

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTALYA İLİNDE BAZI TOPLU ÇALIŞMA
ALANLARINDAKİ İÇ HAVA KALİTESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Ahmet ÇOŞGUN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Ahmet KOLİP

Ağustos 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİNDE BAZI TOPLU ÇALIŞMA
ALANLARINDAKİ İÇ HAVA KALİTESİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Ahmet ÇOŞGUN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Ahmet KOLİP

Bu tez 14/08/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı

Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet KOLİP



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Halit YASAR

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışması sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet KOLİP'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Tezin hazırlanması esnasında istatistiksel analiz programında bana yardımcı olan sayın Doç. Dr. Hüsamettin BULUT'a (H.Ü.), Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçükçekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğünde görevli Dr. Nilgün ÇELEBİ'ye ve bilgilerine her zaman başvurabildiğim değerli hocam sayın Yrd.Doç Dr. Hüseyin BULGURCU' ya (B.Ü.) teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Deneysel çalışmamız sırasında zamanlarımı ayıran Antalya adalet personeline, Antalya Milli Eğitim Müdürlüğü çalışanlarına gösterdikleri yakın ilgiden dolayı Őükranlarımı sunarım. Tezin her aşamasında bana destekte bulunan Yrd. Doç. Dr. Turgay ÇOŞGUN'a (İ.Ü.), tez yazımında desteğini esirgemeyen ve zaman ayıran Dr. İnş.Yük. Müh. Emine ÇOŞGUN'a, Bilgisayar programı çözümlerinde büyük emeği geçen Har. Kad. Müh. Süleyman ÇOŞGUN'a (A.Ü) çok teşekkür ederim. Bana her zaman pozitif enerji veren değerli arkadaşım Öğr.Gör.Nafel DOĞDU'ya da teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım esnasında devamlı desteğini gördüğüm fedakar eşim Figen ÇOŞGUN'a, değerli aileme, tüm arkadaşlarıma, tezin hazırlanmasında her türlü katkısı olan herkese teőekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	7
BÖLÜM 3.	
ATMOSFER HAVASI VE KİRLETİCİLER.....	21
3.1. Hava Kirletici Maddelerinin Sınır Değerleri.....	23
3.2. Hava Kirleticiler.....	27
3.3. Gaz Kirleticiler.....	28
3.3.1. Azot oksitler (NO _x).....	28
3.3.2. Karbonmonoksit (CO).....	28
3.3.3. Hidrokarbonlar(HC).....	29
3.3.4. Kükürt oksitler (SO _x).....	29
3.4. Partiküler Maddeler (PM).....	30
3.4.1. İnce tozlar.....	31
3.4.2. Kimyasal buharlar.....	31
3.4.3. Kimyasal dumanlar.....	32
3.4.4. İS.....	32
3.4.5. Sprey.....	32
3.5. Dış Havada Bulunan Kirletici Maddeler.....	33

3.5.1. Tanecik boyut dağılımı.....	34
3.6. İç Ortam Hava Kirleticileri	38
3.7. İç Hava Kalitesine Sağlık Açısından Bakış	39
3.8. Dolaylı Kirleticiler	42
3.8.1. Uçucu organik bileşikler	43
3.8.1.1. Uçucu organik bileşiklerin sağlık üzerindeki etkileri	44
3.8.1.2. Uçucu organik bileşiklerin düzeylerinin düşürülmesi	45
3.8.1.3. Malzeme yapısının emisyonlara etkisi	46
3.8.2. Dolaylı kirlilik kaynaklarının önlenmesi.....	46
3.9. Doğrudan Kirleticiler	47
3.9.1. Biyoaerosoller	48
3.9.1.1. Kaynakları	49
3.9.1.2. Sağlık üzerindeki etkileri	49
3.9.2. Lejyoner hastalığı	50
3.9.2.1. Ekolojik özellikleri.....	51
3.9.2.2. Legionella bakterisinin yaşama koşullarını etkileