ye konulan R86641 seri nolu R-39 seri tipli radon dosimetre numunesi topraktan 2 m yükseklikte bırakılmıştır. Diğer numunelerde sırasıyla Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu laboratuvarı R89241 seri nolu R-39 seri tipli radon dosimetre numunesi topraktan seviyesi 1,5 m aşağıda (Atölye toprak seviyesinin altındadır) bırakılmıştır. Başka bir numune R89263 seri nolu R-39 serisi radon dosimetre numunesi de bir adet sınıfa yerden 2 m yükseklikte bırakılmıştır. Diğer 2 adet numunelerde, R89263 ve R89285 seri nolu R-39 tipli radon dosimetre numuneleri de Antalya hafif metro sistemi (Antray) ile Antalya Büyükşehir Belediyesine ait otobüs aracında, insanların ulaşamayacağı zeminden 3 m yüksekliklere bırakılmıştır. R-39 seri tipli radon dosimetre numuneler deney yapılan yerlerde özel alüminyum folyolarından çıkarılarak 3 ay boyunca görülmeyecek şekilde konmuşlardır.



### 5.1.2.1.12 Radon Gazı'nın Değerlendirme Şekli

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçük Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziği Birimi tarafından radon etkisiyle ortaya çıkan izleri saymak ve radon konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kullanılan radoys markalı cihaz ile test işlemi yapılmıştır. Aşağıda Şekil 5.14'de Radoys markalı otomatik iz okuma sistemi görölmektedir.



**Şekil 5.14:** Radoys markalı otomatik iz okuma sistemi [104].

Aşağıda Şekil 5.15'de görölen radon iz okuma cihazı, bilgisayara bağlı 500 büyötmeli bir mikroskop ve yazılımdan oluşmaktadır. Slaytların içinde bulunan radon dedektörleri sırayla optik okuyucu sistemine yerleştirilir. Otomatik radon iz okuma cihazı her bir dedektörü 144 eşit parçaya bölerek dedektörlerdeki iz sayısını ve iz konsantrasyon miktarını belirlemektedir.



**Şekil 5.15:** Radon İz okuma cihazı görünümü [104].

## 5.2.Yöntemler

### 5.2.1 Ölçümler

İç hava kalitesinin durumu ve değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarda genellikle sıcaklık, bağıl nem, hava hızı karbondioksit, partiküller madde, uçucu organik bileşikler, azot oksitler, karbonmonoksit, ozon, kükürtdioksit, radon, formaldehit ve bakteri sayımı gibi parametrelerin ölçümleri yapılmaktadır [101].

Bu doktora tez çalışmasında iç hava kalitesi parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit ( $CO_2$ ), partiküller madde ( $PM_{0.3}$ ,  $PM_{0.5}$ ,  $PM_{1.0}$ ,  $PM_{10.0}$ ), formaldehit, Toluen ve radon miktarı ölçümleri yapılmıştır. Dış ortam havası içinde, aynı parametreler eş zamanlı olarak ölçümleri yapılmıştır.

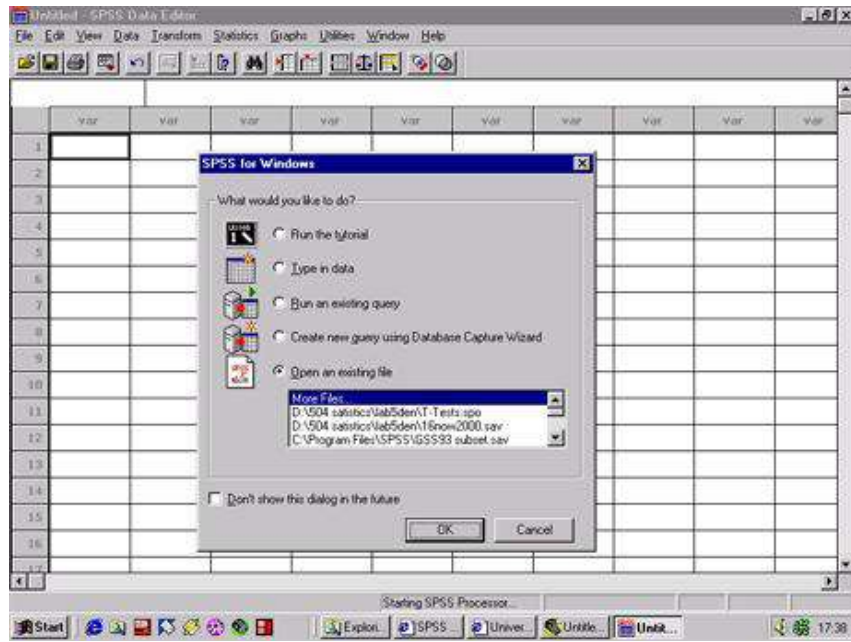
Akdeniz Üniversitesi dersliklerinde yapılan İç hava kalitesi ölçümlerinde ders başlamasından sonra ders ortalarına doğru belirli zaman aralıklarında alınmıştır. Dersliklerde farklı bölgelerde ölçüm sonuçları alınmıştır. Alınan ölçüm değerlerinin ortalama değerleri alınarak derslikler için (Atölye laboratuvar ve sınıf) için hesaplamalar yapılmıştır. Dış hava parametre ölçümleri için dersliklerde mevcut bulunan pencerelerin dış kısmından ölçümler yapılmıştır.

Radon ölçümlerinde dersliklerin (Atölye, laboratuvar ve sınıf), hafif raylı metro sistemi ile otobüsün içerisine insanların ulaşamayacağı yerlere birer adet radon dosimetre numunesi konmuş olup 3 ay sonra bu numuneler Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçükçekmece Nükleer Araştırma Müdürlüğüne gönderilerek sonuçlar alınmıştır.

Formaldehit ve Toluen ölçümlerinde ayda bir kez ölçüm yapılan yerlerden iç hava numuneleri periyodik olarak alınmış olup Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya bölüm laboratuvarında bulunan GC-MS cihazında gerekli analizler yapılmıştır.

## 5.2.2 Ölçüm Değerlerinin Analizi

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde istatistiksel analiz yapılmıştır. İstatistik analizde SPSS 19 istatistik programı kullanılmıştır. İstatistik parametreler olarak değerlerinin ortalaması, medyan (ortanca değer), standart sapma, en düşük değer, en yüksek değerler hesaplanmıştır. Sonuçların bulunması için farklı dönemlerde yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi için bağımsız örneklem t testi ile Anova testleri de uygulanmıştır. Aşağıda Şekil 5.16'da SPSS istatistik programının ana sayfası görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.16: SPSS istatistik analiz program ana görüntüsü.

Bu tez çalışmasında iç/dış partiküller madde  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) arasındaki ilişkiyi tespit etmek için iç/dış PM oranı ve bu orana ait istatistik parametreler SPSS 19 programı yardımı ile tespit edilmiştir. Ayrıca iç hava kalitesi parametreleri arasındaki ilişki, korelasyon katsayıları ve p değerleri hesaplanarak bu tez çalışmasında araştırılmıştır. Korelasyon katsayısı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değer alır. Bir değişken artarken diğeri azalıyorsa korelasyon katsayısı negatif, her ikisi de artıyorsa korelasyon katsayısı pozitif değer alır. İlişkinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı seçilen önem seviyesi (genellikle  $\alpha=0.05$  seçilir) ile hesaplanan önem

seviyesi (p değeri) karşılaştırılarak belirlenir. Eğer p değeri,  $\alpha=0.05$  değerinden küçükse ilişki istatistiksel olarak önemlidir [52].

### 5.2.3 Ölçüm Değerlerinin İç Hava Kalitesi Standartları İle Karşılaştırılması

Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu derslikleri (Atölye, laboratuvar ve sınıf), hafif raylı metro sistemi ile otobüs ölçümlerinde ölçülen iç hava kalitesi parametrelerinin değerlendirilmesi için değişik ülkelerde geçerli olan standartlar ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Aşağıda Tablo 5.5’de iç hava kalitesi ile ilgili değişik ülkelere ait standartlar verilmiştir [69].

**Tablo 5.5:** İç hava kalitesi ile ilgili değişik ülkelere ait standart değerler.

Ülkeler	CO <sub>2</sub>	Partikül madde	Bağıl nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE	1000 ppm	PM <sub>10</sub> < 75 µg/m <sup>3</sup> (yıllık ortalama)	%30-60	20-25,5 °C
ABD EPA/NAAQS		50 g/m <sup>3</sup> (1 yıl için)		
ABD NIOSH	5000 ppm 30 000 ppm (15 dakika)			
ABD OSHA	10 000 ppm 30 000 ppm (15 dakika)	5 mg/m <sup>3</sup> (8 saat) solunabilir toz		
ABD ACGIH	5000 ppm 9000 ppm (15 dakika)	3 mg/m <sup>3</sup> (8 saat için)		
Almanya MAK	5000 ppm 9000 ppm (15 dakika)		%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	PM <sub>2,5</sub> < 40 µg/m <sup>3</sup> (8 saat) PM <sub>2,5</sub> < 100 µg/m <sup>3</sup> (1 saat)	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)	
Çin		PM <sub>10</sub> < 150 µg/m <sup>3</sup>		
WHO		PM <sub>10</sub> < 20 µg/m <sup>3</sup> (yıllık ortalama) PM <sub>10</sub> < 50 µg/m <sup>3</sup> (24 saat)		
İngiltere		PM <sub>10</sub> < 50 µg/m <sup>3</sup>		
Norveç		PM <sub>2,5</sub> < 20 µg/m <sup>3</sup>		
Avrupa Birliği		PM <sub>2,5</sub> < 35 µg/m <sup>3</sup>		
Hong Kong	800 ppm (1. düzey) 1000 ppm (2. düzey)	PM <sub>10</sub> < 20 µg/m <sup>3</sup> (1. düzey) PM <sub>10</sub> < 180 µg/m <sup>3</sup> (2. düzey) (8 saat ortalama)	%40-70	20-25,5 °C

ASRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma Soğutma ve Havalandırma Mühendisliği Topluluğu),

EPA/NAAQS : Environmental Protection Agency/National Ambient Air Quality Standards (Çevre koruma ajansı),

NIOSH: National Institute of Occupational Safety And Health (Ulusal İş sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü),

OSHA: Occupational Safety and Health Administration (İş sağlığı ve Güvenliği İdaresi),

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerikan Kamusal ve Endüstriyel Hijyen Konferansı),

MAK: German Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen [69].

## 6. BULGULAR

İç hava kalitesi parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), partiküler madde (PM<sub>0.3</sub>, PM<sub>0.5</sub>, PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>10.0</sub>), formaldehit, toluen, radon parametrelerine ait ölçümlere Ekim 2010 tarihinde başlanılmış olup Mart 2012 ayı sonu itibariyle ölçüm alım işlemleri bitirilmiştir. Ölçümler 2 yıl devam etmiş olup toplamda oniki ay sürmüştür. Eğitim öğretim döneminde haftada ikişer defa aynı yerlerden ölçümler alınmıştır. Ölçümler haftada iki kez olmak üzere özellikle havaların soğuk olduğu günlerde periyodik olarak sabah 07:00-09:30 arası, öğle 11:00-14:00 arası akşam 18:00-20:00 arasındaki saatlerde ölçümler yapılmıştır. Alınan deneysel ölçüm verileri ekler başlığı (Ek A, Ek B ve Ek C) altında verilmiştir.

İstatistiksel analiz çalışması için ölçüm değerlerini, dönem, saat ve yerlere göre bir karşılaştırma yapılmıştır. Ayrıca tüm ölçüm değerlerinin ilişkilerini istatistiksel analiz SPSS programı yardımı ile incelenmiştir. Deneysel ölçümü alınan 2010 yılı Ekim, Kasım, Aralık ve 2011 yılı Ocak, Şubat, Mart ayları 1. dönem olarak kabul edilmiştir. Aynı şekilde 2011 yılı Ekim, Kasım, Aralık ve 2012 yılı Ocak, Şubat, Mart aylarında 2. dönem olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel analiz çalışmasında saat 11'e kadar yapılan ölçümler sabah, 11:00-14:00 arası yapılan ölçümler öğlen ve 18:00 ve sonrasında yapılan ölçümler akşam olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

### **6.1. İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Sıcaklık, Bağıl Nem, Karbondioksit Ve Toz Partiküler Madde (PM<sub>0.3</sub>, PM<sub>0.5</sub>, PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>10.0</sub>) , Ölçümlerinin Analizi**

Aşağıda Tablo 6.1'de ölçümlere ait tanımlayıcı istatistiksel olarak literatürde tanımlanan ölçüm değerlerinin istatistiksel analizi verilmiştir. Tüm ölçümlerin

istatistiksel parametreleri olarak ölçüm sayısı (n) ortalama, medyan, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verilmiştir.

**Tablo 6.1:** Ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler.

	Parametre	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
	Birim alandaki kişi sayısı (kişi/m <sup>2</sup> )	645	0,95	0,8364	0,543	0,18	2,32
	İç/Dış PM 10.0 (µg/m <sup>3</sup> )	645	2,04	2	0,544	1	5,08
Dış Hava Ölçümleri	Sıcaklık (°C)	645	15,06	14,2	4,317	4,7	25,3
	Bağıl nem (%)	645	62,47	60,8	17,653	22	96
	CO <sub>2</sub> (ppm)	645	429,01	429	71,792	217	742
	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	645	38,88	40	8,859	13	62
İç Hava ölçümleri	Sıcaklık (°C)	645	18,09	17,4	3,685	6,8	29,5
	Bağıl Nem (%)	645	56,29	55	17,614	16,4	97,5
	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	645	1976,93	2105	466,565	914	2912
	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	645	2027,35	2159	466,559	930	2939
	PM <sub>0.3</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	645	798614,63	798321	111629,000	418230	999885
	PM <sub>0.5</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	645	80038,78	79588	11369,795	40398	99895
	PM <sub>1.0</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	645	8004,79	7969	1153,619	4012	9995
	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	645	75,79	78	13,541	39	99

Tablo 6.1 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Birim alandaki ortalama kişi sayısı 0,95 kişi/m<sup>2</sup>, minimum sayı 0.18 kişi/m<sup>2</sup> maksimum sayı 2,32 kişi/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır.

İç/Dış partiküler madde PM<sub>10.0</sub> oranı ortalama değeri 2,04 µg/m<sup>3</sup>, minimum partiküler oranı değeri 1,0 µg/m<sup>3</sup>, maksimum partiküler oranı değeri ise 5,08 µg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

Dış ortam sıcaklık ortalama değeri 15,06°C, minimum sıcaklık değeri 4,7 °C, maksimum sıcaklık değeri 25,3 °C olarak belirlenmiştir.

Dış ortam bağıl nem ortalama değeri %62,47, minimum bağıl nem değeri %22, maksimum bağıl nem değeri %96 olarak hesaplanmıştır.

Dış ortam CO<sub>2</sub> ortalama değeri 429,01 ppm, minimum CO<sub>2</sub> değeri 217 ppm, maksimum CO<sub>2</sub> değeri de 742 ppm olarak tespit edilmiştir.

Dış ortam partikül madde PM<sub>10.0</sub> ortalama değeri 38.88 µg/m<sup>3</sup>, minimum partiküler madde PM<sub>10.0</sub> değeri 13,0 µg/m<sup>3</sup>, maksimum partikül madde PM<sub>10.0</sub> değeri ise 62,0 µg/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

İç ortam ortalama sıcaklık değeri 18,09°C, minimum sıcaklık değeri 6,8 °C, maksimum sıcaklık değeri 29,5 °C olarak belirlenmiştir.

İç ortam ortalama bağıl nem değeri %56,29, minimum bağıl nem değeri %16,4, maksimum bağıl nem değeri %97,5 olarak tespit edilmiştir.

İç ortam I. ölçüm CO<sub>2</sub> ortalama değeri 1976,93 ppm, minimum CO<sub>2</sub> değeri 914 ppm, maksimum CO<sub>2</sub> değeri 2912 ppm olarak hesaplanmıştır.

İç ortam II. ölçümdeki CO<sub>2</sub> ortalama değeri 2027,35 ppm, minimum CO<sub>2</sub> değeri 930 ppm, maksimum CO<sub>2</sub> değeri ise 2939 ppm olduğu belirlenmiştir.

İç ortam partikül madde PM<sub>0.3</sub> ortalama değeri 798614,63 parc/m<sup>3</sup>, minimum partiküler madde değeri 418230 parc/m<sup>3</sup>, maksimum partiküller madde değeri 999885 parc/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

İç ortam partikül madde PM<sub>0.5</sub> ortalama değeri 80038,78 parc/m<sup>3</sup>, minimum partikül madde değeri 40398 parc/m<sup>3</sup>, maksimum partikül madde değeri de 99895 parc/m<sup>3</sup>, olduğu tespit edilmiştir.

İç ortam partikül madde PM<sub>1.0</sub> ortalama değeri 8004,79 parc/m<sup>3</sup>, minimum partikül madde değeri 4012 parc/m<sup>3</sup>, maksimum partikül madde değeri 995 parc/m<sup>3</sup>, olduğu belirlenmiştir.



İç ortam partikül madde  $PM_{10.0}$  değeri  $75,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , minimum partikül madde değeri  $39,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maksimum partikül madde değeri  $99,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Farklı dönemlerde yapılan ölçümler arasında (Deneysel ölçümü alınan 2010 yılı Ekim, Kasım, Aralık ve 2011 yılı Ocak, Şubat, Mart ayları 1. dönem olarak kabul edilmiştir. Aynı şekilde 2011 yılı Ekim, Kasım, Aralık ve 2012 yılı Ocak, Şubat, Mart ayları da 2. dönem olarak kabul edilmiştir) farklılık olup olmadığının incelenmesi için SPSS istatistik analiz programında bağımsız örneklem t testi incelemesi yapılmıştır. Aşağıda Tablo 6.2'de farklı dönemlerde yapılan (1.dönem, 2.dönem) ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Bağımsız örneklem t testi) gösterilmektedir.

**Tablo 6.2:** Farklı dönemlerde (1.ve 2.dönem) yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Bağımsız örneklem t testi).

Ölçüm Değerleri	Dönem	Kişi sayısı	Ortalama	Std. sapma	t	p
Dış sıcaklık (°C)	1. Dönem	330	15,99	4,301	5,692	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	14,10	4,124		
Dış bağıl nem (%)	1. Dönem	330	63,45	17,484	1,438	0,151
	2. Dönem	315	61,45	17,798		
Dış CO <sub>2</sub> (ppm)	1. Dönem	330	435,07	72,223	2,199	<b>0,028*</b>
	2. Dönem	315	422,67	70,899		
Dış PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	1. Dönem	330	36,36	10,241	-7,749	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	41,53	6,110		
İç sıcaklık (°C)	1. Dönem	330	18,60	3,259	3,593	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	17,57	4,021		
İç bağıl nem (%)	1. Dönem	330	61,58	17,183	8,195	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	50,75	16,334		
İç I.CO <sub>2</sub> (ppm)	1. Dönem	330	2047,23	478,346	3,961	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	1903,28	442,805		
İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	1. Dönem	330	2079,00	477,841	2,894	<b>0,004*</b>
	2. Dönem	315	1973,25	448,852		
İç PM <sub>0.3</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	1. Dönem	330	803950,79	113232,127	1,243	0,214
	2. Dönem	315	793024,37	109825,962		
İç PM <sub>0.5</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	1. Dönem	330	80462,88	11468,438	0,970	0,333
	2. Dönem	315	79594,49	11266,608		
İç PM <sub>1.0</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	1. Dönem	330	8011,84	1159,280	0,159	0,874
	2. Dönem	315	7997,41	1149,456		
İç PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	1. Dönem	330	76,79	11,936	1,927	0,054
	2. Dönem	315	74,74	14,988		
İç/Dış PM <sub>10.0</sub>	1. Dönem	330	2,25	0,563	10,532	<b>0,000*</b>
	2. Dönem	315	1,83	0,431		

Tablo 6.2 incelendiğinde dış hava sıcaklık ölçümü için, 1. dönem ortalaması 15.99 °C iken, 2. dönem ortalaması 14.1°C'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, t=5.692, p<0.05 olduğundan 1. ve 2. dönem arasında dış sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır Buna göre; 1. dönem dış sıcaklık ortalaması, 2. dönem ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu analiz sonucunda belirlenmiştir.

Dış hava bağıl nem ölçümü için, 1. dönem ortalaması % 63,45 iken, 2. dönem ortalaması % 61,45'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda,  $t=1.438$ ,  $p>0,05$  olduğundan 1. ve 2. dönem arasında dış bağıl nem alt boyutu bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Dış hava CO<sub>2</sub> ölçümü için, 1. dönem ortalaması 435,07 ppm iken, 2. dönem ortalaması 422,67'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda  $t=2.199$ ,  $p<0,05$  olduğundan, 1. ve 2. dönem arasında dış CO<sub>2</sub> (ppm) bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem dış CO<sub>2</sub> (ppm) ortalaması, 2. dönem ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Dış hava partiküler madde ölçümü PM<sub>10,0</sub> için 1. dönem ortalaması 36,36 µg/m<sup>3</sup> iken, 2. dönem ortalaması 41,53 µg/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda  $t= -7,749$ ,  $p<0,05$  için, 1. ve 2. dönem arasında dış partiküler madde PM<sub>10,0</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem dış partiküler madde PM<sub>10,0</sub> ortalaması, 2. dönem partiküler madde ortalamasından anlamlı derecede daha düşük olduğunda tespit edilmiştir.

İç hava sıcaklık ölçümü için 1. dönem ortalaması 18,6 °C iken, 2. dönem ortalaması 17,57 °C'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda  $t=3,593$ ,  $p<0,05$ , 1. ve 2. dönem arasında iç sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem iç sıcaklık ortalaması, 2. dönem ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

İç hava bağıl nem ölçümü için 1. dönem ortalaması %61,58 iken, 2. dönem ortalaması %50,75'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda  $t=8,195$ ,  $p<0,05$  için 1. ve 2. dönem arasında iç bağıl nem bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem iç bağıl nem (%) ortalaması, 2. dönem bağıl nem ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> ölçümü için 1. dönem ortalaması 2047,23 ppm iken, 2. dönem ortalaması 1903,28 ppm'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda  $t=3,961$ ,  $p<0,05$  olduğundan, 1. ve 2. dönem arasında iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> ölçümü bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> ortalaması, 2. dönem karbondioksit ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> ölçümü için 1. dönem ortalaması 2079 ppm iken, 2. dönem iç hava karbondioksit ortalaması 1973,25 ppm'dir. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda t=2,894, p<0,05 için 1. ve 2. dönem arasında iç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> alt boyutu bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem iç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> ortalaması, 2. dönem iç hava karbondioksit ortalamasından anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde ölçümü PM<sub>0,3</sub> için 1. dönem ortalaması 803950,79 parc/m<sup>3</sup> iken, 2. dönem ortalaması 793024,37 parc/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, t=1,243, p>0,05 olmasından dolayı 1. ve 2. dönem arasında iç partiküler madde bakımından PM<sub>0,3</sub> için anlamlı farklılık bulunmamaktadır İç PM<sub>0,5</sub> için 1. dönem ortalaması 80462,88 parc/m<sup>3</sup> iken, 2. dönem ortalaması 79594,49 parc/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda t=0,97, p>0,05 olduğundan 1. ve 2. dönem arasında iç PM<sub>0,5</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır. İç hava partiküler madde ölçümü PM<sub>1,0</sub> için 1. dönem ortalaması 8011,84 parc/m<sup>3</sup> iken, 2. dönem ortalaması 7997,41 parc/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda, t=0,159, p>0,05 için 1. ve 2. dönem arasında iç partiküler madde PM<sub>1,0</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

İç hava partiküler madde ölçümü PM<sub>10,0</sub> için, 1. dönem ortalaması 76,79 µg/m<sup>3</sup> iken, 2. dönem ortalaması 74,74 µg/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda t=1,927, p>0,05 olduğundan 1. ve 2. dönem arasında iç PM<sub>10,0</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır

İç/dış PM<sub>10,0</sub> oranı ölçümü için 1. dönem ortalaması 2,25 iken, 2. dönem ortalaması 1,83'dür. Uygulanan bağımsız örneklem t testi sonucunda t=10,532, p<0,05 olduğundan 1. ve 2. dönem arasında iç/dış PM<sub>10,0</sub> oranı bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre; 1. dönem iç/dış PM<sub>10,0</sub> oranı ortalaması, 2. dönem ortalamasından anlamlı derecede daha yüksektir.

Farklı dönemlerde (Sabah, öğle, akşam) yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının istatistiksel olarak Anova testi yöntemi kullanılarak önem seviyeleri aşağıda Tablo 6.3'de verilmiştir.

**Tablo 6.3:** Farklı dönemlerde (Sabah, öğle, akşam) yapılan ölçümler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Anova testi).

Ölçüm Değerleri	Saat	Kişi Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Dış sıcaklık (°C)	Sabah	215	15,03	4,189	0,037	0,964	-
	Öğlen	215	15,13	4,459			
	Akşam	215	15,03	4,318			
Dış bağıl nem (%)	Sabah	215	62,15	16,587	0,368	0,692	-
	Öğlen	215	61,95	17,773			
	Akşam	215	63,31	18,592			
Dış CO <sub>2</sub> (ppm)	Sabah	215	432,62	66,622	0,433	0,649	-
	Öğlen	215	428,02	75,211			
	Akşam	215	426,40	73,447			
Dış PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Sabah	215	38,53	8,548	0,271	0,763	-
	Öğlen	215	39,02	8,996			
	Akşam	215	39,11	9,055			
İç sıcaklık (°C)	Sabah	215	17,90	3,601	0,448	0,639	-
	Öğlen	215	18,16	3,724			
	Akşam	215	18,22	3,737			
İç B.nem (%)	Sabah	215	56,60	16,365	0,199	0,820	-
	Öğlen	215	55,68	17,784			
	Akşam	215	56,61	18,682			
İç I.CO <sub>2</sub> (ppm)	Sabah	215	2013,78	457,256	1,008	0,366	-
	Öğlen	215	1957,01	473,248			
	Akşam	215	1960,00	469,027			
İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	Sabah	215	2062,34	462,620	1,009	0,365	-
	Öğlen	215	1999,70	472,053			
	Akşam	215	2020,02	464,934			
İç PM <sub>0.3</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	Sabah	215	796223,46	117053,079	0,145	0,865	-
	Öğlen	215	797782,40	110715,546			
	Akşam	215	801838,04	107346,757			
İç PM <sub>0.5</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	Sabah	215	79803,01	11926,099	0,158	0,854	-
	Öğlen	215	79924,70	11270,886			
	Akşam	215	80388,62	10934,730			
İç PM <sub>1.0</sub> (parc/ m <sup>3</sup> )	Sabah	215	7979,14	1225,249	0,125	0,883	-
	Öğlen	215	8000,89	1135,200			
	Akşam	215	8034,34	1101,582			
İç PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Sabah	215	75,91	13,582	0,016	0,984	-
	Öğlen	215	75,79	13,431			
	Akşam	215	75,67	13,672			
İç/Dış PM <sub>10.0</sub> oranı	Sabah	215	2,05	0,514	0,083	0,921	-
	Öğlen	215	2,04	0,559			
	Akşam	215	2,03	0,560			

Dış hava sıcaklık için sabah saatlerindeki alınan ölçümlerin ortalaması 15,03°C iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 15,13°C ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 15,03°C'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,037$ ,  $p>0,05$  olduğundan, farklı saatlerde (sabah, öğlen ve akşam), yapılan ölçümler arasında dış sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Dış hava bağıl nem için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması % 62,15 iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması % 61,95 ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise % 63,31'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F= 0,368$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında dış bağıl nem bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

Dış hava CO<sub>2</sub> ölçümü için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 432,62 ppm iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 428,02 ppm ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 426,4 ppm'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F= 0,433$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında dış CO<sub>2</sub> ölçümü bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

Dış hava partiküler madde PM<sub>10.0</sub> ölçümü için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 38,53 µg/m<sup>3</sup> iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 39,02 µg/m<sup>3</sup> ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 39,11 µg/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,271$ ,  $p>0,05$  için farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında dış partiküler madde PM<sub>10.0</sub> için anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

İç hava sıcaklık ölçümü için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 17,9 °C iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 18,16°C ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 18,22°C'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=0,448$ ,  $p>0,05$  için farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

İç hava bağıl nem ölçümü için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması %56,6 iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması %55,68 ve akşam

saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise %56,61'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,199$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç bağıl nem bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

İç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> ölçümleri için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 2013,78 ppm iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 1957,01 ppm ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 1960 ppm'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=1,008$ ,  $p>0,05$  farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

İç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> ölçümleri için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 2062,34 ppm iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 1999,7 ppm ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 2020,02 ppm'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=1,009$ ,  $p>0,05$  olduğundan, farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> ölçümü bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

İç hava partiküler madde PM<sub>0.3</sub> için, sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 796223,46 parc/m<sup>3</sup> iken, öğlen saatlerindeki partiküler madde ölçümlerinin ortalaması 797782,4 parc/m<sup>3</sup> ve akşam saatlerindeki partiküler madde ölçümlerinin ortalaması ise 801838,04 parc/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,145$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç partiküler madde PM<sub>0.3</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

İç hava partiküler madde PM<sub>0.5</sub> için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 79803,01 parc/m<sup>3</sup> iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 79924,7 parc/m<sup>3</sup> ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 80388,62 parc/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,158$ ,  $p>0,05$  için farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç partiküler madde PM<sub>0.5</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde  $PM_{1.0}$  için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 7979,14  $\text{parc}/\text{m}^3$  iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 8000,89  $\text{parc}/\text{m}^3$  ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 8034,34  $\text{parc}/\text{m}^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,125$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç partiküler madde  $PM_{1.0}$  bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

İç hava partiküler madde  $PM_{10.0}$  için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 75,91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 75,79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 75,67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,016$ ,  $p>0,05$  için farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç  $PM_{10.0}$  bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı saptanmıştır.

İç/dış partiküler madde  $PM_{10.0}$  oranı için sabah saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 2,05 iken, öğlen saatlerindeki ölçümlerin ortalaması 2,04 ve akşam saatlerindeki ölçümlerin ortalaması ise 2,03'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,083$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı saatlerde yapılan ölçümler arasında iç/dış  $PM_{10.0}$  oranı bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Deneysel ölçümlerde farklı yerlerde yapılan (Atölye, laboratuvar, sınıf, metro, otobüs) ölçümler arasında farklılık olup olmadığının tek yönlü varyans analizi ile (Anova testi) istatistiksel olarak önem seviyeleri aşağıdaki Tablo 6.4'de verilmiştir.



**Tablo 6.4:** Farklı yerlerde yapılan ölçümler (Atölye, laboratuvar, sınıf, hafif metro, otobüs) arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi (Anova testi).

Ölçüm Değerleri	Yer	Kişi Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Dış sıcaklık (°C)	Atölye	129	14,98	4,308	0,023	0,999	-
	Laboratuvar	129	15,11	4,280			
	Metro	129	15,08	4,341			
	Otobüs	129	15,04	4,387			
	Sınıf	129	15,12	4,334			
Dış bağıl nem (%)	Atölye	129	62,21	17,773	0,050	0,995	-
	Laboratuvar	129	62,33	17,530			
	Metro	129	62,48	17,627			
	Otobüs	129	63,07	17,939			
	Sınıf	129	62,27	17,654			
Dış CO <sub>2</sub> (ppm)	Atölye	129	421,96	88,168	42,371	<b>0,000</b>	4-1,2,3,5 2,5-1,3,4
	Laboratuvar	129	398,18	53,032			
	Metro	129	431,02	41,562			
	Otobüs	129	490,19	73,944			
	Sınıf	129	403,72	52,167			
Dış PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Atölye	129	37,03	9,870	5,016	<b>0,001</b>	4-1,2,3,5,
	Laboratuvar	129	37,98	9,352			
	Metro	129	38,72	7,641			
	Otobüs	129	41,64	7,473			
	Sınıf	129	39,05	9,151			
İç sıcaklık (°C)	Atölye	129	18,88	3,698	2,186	0,069	-
	Laboratuvar	129	17,93	4,001			
	Metro	129	17,98	3,357			
	Otobüs	129	17,59	3,305			
	Sınıf	129	18,10	3,939			
İç bağıl nem (%)	Atölye	129	55,43	17,559	0,111	0,979	-
	Laboratuvar	129	56,53	17,703			
	Metro	129	56,81	17,119			
	Otobüs	129	56,31	18,122			
	Sınıf	129	56,39	17,796			
İç I.CO <sub>2</sub> (ppm)	Atölye	129	1926,49	533,232	27,782	<b>0,000</b>	4-1,2,3,5 2,5-1,3,4 2-5
	Laboratuvar	129	1722,53	456,894			
	Metro	129	2095,50	351,395			
	Otobüs	129	2246,29	277,049			
	Sınıf	129	1893,85	489,753			

**Tablo 6.4:** (devam)

Ölçüm Değerleri	Yer	Kişi Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	Atölye	129	1990,98	525,344	29,645	<b>0,000</b>	4-1,2,3,5 2,5-1,3,4 2-5
	Laboratuvar	129	1764,88	477,544			
	Metro	129	2113,71	363,224			
	Otobüs	129	2320,18	223,517			
	Sınıf	129	1947,01	487,917			
İç PM <sub>0,3</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	Atölye	129	798626,09	89680,526	18,006	<b>0,000</b>	2-1,3,4,5 4-1,3,5 3-5
	Laboratuvar	129	743682,72	72041,074			
	Metro	129	817140,29	126132,514			
	Otobüs	129	850498,18	142962,660			
	Sınıf	129	783125,89	82296,132			
İç PM <sub>0,5</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	Atölye	129	80355,09	9152,831	17,482	<b>0,000</b>	2-1,3,4,5 4-1,2,5 3-5
	Laboratuvar	129	74239,91	7443,014			
	Metro	129	82314,10	13119,843			
	Otobüs	129	84766,62	14184,427			
	Sınıf	129	78518,17	8592,703			
İç PM <sub>1,0</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	Atölye	129	8029,03	986,119	15,943	<b>0,000</b>	2-1,3,4,5 4-1,2,5 3-5
	Laboratuvar	129	7436,85	755,180			
	Metro	129	8246,21	1335,164			
	Otobüs	129	8451,65	1402,221			
	Sınıf	129	7860,22	892,996			
İç PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Atölye	129	75,30	13,202	9,590	<b>0,000</b>	2-1,3,4,5 4-1,3,5
	Laboratuvar	129	70,93	10,121			
	Metro	129	77,03	16,383			
	Otobüs	129	80,84	14,470			
	Sınıf	129	74,85	10,766			
İç/Dış PM <sub>10,0</sub> oranı	Atölye	129	2,19	0,709	3,279	<b>0,011</b>	1-2,3,4,5
	Laboratuvar	129	2,00	0,617			
	Metro	129	2,03	0,420			
	Otobüs	129	1,97	0,345			
	Sınıf	129	2,02	0,528			

Tablo 6.4 incelendiğinde, dış hava sıcaklık için atölye ölçümlerinin ortalaması 14,98°C iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 15,11°C, metro ölçümlerinin ortalaması 15,08°C, otobüs ölçümlerinin ortalaması 15,04°C ve sınıf

ölçümlerinin ortalaması ise 15,12°C 'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=0,023$ ,  $p>0,05$  olduğundan, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında dış sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

Dış hava bağıl nem için atölye ölçümlerinin ortalaması % 62,21 iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması % 62,33, metro ölçümlerinin ortalaması % 62,48, otobüs ölçümlerinin ortalaması % 63,07 ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise % 62,27'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=0,05$ ,  $p>0,05$  olduğundan, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında dış bağıl nem bakımından anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Dış hava CO<sub>2</sub> ölçümleri için atölye ölçümlerinin ortalaması 421,96 ppm iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 398,18 ppm, metro ölçümlerinin ortalaması 431,02 ppm, otobüs ölçümlerinin ortalaması 490,19 ppm ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 403,72 ppm 'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=42,371$ ,  $p<0,05$  olduğundan, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında dış CO<sub>2</sub> ölçüm sonucu bakımından anlamlı farklılık bulunduğu saptanmıştır. Buna göre, otobüs ölçümlerindeki dış ortam CO<sub>2</sub> düzeyi, diğer yerlerdeki CO<sub>2</sub> düzeylerinden anlamlı derecede daha yüksektir. Laboratuvar ve sınıf ölçümlerindeki dış ortam CO<sub>2</sub> düzeyi, diğer yerlerdeki CO<sub>2</sub> düzeyinden anlamlı derecede daha düşüktür.

Dış hava partiküler madde PM<sub>10.0</sub> için atölye ölçümlerinin ortalaması 37,03 µg/m<sup>3</sup> iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 37,98 µg/m<sup>3</sup>, metro ölçümlerinin ortalaması 38,72 µg/m<sup>3</sup>, otobüs ölçümlerinin ortalaması 41,64 µg/m<sup>3</sup> ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 39,05 µg/m<sup>3</sup>'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=5,016$ ,  $p<0,05$  olduğundan farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında dış partiküler madde PM<sub>10.0</sub> bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, otobüs ölçümlerindeki dış ortam PM<sub>10.0</sub> düzeyi, diğer yerlerdeki PM<sub>10.0</sub> düzeylerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

İç hava sıcaklık atölye ölçümlerinin ortalaması 18,88°C iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 17,93°C, metro ölçümlerinin ortalaması 17,98°C, otobüs ölçümlerinin ortalaması 17,59°C ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 18,1°C'dir.

Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=2,186$ ,  $p>0,05$  için farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç sıcaklık bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

İç hava bağıl nem ölçümleri için atölye ölçümlerinin ortalaması %55,43 iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması %56,53, metro ölçümlerinin ortalaması %56,81, otobüs ölçümlerinin ortalaması %56,31 ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise %56,39'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=0,111$ ,  $p>0,05$  olduğundan farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç bağıl nem bakımından anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

İç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> ölçümleri için atölye ölçümlerinin ortalaması 1926,49 ppm iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 1722,53 ppm, metro ölçümlerinin ortalaması 2095,5ppm otobüs ölçümlerinin ortalaması 2246,29 ppm ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 1893,85ppm'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=27,782$ ,  $p<0,05$  olduğundan farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> (ppm) bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, otobüs ölçümlerindeki iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> düzeyi diğer yerlerden anlamlı derecede daha yüksektir. Laboratuvar ve sınıf ölçümlerindeki iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> düzeyi diğer yerlerden anlamlı derecede daha düşük olduğu, ayrıca laboratuvar ölçümlerindeki iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> düzeyi, sınıf ölçümlerindeki iç hava karbondioksit I.CO<sub>2</sub> düzeyinden anlamlı derecede daha düşük olduğu da belirlenmiştir.

İç hava karbondioksit II.CO<sub>2</sub> ölçümleri için atölye ölçümlerinin ortalaması 1990,98 ppm iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 1764,88ppm, metro ölçümlerinin ortalaması 2113,71ppm, otobüs ölçümlerinin ortalaması 2320,18 ppm ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 1947,01ppm'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=29,645$ ,  $p<0,05$ , farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç hava II.CO<sub>2</sub> ölçümü bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, otobüs ölçümlerindeki iç hava II.CO<sub>2</sub> düzeyi diğer yerlerden anlamlı derecede daha yüksektir. Laboratuvar ve sınıf ölçümlerindeki iç hava kalitesi II.CO<sub>2</sub> düzeyi değerleri diğer yerlerden anlamlı derecede daha düşük olduğu, ayrıca laboratuvar ölçümlerindeki iç hava II.CO<sub>2</sub> düzeyi, sınıf ölçümlerindeki iç hava II.CO<sub>2</sub> düzeyinden anlamlı derecede daha düşük olduğu belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde  $PM_{0.3}$  için atölye ölçümlerinin ortalaması 798626,09  $parc/m^3$  iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 743682,72  $parc/m^3$ , metro ölçümlerinin ortalaması 817140,29  $parc/m^3$ , otobüs ölçümlerinin ortalaması 850498,18  $parc/m^3$  ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 783125,89  $parc/m^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda,  $F=18,006$ ,  $p<0,05$  için farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç partiküler madde  $PM_{0.3}$  bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, laboratuvar ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.3}$  düzeyi, diğer yerlerdeki  $PM_{0.3}$  düzeyinden anlamlı derecede daha düşüktür. Otobüs ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.3}$  düzeyi, diğer yerlerdeki  $PM_{0.3}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksektir. Metro ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.3}$  düzeyi, sınıf ölçümlerindeki partiküler madde  $PM_{0.3}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İç hava partiküler  $PM_{0.5}$  için, atölye ölçümlerinin ortalaması 80355,09 $parc/m^3$  iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 74239,91 $parc/m^3$ , metro ölçümlerinin ortalaması 82314,1 $parc/m^3$ , otobüs ölçümlerinin ortalaması 84766,62 $parc/m^3$  ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 78518,17 $parc/m^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=17,482$ ,  $p<0,05$  farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç  $PM_{0.5}$  bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, laboratuvar ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.5}$  düzeyi, diğer yerlerdeki  $PM_{0.5}$  düzeyinden anlamlı derecede daha düşüktür. Otobüs ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.5}$  düzeyi, diğer yerlerdeki  $PM_{0.5}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksektir. Sınıf ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{0.5}$  düzeyi, metro ve otobüs ölçümleri iç partiküler madde  $PM_{0.5}$  ölçümlerindeki düzeyden anlamlı derecede daha düşük olduğu da tespit edilmiştir.

İç hava partiküler madde  $PM_{1.0}$  için atölye ölçümlerinin ortalaması 8029,03  $\mu g/m^3$  iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 7436,85  $\mu g/m^3$ , metro ölçümlerinin ortalaması 8246,21  $\mu g/m^3$ , otobüs ölçümlerinin ortalaması 8451,65  $\mu g/m^3$  ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 7860,22  $\mu g/m^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç hava partiküler madde  $PM_{1.0}$  ölçümü bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. İstatistik analiz sonucu  $F=15,943$ ,  $p<0,05$  olduğundan, laboratuvar ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{1.0}$

düzeyi, diğer yerlerdeki partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyinden anlamlı derecede daha düşüktür. Otobüs ölçümlerindeki iç hava partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyi, diğer yerlerdeki iç hava partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sınıf ölçümlerindeki iç hava partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyi, metro ve otobüs ölçümlerindeki partiküler madde  $PM_{1,0}$  ölçümlerindeki düzeyden anlamlı derecede daha düşüktür.

İç hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  için atölye ölçümlerinin ortalaması 75,3  $parc/m^3$  iken, laboratuvar ölçümlerinin partiküler madde ortalaması 70,93  $parc/m^3$ , metro ölçümleri partiküler madde ortalaması 77,03  $parc/m^3$ , otobüs ölçümleri partiküler madde ortalaması 80,84  $parc/m^3$  ve sınıf ölçümleri partiküler madde ortalaması ise 74,85  $parc/m^3$ 'dür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=9,59$ ,  $p<0,05$  olduğundan, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç partiküler madde  $PM_{10,0}$  bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre, laboratuvar ölçümlerindeki iç hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  düzeyi, diğer yerlerdeki partiküler madde  $PM_{10}$  düzeyinden anlamlı derecede daha düşüktür. Otobüs ölçümlerindeki iç partiküler madde  $PM_{10}$  düzeyi, diğer yerlerdeki partiküler madde  $PM_{10,0}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

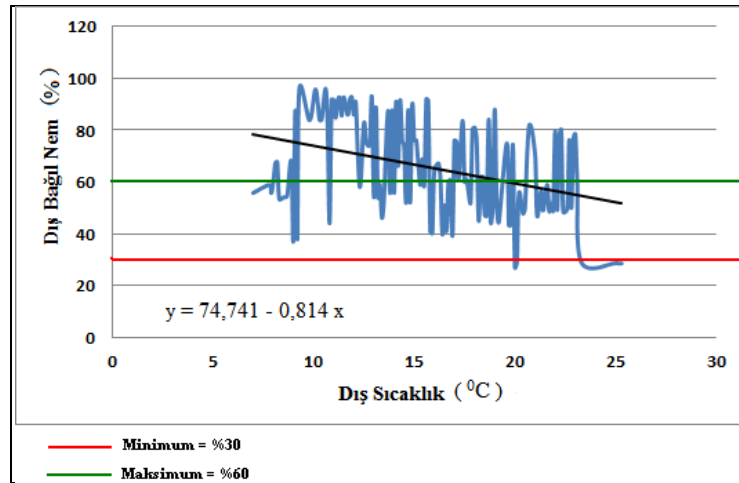
İç/dış  $PM_{10,0}$  oranı için atölye ölçümlerinin ortalaması 2,19 iken, laboratuvar ölçümlerinin ortalaması 2,0 metro ölçümlerinin ortalaması 2,03, otobüs ölçümlerinin ortalaması 1,97 ve sınıf ölçümlerinin ortalaması ise 2,02'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi sonucunda  $F=3,279$ ,  $p<0,05$  olduğundan, farklı yerlerde yapılan ölçümler arasında iç/dış  $PM_{10,0}$  oranı bakımından anlamlı farklılık bulunmaktadır. Buna göre atölye ölçümlerindeki iç/dış  $PM_{10,0}$  düzeyi, diğer yerlerdeki iç/dış  $PM_{10,0}$  düzeyinden anlamlı derecede daha yüksektir.

Aşağıda Tablo 6.5'de dış ortam havasında yapılan iç hava kalitesi ölçüm değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel analiz sonuç değerleri verilmiştir.

**Tablo 6.5:** Dış hava ortamında yapılan ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin istatistiksel analizi.

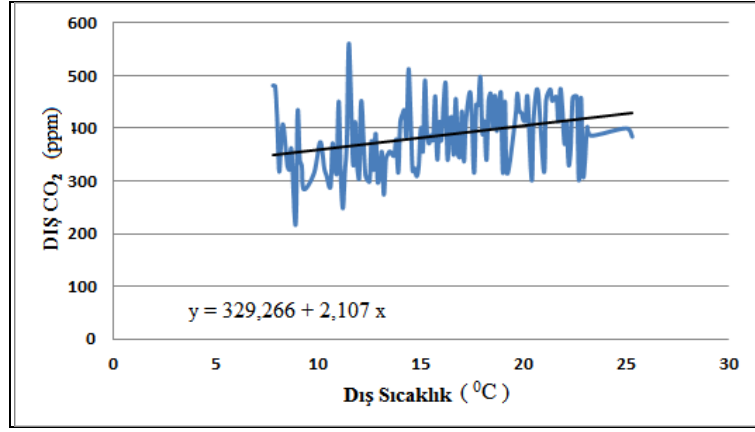
Ölçüm değerleri		Dış sıcaklık (°C)	Dış bağıl nem (%)	Dış CO <sub>2</sub> (ppm)
Dış bağıl nem (%)	r	-0,199	-	-
	p	<b>0,000**</b>	-	-
	N	645	-	-
Dış CO <sub>2</sub> (ppm)	r	0,127	-0,046	-
	p	<b>0,001**</b>	0,248	-
	N	645	645	-
Dış PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	r	-0,505	0,114	0,004
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,004**</b>	0,914
	N	645	645	645

Dış ortam sıcaklık ile dış bağıl nem arasında  $r=-0,199$  olduğundan, %19,9 oranında negatif yönlü düşük güçte bir ilişki bulunmakta olduğu görülmektedir. Bu durum aşağıda Şekil 6.1’de verilmiştir.



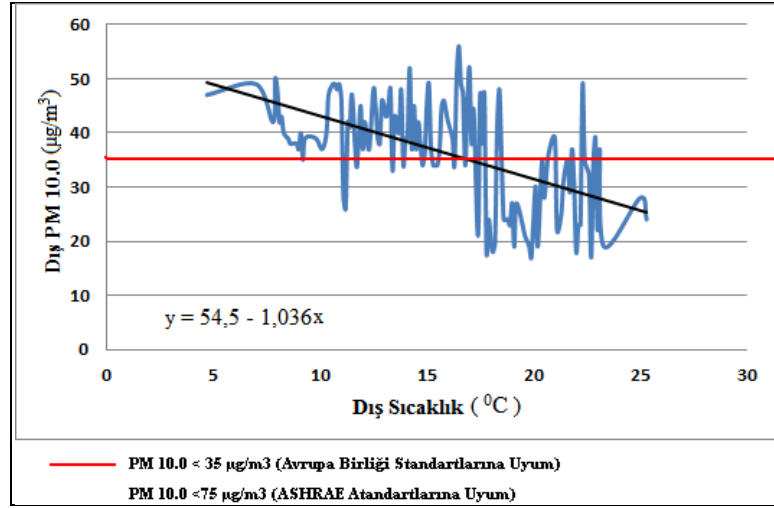
**Şekil 6.1:** Dış hava sıcaklık ile dış bağıl nem arasındaki ilişki grafiği.

Dış ortam sıcaklık ile dış CO<sub>2</sub> arasında  $r=0,127$  olduğundan, %12,7 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki bulunduğu Tablo 6.4’de tespit edilmiştir. Aşağıda Şekil 6.2’de, dış hava sıcaklık ile dış hava CO<sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği verilmiştir.



Şekil 6.2: Dış hava sıcaklık ile dış hava CO<sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

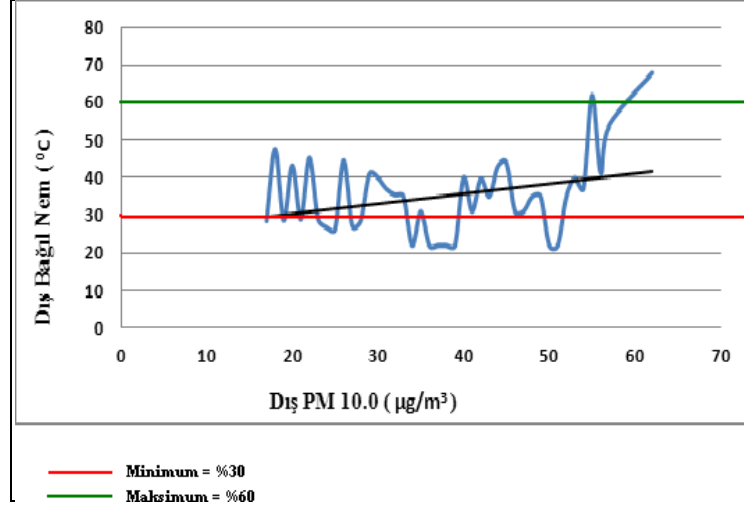
Dış ortam sıcaklık değeri ile dış partiküler madde PM<sub>10.0</sub> düzeyi arasında  $r = -0,505$  olduğundan, %50,5 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişkinin olduğu Şekil 6.3'de verilmiştir.



Şekil 6.3: Dış hava sıcaklık ile dış hava partüküler madde PM<sub>10.0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile dış partiküler madde PM<sub>10.0</sub> düzeyi arasında  $r=0,114$  olduğundan %11,4 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.4'de verilmiştir.





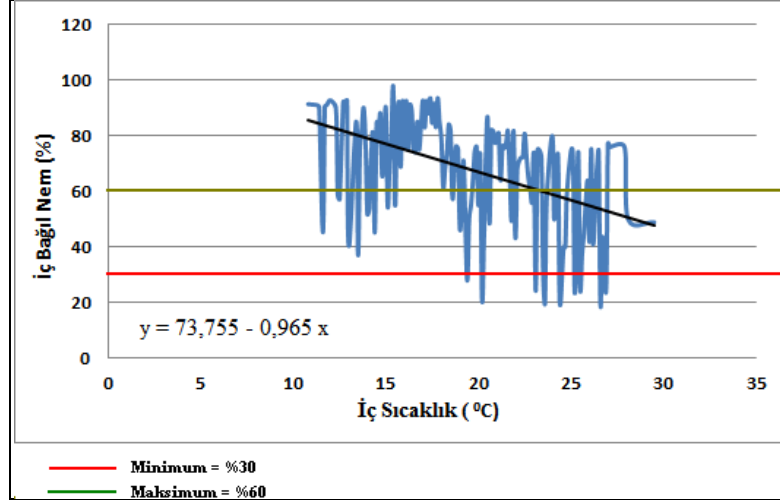
**Şekil 6.4:** Dış hava bağıl nem ile dış hava partiküler madde PM<sub>10.0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Aşağıda Tablo 6.6'da iç hava ölçüm değerleri arasındaki istatistiksel önem seviyelerini gösterir istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir.

**Tablo 6.6:** İç hava kalitesi ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin önem seviyeleri.

Ölçüm Değerleri		Birim	İç sıcaklık (°C)	İç B.nem (%)	İç I.CO <sub>2</sub> (ppm)	İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	İç PM <sub>0.3</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	İç PM <sub>0.5</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	İç PM <sub>1.0</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )
		alandaki kişi sayısı (kişi/m <sup>2</sup> )							
İç Sıcaklık (°C)	r	-0,108							
	p	<b>0,006**</b>							
	N	645							
İç B.nem (%)	r	-0,004	-0,202						
	p	0,911	<b>0,000**</b>						
	N	645	645						
İç CO <sub>2</sub> (ppm)	r	0,369	-0,158	0,179					
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>					
	N	645	645	645					
İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	r	0,370	-0,148	0,159	0,973				
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>				
	N	645	645	645	645				
İç PM <sub>0.3</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	0,278	-0,600	0,206	0,296	0,284			
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>			
	N	645	645	645	645	645			
İç PM <sub>0.5</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	0,280	-0,602	0,200	0,298	0,284	0,990		
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>		
	N	645	645	645	645	645	645		
İç PM <sub>1.0</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	0,274	-0,619	0,200	0,306	0,292	0,978	0,987	
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	
	N	645	645	645	645	645	645	645	
İç PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	r	0,219	-0,592	0,192	0,288	0,266	0,873	0,876	0,890
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645	645	645	645	645

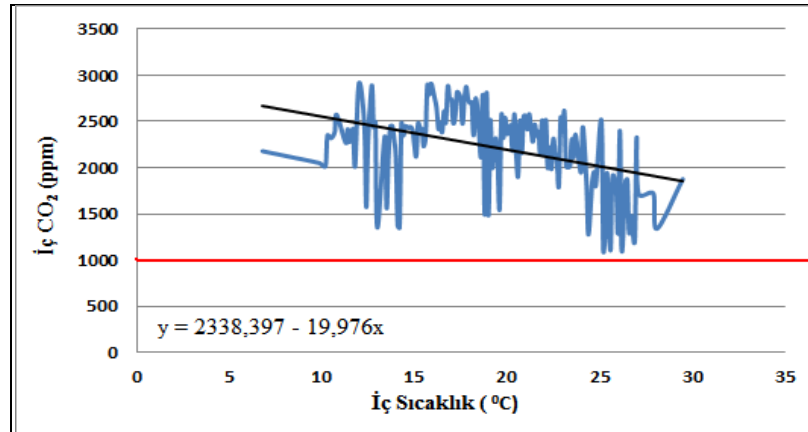
İç hava sıcaklık değeri ile iç hava bağıl nem arasında  $r = -0,202$  olduğundan %20,2 oranında negatif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.5'de verilmiştir.



**Şekil 6.5:** İç hava sıcaklık değeri ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki grafiği.

Grafiğin incelenmesinden iç hava bağıl nem değerinin ASHRAE standart değeri olan min. %30 bağıl nem değerinin üstünde olduğuda belirlenmiştir (Şekil 6.5).

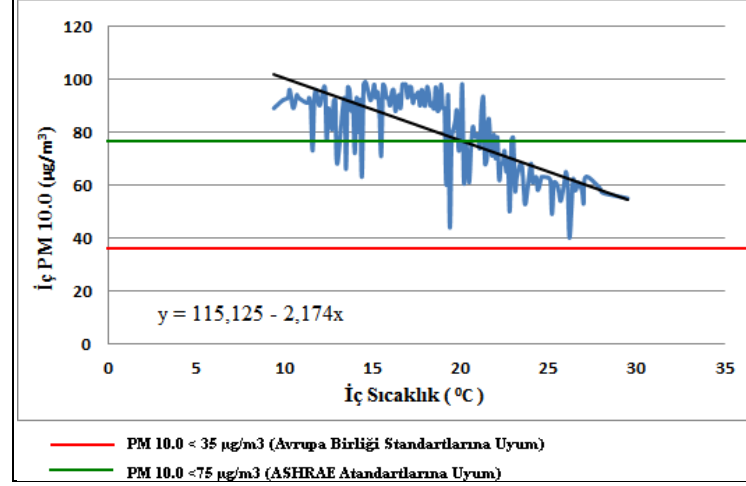
İç hava sıcaklık değeri ile iç hava CO<sub>2</sub> düzeyi arasında  $r=-0,158$  olduğundan %15,8 oranında negatif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.6'da verilmiştir.



**Şekil 6.6:** İç hava sıcaklık değeri ile iç hava CO<sub>2</sub> arasındaki ilişki grafiği.

Grafiğin incelenmesinden iç hava CO<sub>2</sub> değerinin ASHRAE standart değeri olan 1000 ppm'in çok üzerinde olduğu da belirlenmiştir (Şekil 6.6).

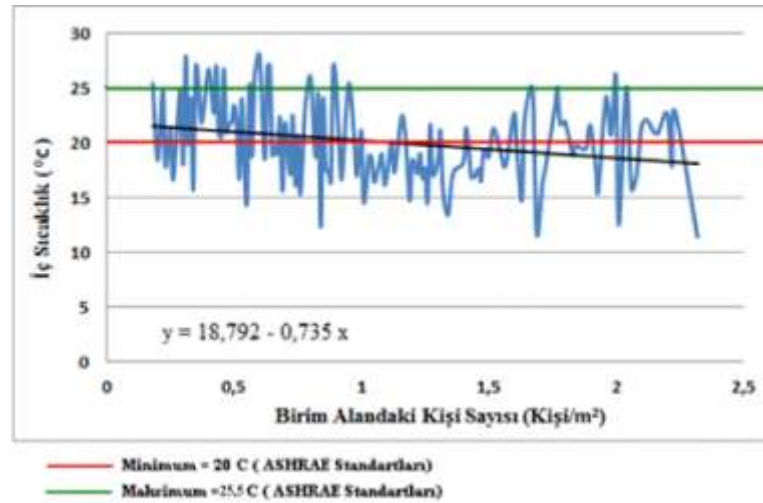
İç hava sıcaklık değeri ile iç hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  düzeyi arasında  $r=-0,592$  olduğundan %59,2 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.7’de verilmiştir.



**Şekil 6.7:** İç hava sıcaklık değeri ile iç hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği

Grafiğin incelenmesinden Avrupa birliği tarafından belirlenen minimum standart değer olan  $35\mu g/m^3$  değerinin üzerinde olduğu da belirlenmiştir (Şekil 6.7).

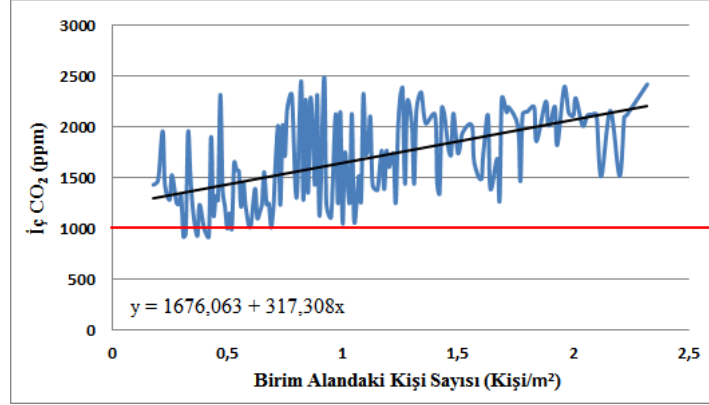
İç hava sıcaklık değeri ile birim alandaki kişi sayısı arasında  $r=-0,108$  olduğundan %10,8 oranında negatif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.8’de verilmiştir.



**Şekil 6.8:** İç hava sıcaklık değeri ile birim alandaki kişi sayısı arasındaki ilişki grafiği

Grafiğin incelenmesinden iç hava sıcaklık değerinin ASHRAE tarafından belirlenen maksimum 25°C'nin altında olduğu da tespit edilmiştir (Şekil 6.8)

Birim alandaki kişi sayısı ile İç hava CO<sub>2</sub> arasında r= 0,369 olduğundan %36,9 oranında pozitif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.9'da verilmiştir.



**Şekil 6.9:** Birim alandaki kişi sayısı ile iç hava karbondioksit (CO<sub>2</sub>) arasındaki ilişki grafiği

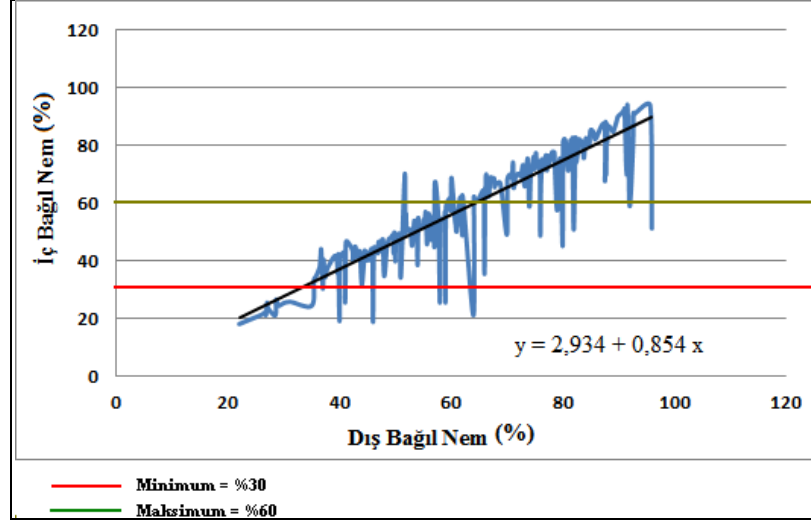
Grafiğin incelenmesinden iç hava CO<sub>2</sub> miktarının ASHRAE standart değeri olan 1000 ppm'in üzerinde olduğu da belirlenmiştir (Şekil 6.9).

Deneysel ölçüm sonuçlarına göre Tablo 6.7’de iç ve dış hava ölçüm değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel önem seviye aşağıda verilmiştir.

**Tablo 6.7:** İç ve dış hava ölçüm değerleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi.

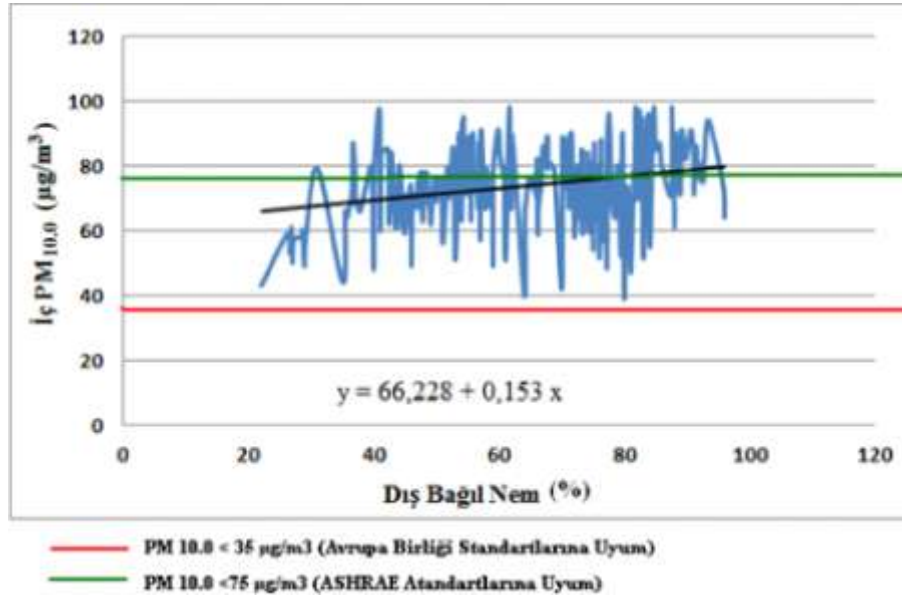
Ölçüm değerleri		Dış sıcaklık (°C)	Dış bağıl nem (%)	Dış CO <sub>2</sub> (ppm)	Dış PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
İç sıcaklık (°C)	r	0,826	-0,224	-0,015	-0,475
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	0,712	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645
İç bağıl nem (%)	r	-0,135	0,856	-0,013	0,07
	p	<b>0,001**</b>	<b>0,000**</b>	0,750	0,075
	N	645	645	645	645
İç I.CO <sub>2</sub> (ppm)	r	-0,095	0,084	0,254	0,090
	p	<b>0,016*</b>	<b>0,034*</b>	<b>0,000**</b>	<b>0,023*</b>
	N	645	645	645	645
İç II.CO <sub>2</sub> (ppm)	r	-0,092	0,071	0,253	0,092
	p	<b>0,019*</b>	0,072	<b>0,000**</b>	<b>0,020*</b>
	N	645	645	645	645
İç PM <sub>0.3</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	-0,670	0,214	0,011	0,529
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	0,773	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645
İç PM <sub>0.5</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	-0,669	0,212	0,009	0,528
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	0,819	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645
İç PM <sub>1.0</sub> (Parc/m <sup>3</sup> )	r	-0,674	0,215	0,008	0,537
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	0,836	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645
İç PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	r	-0,596	0,200	0,019	0,403
	p	<b>0,000**</b>	<b>0,000**</b>	0,631	<b>0,000**</b>
	N	645	645	645	645

Dış bağıl nem ile iç bağıl nem arasında  $r = 0,856$  olduğundan %85,6 oranında pozitif yönlü yüksek güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.10’da verilmiştir.



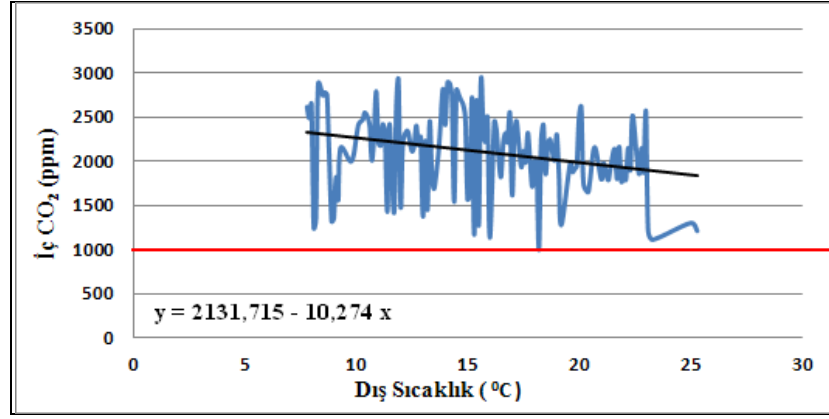
**Şekil 6.10:** Dış hava bağıl nem ile iç hava bağıl nem değerleri arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile İç partiküler madde  $PM_{10.0}$  düzeyi arasında  $r=0,200$  olduğundan, %20 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.11’de verilmiştir.



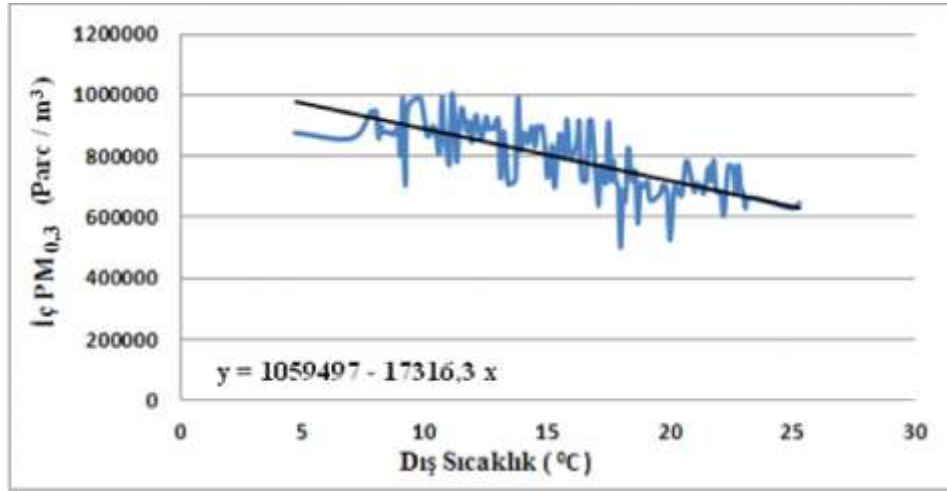
**Şekil 6.11:** Dış hava bağıl nem ile iç partiküler madde  $PM_{10.0}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava sıcaklık değeri ile iç hava  $I.CO_2$  düzeyi arasında  $r=-0,095$  olduğundan %9,5 oranında negatif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.12’de verilmiştir.



Şekil 6.12: Dış hava sıcaklık ile iç hava I.CO<sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

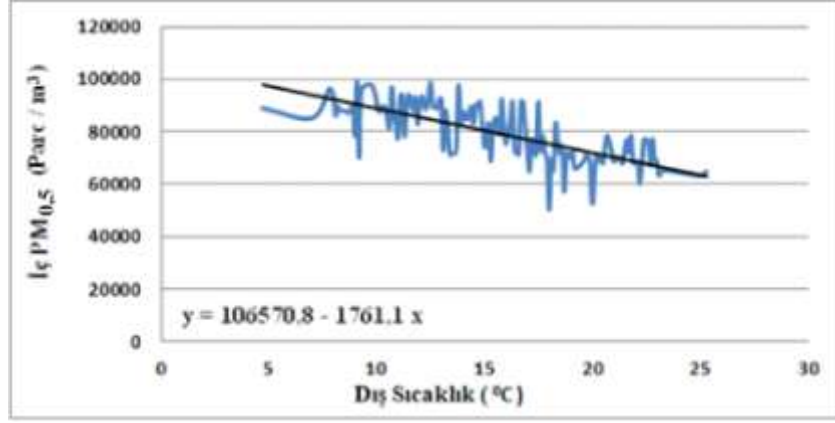
Dış hava sıcaklık değeri ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,3</sub> düzeyi arasında  $r=-0,670$  olduğundan %67 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.13’de gösterilmiştir.



Şekil 6.13: Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,3</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

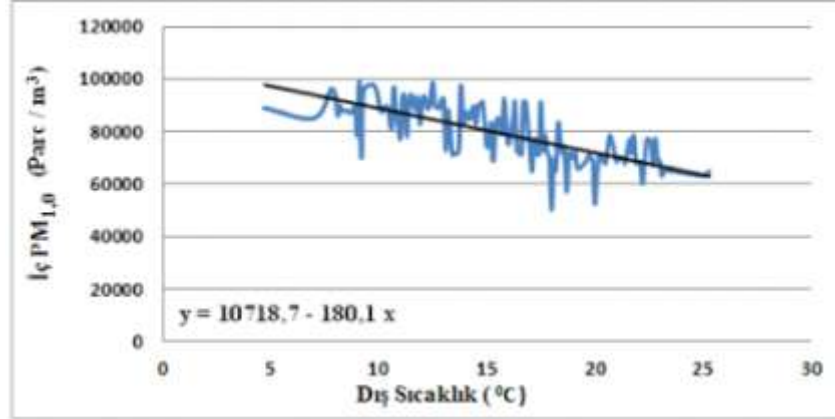
Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,5</sub> düzeyi arasında  $r=-0,669$  olduğundan %66,9 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.14’de verilmiştir.





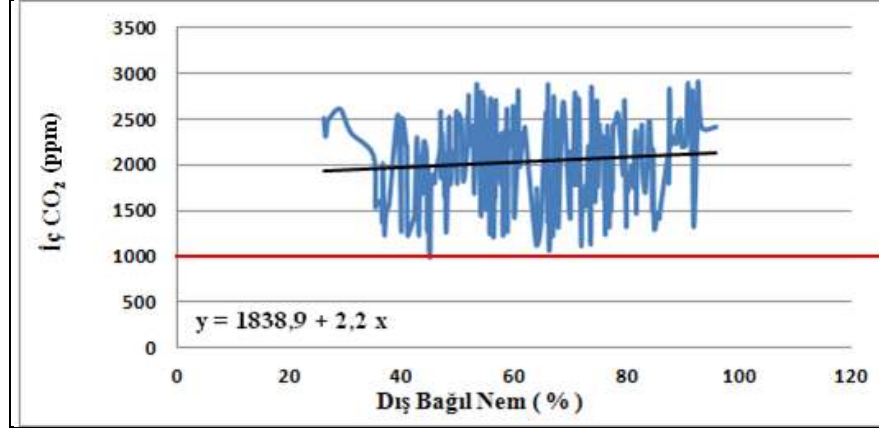
**Şekil 6.14:** Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,5</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM<sub>1,0</sub> düzeyi arasında  $r=-0,674$  olduğundan %67,4 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.15’de verilmiştir.



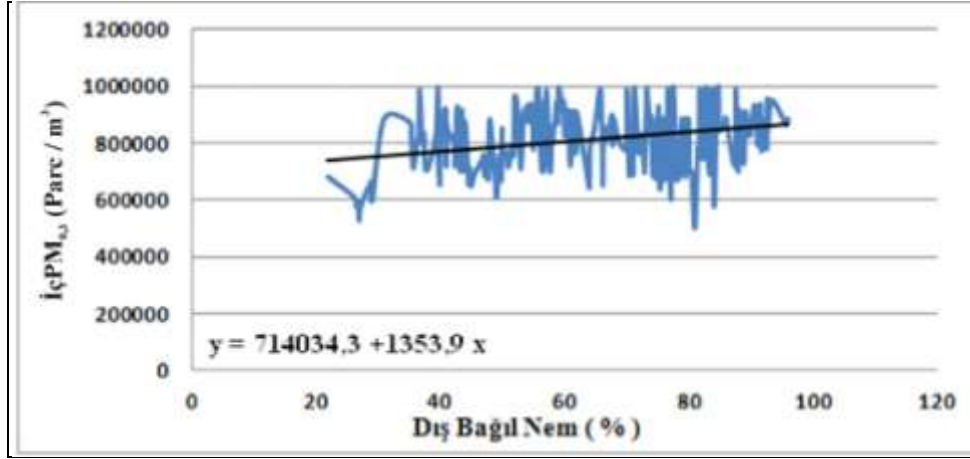
**Şekil 6.15:** Dış hava sıcaklık ile iç hava partiküler madde PM<sub>1,0</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile iç hava I.CO<sub>2</sub> düzeyi arasında  $r=0,084$  olduğundan %8,4 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.16’da verilmiştir.



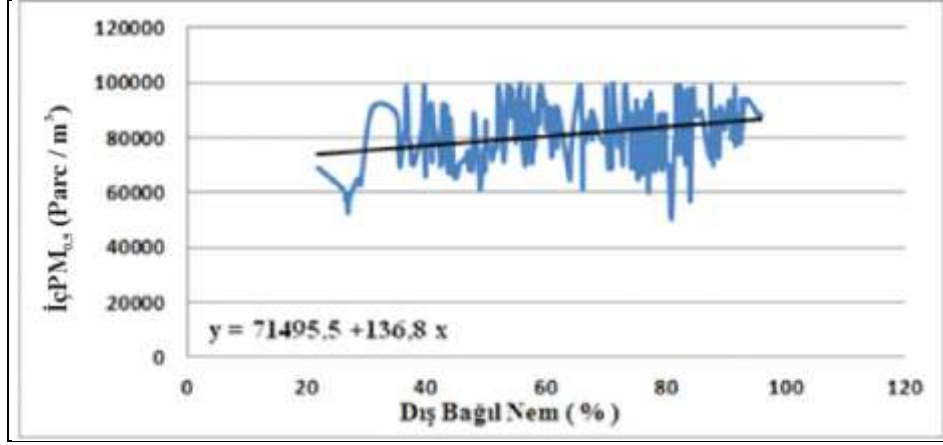
**Şekil 6.16:** Dış hava bağıl nem ile iç hava I.CO<sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,3</sub> düzeyi arasında  $r=0,214$  olduğundan %21,4 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.17’de verilmiştir.



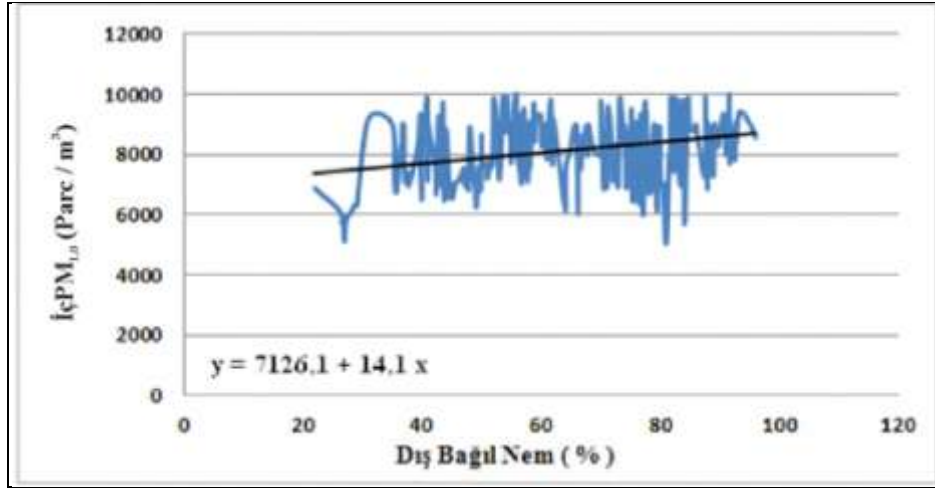
**Şekil 6.17:** Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,3</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde PM<sub>0,5</sub> düzeyi arasında  $r=0,212$  olduğundan %21,2 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.18’de verilmiştir.



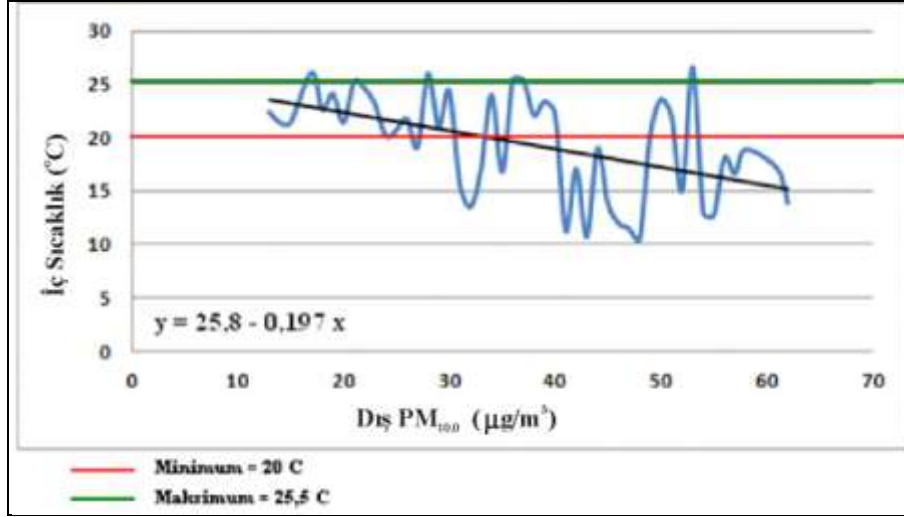
**Şekil 6.18:** Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde  $PM_{0,5}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyi arasında  $r = 0,215$  olduğundan %21,5 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.19'da verilmiştir.



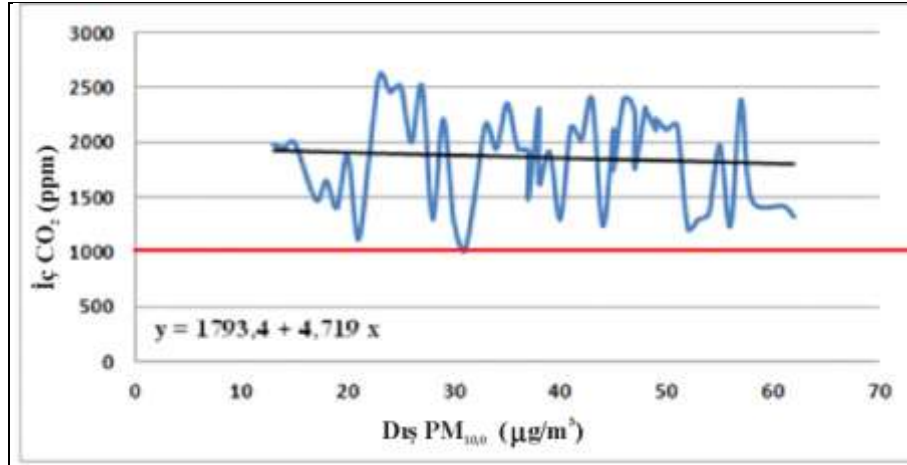
**Şekil 6.19:** Dış hava bağıl nem ile iç hava partiküler madde  $PM_{1,0}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile iç hava sıcaklık düzeyi arasında  $r=0,475$  olduğundan %47,5 oranında negatif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.20'de verilmiştir.



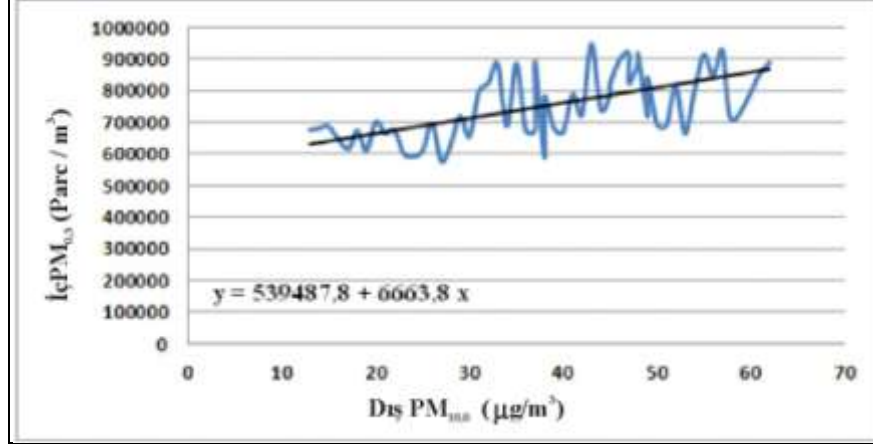
**Şekil 6.20:** Dış hava partiküler madde PM<sub>10,0</sub> ile iç hava sıcaklık düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava partiküler madde PM<sub>10,0</sub> ile iç hava CO<sub>2</sub> düzeyi arasında  $r=0,09$  olduğundan %9 oranında pozitif yönlü düşük güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.21’de verilmiştir.



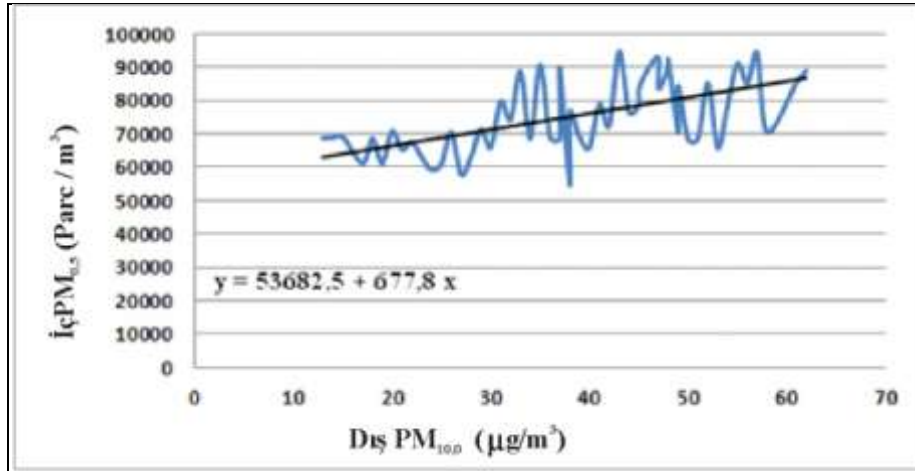
**Şekil 6.21:** Dış hava partiküler madde PM<sub>10,0</sub> ile iç hava CO<sub>2</sub> düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile İç partiküler madde  $PM_{0,3}$  düzeyi arasında  $r=0,529$  olduğundan %52,9 oranında pozitif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.22’de verilmiştir.



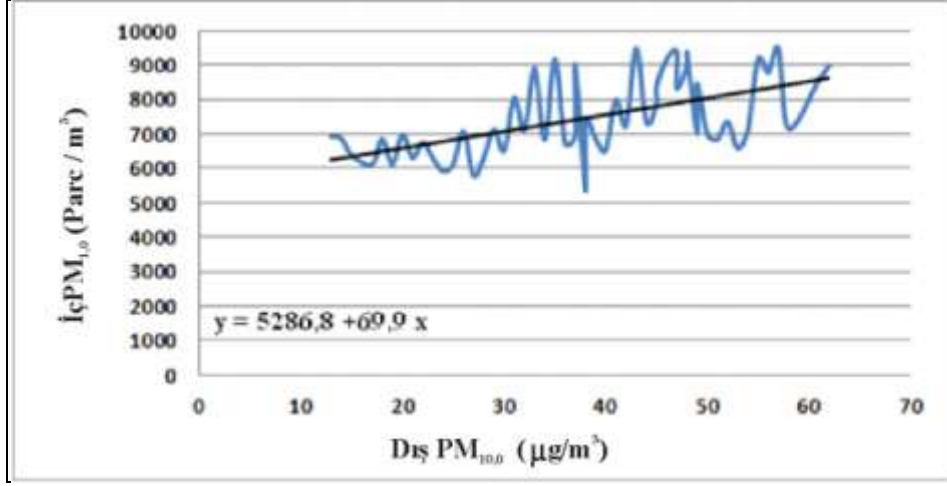
**Şekil 6.22:** Dış partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile iç partiküler madde  $PM_{0,3}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile iç hava partiküler madde  $PM_{0,5}$  düzeyi arasında  $r=0,528$  olduğunda %52,8 oranında pozitif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.23’de verilmiştir.



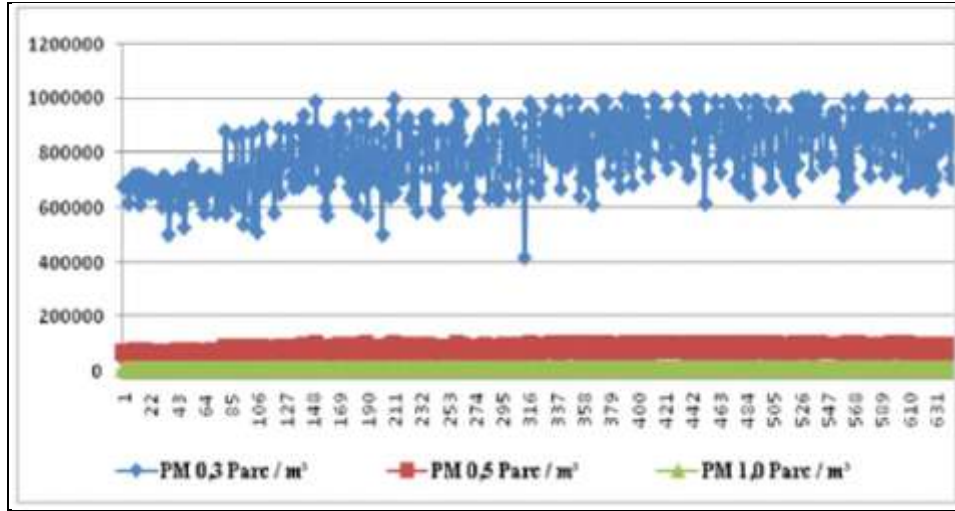
**Şekil 6.23:** Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile iç hava partiküler madde  $PM_{0,5}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile İç hava partiküler madde  $PM_{0,5}$  düzeyi arasında  $r= 0,537$  olduğundan %53,7 oranında pozitif yönlü orta güçte bir ilişki olduğu aşağıda Şekil 6.24’de verilmiştir.



**Şekil 6.24:** Dış hava partiküler madde  $PM_{10,0}$  ile iç hava partiküler madde  $PM_{0,5}$  düzeyi arasındaki ilişki grafiği.

Tüm ölçüm sonuçlarına göre, iç hava kalitesi ölçümlerinden  $PM_{0,3}$ ,  $PM_{0,5}$  ile  $PM_{1,0}$  arasındaki ilişki grafiği de aşağıda Şekil 6.25’de istatistiksel olarak analiz grafiği verilmiştir.



**Şekil 6.25:** İç hava partiküler madde  $PM_{0,3}$ ,  $PM_{0,5}$  ile  $PM_{1,0}$  arasındaki ilişki grafiği.

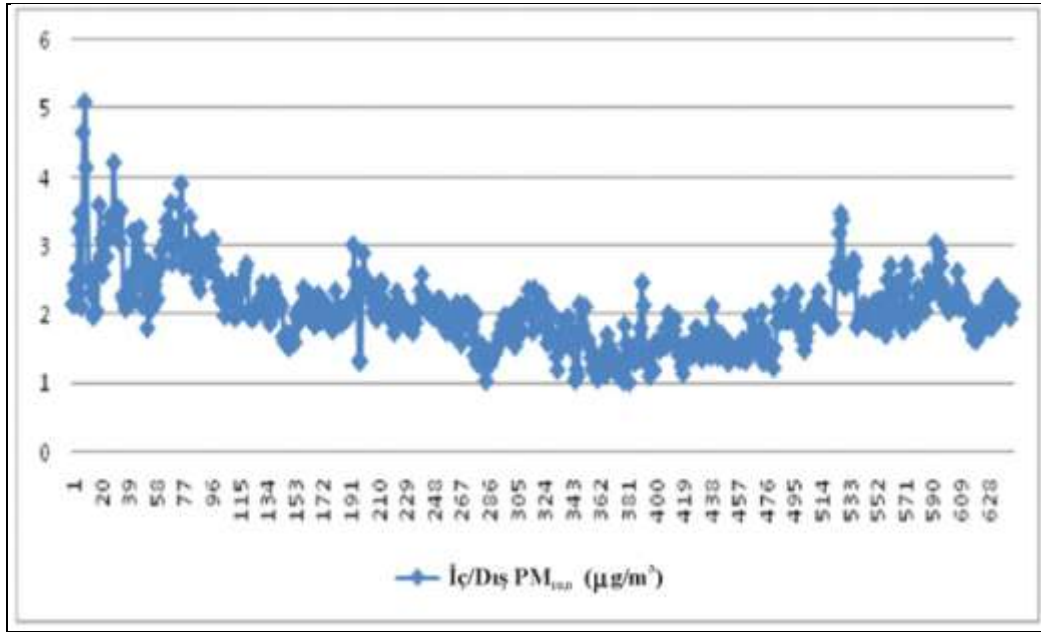
Tüm ölçüm sonuçlarına göre iç hava kalitesi ölçümlerinden  $PM_{10,0}$  arasındaki ilişki grafiği de aşağıda Şekil 6.26’da istatistiksel olarak analiz grafiği verilmiştir. Partiküler madde  $PM_{0,3}$  ortalama değerinin  $798.614,63 \text{ parc/m}^3$  olduğu da tespit edilmiştir.  $PM_{0,3}$  ölçüm sonucuna göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz

oda standartları için verilen sınır değer olan 102.000 parc/m<sup>3</sup> değerinin çok üzerinde olduğu da belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde PM<sub>0,5</sub> ortalama miktarı değeri 80.038,78 parc/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>0,3</sub> ölçüm miktarı değerine göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz oda standartları için verilen sınır değer olan 35.200 parc/m<sup>3</sup> değerinin çok üzerinde olduğu, da belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde PM<sub>1,0</sub> ortalama miktarı değeri 8.004,79 parc/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>0,3</sub> ölçüm sonucuna göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz oda standartları için verilen sınır değer olan 8.320 parc/m<sup>3</sup> değerinin altında olduğu da saptanmıştır.

İç hava partiküler madde PM<sub>10,0</sub> ortalama ölçüm miktarı değeri 75,79 µg/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>10,0</sub> ölçüm sonucuna göre, ASHRAE standardında belirtilen sınır değer olan PM<sub>10</sub><75 µg/m<sup>3</sup> değerinden fazla olduğu, bu nedenle de verilen standart değerinin üzerine çıktığı da belirlenmiştir.

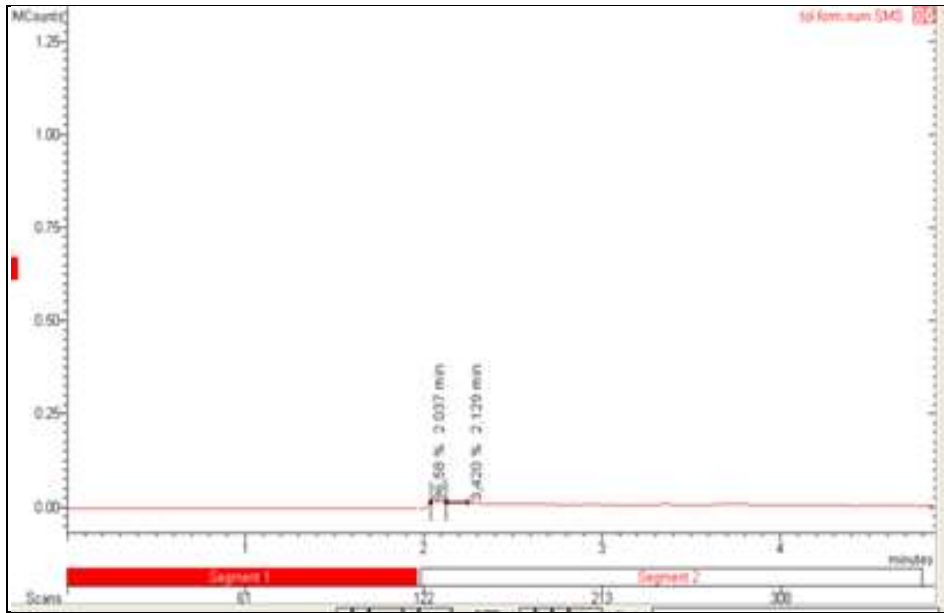


Şekil 6.26: İç hava kalitesi ölçümlerinden İç/dış PM<sub>10,0</sub> oranı arasındaki ilişki grafiği

Tüm ölçüm sonuçlarına göre iç hava kalitesi ölçümlerinden iç/dış PM<sub>10.0</sub> oranlarına bakıldığında, oran değerlerinin 1,0 ile 5,0 değerleri arasında olduğu, ortalama partiküler madde iç/dış PM<sub>10.0</sub> oranının da 2,04 olduğu ortaya çıkmıştır.

## 6.2 İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Formaldehit Ve Toluen Ölçümlerinin Analizi

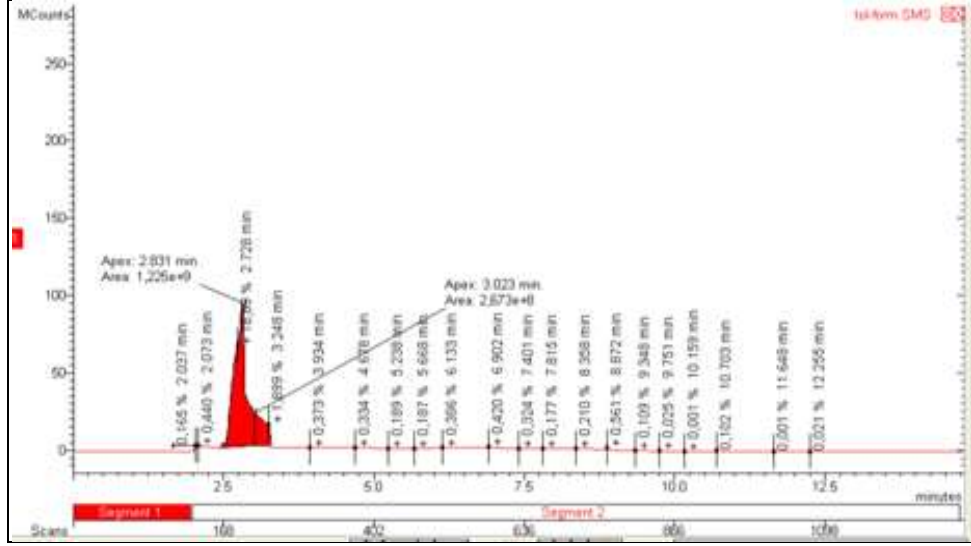
Formaldehit ve Toluen ölçümleri sonunda 5 adet deney yerinden her ay alınan iç hava kalitesi numuneleri, GC-MS cihazına aşağıdaki Şekil 6.27’de belirtildiği gibi tanıtılmıştır.



**Şekil 6.27:** Deney numunelerinin GC-MS cihazına tanıtım sonrası elde edilen grafik görüntüsü

Tanımlan Toluen ve formaldehit örnek kimyasalları (%99,99 saflıkta) ile deney yerlerinden alınan iç hava numuneleri GC-MS cihazına konduktan sonra bu cihaza bağlı bir bilgisayar programı yardımıyla sonuçlar grafik halinde verilmiştir. Aşağıda, Şekil 6.28’de GC-MS cihazının sonuç çıktılarını gösterir grafik gösterilmiştir.





**Şekil 6.28:** Formaldehit ve Toluen ölçüm sonuçlarının grafik görüntüsü.

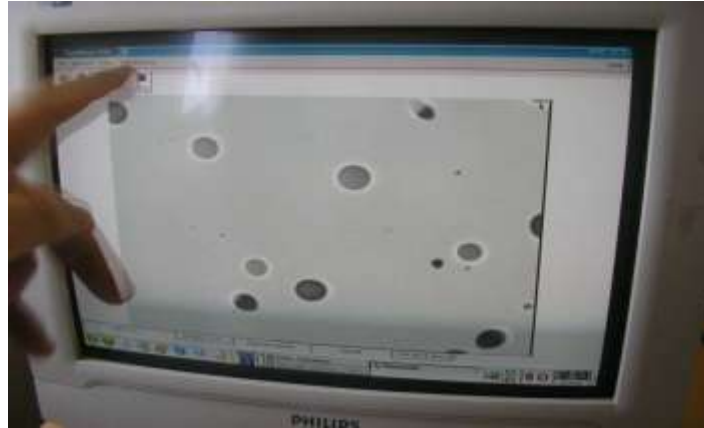
Şekil 6.28'deki grafiğinin incelenmesinden grafiğin x ekseninde zaman (sn) y ekseninde sayım aralığı olduğu görülmektedir. Grafikten GC-MS cihazına verilen ölçüm numune sonuçlarına bakıldığında, ölçümleri yapılan Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu sınıfları ile Antalya Büyükşehir Belediyesi hafif raylı metro sistemi ile Antalya Büyükşehir Belediyesi otobüs içerisinde formaldehit ve toluen miktarlarının iç hava kalitesi yönünden ilgili yerlerde sayım sayısına göre 0 ppm olduğu tespit edilmiştir.

Ölçüm sonuçlarına göre formaldehit miktarı OSHA tarafından belirlenen izin verilebilir maruz kalma sınırı; (permissible exposure limit, PEL) 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalaması (time wieghted average-TWA) 0,75 ppm olduğundan yapılan tüm ölçümlerde formaldehit miktarının 0 ppm olduğundan tespit edilmiştir. Bu durumda OSHA tarafından belirlenen sınır değerinde hiç aşılmadığı da belirlenmiştir.

Deneysel ölçüm sonuçlarına göre, toluen'in ölçüm yapılan yerlerde 0 ppm değerinde olduğu belirlendiğinden toluen miktarı için iç hava kalitesi yönünden sınır değeri olan (yaşamı tehlikeye sokan sınır değer) 500 ppm değerinin çok çok altında olduğu da tespit edilmiştir (Şekil 6.28).

### 6.3 İç Hava Kalitesi Ölçümlerinden Radon Ölçümlerinin Analizi

Radon ölçüm numuneleri Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu laboratuvarı, atölye ve bir adet sınıfa konulmuştur. Atölye'ye konulan R86641 seri nolu R-39 seri tipli radon dosimetre numunesi topraktan 2 m yükseklikte bırakılmıştır. Diğer numunelerde sırasıyla Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu laboratuvar R89241 seri nolu R-39 seri tipli radon dosimetre numunesi topraktan seviyesi 1,5 m aşağıda (Atölye toprak seviyesinin altındadır) bırakılmıştır. Başka bir numune R89263 seri nolu R-39 serisi radon dosimetre numunesi de bir adet sınıfa yerden 2 m yükseklikte bırakılmıştır. Diğer 2 adet R89285 ve R89213 seri nolu R-39 seri tipli numunelerde sırasıyla Antalya hafif metro sistemi (Antray) ile Antalya Büyükşehir Belediyesine ait otobüs aracında, insanların ulaşamayacağı zeminden 3 m yüksekliklere bırakılmıştır. R-39 seri tipli radon dosimetre numuneler deney yapılan yerlerde özel alüminyum folyolarından çıkarılarak 3 ay boyunca (01/01/2011 ila 01/04/2011 tarihleri arasında) görülmeyecek şekilde konmuşlardır. Ölçüm sonuçları Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçükçekmece Nükleer Araştırma Müdürlüğünde radon etkisiyle ortaya çıkan izleri saymak ve radon konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kullanılan Radoys markalı cihaz ile test işlemi yapılmıştır. Radon ölçüm numunelerine bağlı olarak aşağıda Şekil 6.29'da alfa parçacık izleri verilmiştir.



**Şekil 6.29:** Radon numunelerinin alfa parçacık izleri.

DeneySEL ölçümü yapılan beş adet radon ölçüm numuneleri üzerinde radon izleri sayımı yapılmıştır. Bu sayım sonuçları aşağıda Tablo 6.8'de verilmiştir.

**Tablo 6.8:** Radon izleri sayımı ölçüm sonuçları.

Sıra No	Detektör No	Detektörün Konulduğu yer	Toprak seviyesinden yükseklikleri (m)	Radon Aktivite Konsantrasyonu (Bq/m <sup>3</sup> )
1	R86641	Atölye	2	113
2	R89241	Laboratuar	-1,5	122
3	R89263	Sınıf	2	48
4	R89285	Hafif raylı metro	3	38
5	R89213	Otobüs	3	35

Aşağıda Tablo 6.9'da beş adet deney yerinden alınan radon dozimetre numunelerinin radon aktivite konsantrasyon sonuçları verilmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde, Türkiye radyasyon güvenliği yönetmeliği ev ve işyerlerinde radon için verilen sınır değerleri sırasıyla evlerde 400 Bq/m<sup>3</sup> ile işyerleri için 1000 Bq/m<sup>3</sup> olduğundan, elde edilen radon ölçüm sonuçları, Türkiyede belirlenen sınır değerlerinin radyasyon güvenliği yönetmeliğinin çok altında olduğu sonucuna ulaşılmıştır

**Tablo 6.9:** Radon aktivite konsantrasyonu sonuç değerlerinin Türkiye'deki standart değerleri ile karşılaştırma tablosu.

Ölçüm yapılan yerler	Radon Aktivite Konsantrasyonu (Bq/m <sup>3</sup> )	Standart değer ile karşılaştırma Türkiye radyasyon güvenliği yönetmeliği ev ve işyerlerinde radon için verilen sınır değerleri (1) Ev= 400 Bq/m <sup>3</sup> ; (2) İşyerleri=1000 Bq/m <sup>3</sup>
Atölye	113	1 ve 2 sınır değerleri geçilmemiştir.
Laboratuar	122	1 ve 2 sınır değerleri geçilmemiştir.
Sınıf	48	1 ve 2 sınır değerleri geçilmemiştir.
Hafif raylı metro	38	1 ve 2 sınır değerleri geçilmemiştir.
Otobüs	35	1 ve 2 sınır değerleri geçilmemiştir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında Türkiye’de önemi yeni anlaşılmaya başlanılan iç hava kalitesi ile ilgili olarak, Türkiye de Antalya ilinde bulunan Akdeniz Üniversitesinde Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu derslikleriyle (atölye, laboratuvar, sınıf), Antalya ilinde Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından yeni yapılan hafif raylı metro (Antray) ile Antalya Büyükşehir belediyesine ait, şehir içi otobüslerinde iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler öğretimin devam ettiği Ekim, Kasım, Aralık 2010, Ocak, Şubat Mart 2011 dönemi, Ekim, Kasım, Aralık 2011 dönemi ile Ocak, Şubat, Mart 2012 yıllarını kapsayacak şekilde (toplamda 12 ay) haftada iki kez olmak üzere özellikle havaların soğuk olduğu günlerde periyodik olarak sabah 07:00-09:30 arası, öğle 11:00-14:00 arası, akşam 18:00-20:00 saatleri arasında ölçümler yapılmıştır. İç hava kalitesi ölçüm parametreleri olarak sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), toz partikül madde (PM<sub>0.3</sub>, PM<sub>0.5</sub>, PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>10</sub>), radon, formaldehit ve toluen maddelerinin ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar SPSS programı ile istatistiksel olarak irdelenmiş ve modellenmiştir.

İç hava kalitesi parametrelerinden iç hava sıcaklıkları ortalama sıcaklık değeri 18,09°C, olarak tespit edilmiştir. Bu durumda ortalama sıcaklık değeri, ASHRAE standartlarında belirtilen 20°C’nin altında olduğu görülmüştür. Ölçümü yapılan Akdeniz Üniversitesi kampüs alanı içerisindeki binaların 1990 yılında yapılması sebebiyle binaların 22 yıllık olması durumunda göz önüne alındığında sıcaklık farkının binaların eski olmasından kaynaklandığı, Ayrıca deneysel ölçümleri yapılan dersliklerde merkezi iklimlendirme sistemlerinin bulunmadığından dolayı ortalama sıcaklık değerinin iç ortam hava kalitesi yönünden standartlarda belirtilen konfor bölgesinin dışında olduğu da belirlenmiştir. Ölçümü yapılan hafif raylı metro sistemi iç hava ortalama sıcaklık değeri 17,98°C, otobüs ölçümlerinde 17,59°C olduğu tespit edilmiştir. Her iki araçta ısıtma sisteminin mevcut olduğu da göz önüne alındığında iklimlendirme yönünden konfor iklimlendirmesine yakın bir ortam sıcaklığının olduğu görülmüştür. Ancak standartlarda belirtilen 20°C konfor bölgesinin dışında

olduğu da belirlenmiştir. Bunun sebebi ise özellikle otobüslerin standart olarak duraklarda durmadığı, kapıların açık tutulduğu, infiltrasyon yolu ile hava kaçışlarının fazla olduğu sonucunu da ortaya çıkarmaktadır. Hafif raylı metro sisteminde kiş döneminde sıcaklık değerinin düşük çıkmasına etken olarak durakların sıklığı durak mesafelerinin yakınlığı nedeniyle ortalama sıcaklık değerinin konfor iklimlendirme değerlerinin altında olduğunun bir sonucudur. Tüm lm sonuçları dikkate alındığında kiş döneminde ölçümü yapılan binalarda merkezi ısıtma sisteminin kurulması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

İ hava kalitesi parametrelerinden iç hava bağıl nem tüm ölçümlerinde ortalama değer %56,29 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda bağıl nem ASHRAE standartlarında belirtilen maksimum standart değer olan %60'nin altında olduğu grlmştir. Ayrıca deneysel ölçümleri yapılan dersliklerde iç hava bağıl nem değerinin merkezi iklimlendirme sistemlerinin bulunmamasından dolayı ortalama i hava bağıl nem değerinin iç ortam hava kalitesi yönünden standartlarda belirtilen konfor bölgesinin her ne kadar içinde olsa da insanlar bulunduğu sınıf ortamlarında belli bir süre sonra konfor yönünden rahatsızlıklarının artacağı sonucunu da ortaya çıkarmaktadır. lm yapılan hafif raylı metro sistemi i hava bağıl nem ortalama değerini % 56,8 olduğu, otobüs ortalama bağıl nem ölçüm değerinin %56,31 olduğu da tespit edilmiştir. lm yapılan derslikler, metro ve otobüs ölçüm değerlerinden iç hava bağıl nem değerlerinin yaklaşık aynı olduğu da belirlenmiştir. Tüm ölçümlerde dış hava bağıl nem ortalaması %62,47 olduğu tespit edilmiştir. Dış hava kalitesi yönünden ASHRAE standart değerini olan maksimum sınır olan %60 değerinin üzerinde olduğu da tespit edilmiştir. Bu durum ölçümü yapılan yerlerin denize yakınlığı sebebiyle denizdeki kiş ayında oluşan ısı farklılığına bağlı oluşan yüksek nem sebebiyle olduğunu da ortaya çıkarmaktadır.

İç hava kalitesi parametrelerinden CO<sub>2</sub> lm değerleri pencere kenarlarından alınan I.CO<sub>2</sub> değerleri ile hacimlerin orta kısımlarından alınan II.CO<sub>2</sub> lmleri ASHRAE standartlarında verilen 1000 ppm değerinin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir standart değer olan Kanada standartlarında tüm ölçümlerde CO<sub>2</sub> için belirtilen 3500 ppm sınır değerini geçilmediği de belirlenmiştir. Kiş aylarında yapılan i hava kalitesi ölçümlerinde dersliklerde (Atölye, laboratuvar, sınıf) kapı ve pencerelerin kapalı tutulması sebebiyle ayrıca ölçümü yapılan dersliklerde

havalandırma sisteminin olmaması sebebiyle (Merkezi iklimlendirme sistemi bulunmamaktadır.) CO<sub>2</sub> değerinin fazla olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. CO<sub>2</sub> değerlerinin aşağıya çekilmesi için havalandırma sistemi ölçümü yapılan dersliklere kurularak CO<sub>2</sub> düzeyinin standart değerlerin altında tutulabilir. Bunun için ilgili dersliklere CO<sub>2</sub> sensörlerinin takılması şiddetle önerilmektedir.

İç hava kalitesi ölçüm parametrelerinden olan partiküler madde ölçüm (PM<sub>0,3</sub>, PM<sub>0,5</sub>, PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>10,0</sub>) sonuçlarından partiküler madde PM<sub>0,3</sub> ortalama miktarı değeri 798.614,63 parc/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>0,3</sub> ölçüm sonucuna göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz oda standartları için verilen sınır değer olan 102.000 parc/m<sup>3</sup> değerinin çok üzerinde olduğu, bu nedenle de verilen standart grupta ISO class 7 grubu içerisine girdiği sonucu da ortaya çıkmıştır.

İç hava partiküler madde PM<sub>0,5</sub> ortalama miktarı değeri 80.038,78 parc/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>0,3</sub> ölçüm miktarı değerine göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz oda standartları için verilen sınır değer olan 35.200 parc/m<sup>3</sup> değerinin çok üzerinde olduğu, bu nedenle de verilen standart grupta ISO class 7 grubu içerisine girdiği de belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde PM<sub>1,0</sub> ortalama miktarı değeri 8.004,79 parc/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>0,3</sub> ölçüm sonucuna göre, Avrupa standardı olan ISO 14644-1 temiz oda standartları için verilen sınır değer olan 8.320 parc/m<sup>3</sup> değerinin altında olduğu, bu nedenle de verilen standart grupta ISO class 5 grubu içerisine girdiği saptanmıştır.

İç hava partiküler madde PM<sub>10</sub> ortalama ölçüm miktarı değeri 75,79 µg/m<sup>3</sup> olduğu tespit edilmiştir. PM<sub>10</sub> ölçüm sonucuna göre, ASHRAE standardında belirtilen sınır değer olan PM<sub>10</sub><75 µg/m<sup>3</sup> değerinden fazla olduğu, bu nedenle de verilen standart değer üzerine çıktığı da belirlenmiştir. PM<sub>10</sub> ortalama ölçüm miktarı değeri 75,79 µg/m<sup>3</sup> sonucuna göre; Çin standardında belirtilen sınır değer olan PM<sub>10</sub><150 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinin altında olduğu, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) standardına göre sınır değer olan PM<sub>10</sub><20 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinin üzerinde olduğu, İngiltere standart değeri olan PM<sub>10</sub><50 µg/m<sup>3</sup> sınır değerinin üzerinde olduğu da tespit edilmiştir. Diğer taraftan Honkong standart değeri olan PM<sub>10</sub><180 µg/m<sup>3</sup>

(2.düzye) sınır değeri,  $PM_{10}$  ortalama ölçüm miktarı değeri  $75,79 \mu g/m^3$  değerinin altında olduğu da belirlenmiştir.

İç hava partiküler madde İç/dış $PM_{10}$  ölçüm oranı değeri 2,04 olduğu tespit edilmiştir. İç/dış $PM_{10}$  ölçüm oranı değerinin 1 oranı değerinden büyük olması iç ortam kirleticilerinin dış ortam kirleticilerinden daha fazla olduğunun bir sonucudur.

İç hava partiküler madde İç/dış $PM_{10}$  ölçüm oranı, dersliklerde (Atölye, laboratuvar ve sınıf) 2,0 değerinin üzerinde olduğu, bu oranın 1,0 değerinden fazla olduğundan, iç hava kalitesi yönünden dersliklerin dış ortama göre daha fazla miktarda olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Diğer ölçümlerden hafif raylı metro sistemi partiküler madde İç/dış $PM_{10}$  oranı 2,03 olduğundan, bu oranın 1,0 değerinden fazla olması iç hava kalitesi yönünden hafif raylı metro sistemi içerisindeki partiküler maddenin dış ortama göre daha fazla miktarda olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Otobüs ölçümlerinde partiküler madde İç/dış $PM_{10}$  oranı 1,97 olduğundan, bu oranın 1,0 değerinden fazla olması, iç hava kalitesi yönünden otobüs içerisindeki partiküler madde miktarının, dış ortama göre daha fazla miktarda olduğu sonucunu da ortaya koymaktadır. Sonuçta ölçüm yapılan yerlerde partiküler madde İç/dış $PM_{10}$  oranının değişimi 1,0 değerinden fazla olması, iç ortamda bulunan öğrenci ve şahışların hareketlerinden kaynakladığı sonucuna da ortaya koymuştur.

Formaldehit ölçüm sonucu, iç hava kalitesi yönünden ilgili yerlerde ölçüm sayım sayısına göre 0 ppm olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre formaldehit miktarı İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) tarafından belirlenen izin verilebilir maruz kalma sınırı; (8 saatlik zaman ağırlıklı ortalaması) 0,75 ppm olduğundan, yapılan tüm ölçümlerde formaldehit miktarının 0 ppm olması sebebiyle OSHA tarafından belirlenen sınır değerinin hiç aşılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tüm ölçüm sonuçlarına göre iç hava kalitesi ölçüm parametrelerinden olan Toluen ölçüm yapılan yerlerde 0 ppm değerinde olduğu belirlendiğinden Toluen miktarı için iç hava kalitesi yönünden belirlenen sınır değeri olan (yaşamı tehlikeye sokan sınır değer) 500 ppm değerinin çok altında olduğu da belirlenmiştir.

Tüm ölçüm sonuçlarına göre, iç hava kalitesi ölçüm parametrelerinden olan radon gazı aktivite konsantrasyonları sırasıyla Atölye ölçümünde 113 Bq/m<sup>3</sup> olduğu, laboratuvar ölçümünde 122 Bq/m<sup>3</sup>, sınıf ölçümünde 48 Bq/m<sup>3</sup>, hafif raylı metro ölçümünde 38 Bq/m<sup>3</sup> ve otobüs ölçümünün de 35 Bq/m<sup>3</sup> olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Derslilerde yapılan radon ölçüm sonuçlarının, araçlarda yapılan radon ölçüm sonuçlarından fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak toprak seviyesinden atmosfer havasına doğru yükseldikçe radon seviyesinin azaldığı sonucunu da doğrulamaktadır. Türkiye radyasyon güvenliği yönetmeliği ev ve işyerlerinde radon için verilen sınır değerleri sırasıyla evlerde 400 Bq/m<sup>3</sup> ile işyerleri için 1000 Bq/m<sup>3</sup> olduğundan, elde edilen radon ölçüm sonuçları, Türkiye’de belirlenen sınır değerlerinin radyasyon güvenliği yönetmeliğinin çok altında olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.

Bu tez çalışması sonucunda aşağıdaki öneriler ortaya çıkmıştır.

Temel yaşam alanlarında insanlar hayatlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için binalar, araçlar iç hava kalitesi yönünden sürekli olarak izlenip kontrol edilmesi gerekir. Kabul edilebilir bir iç hava kalitesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu sebeple Üniversiteler ile araçlarda (Hafif raylı metro ile diğer araçlarda) iç hava kirletici konsantrasyonu düşürmek için bazı kontrol yöntemleri uygulanmalıdır. Bunlar sırasıyla;

- İç hava kirliliğine etken olan kaynağın uzaklaştırılması,
- İç ortama dağılmış olan iç hava kirleticilerinin kaynağından yakalanıp uzaklaştırılması (Yerel Ekzoz),
- Havalandırma sisteminin uygun olarak tasarlanması, işletilmesi ve bakımlarının tam ve zamanında yapılması,
- İç hava kirliliğinin tamamen önlenemediği yerlerde maruz kalma sürelerini ve şekillerinin kısaltılması,
- Hava temizleme cihazlarının iç ortamlarda kullanılması, önerilmektedir.



Ayrıca; İç hava kalitesinin insan sağlığına etkileri ile ilgili Türkiye’de yükseköğretim kurumlarında dersler, eğitici seminerler, sempozyum ve kongreler yapılması üniversiteler tarafından sağlanmalıdır.

Türkiye üniversitelerinde merkezi ısıtma/soğutma sistemleri ile havalandırma sistemleri ivedilikle yapılmalı, bu sayede enerjinin verimli kullanılması da sağlanmış olacaktır. Türkiye’de yeni kurulacak üniversitelerde merkezi ısıtma/soğutma sistemleri ile havalandırma sistemlerinin zorunlu yapılması, kriter olarak konulması sağlanmalıdır.

Türkiye’de halen iç hava kalitesi ile ilgili standart değerlerin olmaması sebebiyle insan sağlığına direkt etkisi olan iç hava kalitesi ile ilgili standart değerlerin belirlenmesi için ilgili kurum ve kuruluşların ivedilikle harekete geçmesi önerilmektedir.

Türkiye’de her ilde iç hava kalitesi parametreleri de göz önüne alınarak ilgili her ilin iç hava kalitesi haritalarının oluşturulması sağlanmalıdır.

İç hava kalitesi ölçümleri periyodik olarak sürekli olarak anlık ölçümlerle yapılması daha doğru sonuçların ortaya çıkacağı, ayrıca ölçümlerde diğer dış hava parametreleri de aynı anda ölçümlerin yapılması NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Asbest bakteriler, virüsler, mantarlar ve maytlar ile uçucu organik bileşiklerinde eş zamanlı olarak iç havada ölçülmesi de önerilmektedir.

## 8. KAYNAKLAR

- [1] Karakoç, T. H., Işıklı, B., Atmaca, F., Toka, S., ve Kaba, Ş. “Uçaklarda İç Hava Kalitesi ve Neden Olabileceği Problemler”, *VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Teskon*, 431-441, İzmir, (2005).
- [2] Ashrae Standard 62-1989, “Ventilation for acceptable indoor air quality” (1989).
- [3] Zimmerman, R. S., “Indoor air quality guidelines for Pennsylvania Schools [Online]”, 16.10.2011, <http://www.eric.ed.gov/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED454690> (1999).
- [4] Cinemre, T., “İç hava kalitesi ve iç hava kaynaklı hastalıklar, Mepcon Elektromekanik A.Ş. [Online]”, 22.03.2012, <http://www.yapihavalandirma.com/FileUpload/ks146066/File/bolum-3.doc> (2011).
- [5] Montgomery, D. D. and Kalman, D. A., “Indoor / outdoor air quality: reference pollutant concentrations in complaint-free residences.” *Applied Industrial Hygiene*, 4,17-20, (1988).
- [6] Facciola, N. A., “Identification, classification and correlation of ultrafine indoor airborne particulate matter with outdoor values” M.Sc Thesis, *University of Colorado*, Boulder, 185 pages, (2006).
- [7] Hui, P. S, “An Indoor air quality monitoring and assessment protocol for air-conditioned offices in subtropical climates”, Ph.D Thesis, *Hong Kong Polytechnic University*, Hong Kong, 234 pages, (2009).

- [8] Metzger, I. D., "Design and optimization of personalized ventilation for overall improvement of thermal comfort, air quality, and energy efficiency", M.Sc Thesis, *University of Colorado*, Boulder, 127 pages, (2009).
- [9] Rim, D., "Evaluation of human exposure to indoor airborne pollutants: Transport and fate of particulate and gaseous pollutants", Ph.D Thesis, *The University of Texas*, Austin, 211 pages, (2009).
- [10] Abuhafeetha, M., "Investigation on the impact of commissioning process on the indoor air quality in new office buildings in Calgary" Msc. Thesis, *University of Calgary*, Canada, 178 pages, (2009).
- [11] Mcleod, J. D., "Evaluation of indoor air quality parameters and airborne fungal spore concentrations by season and type of HVAC system in a school building" Msc. Thesis, *The University of Toledo*, 88 pages, (2008).
- [12] Bastani, A., "Full-scale experimental set-up for evaluating the performance of commercial air cleaners for building applications", Msc. Thesis, *Concordia University*, Canada, , 125 pages, (2008).
- [13] Selim, R. M., "Investigation of thermal performance, indoor air quality and energy consumption within the Tuskegee Healthy House demonstrative model", Ph.D Thesis, *The University of Alabama* , Birmingham, 156 pages, (2008).
- [14] Millerick, May, M., "The air in there should we care? An investigation into the relationship between indoor air quality and tracheal mucus in thoroughbred racehorses", Ph.D. Thesis, *Michigan State University*, 166 pages, (2008).
- [15] Cheng, X., "Air quality in commercial truck cabins and its effects on health and alertness", M.Sc.Thesis, *University of Calgary* , Canada, 200 pages, (2007).

- [16] Marsik, T., “Developing computer models to study the effect of outdoor air quality on *indoor air* for the purpose of enhancing indoor air quality”, Ph.D. Thesis, *University of Alaska Fairbanks*”, 130 pages, (2007).
- [17] Clark, M., “Indoor air pollution from cookstove smoke and adverse health effects among Honduran women”, Ph.D. Thesis, *Colorado State University*, 271 pages, (2007).
- [18] Hreha, D. M., “The influence of indoor air quality (IAQ) on student test performance”, Ph.D. Thesis, *Seton Hall University*, 124 pages, (2007).
- [19] Gardner, K. E., “Unintended consequences of clean indoor air policies in Minnesota”, Ph.D. Thesis, *University of Minnesota*, 238 pages, (2007).
- [20] Trivette, M. R., “Indoor air quality: Determination of VOCs in a reproductive clinic”, M.Sc. Thesis, *East Tennessee State University*, 101 pages, (2006).
- [21] Farjollahi, Y., “An experimental investigation on the indoor environmental conditions on diffusion coefficient of VOCs in building materials”, M.Sc. Thesis, *Concordia University* 116 pages, (2008).
- [22] Sanders, M. D., “Assessment of indoor air quality in texas elementary schools”, Ph.D. Thesis, *Teksas Üniversitesi*, Austin, 178 pages, (2008).
- [23] Al-Harbi, H. A., “An assessment procedure for acceptable Indoor Environmental Quality in health care facilities”, M.Sc. Thesis, *King Fahd University of Petroleum and Minerals*, Saudi Arabia, 218 pages, (2005).
- [24] Shenoy, N. G., “Telemonitoring indoor air quality and development of environmental forecasting models for asthma triggering gases in the El Paso-border metropolitan region”, M.Sc. Thesis, *The University of Texas*, El Paso, 114 pages, (2005).

- [25] Yeganeh, T. B., “The effect of interaction among different indoor materials on perceived air quality”, M.Sc. Thesis, *Concordia University*, Canada, 136 pages, (2005).
- [26] Thornton, R., L., “Environmental justice education and atmospheric particulate analysis in urban environmental health policy development: Indoor airborne particulate concentrations in preschools of asthmatic children in Newark”, Ph.D. Thesis, *New Jersey Institute of Technology*, 437 pages, (2006).
- [27] Torres, L. R., “Determinacion de material particulado fino en escuelas publicas elementales del distrito de Caguas II”, M.Sc. Thesis, *Universidad del Turabo*, Puerto Rico, 160 pages, (2009).
- [28] Hasselaar, E., “Health performance of housing. Indicators and tools”, Ph.D. Thesis, *Technische Universiteit Delft*, The Netherlands, 298 pages, (2006).
- [29] Snijders, M. C. L., “Indoor air quality and physical independence: An innovative view on healthy dwellings for individuals with chronic lung disease”, Ph.D. Thesis, *Technische Universiteit Eindhoven*, The Netherlands, 132 pages, (2001).
- [30] Srebric, J., “Simplified methodology for indoor environment design”, Ph.D. Thesis, *Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture*, 231-237 pages, (2000).
- [31] Cooper, L. A., “The awareness and knowledge of interior designers and carpet manufacturers on the effects of carpet on indoor air quality”, M.Sc. Thesis, *California State University*, Long Beach, 145 pages, (1996).
- [32] Ingegerd, J., “The role of volatile organic compounds in the assessment of indoor air quality”, Ph.D. Thesis, *Kungliga Tekniska Hogskolan*, Sweden, 261 pages, (1999).

- [33] Bulgurcu, H., İlten, N., ve Kuş, M., “Türkiye de yapılan iç hava kalitesi, çalışmalarının incelenmesi”, *Soğutma Dünyası Dergisi*, 48, 66 - 74, (2010).
- [34] Köksal, Y., “Hasta bina sendromu sebepleri ve muhtemel çözüm önerileri”, *Termodinamik Dergisi*, 18, (1994).
- [35] İlten, N, ve Bulgurcu, H., “Evlerde iç hava kalitesi ile ilgili bir çalışma”, *Termodinamik Dergisi*, 162, 68-76 (2006).
- [36] Bulgurcu, H., İlten, N., ve Çoşgun, A., “Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri Ve Çözümler”, *VII. Ulusal Tesisat Kongresi ve Sergisi*, İzmir, 601-615, (2005).
- [37] Çobanoğlu, N., ve Kiper, N., “Bina içi solunan havada tehlikeler”, *Çocuk sağlığı ve hastalıkları dergisi*, 49, 71-75, (2006).
- [38] Güllü, G., Menteşe, S., “İç Ortam Havasında Biyoaerosol Düzeyleri”, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 359-365, (2007).
- [39] Vaizoğlu, S. A., “Bazı Kapalı Ortamlarda Formaldehit Etkilenimi”, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 369-381, (2007).
- [40] Çelebi, N., “Konutlarda Radon Konsantrasyonu Değerlerinin Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi”, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, Makine Mühendisleri Odası, İzmir, 397-402, (2007).
- [41] Bulut, H., “Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi”, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 415-427, (2007).
- [42] Kapkın, Ş., ve Uzal, E., “Kapalı Ortamlardaki Hava Kalitesini Etkileyen Parametreler Ve Toplu Taşımacılıkta İç Hava Kalitesinin Bilgisayar Destekli Analizi”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 99, 75- 81, (2007).

- [43] Onat, B., ve Stakeeva, B., “İstanbul'da Farklı Ulaşım Türleri İle Seyahat Esnasında Maruz Kalınan Partikül Maddenin (PM<sub>2,5</sub>) Belirlenmesi”, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 621-629, (2009).
- [44] Arı, H., “Toplu Taşıma Aracı İçinde Karşılaşılan Partikül Madde Maruziyeti”, *X.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 1779- 1782, (2010).
- [45] Esin, T., “Eğitim yapılarında konfor koşullarının sağlanması ve yalıtım”, *İzolasyon Dünyası dergisi*, 66, 71-74, (2007).
- [46] Kocahakimoğlu, C., Turan, D., Özeren, F., Sofuoğlu, A., ve Sofuoğlu, S. C., “İlköğretim Okullarında Bina-İçi Hava Ozon Derişimleri”, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 697-703, (2009).
- [47] Ökten, S., ve Asan, A., “Hastane iç ortam havasının mikrobiyal açıdan incelenmesinin önemi”, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 717-723, (2009).
- [48] Sofuoğlu, S. C., Odabaşı, M., ve Sofuoğlu, A., “Bina İçi Yüzelele Çökelmiş Partiküllerdeki Uçucu Organik Madde İçeriğinin Niceliksel Analizi”, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 405-412, (2009).
- [49] Bulut, H., Yeşilnacar, M. İ., Rastgeldi, T., Aslan, M., ve Uçar, D., “Toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesine etkileri: Şanlıurfa örneği”, *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, UHAKS*, Konya,369-377, (2008).
- [50] Onat, B., Şahin Ü., Stakeeva, B., Karim, R., ve Ceran, T., “İstanbul Metrosunda PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 659-669, (2009).
- [51] Aslan, G., Sofuoğlu, A., İnal, F., Odabaşı, M., ve Sofuoğlu, S. C., “İlköğretim Okullarında Bina- İçi Hava Uçucu Organik Madde Derişimleri:

- Derslikler ile Anasınıflarının Karşılaştırılması,” *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 683-693, (2009).
- [52] Bulut, H., “Isıtma Sezonunda Ofislerde İç Hava Kalitesinin Araştırılması”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 105, 28-37, (2008).
- [53] Evcı, D., Vaizoğlu, S., Özdemir, M., Ayçan, S., ve Güler, Ç., “Ankara'da 46 kahvehanede formaldehit düzeylerinin belirlenmesi”, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 4, 3, (2005).
- [54] Çakmanus, İ., ve Künar, A. , “Müzelerde İç Çevre Gereksinimleri: Ayasofya, Topkapı ve Türk İslam Eserleri Müzeleri Bağlamında Türkiye'deki Durum”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [55] Darcın, P., Balanlı, A., “Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [56] Bulut, H., “Havalandırma ve İç Hava Kalitesi Açısından CO<sub>2</sub> Miktarının Analizi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [57] Karaca, F., Özdemir, F., ÜNAL, B., ve Gören S., “Müze İç Ortam Hava Kalitesi Araştırmaları İçin Reaktik Kupon Yöntemi ve İlk Analizler” *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [58] Dalaş, E., Güllü, G., ve Menteşe, S., “İç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesinde gümüş iyonları içeren PVC malzemelerin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [59] Öztürk, B.,ve Düzovalı, G., “Okullarda Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).



- [60] Güney, A. A., Onat , B., Cengiz, S., Şahin, A. Ü., Türkmen, Z., ve Mercan, S., “Okul, Ofis Ve Alışveriş Merkezlerinde Uçucu Organik Bileşiklerin Belirlenmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [61] Keskin, S. S., ve Ekmekcioğlu, D., “Okul Binalarında İç Ortam Havası PM Kütle Konsantrasyonlarına Trafik Yükünün Etkileri”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [62] Sofuoğlu, S. C., ve Sofuoğlu, A., “İlköğretim Okullarında Bina-İçi Çevresel Kalite: İzmir Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [63] Tatlı, E., Karaca, F., Aydın, Z., ve Akbaş, F., “Alışveriş Merkezleri İçin İç Ortam Biyoaerosol Araştırması”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [64] Onat, B., Haksevenler, T., ve Şahin, A. Ü., “İstanbul’da Farklı Bina İç Ortamlarda  $PM_{2,5}$  , CO konsantrasyonları ve partikül sayısının belirlenmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [65] Berberoğlu, U., ve Motrör, D., “Edirne de Bir Dokuma Konfeksiyon İşletmesinde İç Ortam Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [66] Özkan, O., Verinli, F., Çayır, H., “Metal Endüstrisinde İç Ortam Toz Ve Gaz Konsantrasyonlarının Belirlenmesi”, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, (2011).
- [67] Dönmez, O., “İç hava kalitesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2003).

- [68] Alptekin, O., “Binalarda iç hava kalitesi ve toz partiküllerinin iç mekan hava kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı*, Ankara, (2007).
- [69] Kuş, M., “Şanlıurfa ilindeki yüksek öğretim kurumları dersliklerinde iç hava kalitesinin incelenmesi ve modellenmesi”, Doktora Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, (2007).
- [70] Yurtseven, E., “İki farklı coğrafi bölgedeki ilk öğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim dalı*, İstanbul, (2007).
- [71] Karabulut, İ., “Toluenin İn vitro ve in vivo olarak eritrosit zar stabilitesine etkisi”, Doktora Tezi, *Hacettepe Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji programı*, Ankara, (2007).
- [72] Özcan, S., “Hava ortamında öncelikli organik kirleticilerin tayini için analitik metot optimizasyonu ve Konya kent atmosferinde izlenmesi”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2007).
- [73] Arslanbaş, D., “Kocaeli’nde konut, işyeri ve okullarda uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Kocaeli, (2008).
- [74] Çoşgun, A., “Antalya ilinde bazı toplu çalışma alanlarındaki iç hava kalitesi üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı*, Sakarya, (2008).
- [75] Yücel, A., “Bir kamu kuruluşu çalışanlarında Hasta Bina Sendromu görülme sıklığı ve bazı risk faktörleri ile ilişkisi”, Doktora Tezi, *Gazi*

*Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, (2008).*

- [76] Doğan, C., “Bir odanın doğal havalandırılmasının sayısal analizi” Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2008).*
- [77] Yılan, Cengiz, T., “Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi”, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilimdalı Yapı Programı, İstanbul, (2008).*
- [78] Darçın, P., “Yapı içi hava kirliliğinin giderilmesinde doğal havalandırma ilkeleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programı, İstanbul, (2008).*
- [79] Aksakal, B. N., “Ankara ilinde iki okulda solunan havada mantar varlığı CO, CO<sub>2</sub>, Formaldehit ve Toluen düzeyleri ile öğrencilerde ilgili olabilecek yakınmaların değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çevre Hekimliği Programı, Ankara, (2009).*
- [80] Bulduk, M., “İzmir ili Bornova ilçesindeki anaokullarının iç mekan havasında bulunan hava kaynaklı bazı potansiyel alerjen mikrofungusların izolasyonu ve tanılanması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2009).*
- [81] Mentşe, S., “Bina içi hava kalitesinin belirlenmesi ve kaynaklarının tespiti”, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2009).*
- [82] Korukçu, Ö. M., “Otomobil kabininde termal parametrelerin ve iç hava kalitesinin değişiminin deneysel ölçümlerle İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, (2010).*

- [83] Yenidünya, Y., “Antalya ilinin hava kalitesinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Müh. Anabilim Dalı*, Antalya, (2010).
- [84] Yılmazcan, Ö., “Partiküller maddelerin (PM<sub>1</sub> ve PM<sub>10</sub>) elementel içeriklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı*, Sakarya, (2010).
- [85] Uzun, S., “Toplam askıda partikül madde hava örneklerinin kimyasal bileşiminin incelenmesi”, Doktora Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı*, Tokat, (2011)
- [86] Tatlı, E., “İç ortam hava kalitesi değerlendirmesi: biyolojik, gazlar ve partikül madde kirlilik göstergeleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2011).
- [87] Motör, D., “Edirne’de bir işletmede iç ortam hava kalitesi ve çalışanların sağlığına olan etkilerinin değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İş Sağlığı Programı*, Edirne, (2011).
- [88] Coşkun, T., “Ev ortam havasındaki küf ve mayaların ve ev karakteristiklerinin çocuklarda allerjik astımla ilişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı*, Mersin, (2009).
- [89] Kaynar, A., “Hava kirliliği ve kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, (1996).
- [90] Aslan, D. E., “İç Hava Kalitesi ve Kontrolü”, *III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, Teskon 97, (1997).

- [91] Hava Kirliliğine Genel Bakış [online], (26/11/2011), <http://www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf>, (1992).
- [92] Özden, Ö., “Hava kalitesinin monitorlanmasında pasif örnekleyicilerin kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Eskişehir, (2005).
- [93] Yeşilyurt, C., ve Akcan, C., *Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri Ve Örneklem Kriterleri*, Ankara: Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, 1-188, (2001).
- [94] Tulay, T., "Doğalgaza dönüşümün hava kalitesi üzerine etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, (1994).
- [95] Isısan., *Yüksek Yapılarda Tesisat*, 360, İstanbul: Isısan çalışmaları, 89-108, (2007).
- [96] Gökşin, H, A., ve Stand, A., “Endüstride Oluşan Duman Ve Tozların Kaynağından Emilmesi Teknikleri”, *V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, , İzmir, 263-272, (2001).
- [97] Mentеше, S., “Materyal Analizi Ve Oda Deneyleri İle İç ortam Kirlenmelerinin Tespiti”, *IX.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 717-723, (2009).
- [98] Alyüz, B., ve Veli, S., “İç Ortam Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşikler Ve Sağlık Üzerine Etkileri[online]”, (23/07/2012), <http://fbe.trakya.edu.tr/tr/tujs/arsiv/2006-2/205.pdf>, (2006).
- [99] Zararsız, İ., Kuş, İ., Çolakoğlu, N., Pekmez, H., Yılmaz, R., H., Sarsılmaz, M., “Formaldehit Maruziyeti Sonucu Sıçan Akciğerinde Oluşan Oksidatif Hasara Karşı Melatonin Hormonunun Koruyucu Etkisi: Işık Mikroskopik ve Biyokimyasal Çalışma”, *Van Tıp Dergisi*, (11), (4), 105-112, (2004).

- [100] Taek., “Radon nedir, nasıl oluşur nasıl tespit edilir[online]”, (21/05/2011), <http://www.taek.gov.tr/component/content/article/125-saglik-fizigi/469-radon-nedir-nasil-olusur-nasil-tespit-edilir.html>, (2011).
- [101] Özkaynak, T., “Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri”, *Tetisan Ltd.Şti.Teknik Yayınları*, 3.Baskı, (2001).
- [102] Süren, P., “ Zonguldak kent merkezi atmosferik partikül madde kirliliğinin; PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10,0</sub> boyut dağılımı, kaynak ve metalik kompozisyon temelinde incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Balıkesir, (2007).
- [103] Çevretek., “Kapalı Ortam (Indoor) Hava Kirliliği ve Hava Kalitesi[online]”, (24/07/2012), <http://www.cevretek.com/havaozonlama.htm>, (2008).
- [104] Kapdan, E., “Adapazarı merkezi kış dönemi Radon ölçüm ve analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, Enerji Bilim ve Teknoloji Programı*, İstanbul, (2009).

# EKLER

## EK A. 2010 YILI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

### EK A.1. AKD.ÜNV.TBMYO EKİM AYI ATÖLYE DEĞERLERİ

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/10	8:30	40	32	25,0	28,6	400	28	26	26,4	1300	1140	630020	63175	6319	60
05/10	11:00	40	25	25,3	28,5	384	24	26,9	24,3	1210	1312	645712	64852	6214	58
05/10	18:00	40	38	23,3	28,9	386	21	25,2	24,6	1111	1200	664785	65243	6311	49
14/10	08:30	40	17	22,0	79,5	371	20	27,0	77,4	1900	1987	681475	68001	6123	53
15/10	11:00	40	18	22,9	76,6	317	18	26,5	74,3	1875	1900	695212	69099	6828	58
15/10	18:00	40	21	22,7	76,2	319	17	23,4	72,7	1856	1916	674581	67111	6738	59
20/10	08:30	40	29	19,0	88,0	384	30	22,5	80,9	2300	2362	699841	69851	6845	63
21/10	11:00	40	17	19,9	74,3	438	14	21,4	71,0	1947	2100	681476	68951	6874	65
21/10	18:00	40	14	19,6	74,9	421	13	22,4	72,4	1978	2200	675694	68746	6941	66
28/10	08:30	40	21	18,1	76,4	413	15	21,4	75,6	1996	2132	685620	69147	6387	62
29/10	11:00	40	10	19,2	44,6	316	25	21,4	42,1	1278	1341	654891	65951	6542	64
29/10	18:00	40	25	19,0	44,9	319	24	24,6	40,0	1100	1387	651223	65321	6547	63



**EK A.1.2 Akd. Ünv. Tbmyo Ekim ayı sınıf değerleri**

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/10	8:40	55	23	25,0	28,6	410	27	25,1	27,3	1310	1345	641232	64100	6291	62
05/10	11:10	55	26	25,3	28,5	388	24	27,9	22,1	1311	1328	644512	64212	6241	59
05/10	18:10	55	31	23,3	28,9	389	25	24,3	26,6	1213	1214	667851	65213	6321	49
14/10	08:40	55	19	22,0	79,5	370	26	26,1	75,4	1891	1985	684574	68321	6831	52
15/10	11:10	55	14	22,9	76,6	310	28	25,4	74,2	1784	1910	692417	69123	6981	57
15/10	18:10	55	22	22,7	76,2	310	24	20,4	70,4	1914	1919	675111	67215	6787	65
20/10	08:40	55	21	19,0	88,0	378	19	21,6	81,1	2220	2378	694814	69511	6955	68
21/10	11:10	55	18	19,9	74,3	430	24	22,3	72,2	1949	2121	687641	68471	6848	68
21/10	18:10	55	10	19,6	74,9	418	22	22,4	71,6	1984	2219	674987	68619	6841	68
28/10	08:40	55	12	18,1	76,4	419	24	22,2	71,1	1999	2141	680200	68000	6379	62
29/10	11:10	55	21	19,2	44,6	314	21	21,5	44,3	1289	1311	658198	65997	6589	64
29/10	18:10	55	35	19,0	44,9	315	23	26	42,0	1187	1378	658745	65834	6563	65

### EK A.1.3 Akd. Ünv. Tbmyo Ekim Ayı laboratuvar Değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/10	8:50	65	26	25,0	28,6	421	19	24,1	26,4	1400	1415	611221	61240	6119	61
05/10	11:20	65	26	25,3	28,5	426	17	26,1	21,0	1476	1480	615513	61213	6114	58
05/10	18:20	65	28	23,3	28,9	465	19	25,5	25,3	1313	1314	641598	63987	6389	60
14/10	08:50	65	20	22,0	79,5	381	18	27,1	76,1	1719	1951	675741	67413	6739	61
15/10	11:20	65	19	22,9	76,6	321	15	24,3	73,2	1814	1819	684172	68325	6811	63
15/10	18:20	65	23	22,7	76,2	301	19	22,4	71,2	1845	1923	661221	66019	6687	64
20/10	08:50	65	29	19,0	88,0	387	18	20,5	86,2	2100	2180	718411	70511	7015	61
21/10	11:20	65	19	19,9	74,3	431	17	23,0	73,2	2145	2198	694114	68471	6987	60
21/10	18:20	65	18	19,6	74,9	419	21	22,6	72,5	2147	2196	689871	68619	6850	64
28/10	08:50	65	19	18,1	76,4	474	18	23,2	72,6	2012	2161	680000	68000	6810	63
29/10	11:20	65	28	19,2	44,6	333	27	22,1	45,6	1298	1340	669914	65997	6511	61
29/10	18:20	65	30	19,0	44,9	346	27	26,7	43,8	1278	1298	664431	65834	6580	59

### EK A.1.4 Antalya büyükşehir belediyesi Ekim Ayı metro (antray) değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/10	07:00	90	150	20,0	27	429	24	22,1	25,4	2500	2514	527653	52410	5121	50
05/10	12:00	90	80	25,0	26,5	428	25	25,1	22,0	2311	2341	579492	57311	5710	53
05/10	19:00	90	155	20,1	29,1	470	23	23,1	24,3	2610	2611	601234	63012	6300	58
14/10	07:00	90	158	18,0	81	390	22	19,2	71,1	2000	2014	501234	50312	5030	47
15/10	12:00	90	72	22,2	77,2	330	21	20,4	71,2	2147	2149	604127	60259	6025	49
15/10	19:00	90	180	23	78,5	339	20	20,9	77,5	2561	2541	681111	68911	6841	64
20/10	07:00	90	169	18,7	84,1	395	25	18,5	81,6	2247	2371	579631	57119	5705	55
21/10	12:00	90	42	23,0	74,3	445	24	21,0	71,2	2411	2497	638231	63871	6370	60
21/10	19:00	90	189	20,0	76,1	440	23	20,5	74,6	2121	2166	646822	64689	6461	61
28/10	07:00	90	201	17,1	75,4	480	21	19,8	74,5	2321	2321	639643	64963	6458	63
29/10	12:00	90	45	18,2	45,1	340	20	20,7	42,1	997	1010	651024	65321	6532	65
29/10	19:00	90	159	23,0	45,3	350	22	24,6	40,1	1841	1890	673741	67621	6760	62

### EK A.1.5 Antalya büyükşehir belediyesi Ekim ayı otobüs değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/10	08:00	25	49	20,0	27,2	521	27	19,1	23,4	2511	2516	576453	57891	5792	57
05/10	13:00	25	20	25,0	26,8	659	24	20,2	21,1	2455	2458	591492	59119	5921	61
05/10	20:00	25	50	20,1	26,2	481	25	20,7	21,4	2510	2519	610234	61098	6119	59
14/10	08:00	25	51	18,0	80,0	532	29	16,9	77,8	2010	2025	510230	51398	5134	52
15/10	13:30	25	21	22,2	77,0	556	23	21,3	76,5	2187	2190	610270	61599	6250	63
15/10	20:00	25	55	23	78,1	496	29	21,5	77,6	2469	2548	671911	67948	6712	67
20/10	08:00	25	53	18,7	84,2	603	28	17,6	82,4	2475	2497	595631	58965	5899	58
21/10	13:00	25	21	23,0	73,3	662	28	20,1	72,1	2401	2418	538319	58719	5874	59
21/10	20:00	25	40	20,0	77,1	712	26	19,9	76,1	2129	2189	616285	62679	6396	63
28/10	08:00	25	42	17,1	75,4	652	27	17,0	72,3	2211	2229	694443	69941	6988	69
29/10	13:00	25	25	18,2	49,1	698	28	18,1	47,6	2147	2187	609824	61311	6245	62
29/10	20:00	25	41	23,0	47,2	679	26	21,6	46,6	2345	2395	683718	68231	6961	69

## EK A.2.1 Akd.Ünv. Tbmyo Kasım ayı atölye değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/11	8:30	40	36	18,8	44,5	450	24	22,0	43,4	2111	2113	709630	71201	7012	70
05/11	11:00	40	28	19,0	50,0	441	25	21,8	49,8	2145	2149	714521	71891	7086	69
05/11	18:00	40	30	18,9	51,0	489	23	23,4	51,8	2013	2018	701562	71985	7024	68
11/11	08:30	40	19	21,1	46,9	453	22	20,4	45,6	1978	1999	710234	70321	6985	67
12/11	11:00	40	28	19,7	43,3	484	20	21,4	43,0	1877	1989	701896	70956	6978	67
12/11	18:00	40	27	19,8	43,4	432	19	22,3	43,1	1912	1923	703214	70236	6923	61
18/11	08:30	40	26	20,2	55,5	458	19	21,7	55,0	1742	1756	697821	70782	7012	63
19/11	11:00	40	21	20,4	47,7	465	18	22,6	47,4	1647	1650	674162	68641	6863	65
19/11	18:00	40	19	20,0	47,8	466	23	21,7	47,3	1901	1940	672934	68001	6812	63
25/11	08:30	40	28	18,0	72,9	488	20	20,1	73,1	1783	1788	697895	70010	6912	64
26/11	11:00	40	19	18,1	83,4	497	22	21,1	81,1	1698	1700	690098	70123	6952	68
26/11	18:00	40	21	17,4	83,6	501	21	24,0	80,0	1941	1945	712931	71342	7012	68

## EK A.2.2 Akd.Ünv.Tbmyo Kasım ayı sınıf değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/11	8:40	55	21	18,7	46,2	459	24	22,1	44,5	1956	2119	716391	71298	7130	71
05/11	11:10	55	24	19,1	51,0	451	19	20,7	50,1,8	1845	1940	715612	71918	7187	68
05/11	18:10	55	18	17,8	52,0	491	18	22,5	52,0	2020	2025	716112	71986	7195	70
11/11	08:40	55	24	22,0	47,6	483	25	19,8	46,7	1987	1998	714871	71784	7198	72
12/11	11:10	55	19	19,8	44,6	441	26	21,8	44,1	1997	2010	696981	70641	7078	70
12/11	18:10	55	27	19,9	44,8	439	24	21,8	43,2	1969	2023	713895	69621	7036	71
18/11	08:40	55	26	21,3	56,6	474	25	21,5	55,1	1787	1790	699881	69871	7088	70
19/11	11:10	55	21	21,9	48,9	433	23	21,7	47,6	1771	1790	686410	68012	6879	67
19/11	18:10	55	23	21,4	48,9	494	20	20,6	47,6	1912	1941	679127	68021	6889	68
25/11	08:40	55	36	19,0	71,1	478	25	19,9	74,0	1790	1795	689512	69013	6901	67
26/11	11:10	55	41	17,9	80,3	497	24	20,7	82,2	1712	1718	699801	69999	6959	66
26/11	18:10	55	28	18,9	81,4	497	23	21,6	81,5	1749	1751	709231	70999	7023	71

### EK A.2.3 Akd.Ünv.Tbmyo Kasım ayı labaratuvar değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/11	8:50	65	32	18,5	47,1	401	24	20,0	44,5	1856	1870	716394	71714	7180	72
05/11	11:20	65	27	18,2	52,0	444	29	19,5	50,1	1863	1874	715615	71741	7181	71
05/11	18:20	65	20	16,5	51,0	421	28	16,8	52,0	1824	1825	716156	71988	7196	69
11/11	08:50	65	27	21,7	48,7	413	29	21,9	46,7	1799	1898	718715	71877	7193	68
12/11	11:20	65	20	20,0	45,7	415	26	21,9	44,1	1896	1812	696918	70887	7089	73
12/11	18:20	65	24	20,1	45,9	418	25	21,9	43,2	1803	1930	708954	70998	7099	74
18/11	08:50	65	24	20,4	57,7	419	24	21,6	55,1	1790	1794	699891	70877	7089	67
19/11	11:20	65	27	22,1	49,1	411	23	22,7	47,6	1791	1796	684000	68412	6849	69
19/11	18:20	65	27	20,5	49,9	421	28	20,6	48,5	1798	1799	671281	68011	6817	74
25/11	08:50	65	21	21,0	70,5	425	25	19,9	69,8	1794	1798	685120	68513	6851	73
26/11	11:20	65	31	18,7	80,1	410	27	20,7	81,3	1793	1797	700014	70098	7109	71
26/11	18:20	65	31	18,1	80,5	417	26	21,6	81,6	1799	1801	701013	70197	7039	73

## EK A.2.4 Antalya büyükşehir belediyesi Kasım ayı metro (antray) değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/11	07:00	90	159	18,6	46,9	462	24	21,1	45,5	2189	2200	749871	74147	7481	74
05/11	12:00	90	87	18,9	50,0	467	27	20,0	48,1	2156	2185	741234	74474	7475	75
05/11	19:00	90	145	17,4	52,1	469	29	18,9	51,9	2254	2265	746561	74874	7496	75
11/11	07:00	90	170	22,6	49,6	460	32	20,8	48,7	2018	2019	758745	75867	7589	76
12/11	12:00	90	87	21,4	47,4	452	31	20,9	43,3	2134	2198	748187	74873	7488	78
12/11	19:00	90	171	21,7	46,9	463	31	20,3	42,5	2185	2190	734548	74894	7499	75
18/11	07:00	90	160	21,6	58,9	469	35	21,7	56,7	2141	2147	765120	76844	7689	77
19/11	12:00	90	49	22,8	49,9	458	34	21,6	56,8	2145	2203	770010	77214	7725	78
19/11	19:00	90	178	21,6	50,1	459	38	20,7	49,7	2136	2269	768888	76895	7698	75
25/11	07:00	90	155	21,8	51,7	475	37	21,6	69,9	2163	2201	785987	78599	7859	79
26/11	12:00	90	194	20,7	81,5	471	36	20,8	81,8	2158	2159	784984	78496	7859	79
26/11	19:00	90	162	19,9	82,3	478	34	21,9	81,9	2196	2200	745620	74174	7439	74



## EK A.2.5 Antalya büyükşehir belediyesi Kasım ayı otobüs değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
04/11	08:00	25	49	19,7	47,0	466	32	21,2	46,5	2581	2588	759811	75417	7551	75
05/11	13:00	25	20	18,9	50,1	468	31	21,0	47,1	2564	2566	751410	75476	7575	76
05/11	20:00	25	50	18,5	51,8	474	33	19,9	49,9	2541	2569	756596	75898	7599	73
11/11	08:00	25	51	21,7	49,8	478	36	20,4	49,7	2581	2591	754510	75701	7590	70
12/11	13:30	25	21	22,4	48,5	458	35	22,9	45,3	2517	2598	768101	76877	7688	77
12/11	20:00	25	55	21,7	49,7	468	37	21,9	42,5	2514	2519	744549	74591	7489	74
18/11	08:00	25	53	21,9	58,8	471	34	22,1	57,1	2519	2547	765129	76644	7691	78
19/11	13:00	25	21	22,7	51,9	488	38	22,9	56,4	2536	2545	770029	77219	7759	77
19/11	20:00	25	40	21,7	50,8	492	32	21,9	49,1	2431	2469	768898	76899	7697	76
25/11	08:00	25	42	21,9	51,8	495	31	23,0	68,7	2390	2395	785998	78599	7878	78
26/11	13:00	25	25	21,6	81,7	481	30	21,0	80,1	2351	2359	789899	79010	7957	79
26/11	20:00	25	41	19,8	82,8	489	29	21,9	80,2	2341	2349	796410	79179	7931	79

### EK A.3.1 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı atölye değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/12	8:30	40	30	17,8	55,5	470	40	17,9	56,0	2741	2748	804127	80451	8051	81
02/12	11:00	40	28	18,2	60,8	438	41	18,9	59,7	2814	2847	831245	83412	8241	80
02/12	18:00	40	37	18,2	60,8	463	40	18,7	52,7	2745	2895	826578	82671	8124	79
06/12	08:30	40	38	16,9	39,3	475	41	18,0	41,7	2540	2678	824561	82482	8274	79
10/12	11:00	40	40	14,9	89,7	436	42	16,4	89,0	2489	2574	826814	82961	8245	82
10/12	18:00	40	47	14,9	89,7	457	41	15,0	88,5	2100	2178	823789	83012	8341	83
14/12	08:30	40	46	10,9	91,8	455	39	12,0	90,2	2790	2794	824651	82941	8321	82
14/12	11:00	40	41	10,9	91,8	471	38	12,7	92,4	2891	2895	826674	82341	8124	81
16/12	18:00	40	48	14,1	91,0	426	39	15,7	92,1	2892	2893	874113	86312	8635	86
22/12	08:30	40	47	14,5	73,8	427	37	15,9	74,9	2807	2834	831475	83021	8321	83
24/12	11:00	40	45	14,2	66,1	439	34	16,8	68,4	2879	2881	841234	84571	8324	83
24/12	18:00	40	36	14,2	66,1	481	35	16,0	65,1	2841	2845	847512	83311	8248	82

### EK A.3.2 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı sınıf değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/12	8:40	55	23	17,8	55,4	444	40	16,5	56,9	2312	2418	814171	80551	8151	81
02/12	11:10	55	26	18,3	61,8	462	42	17,4	59,8	2241	2274	824514	83210	8314	83
02/12	18:10	55	31	18,3	60,7	452	41	17,6	53,7	2475	2454	826518	82178	8241	80
06/12	08:40	55	19	15,9	40,1	412	43	17,1	40,8	2480	2587	824516	82820	8284	80
10/12	11:10	55	14	13,9	87,7	496	38	17,3	88,1	2819	2820	821414	82966	8294	83
10/12	18:10	55	22	13,9	89,9	477	34	15,0	89,9	2201	2218	828149	83285	8385	83
14/12	08:40	55	21	11,9	92,8	415	36	12,0	92,9	2911	2918	846110	82811	8388	84
14/12	11:10	55	18	11,9	92,8	481	38	12,9	92,9	2494	2497	861040	83415	8324	82
16/12	18:10	55	10	15,6	92,0	446	39	15,9	92,7	2912	2939	841333	83217	8335	80
22/12	08:40	55	12	15,6	74,8	491	37	16,0	75,9	2701	2741	847051	84712	8477	81
24/12	11:10	55	21	15,2	67,1	491	37	15,8	68,9	2719	2718	834007	83411	8324	80
24/12	18:10	55	35	16,2	67,2	487	39	16,9	68,5	2444	2449	841207	84113	8488	82

### EK A.3.3 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı labaratuvar değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/12	8:50	65	24	17,7	55,6	47	445	16,8	55,8	2321	2381	784101	78451	7855	78
02/12	11:20	65	25	18,4	61,9	48	466	17,3	59,9	2411	2441	764514	76421	7654	76
02/12	18:20	65	30	17,2	60,7	47	455	17,0	60,8	2451	2458	771008	77111	7714	77
06/12	08:50	65	20	16,4	39,8	42	417	17,1	41,8	2021	2071	724516	72457	7248	72
10/12	11:20	65	15	13,7	87,5	471	491	17,8	87,0	2111	2222	721419	72661	7264	71
10/12	18:20	65	21	13,1	88,9	45	478	14,7	88,1	2231	2241	728187	72815	7281	71
14/12	08:50	65	20	11,0	91,7	46	451	12,3	90,1	2214	2921	776225	77611	7761	76
14/12	11:20	65	19	11,3	92,6	43	417	12,8	92,0	2316	2400	781041	78115	7811	75
16/12	18:20	65	18	15,7	91,1	45	461	16,1	92,7	2415	2417	792417	79241	7984	71
22/12	08:50	65	17	15,9	75,9	40	498	16,6	74,3	2308	2312	807155	81717	8177	80
24/12	11:20	65	22	15,4	68,8	41	491	15,7	66,9	2691	2720	804077	81410	8121	79
24/12	18:20	65	37	15,4	67,8	38	487	16,7	65,5	2489	2490	791714	79171	7958	79

### EK A.3.4 Antalya büyükşehir belediyesi Aralık ayı metro (antray) değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/12	07:00	90	130	17,8	55,8	47	451	15,7	60,8	2311	2317	912400	91501	9150	90
02/12	12:00	90	77	18,5	62,1	46	461	16,5	61,9	2316	2401	902534	90421	9104	89
02/12	19:00	90	115	16,3	61,6	41	456	17,1	61,7	2341	2345	913852	91211	9811	97
06/12	07:00	90	110	15,8	40,9	42	419	17,2	42,7	2215	2270	920451	92458	9878	97
10/12	12:00	90	88	13,9	88,9	41	481	17,9	85,0	2211	2225	901472	90147	9012	90
10/12	19:00	90	198	14,1	87,9	40	481	15,7	87,1	2215	2219	901567	90155	9085	89
14/12	07:00	90	165	12,1	90,6	40	452	11,3	91,1	2219	2228	934235	93611	9351	91
14/12	12:00	90	110	11,8	91,7	43	415	10,8	91,5	2574	2579	914001	93115	9319	93
16/12	19:00	90	187	15,9	92,8	46	431	17,0	92,8	2719	2721	951741	95241	9324	93
22/12	07:00	90	200	14,9	79,7	49	496	17,8	75,3	2701	2729	887155	88718	8933	90
24/12	12:00	90	185	15,8	70,9	48	481	15,8	68,7	2792	2521	874084	87471	8798	88
24/12	19:00	90	129	14,9	71,6	47	480	16,9	69,5	2681	2391	891756	89175	9057	90

### EK A.3.5 Antalya büyükşehir belediyesi Aralık ayı otobüs değerleri

Tarih (2010 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/12	08:00	25	38	16,7	59,8	40	459	15,9	61,7	2317	2320	914211	91501	9141	91
02/12	13:00	25	25	17,5	60,0	45	465	16,8	62,8	2117	2411	912810	91285	9141	90
02/12	20:00	25	42	16,8	60,7	46	461	17,2	62,5	2218	2351	918131	91111	9001	87
06/12	08:00	25	41	16,8	41,1	41	421	17,3	41,9	2392	2274	924513	92151	9201	90
10/12	13:30	25	29	12,1	89,1	42	491	17,5	84,7	2413	2254	911479	91191	9002	91
10/12	20:00	25	25	13,1	88,1	43	477	15,6	86,5	2317	2118	921589	90167	9006	90
14/12	08:00	25	58	11,2	91,7	45	4742	11,4	90,3	2418	2614	934296	93957	9381	93
14/12	13:00	25	27	12,9	92,8	46	452	11,7	90,6	2271	2170	914056	92237	9222	93
16/12	20:00	25	41	16,7	93,4	47	456	17,6	91,7	2417	2628	951777	94201	9428	94
22/12	08:00	25	40	15,7,	92,6	48	461	17,4	78,9	2806	2726	897157	89755	8956	87
24/12	13:00	25	36	14,3	91,5	49	471	15,9	69,8	2728	2528	874488	87431	8752	86
24/12	20:00	25	43	14,7	87,8	47	487	17,4	69,7	2691	2499	891769	89534	89124	88

## EK B 2011 YILI ÖLÇÜM DEĞERLERİ

### EK B.1.1 Akd.Ünv. Tbmyo Ocak ayı atölye değerleri

Tarih (2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI									
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
03/01	8:30	40															
04/01	11:00	40															
04/01	18:00	40															
13/01	08:30	40															
14/01	11:00	40															
14/01	18:00	40															
20/01	08:30	40	25	13,0	54,0	321		14,1	54,1	1374	1398	923214	92561	9256	93		
21/01	11:00	40	24	13,0	54,0	312	4489	18,0	54,2	1347	1380	847781	84784	8475	85		
21/01	18:00	40	12	12,9	77,0	301	41	18,0	77,1	1319	1379	881473	89841	8987	87		
25/01	08:30	40	18	11,3	85,0	341	45	16,7	85,2	1308	1389	845741	88961	8894	85		
28/01	11:00	40	19	11,3	85,0	315	46	17,4	85,3	1379	1501	854341	85771	8578	85		
28/01	18:00	40	16	8,1	67,0	318	42	16,3	67,4	1245	1400	857984	85981	8614	86		

ÜNİVERSİTENİN SÖMESTİR TATİLİ

## EK B.1.2 Akd.Ünv. Tbmyo Ocak Ayı sınıf değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
03/01	8:40	55														
04/01	11:10	55														
04/01	18:10	55														
13/01	08:40	55														
14/01	11:10	55														
14/01	18:10	55														
20/01	08:40	55	21	13,1	54,1	355	47	15,1	54,7	1498	1499	913414	90010	9318	93	
21/01	11:10	55	19	13,2	54,2	387	45	18,7	53,1	1449	1480	877891	87894	8775	87	
21/01	18:10	55	17	12,9	77,3	398	46	18,8	76,4	1491	1491	894731	89868	8986	89	
25/01	08:40	55	10	11,4	85,6	378	41	16,9	84,3	1428	1381	884001	89745	8974	89	
28/01	11:10	55	11	11,3	85,6	359	42	18,4	84,2	1471	1511	863419	87784	8778	87	
28/01	18:10	55	19	8,2	67,7	381	43	17,3	68,5	1351	1410	899804	89819	8941	89	

ÜNİVERSİTENİN SÖMESTİR TATİLİ



**EK B.1.3 Akd.Ünv. Tbmyo Ocak ayı laboratuvar değerleri**

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
03/01	8:50	65														
04/01	11:20	65														
04/01	18:20	65														
13/01	08:50	65														
14/01	11:20	65														
14/01	18:20	65														
20/01	08:50	65	23	13,7	55,1	401	29	15,2	54,3	1514	1589	871484	87147	8741	87	
21/01	11:20	65	28	13,9	54,9	409	34	18,8	52,1	1318	1324	876241	87678	8778	88	
21/01	18:20	65	42	11,8	76,3	412	38	18,9	75,1	1237	1247	884127	88489	8889	88	
25/01	08:50	65	47	11,7	85,9	487	37	17,1	82,1	1414	1480	881040	88147	8878	86	
28/01	11:20	65	19	11,9	85,9	398	61	17,1	83,1	1417	1441	853912	85474	8578	80	
28/01	18:20	65	29	8,9	67,9	374	62	13,9	66,1	1318	1319	889001	88914	8994	81	

ÜNİVERSİTENİN SÖMESTİR TATİLİ

**EK B.1.4 Antalya büyükşehir belediyesi Ocak ayı metro (antray) değerleri**

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
03/01	07:00	90														
04/01	12:00	90														
04/01	19:00	90														
13/01	07:00	90														
14/01	12:00	90														
14/01	19:00	90														
20/01	07:00	90	151	13,9	55,5	411	38	15,7	55,4	1744	1501	974112	97685	9754	97	
21/01	12:00	90	100	13,9	55,7	419	34	18,9	53,2	1781	1741	986215	98651	9718	98	
21/01	19:00	90	110	11,3	77,6	418	38	17,1	74,3	1731	1427	984717	93652	9214	92	
25/01	07:00	90	184	11,4	84,7	478	39	16,7	81,5	1487	1310	981490	98179	9874	98	
28/01	12:00	90	159	10,9	81,8	387	40	16,9	82,4	1471	1134	989741	98754	9878	98	
28/01	19:00	90	174	9,1	87,6	354	41	15,6	67,5	1818	1311	989411	98940	9893	98	

## EK B.1.5 Antalya büyükşehir belediyesi Ocak ayı otobüs değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parç)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parç)	PM <sub>0,5</sub> (Parç)	PM <sub>1,0</sub> (Parç)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
03/01	08:00	25														
04/01	13:00	25														
04/01	20:00	25														
13/01	08:00	25		SÖMESTİR TATİLİ												
14/01	13:30	25														
14/01	20:00	25														
20/01	08:00	25	47	13,1	55,8	421	43	14,6	54,3	2389	2400	995689	99895	9995	99	
21/01	13:00	25	23	13,8	55,6	425	45	16,8	52,1	2487	2592	989991	97512	9856	98	
21/01	20:00	25	29	11,4	77,5	429	47	16,2	73,2	2134	2204	998956	96451	9758	96	
25/01	08:00	25	19	11,1	84,8	481	48	15,3	80,1	2174	2280	999885	93478	9887	95	
28/01	13:00	25	18	10,7	82,9	371	49	17,1	82,0	2010	2142	989889	96956	9784	94	
28/01	20:00	25	41	9,8	83,8	341	46	11,8	75,5	2001	2145	989989	97623	9768	96	

## EK B.2.1 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat ayı atölye değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
03/02	8:30	40	41	8,9	54	217	38	18,0	53,1	2700	2709	889514	89512	9012	90
04/02	11:00	40	46	8,9	54	342	37	17,4	50,0	2740	2748	899473	89978	9113	91
04/02	18:00	40	47	9,3	96	284	3940	17,6	51,1	2147	2149	956415	95841	9541	95
09/02	08:30	40	52	13,2	55	274	41	18,4	52,0	2010	2147	898514	90124	9045	89
10/02	11:00	40	50	13,2	55	302	42	16,1	53,1	2310	2389	899999	90162	9162	91
10/02	18:00	40	48	14,8	52	337	43	18,4	51,7	2641	2658	896321	91345	9189	91
16/02	08:30	40	47	14,8	55	325	43	16,1	52,2	2748	2785	896142	91675	9278	90
17/02	11:00	40	44	14,8	55	374	44	17,0	53,5	2740	2745	897451	92341	9145	86
17/02	18:00	40	43	14,6	52	319	48	16,9	57,1	2754	2798	896751	90124	9087	91
24/02	08:30	40	48	12,9	74	347	45	17,7	83,2	2741	2789	897421	89615	9091	90
25/02	11:00	40	42	12,9	74	357	49	16,4	82,3	1999	2049	896781	88779	9014	85
25/02	18:00	40	41	10,4	84	381	47	17,2	79,9	2549	2600	894756	89541	9012	86

## EK B.2.2 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat ayı sınıf değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
03/02	8:40	55	45	8,6	54	321	38	18,7	53,7	2780	2789	875414	87541	8886	88
04/02	11:10	55	47	8,5	54	328	39	18,3	51,6	2745	2749	879341	87988	8745	86
04/02	18:10	55	40	9,1	96	341	40	17,2	92,7	2417	2429	886425	88641	8549	85
09/02	08:40	55	42	13,9	55	316	45	17,7	54,6	2314	2317	883891	89414	9010	90
10/02	11:10	55	48	13,9	55	325	42	17,4	56,7	2319	2329	890147	89125	8962	89
10/02	18:10	55	41	14,7	52	327	43	15,3	52,8	2416	2440	893623	89658	9016	90
16/02	08:40	55	40	14,7	55	324	47	15,2	53,4	2481	2601	896417	89658	9178	91
17/02	11:10	55	43	14,6	55	344	49	16,0	54,4	2407	2459	895174	90124	9048	89
17/02	18:10	55	40	14,7	52	329	47	16,8	57,1	2454	2458	895741	91141	9289	88
24/02	08:40	55	49	12,7	74	327	45	17,8	73,1	2401	2489	894784	89514	8997	82
25/02	11:10	55	48	12,7	74	321	42	16,5	74,8	2010	2190	898796	89794	8994	75
25/02	18:10	55	46	10,3	84	323	40	12,3	86,1	2469	2610	896784	89651	8969	69

### EK B.2.3 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat ayı laboratuvar değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
03/02	8:50	65	31	8,3	53,4	451	40	17,8	53,8	2878	2879	879874	87985	8632	75
04/02	11:20	65	37	8,7	54,7	428	38	17,5	51,9	2743	2746	870124	87123	8657	71
04/02	18:20	65	38	10,1	95,7	436	37	17,8	93,7	2410	2415	867410	87771	8789	75
09/02	08:50	65	47	14,0	55,7	425	39	18,9	55,9	2410	2415	874123	87419	8749	81
10/02	11:20	65	44	14,7	55,9	427	38	19,1	56,8	2097	2100	879631	87952	8814	89
10/02	18:20	65	42	14,9	52,7	428	34	17,1	53,5	2117	2210	873852	88847	8862	87
16/02	08:50	65	40	14,8	55,6	429	38	15,2	50,1	2174	2109	880235	89888	8898	85
17/02	11:20	65	48	14,9	55,3	454	39	16,1	53,7	2009	2010	885741	89562	8965	89
17/02	18:20	65	38	14,8	52,7	497	41	16,0	50,7	2414	2458	881475	88149	8816	85
24/02	08:50	65	37	13,0	74,1	471	40	17,3	73,3	2419	2489	871284	88555	8895	84
25/02	11:20	65	34	12,8	74,1	484	43	15,4	73,7	2180	2190	889610	88840	88361	87
25/02	18:20	65	31	11,4	84,5	429	44	13,4	80,1	2012	2610	876842	86412	88412	89

## EK B.2.4 Antalya büyükşehir belediyesi Şubat ayı metro (antray) değerleri

Tarih(2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
03/02	07:00	90	112	7,9	55,7	480	41	16,7	54,7	2486	2512	943210	95845	9651	85
04/02	12:00	90	101	7,8	58,8	481	42	16,6	53,7	2614	2610	946310	96321	9684	82
04/02	19:00	90	141	11,1	91,6	446	43	17,4	93,7	2110	2511	935210	98411	9981	85
09/02	07:00	90	96	13,0	55,9	459	45	18,1	53,9	2710	2212	915420	91919	9203	92
10/02	12:00	90	56	14,8	55,7	471	44	18,1	52,8	2397	2109	903842	97978	9851	97
10/02	19:00	90	84	13,9	53,8	481	41	18,9	51,5	2474	2180	914532	98986	9899	78
16/02	07:00	90	150	14,7	54,3	490	43	15,7	51,1	2771	2191	897412	97887	9889	95
17/02	12:00	90	110	12,7	52,1	459	46	17,2	50,6	2219	2280	967894	98845	9869	91
17/02	19:00	90	101	11,9	53,6	475	47	17,0	49,7	2184	2251	916745	98988	9899	90
24/02	07:00	90	148	12,7	75,2	474	48	17,4	77,3	2431	2491	928745	93625	9496	87
25/02	12:00	90	154	11,9	73,2	445	49	16,1	65,7	2141	2148	916188	98321	98462	85
25/02	19:00	90	147	12,5	82,4	455	47	14,7	74,1	2113	2320	928451	98654	98463	97

## EK B.2.5 Antalya büyükşehir belediyesi Şubat ayı otobüs değerleri

Tarih(2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
03/02	08:00	25	40	8,1	56,8	506	43	16,1	50,1	2681	2688	948741	93412	9311	84
04/02	13:00	25	41	8,0	59,9	514	48	16,2	57,3	2641	2654	948874	93414	9314	87
04/02	20:00	25	38	11,5	92,7	561	47	16,3	91,2	2419	2500	957898	94115	9084	81
09/02	08:00	25	34	12,8	56,8	549	46	17,2	52,8	2408	2420	945429	92341	8981	86
10/02	13:30	25	39	13,9	56,9	510	42	17,8	51,8	2388	2390	938841	91874	8847	87
10/02	20:00	25	46	12,9	54,9	498	40	17,5	52,3	2414	2420	932874	92841	9025	86
16/02	08:00	25	48	13,8	55,7	497	48	14,3	50,7	2475	2480	927498	96514	9647	84
17/02	13:00	25	29	11,8	54,4	496	49	16,8	51,3	2391	2390	938742	95481	9581	81
17/02	20:00	25	27	10,7	53,9	459	57	16,6	50,6	2385	2388	927561	94321	9480	89
24/02	08:00	25	29	11,9	77,7	489	45	17,3	74,2	2436	2461	938897	93125	9387	91
25/02	13:00	25	28	12,9	76,7	459	42	16,8	75,1	2419	2449	987410	93219	9301	90
25/02	20:00	25	46	12,8	82,8	459	47	13,7	78,9	2439	2441	998742	96574	9650	91



### EK B.3.1 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı atölye değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/03	8:30	40	40	13,9	74,1	542	42	16,0	59,0	1423	1500	894514	89578	8951	90
02/03	11:00	40	41	14,4	76,0	512	45	16,4	59,6	1541	1578	894575	89501	8960	91
02/03	18:00	40	45	14,4	76,0	519	48	15,4	59,2	1634	1698	865170	86401	8650	87
09/03	08:30	40	49	7,0	55,7	578	49	19,0	45,7	1247	1475	857912	85124	8515	89
10/03	11:00	40	47	7,9	36,6	596	50	18,0	41,7	1385	1524	831472	83179	8392	81
10/03	18:00	40	48	7,9	36,4	579	51	17,4	37,5	1600	1609	812981	82314	8236	71
16/03	08:30	40	45	14,6	60,1	579	42	17,3	68,4	1423	1487	824178	82563	8256	84
17/03	11:00	40	42	15,7	66,3	596	53	16,1	69,9	1063	1089	813147	82014	8241	68
17/03	18:00	40	40	15,7	66,0	589	55	17,0	68,9	1047	1147	837874	83894	8388	72
21/03	08:30	40	38	14,4	73,7	593	54	15,4	75,4	1140	1149	878496	89615	8991	74
22/03	11:00	40	37	16,5	41,1	597	53	17,8	50,0	1231	1258	864121	88779	8989	82
22/03	18:00	40	29	16,5	41,2	590	56	18,1	46,7	1230	1239	845789	85178	8795	84

### EK B.3.2 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı sınıf değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/03	8:40	55	42	14,0	73,0	412	57	423	68,0	1561	1570	741231	76589	7012	68
02/03	11:10	55	23	15,0	76,0	401	51	480	69,6	1568	1578	731452	74210	7432	52
02/03	18:10	55	28	17,0	76,0	432	52	435	69,2	1614	1610	718421	72342	7521	75
09/03	08:40	55	24	8,5	56,4	418	53	420	47,1	1212	1218	703210	71842	7526	73
10/03	11:10	55	29	9,0	37,1	432	54	440	40,4	1351	1358	801241	78631	7120	68
10/03	18:10	55	27	8,0	35,0	420	52	425	33,1	1212	1245	813421	85210	7361	69
16/03	08:40	55	29	16,4	58,1	415	50	420	54,3	1230	1341	803478	76321	7512	71
17/03	11:10	55	24	16,0	64,2	418	48	423	61,0	1136	1141	798521	75210	7628	68
17/03	18:10	55	23	14,0	66,0	417	47	421	60,5	1140	1149	789321	78963	7465	70
21/03	08:40	55	28	15,0	72,0	417	45	428	70,0	1146	1150	765281	79586	7786	71
22/03	11:10	55	37	16,0	42,4	413	42	419	40,1	1235	1285	784561	76842	7431	71
22/03	18:10	55	34	17,2	43,1	417	44	438	41,2	1236	1298	741230	76512	7351	70

### EK B.3.3 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı laboratuvar değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/03	8:50	65	38	13,8	72,5	389	38	423	69,1	1619	1721	781241	76589	7421	70
02/03	11:20	65	41	15,1	76,1	364	39	480	65,2	1628	1712	762314	74352	7321	68
02/03	18:20	65	47	16,8	74,0	387	34	435	61,7	1629	1654	748951	72410	7012	67
09/03	08:50	65	45	8,7	56,7	359	38	420	55,1	1652	1658	723412	70874	7024	67
10/03	11:20	65	38	9,2	37,8	401	36	440	37,2	1563	1568	703852	70012	6967	66
10/03	18:20	65	36	8,3	35,7	406	33	425	34,3	1589	1595	712457	69582	6745	64
16/03	08:50	65	32	15,3	58,8	389	34	420	58,7	1170	1250	697845	68756	6867	67
17/03	11:20	65	30	15,4	64,1	374	35	423	62,1	1746	1765	674812	66998	6897	65
17/03	18:20	65	31	14,3	66,2	386	37	421	63,5	1440	1487	651241	61254	6023	59
21/03	08:50	65	38	15,1	72,0	357	38	428	71,2	1406	1465	752413	68253	6769	58
22/03	11:20	65	37	14,8	42,4	309	34	419	42,1	1531	1539	723140	701234	6745	62
22/03	18:20	65	40	16,0	43,7	378	36	438	42,8	1687	1690	701520	67123	6457	61

### EK B.3.4 Antalya büyükşehir belediyesi Mart ayı metro (antray) değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/03	07:00	90	150	12,8	72,6	390	38	398	70,1	1685	1690	831245	84512	8321	80
02/03	12:00	90	141	14,3	76,7	384	37	389	74,2	1652	1674	843561	86541	8812	74
02/03	19:00	90	111	16,9	74,5	386	39	394	71,7	1623	1655	871230	87581	8698	68
09/03	07:00	90	97	8,9	56,0	363	34	371	56,1	1627	1630	831452	80123	7958	72
10/03	12:00	90	96	9,3	37,4	412	33	415	34,2	1515	1532	834521	78520	74512	68
10/03	19:00	90	94	8,5	35,4	436	32	438	33,3	1541	1548	823410	74152	7123	66
16/03	07:00	90	151	15,5	58,9	387	34	428	57,6	1271	1294	872185	85154	8456	80
17/03	12:00	90	128	15,6	64,8	378	37	429	61,0	1345	1432	841230	87543	8061	76
17/03	19:00	90	127	14,7	66,7	367	38	429	62,1	1431	1480	804123	78521	7520	74
21/03	07:00	90	118	15,4	72,1	371	34	434	70,1	1436	1451	781212	77142	7121	59
22/03	12:00	90	114	14,9	42,3	328	36	428	43,7	1436	1511	798421	74592	7456	85
22/03	19:00	90	118	16,3	43,5	341	34	429	43,4	1674	1591	745812	71126	7012	68

### EK B.3.5 Antalya büyükşehir belediyesi Mart ayı otobüs değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/03	08:00	25	40	11,9	70,1	487	47	495	68,1	2141	2248	2345	987564	9761	88
02/03	13:00	25	41	13,8	71,2	398	48	401	65,2	2315	2356	2456	991472	9531	89
02/03	20:00	25	38	17,1	73,3	405	42	411	68,7	2201	2458	2500	996321	9886	93
09/03	08:00	25	34	9,1	57,1	429	4039	435	67,2	2341	2461	2501	987531	9517	91
10/03	13:30	25	39	9,0	39,7	459	37	457	35,3	2013	2154	2341	996200	9310	80
10/03	20:00	25	46	8,7	36,7	467	41	468	43,8	2016	2134	2231	987600	9012	87
16/03	08:00	25	48	15,7	59,1	493	45	498	58,8	2196	2261	2269	997560	9354	79
17/03	13:00	25	29	15,8	65,7	487	46	499	64,3	2561	2583	2569	990123	9001	72
17/03	20:00	25	27	14,9	65,9	417	49	491	64,1	2415	2519	2614	987560	8428	78
21/03	08:00	25	29	15,9	73,8	473	44	484	72,1	2314	2453	2534	998675	9615	73
22/03	13:00	25	28	15,1	43,5	435	49	480	44,8	2096	2134	2235	918687	9741	98
22/03	20:00	25	46	14,2	42,8	434	52	439	44,9	2298	2361	2466	929485	9285	84

### EK B.4.1 Akd.Ünv.Tbmyo Ekim ayı atölye değerleri

Tarih ( 2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/10	8:30	40	23	23,1	59	402	37	25,9	25,4	1210	1141	630012	63162	6321	61
07/10	11:00	40	24	22,9	64	383	38	27,9	45	1130	1313	645456	64832	6215	52
07/10	18:00	40	26	22,9	64	389	34	26,2	41	1100	1211	664456	65224	6320	40
10/10	08:30	40	25	22,3	80	377	36	25,7	45	1902	1990	681741	68032	6163	54
11/10	11:00	40	26	20,4	70	311	35	29,5	49	1877	1912	695012	69014	6823	55
11/10	18:00	40	24	20,4	70	317	33	26,4	68	1853	1915	674621	671161	6725	62
18/10	08:30	40	31	17,1	35	383	38	23,5	31	2310	2323	699324	69834	6852	67
19/10	11:00	40	20	18,5	22	432	39	23,4	18	1912	2112	681612	68963	6874	60
19/10	18:00	40	38	18,5	22	424	37	25,4	19	1917	2210	675841	68787	6956	60
25/10	08:30	40	34	20,1	46	417	31	2,4	19	1947	2113	685852	69145	6363	60
26/10	11:00	40	33	21,0	40	319	30	24,4	20	1278	1347	654810	65986	6521	58
26/10	18:00	40	36	21,0	40	317	32	25,6	37	1121	1214	651741	65368	6585	57

## EK B.4.2 Akd.Ünv.Tbmyo Ekim ayı sınıf değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/10	8:40	55	23	23,1	59	413	38	25,3	40	1325	1356	641241	64122	6124	61
07/10	11:10	55	26	22,9	64	3878	39	28,1	50	1340	1389	644545	64213	6023	57
07/10	18:10	55	31	22,9	64	378	40	25,3	27	1210	1241	667847	65237	6321	41
10/10	08:40	55	19	22,3	80	378	42	27,0	70	1810	1941	684565	68354	6801	50
11/10	11:10	55	14	20,4	70	324	48	25,9	64	1762	1934	692454	69152	6981	53
11/10	18:10	55	22	20,4	70	325	31	21,7	64	1915	1965	675151	67213	6701	66
18/10	08:40	55	21	17,1	35	380	38	22,3	33	2223	2368	694852	56511	6932	67
19/10	11:10	55	18	18,5	22	437	34	24,0	18	1941	2167	687653	68571	6842	62
19/10	18:10	55	10	18,5	22	421	36	25,4	18	1945	2269	674950	68956	6741	61
25/10	08:40	55	12	20,1	46	427	30	24,7	40	1956	2143	680241	68074	6271	63
26/10	11:10	55	21	21,0	40	324	38	23,0	35	1232	1363	658157	65999	6471	60
26/10	18:10	55	35	21,0	40	338	39	27,1	34	11547	1349	658759	65821	6374	63

### EK B.4.3 Akd.Ünv.Tbmyo Ekim ayı labaratuvar değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/10	8:50	65	26	23,1	59	424	41	24,3	26	1410	1420	611280	61250	6126	62
07/10	11:20	65	26	22,9	64	436	45	26,7	21	1480	1489	615500	61220	6125	61
07/10	18:20	65	28	22,9	64	475	48	25,9	25	1325	1345	641545	63990	6393	58
10/10	08:50	65	20	22,3	80	361	49	27,9	76	1724	1852	675754	67426	6745	57
11/10	11:20	65	19	20,4	70	321	46	24,8	61	1811	1820	6841802	68330	6836	63
11/10	18:2	65	23	20,4	70	301	47	22,8	61	1801	1819	661240	66025	6695	50
18/10	08:5	65	29	17,1	35	337	49	20,3	30	2110	2185	718440	70591	7029	52
19/10	11:20	65	19	18,5	22	461	50	23,6	20	2111	2125	694158	68473	6993	58
19/10	18:20	65	18	18,5	22	489	51	22,0	20	2156	2185	689880	68625	6856	59
25/10	08:50	65	19	20,1	46	414	47	23,0	40	2029	2141	680100	68014	6819	60
26/10	11:20	65	28	21,0	40	333	40	22,3	34	1296	1310	669985	65999	6541	57
26/10	18:20	65	30	21,0	40	326	53	26,6	19	1299	1310	664480	65839	6587	59



**EK B.4.4 Antalya büyükşehir belediyesi Ekim ayı metro (antray) değerleri**

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/10	07:00	90	150	23,1	59	501	29	25,1	45	2510	2517	527680	52458	5128	49
07/10	12:00	90	80	22,9	64	460	31	27,0	41	2321	2346	579598	57354	5725	48
07/10	19:00	90	155	22,9	64	500	34	26,1	43	2401	2616	601654	63063	6315	47
10/10	07:00	90	158	22,3	80	401	36	23,2	75	2010	2019	501741	50353	5047	49
11/10	12:00	90	72	20,4	70	430	35	21,4	72	2040	2148	604652	60261	6029	42
11/10	19:00	90	180	20,4	70	428	34	22,1	68	2415	2544	681187	68923	6878	48
18/10	07:00	90	169	17,1	35	420	38	19,4	28	2314	2378	579645	57129	5725	44
19/10	12:00	90	42	18,5	22	430	37	21,0	25	2314	2494	638249	63885	6380	49
19/10	19:00	90	189	18,5	22	423	39	21,5	23	2122	2169	646887	64695	6478	43
25/10	07:00	90	201	20,1	46	441	41	22,9	40	2111	2326	639674	64986	6498	49
26/10	12:00	90	45	21,0	40	355	40	22,8	41	1001	1013	651154	65356	6549	49
26/10	19:00	90	159	21,0	40	360	47	25,1	38	1463	1897	673847	67663	6785	48

### EK B.4.5 Antalya büyükşehir belediyesi Ekim ayı otobüs değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parç)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parç)	PM <sub>0.5</sub> (Parç)	PM <sub>1.0</sub> (Parç)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/10	08:00	25	49	23,1	59	540	29	24,1	50	2441	2521	566456	56451	5432	53
07/10	13:00	25	20	22,9	64	661	34	23,7	58	2357	2364	571241	57119	5522	53
07/10	20:00	25	50	22,9	64	501	38	26,1	58	2311	2429	600201	59098	5991	59
10/10	08:00	25	51	22,3	80	544	39	25,1	74	2219	2258	418230	40398	4012	39
11/10	13:30	25	21	20,4	70	580	37	21,7	65	2389	2399	584770	57599	5650	55
11/10	20:00	25	55	20,4	70	506	38	22,7	65	2068	2147	648987	62948	6112	57
18/10	08:00	25	53	17,1	35	601	36	20,4	30	2274	2379	575696	56965	5599	48
19/10	13:00	25	21	18,5	22	615	38	22,1	20	2309	2401	589874	54819	5375	49
19/10	20:00	25	40	18,5	22	719	39	22,7	20	2027	2136	626850	61612	6396	53
25/10	08:00	25	42	20,1	46	670	37	19,8	41	2013	2225	654489	64121	6389	59
26/10	13:00	25	25	21,0	40	742	39	19,7	30	2049	2267	649874	62317	6258	52
26/10	20:00	25	41	21,0	40	674	33	21,7	31	2247	2357	673814	64257	6561	59

### EK B.5.1 Akd.Ünv.Tbmyo Kasım ayı atölye değerleri

Tarih (2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/11	8:30	40	36	16,6	41	458	29	21,0	38,0	2212	2242	719644	71287	7129	71
02/11	11:00	40	28	16,9	51	449	33	20,8	48,0	2127	2158	713874	71481	7180	70
02/11	18:00	40	30	16,9	51	4989	45	21,4	40	2130	2119	711580	71341	7129	65
10/11	08:30	40	19	17,5	57	468	49	20,4	55,0	2010	2111	721287	73123	7284	63
11/11	11:00	40	28	17,6	61	498	42	21,5	57,0	1987	1990	721995	72985	7878	61
11/11	18:00	40	27	17,6	61	457	47	21,3	57,0	1986	1998	718247	72261	7223	51
14/11	08:30	40	26	9,8	83	463	43	16,0	75,0	1857	1869	785120	78701	7812	53
15/11	11:00	40	21	11,7	75	469	49	15,0	65,0	1771	1790	741621	74648	7563	59
15/11	18:00	40	19	11,7	75	470	48	15,3	67,0	1891	1910	742931	74451	7512	56
21/11	08:30	40	28	13,4	46	484	40	16,1	36,0	1847	1889	707891	71341	7112	63
22/11	11:00	40	19	13,5	53	451	41	15,4	49,0	1691	1745	710081	71384	7152	64
22/11	18:00	40	21	13,5	53	389	43	15,4	45,1	1930	1949	712741	72354	7285	67

## EK B.5.2 Akd.Ünv.Tbmyo Kasım ayı sınıf değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/11	8:40	55	21	16,6	41	444	49	21,0	45,0	1969	2297	714121	72985	7284	72
02/11	11:10	55	24	16,9	51	441	50	19,5	49,0	1958	2140	725247	72984	7871	78
02/11	18:10	55	18	16,9	51	432	45	18,9	48,0	2121	2125	726987	72865	7395	73
10/11	08:40	55	24	17,5	57	438	41	18,4	55,0	1994	1998	714123	72789	7318	73
11/11	11:10	55	19	17,6	61	414	46	18,7	54,1	1274	1315	676210	68643	7001	70
11/11	18:10	55	27	17,6	61	499	42	18,9	53,2	1856	1842	673887	68344	7069	71
14/11	08:40	55	26	9,8	83	441	39	15,6	65,0	1879	1891	669886	68971	7881	78
15/11	11:10	55	21	11,7	75	333	47	18,0	79,0	1877	1887	756413	75645	7579	75
15/11	18:10	55	23	11,7	75	394	44	14,9	76,8	1929	1945	792127	79821	7896	78
21/11	08:40	55	36	13,4	46	378	48	16,7	47,9	1970	1989	789589	78913	7998	77
22/11	11:10	55	41	13,5	53	397	46	18,9	55,0	1711	1785	799887	80010	8195	81
22/11	18:10	55	28	13,5	53	387	43	20,7	56,5	1778	1787	798911	80911	8098	82

### EK B.5.3 Akd.Ünv.Tbmyo Kasım ayı labaratuvar değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/11	8:50	65	32	16,6	41	350	38	19,2	25,4	1051	1070	706454	71841	7187	60
02/11	11:20	65	27	16,9	51	345	40	17,5	45,0	1024	1004	705412	70749	7189	56
02/11	18:20	65	20	16,9	51	384	41	18,6	45,8	914	1012	706689	70988	7268	59
10/11	08:50	65	27	17,5	57	403	46	19,0	46,7	920	1011	698715	70879	7199	57
11/11	11:20	65	20	17,6	61	387	47	20,9	50,2	987	942	706980	70889	7180	53
11/11	18:20	65	24	17,6	61	316	35	18,5	51,2	923	930	718959	71992	7199	54
14/11	08:50	65	24	9,8	83	315	39	16,2	75,1	968	947	729899	73878	7389	57
15/11	11:20	65	27	11,7	75	341	39	16,4	64,5	987	969	784098	78496	7849	59
15/11	18:20	65	27	11,7	75	345	38	17,4	68,5	978	997	791288	78019	7837	57
21/11	08:50	65	21	13,4	46	351	34	14,6	46,5	945	989	785129	78513	7859	53
22/11	11:20	65	31	13,5	53	356	37	14,6	53,8	939	987	710019	71197	7189	51
22/11	18:20	65	31	13,5	53	384	38	14,7	54,7	997	1002	751037	75698	7589	55

**EK B.5.4 Antalya büyükşehir belediyesi Kasım ayı metro (antray) değerleri**

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/11	07:00	90	159	16,6	41	454	39	18,7	38,0	2012	2115	739421	73748	7486	64
02/11	12:00	90	87	16,9	51	469	38	17,6	34,5	2124	2141	71654	72478	7275	68
02/11	19:00	90	145	16,9	51	474	36	19,5	35,0	2041	2165	721618	71876	7296	64
10/11	07:00	90	170	17,5	57	421	37	20,0	55,1	2118	2132	708541	71876	7289	63
11/11	12:00	90	87	17,6	61	423	39	18,7	58,0	2134	2187	718867	71873	7288	58
11/11	19:00	90	171	17,6	61	451	38	21,5	57,5	2185	2174	704584	71964	7397	51
14/11	07:00	90	160	9,8	83	441	37	15,7	77,6	2124	2147	713820	71844	7280	52
15/11	12:00	90	49	11,7	75	451	35	17,6	68,4	2457	2232	711819	71214	7205	58
15/11	19:00	90	178	11,7	75	453	34	18,7	68,5	2168	2295	728819	72895	7289	55
21/11	07:00	90	155	13,4	46	450	33	18,9	42,9	2179	2213	715854	78599	7850	54
22/11	12:00	90	194	13,5	53	419	37	16,7	50,4	2185	2191	704185	71496	7857	52
22/11	19:00	90	162	13,5	53	424	39	19,8	51,4	2147	2191	715612	72174	7276	54

### EK B.5.5 Antalya büyükşehir belediyesi Kasım ayı otobüs değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01/11	08:00	25	49	16,6	41	451	35	17,1	38,0	2388	2396	759821	75974	7596	74
02/11	13:00	25	20	16,9	51	428	41	20,0	48,9	2367	2389	751414	75261	7584	73
02/11	20:00	25	50	16,9	51	414	48	19,9	47,0	2111	2261	756598	75767	7587	73
10/11	08:00	25	51	17,5	57	425	47	21,4	45,1	2281	2393	754514	75784	7585	68
11/11	13:30	25	21	17,6	61	433	49	20,7	50,4	1540	1691	767111	76789	7691	67
11/11	20:00	25	55	17,6	61	416	46	20,9	51,3	1514	1529	745543	74854	7490	65
14/11	08:00	25	53	9,8	83	414	40	11,7	18,2	1509	1547	750129	76047	7699	68
15/11	13:00	25	21	11,7	75	421	42	15,0	16,5	1596	1559	780019	78914	7897	66
15/11	20:00	25	40	11,7	75	424	42	15,0	16,4	1481	1989	748881	75897	7599	67
21/11	08:00	25	42	13,4	46	451	45	14,9	18,7	1397	1957	765989	78599	7888	68
22/11	13:00	25	25	13,5	53	414	49	14,9	67,0	1359	1961	779997	78811	7859	65
22/11	20:00	25	41	13,5	53	421	48	15,0	67,4	1389	1978	786810	78978	7957	62

## EK B.6.1 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı atölye değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/12	8:30	40	30	13,3	59	468	49	14,6	57,1	2448	2448	814654	81415	8151	76
07/12	11:00	40	28	13,4	75	441	48	15,4	65,0	2424	2487	841341	84413	8474	69
07/12	18:00	40	37	13,4	75	437	46	14,8	65,7	2443	2451	836874	83698	8329	63
12/12	08:30	40	38	11,9	62	451	49	17,1	60,5	2410	2518	83698	83892	8394	71
13/12	11:00	40	40	12,9	62	432	48	15,3	49,7	2415	2444	837451	84971	8495	67
13/12	18:00	40	47	12,9	62	428	47	14,7	48,7	2412	2438	829511	83940	8391	68
19/12	08:30	40	46	16,8	74	431	46	21,1	58,7	2415	2484	814518	82956	8374	68
23/12	11:00	40	41	10,6	96	381	48	14,3	80,4	2418	2485	806698	81378	8298	64
23/12	18:00	40	48	10,6	96	289	49	15,4	97,5	2422	2429	864135	87348	8787	75
27/12	08:30	40	47	10,4	50	311	45	11,6	45,4	2387	2469	851795	86121	8647	73
28/12	11:00	40	45	10,1	54	374	49	16,7	47,7	2418	2547	893496	89571	8985	70
28/12	18:00	40	36	10,1	54	524	48	14,4	45,3	2347	2649	887588	88399	8887	63



## EK B.6.2 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı sınıf değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/12	8:40	55	23	13,3	59	411	45	15,5	55,0	2232	2145	817141	81651	8169	71
07/12	11:10	55	26	13,4	75	421	49	14,9	63,4	2235	2398	851410	85475	8578	73
07/12	18:10	55	31	13,4	75	426	38	18,2	68,4	2351	2359	860518	86521	8461	74
12/12	08:40	55	19	11,9	62	421	48	14,8	56,1	2381	2381	845161	84820	8450	72
13/12	11:10	55	14	12,9	62	460	45	15,9	49,7	2419	2120	841404	86102	8691	73
13/12	18:10	55	22	12,9	62	410	40	14,0	52,0	2101	2215	810049	82005	8387	72
19/12	08:40	55	21	16,8	74	413	52	17,0	64,3	2412	2482	811010	82451	8398	76
23/12	11:10	55	18	10,6	96	418	51	15,9	75,3	2394	2345	841040	84331	8487	78
23/12	18:10	55	10	10,6	96	467	49	16,1	73,2	2212	2191	841874	84517	8465	79
27/12	08:40	55	12	10,4	50	418	46	16,7	48,5	2301	2341	842105	84774	8489	69
28/12	11:10	55	21	10,1	54	413	40	12,8	48,7	2219	2318	843010	84521	8478	81
28/12	18:10	55	35	10,1	54	424	49	14,5	39,6	2344	2349	842070	84879	8479	63

### EK B.6.3 Akd.Ünv.Tbmyo Aralık ayı labaratuvar değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/12	8:50	65	24	13,3	59	343	41	14,9	54,3	1821	1822	681018	68541	6055	71
07/12	11:20	65	25	13,4	75	361	46	15,7	70,2	1852	1624	648854	67488	6854	73
07/12	18:20	65	30	13,4	75	353	48	15,7	62,7	1452	1558	671814	67178	6914	74
12/12	08:50	65	20	11,9	62	328	47	16,7	52,7	1484	1562	694574	69457	7048	73
13/12	11:20	65	15	12,9	62	298	52	17,4	55,4	1423	1520	706124	70684	7164	74
13/12	18:20	65	21	12,9	62	311	53	15,6	55,7	1651	1675	718875	72115	7281	74
19/12	08:50	65	20	16,8	74	352	58	18,9	65,4	1475	1456	706587	70619	7161	70
23/12	11:20	65	19	10,6	96	360	51	11,8	91,1	1234	1238	705141	70189	7211	76
23/12	18:20	65	18	10,6	96	341	39	13,8	90,2	1251	1341	722413	72871	7284	73
27/12	08:50	65	17	10,4	50	380	37	13,4	52,7	1524	1342	707158	71741	7177	76
28/12	11:20	65	22	10,1	54	383	34	14,7	48,7	1541	1523	704010	71419	7111	78
28/12	18:20	65	37	10,1	54	374	38	12,7	46,5	1452	1452	701846	71871	7259	72

**EK B.6.4 Antalya büyükşehir belediyesi Aralık ayı metro (antray) değerleri**

Tarih(2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/12	07:00	90	130	13,3	59	453	45	14,9	49,7	2213	2238	928910	92542	9258	92
07/12	12:00	90	77	13,4	75	465	48	17,5	63,9	2264	2341	927412	92435	9241	93
07/12	19:00	90	115	13,4	75	461	49	15,0	62,4	2245	2349	928852	92341	9219	94
12/12	07:00	90	110	11,9	62	449	47	14,3	57,7	2158	2271	920874	92878	9277	89
13/12	12:00	90	88	12,9	62	461	46	15,9	56,4	2163	2259	911729	91712	9172	88
13/12	19:00	90	198	12,9	62	451	42	16,4	54,8	2148	2297	917741	91164	9185	89
19/12	07:00	90	165	16,8	74	442	45	18,9	62,1	2191	2289	924287	92819	9251	92
23/12	12:00	90	110	10,6	96	436	48	13,4	82,4	2241	2291	917845	92159	9291	91
23/12	19:00	90	187	10,6	96	422	41	13,9	78,3	2119	2298	927848	92841	9248	86
27/12	07:00	90	200	10,4	50	467	39	15,7	39,7	2091	2199	912476	92841	9274	90
28/12	12:00	90	185	10,1	54	419	40	12,9	38,4	2109	2218	923414	92719	9287	92
28/12	19:00	90	129	10,1	54	441	49	13,9	38,7	2188	2189	921768	92775	9298	91

### EK B.6.5 Antalya büyükşehir belediyesi Aralık ayı otobüs değerleri

Tarih(2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/12	08:00	25	28	13,3	59	449	48	15,7	53,4	2311	2363	904201	91210	9157	90
07/12	13:00	25	25	13,4	75	445	51	16,7	62,7	2219	2436	902741	91012	9165	88
07/12	20:00	25	29	13,4	75	441	53	18,1	61,4	2194	2259	918147	91019	9189	86
12/12	08:00	25	31	11,9	62	451	55	12,7	54,3	1974	1978	914578	91145	9189	81
13/12	13:30	25	29	12,9	62	410	57	15,8	54,7	1574	1584	914914	91919	9196	91
13/12	20:00	25	31	12,9	62	401	54	16,7	52,6	2119	2138	915819	91169	9168	93
19/12	08:00	25	38	16,8	74	477	49	17,4	66,7	2081	2119	924297	92987	9289	94
23/12	13:00	25	27	10,6	96	452	48	13,4	85,2	2179	2185	924059	92717	9288	93
23/12	20:00	25	41	10,6	96	456	47	13,7	83,2	2378	2388	921789	92789	9289	96
27/12	08:00	25	40	10,4	50	461	45	12,8	48,7	2216	2228	907137	91756	9259	92
28/12	13:00	25	36	10,1	54	471	46	15,1	45,4	2128	2278	904498	91439	9179	98
28/12	20:00	25	43	10,1	54	487	48	12,3	45,2	2191	2299	901797	91539	9184	97



## EK C.1.2 Akd.Ünv.Tbmyo Ocak Ayı sınıf değerleri

Tarih(2011yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
05/01	8:40	55	19	10,9	70	314	35	16,7	50	1201	1224	796541	79888	7896	68
06/01	11:10	55	17	12,5	83	302	32	18,6	56	1301	1347	786547	78695	7898	66
06/01	18:10	55	26	12,5	83	352	31	15,4	58	1371	1389	789599	78321	7859	63
			SÖMESTİR TATİLİ												

**EK C.1.3 Akd.Ünv.Tbmyo Ocak Ayı laboratuvar değerleri**

Tarih(2011 yılı)	Ölçüm saati	Alan (m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
05/01	8:50	65	25	10,9	70	320	35	16,7	62	987	1024	653298	65212	6874	68	
06/01	11:20	65	26	12,5	83	310	36	15,0	67	995	1100	676862	67541	6756	66	
06/01	18:20	65	34	12,5	83	299	38	16,7	60	1002	1087	636741	6475	6514	69	
				SÖMESTİR TATİLİ												

**EK C.1.4 Antalya büyükşehir belediyesi Ocak Ayı metro (antray) değerleri**

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
05/01	07:00	90	89	10,9	70	501	49	18,9	62	2145	2241	924175	93241	9389	90
06/01	12:00	90	102	12,5	83	453	48	19,8	63	2314	2374	915242	92341	9357	88
06/01	19:00	90	105	12,5	83	410	48	21,2	64	2265	2289	923414	92385	9278	89
SÖMESTİR TATİLİ															



### EK C.1.5 Antalya büyükşehir belediyesi Ocak Ayı otobüs değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10,0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0,3</sub> (Parc)	PM <sub>0,5</sub> (Parc)	PM <sub>1,0</sub> (Parc)	PM <sub>10,0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
05/01	08:00	25	41	10,9	70	475	35	18,0	60	1951	2010	936810	93785	9384	90
06/01	13:00	25	38	12,5	83	432	37	16,7	65	1942	2142	935841	93894	9398	92
06/01	20:00	25	46	12,5	83	398	34	15,6	67	1857	1952	925874	93899	9396	93
				SÖMESTİR TATİLİ											

## EK C.2.1 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat Ayı atölye değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/02	8:30	40	41	11,1	59	314	28	18,5	54,5	2351	2385	871542	885187	8929	89
07/02	11:00	40	46	11,2	82	321	26	18,3	65,1	2241	2341	879496	887854	8910	90
07/02	18:00	40	47	11,2	82	248	27	16,1	69,4	2471	2465	856474	898411	9141	91
14/02	08:30	40	52	12,6	76	376	35	16,7	48,7	2170	2241	888545	894651	9049	90
15/02	11:00	40	50	12,3	58	312	38	17,6	53,9	2345	2398	858741	886278	9075	91
15/02	18:00	40	48	12,3	58	341	37	17,9	52,5	2416	2459	886014	903450	9188	92
20/02	08:30	40	47	9,2	31	329	35	16,8	25,7	2354	2457	886187	907501	9177	93
21/02	11:00	40	44	10,8	44	341	34	16,7	36,4	2256	2356	877458	874198	8845	89
21/02	18:00	40	43	10,8	44	328	36	16,59	37,5	2384	2398	867911	879012	8979	94
28/02	08:30	40	48	8,9	79	337	37	17,3	64,5	2249	2494	887429	886150	9011	91
29/02	11:00	40	42	4,7	35	341	34	16,1	27,1	2105	2289	876788	889652	9004	95
29/02	18:00	40	41	4,7	35	319	33	17,0	28,6	2165	2206	884766	888412	8919	89

## EK C.2.2 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat Ayı sınıf değerleri

Tarih(2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/02	8:40	55	45	11,1	59	335	48	14,5	51,0	2448	2481	877841	87894	8789	87
07/02	11:10	55	47	11,2	82	345	47	13,7	50,7	2357	2457	877416	87951	8798	87
07/02	18:10	55	40	11,2	82	351	46	14,6	78,2	2318	2497	8887412	88698	8989	89
14/02	08:40	55	42	12,6	76	389	45	17,5	76,4	2249	2279	889685	89741	9119	89
15/02	11:10	55	48	12,3	58	378	44	14,8	45,9	2217	2331	877894	89574	9068	88
15/02	18:10	55	41	12,3	58	371	43	15,8	45,7	2317	2349	876985	89698	9176	92
20/02	08:40	55	40	9,2	31	349	46	12,0	28,7	2389	2447	896984	89688	9179	90
21/02	11:10	55	43	10,8	44	348	47	15,7	31,7	2347	2461	887884	91142	9148	90
21/02	18:10	55	40	10,8	44	398	49	14,3	31,7	2441	2488	877778	91241	9298	92
28/02	08:40	55	49	8,9	79	379	47	12,8	63,7	2435	2380	884441	90565	9197	92
29/02	11:10	55	48	4,7	35	363	48	10,5	24,3	2319	2300	888214	89954	8998	89
29/02	18:10	55	46	4,7	35	374	47	11,3	32,4	2267	2210	886789	89678	8979	89

### EK C.2.3 Akd.Ünv.Tbmyo Şubat Ayı laboratuvar değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/02	8:50	65	31	11,1	55	455	36	14,8	52,3	2310	2451	778741	77998	7722	78
07/02	11:20	65	37	11,2	82	430	39	14,9	72,4	2413	2479	768128	67124	6871	70
07/02	18:20	65	38	11,2	82	440	38	12,8	62,8	2120	2235	767474	76771	7799	78
14/02	08:50	65	47	12,6	76	436	36	13,8	62,9	2215	2255	744141	74899	7541	79
15/02	11:20	65	44	12,3	58	471	37	13,9	54,2	2171	2189	794886	79552	7981	81
15/02	18:20	65	42	12,9	58	424	40	16,7	53,8	2270	2298	783884	78898	7869	88
20/02	08:50	65	40	9,2	31	441	41	11,3	31,8	2134	2141	788289	78889	7989	79
21/02	11:20	65	48	10,8	44	449	45	13,8	34,6	2109	2151	787854	78569	7869	80
21/02	18:20	65	38	10,8	44	477	48	17,5	33,4	2014	2101	787587	78496	7896	81
28/02	08:50	65	37	8,9	79	479	32	11,8	63,2	2019	2147	778447	78598	7951	80
29/02	11:20	65	34	4,7	35	448	37	6,8	32,2	2180	2198	789619	78849	7869	78
29/02	18:20	65	31	4,7	35	441	33	9,4	31,2	2072	2189	876842	88498	8849	89

## EK C.2.4 Antalya büyükşehir belediyesi Şubat Ayı metro (antray) değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/02	07:00	90	111	11,1	59	485	47	15,3	53,8	2361	2401	931000	93887	9341	89
07/02	12:00	90	110	11,2	82	473	45	14,8	60,6	2349	2364	945471	94388	9480	87
07/02	19:00	90	121	11,2	82	461	42	13,4	64,3	2340	2311	939874	94711	9489	89
14/02	07:00	90	98	12,6	76	435	39	16,2	50,3	2319	2422	926510	93987	9383	90
15/02	12:00	90	56	12,3	58	421	37	14,8	42,4	2375	2390	928842	93989	9359	91
15/02	19:00	90	87	12,3	58	441	45	16,4	46,8	2370	2389	924599	93989	9399	88
20/02	07:00	90	152	9,2	31	420	47	11,5	27,5	2279	2381	917879	92889	9398	90
21/02	12:00	90	108	10,8	44	424	49	12,8	35,3	2318	2389	927564	93948	9497	92
21/02	19:00	90	113	10,8	44	434	50	14,5	33,5	2380	2391	927845	93889	9499	88
28/02	07:00	90	181	8,9	79	413	37	12,5	57,4	2281	2399	928798	93756	9467	89
29/02	12:00	90	144	4,7	35	418	34	9,9	28,7	2049	2289	936888	93894	9462	92
29/02	19:00	90	171	4,7	35	427	36	10,2	29,1	2019	2298	938874	98654	9862	93

## EK C.2.5 Antalya büyükşehir belediyesi Şubat Ayı otobüs değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/02	08:00	25	41	11,1	59	511	46	15,2	51,2	2384	2489	938245	93894	9414	93
07/02	13:00	25	36	11,2	82	502	44	15,9	75,8	2444	2504	931256	93230	9410	91
07/02	20:00	25	34	11,2	82	515	46	14,7	81,7	2432	2510	947012	94012	9414	90
14/02	08:00	25	33	12,6	76	541	47	14,8	64,7	2425	2426	932563	92325	9388	94
15/02	13:30	25	32	12,3	58	533	48	15,9	49,7	2363	2397	948012	91745	9475	90
15/02	20:00	25	41	12,3	58	501	38	16,7	48,3	2401	2425	942742	92419	9259	89
20/02	08:00	25	49	9,2	31	503	37	13,8	27,6	2454	2474	939884	93410	9379	88
21/02	13:00	25	39	10,8	44	499	39	13,9	37,2	2319	2345	937744	93488	9489	91
21/02	20:00	25	29	10,8	44	469	46	13,7	35,3	2451	2465	938761	93328	9431	95
28/02	08:00	25	30	8,9	79	488	44	11,7	69,4	2420	2456	938947	93574	9371	93
29/02	13:00	25	35	4,7	35	479	43	10,7	29,6	2389	2498	947012	94789	9489	94
29/02	20:00	25	32	4,7	35	445	47	10,3	28,6	2349	2455	937987	93532	9451	96

### EK C.3.1 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı atölye değerleri

Tarih (2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/03	8:30	40	39	10,9	92	548	38	16,2	68,0	1329	1410	884451	88588	8858	88
07/03	11:00	40	34	12,7	80	533	34	16,8	59,9	1349	1478	884589	88598	8860	89
07/03	18:00	40	35	12,7	80	510	35	16,4	60,4	1430	1496	885770	88781	8874	88
12/03	08:30	40	39	15,1	76	541	36	17,0	50,27	1407	1478	887999	88924	8895	87
13/03	11:00	40	37	12	86	553	37	19,0	42,7	1485	1504	891489	89789	8992	86
13/03	18:00	40	41	12	86	501	33	18,8	58,3	1310	1411	892999	89874	8990	83
19/03	08:30	40	46	12,9	66	509	30	18,4	52,0	1374	1474	894179	89578	8959	91
20/03	11:00	40	43	15,8	48	515	38	18,9	36,4	1274	1281	883189	88914	8899	89
20/03	18:00	40	41	15,8	48	548	39	17,9	36,3	1249	1256	897898	89994	8998	90
29/03	08:30	40	39	13,8	37	540	32	15,8	32,1	1245	1491	889946	89899	8995	93
30/03	11:00	40	38	13,7	58	509	34	17,9	47,8	1262	1289	884198	89987	8999	92
30/03	18:00	40	27	13,7	58	519	37	17,9	46,9	1245	1299	895889	89789	8996	90

### EK C.3.2 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı sınıf değerleri

Tarih(2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/03	8:40	55	40	10,9	92	422	36	12,4	59,0	1574	1587	762131	77541	7812	77
07/03	11:10	55	25	12,7	80	413	34	13,6	75,3	1584	1594	741458	74561	7743	78
07/03	18:10	55	27	12,7	80	421	35	13,7	69,2	1348	1460	747428	75349	7528	76
12/03	08:40	55	21	15,1	76	480	38	16,4	73,2	1329	1348	735210	74742	7562	77
13/03	11:10	55	28	12	86	427	37	14,2	72,3	1350	1381	781321	79612	7929	80
13/03	18:10	55	26	12	86	429	38	14,7	70,3	1392	1355	803429	80219	8069	81
19/03	08:40	55	23	12,9	66	445	39	15,3	35,3	1300	1387	813781	82321	8288	88
20/03	11:10	55	34	15,8	48	481	36	16,2	37,4	1365	1349	808525	81211	8180	82
20/03	18:10	55	33	15,8	48	428	38	14,7	35,6	1010	1439	798321	79969	7969	80
29/03	08:40	55	38	13,8	37	444	31	15,6	30,2	1006	1050	798251	79899	8061	81
30/03	11:10	55	37	13,7	58	438	34	14,3	25,4	1238	1289	794861	79848	8031	81
30/03	18:10	55	33	13,7	58	434	38	15,2	30,4	1306	1398	791289	79598	7951	79



### EK C.3.3 Akd.Ünv.Tbmyo Mart ayı laboratuar değerleri

Tarih(2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem(%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/03	8:50	65	36	10,9	92	353	35	14,5	69,1	1561	1621	791471	79588	7989	80
07/03	11:20	65	40	12,7	80	340	37	16,7	65,2	1524	1613	772355	78352	7898	81
07/03	18:20	65	42	12,7	80	370	39	18,5	61,7	1528	1558	788591	78419	7895	82
12/03	08:50	65	43	15,1	76	399	38	19,6	55,1	1553	1588	764987	76878	7749	81
13/03	11:20	65	39	12	86	365	40	15,7	37,2	1461	1587	778594	77019	7987	82
13/03	18:20	65	40	12	86	306	45	14,3	34,3	1389	1497	775766	78588	7859	81
19/03	08:50	65	38	12,9	66	349	44	15,7	58,7	1475	1275	797859	78989	7898	80
20/03	11:20	65	28	15,8	48	379	43	14,2	62,1	1349	1358	764819	76998	7796	79
20/03	18:20	65	29	15,8	48	341	48	11,7	63,5	1349	1471	751249	76598	7602	78
29/03	08:50	65	28	13,8	37	381	47	16,7	71,2	1476	1474	756419	76653	7695	77
30/03	11:20	65	27	13,7	58	359	49	17,6	42,1	1539	1557	753148	75012	7656	79
30/03	18:20	65	35	13,7	58	348	40	18,5	42,8	1574	1574	771529	77308	7789	80

### EK C.3.4 Antalya büyükşehir belediyesi Mart ayı metro (antray) değerleri

Tarih(2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/03	07:00	90	145	10,9	92	385	45	14,7	72,3	1745	1784	820041	83578	8387	82
07/03	12:00	90	111	12,7	80	375	47	15,6	70,1	1757	1777	823577	83545	8324	84
07/03	19:00	90	132	12,7	80	369	48	16,5	68,7	1720	1750	851245	85814	8596	85
12/03	07:00	90	99	15,1	76	366	49	16,4	65,4	1728	1731	851458	85389	8658	87
13/03	12:00	90	91	12,0	86	402	47	14,5	84,5	1750	1759	864574	86527	8759	86
13/03	19:00	90	97	12,0	86	417	42	15,2	70,3	1754	1781	843480	84258	8427	85
19/03	07:00	90	131	12,9	66	377	40	17,6	49,6	1761	1769	852858	85574	8568	86
20/03	12:00	90	114	15,8	48	376	38	16,8	36,5	1755	1739	871274	87578	8769	86
20/03	19:00	90	135	15,8	48	377	49	18,7	48,7	1739	1781	864174	87528	8795	88
29/03	07:00	90	107	13,8	37	379	47	14,7	33,4	1761	1765	871295	87145	8798	89
30/03	12:00	90	105	13,7	58	382	48	16,3	45,5	1760	1765	888474	88597	8897	88
30/03	19:00	90	119	13,7	58	385	40	17,5	42,8	1744	1717	845874	88127	8919	87

### EK C.3.5 Antalya büyükşehir belediyesi Mart ayı otobüs değerleri

Tarih(2012 yılı)	Ölçüm saati	Alan(m <sup>2</sup> )	Kişi sayısı (adet)	DIŞ HAVA				İÇ HAVA ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°C)	Bağıl nem(%)	CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>10.0</sub> (Parc)	Sıcaklık (°C)	B.Nem (%)	I.CO <sub>2</sub> (ppm)	II.CO <sub>2</sub> (ppm)	PM <sub>0.3</sub> (Parc)	PM <sub>0.5</sub> (Parc)	PM <sub>1.0</sub> (Parc)	PM <sub>10.0</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
06/03	08:00	25	34	10,9	92	502	41	14,5	67,3	2031	2140	2249	986532	9878	98
07/03	13:00	25	31	12,7	80	498	45	13,6	61,2	2105	2250	2335	987854	9881	97
07/03	20:00	25	39	12,7	80	475	48	14,7	67,9	2011	2257	2315	983241	9897	96
12/03	08:00	25	37	15,1	76	485	47	18,9	61,2	2131	23041	2331	984785	9798	93
13/03	13:30	25	35	12,0	86	474	46	18,2	51,0	2117	2359	2375	986932	9895	95
13/03	20:00	25	36	12,0	86	468	42	16,5	53,9	2166	2248	2387	987412	9874	92
19/03	08:00	25	38	12,9	66	463	43	17,8	57,9	2162	2268	2396	989562	9795	96
20/03	13:00	25	37	15,8	48	474	46	19,3	47,7	2234	2283	2389	987542	9857	94
20/03	20:00	25	26	15,8	48	479	47	18,6	34,6	2125	2371	2396	983698	9895	97
29/03	08:00	25	34	13,8	37	465	48	15,9	41,3	2134	2255	2346	994120	9896	93
30/03	13:00	25	33	13,7	58	448	45	15,7	40,1	2169	2239	2315	952487	9685	95
30/03	20:00	25	36	13,7	58	444	44	16,8	38,9	2187	2268	2289	939015	9547	94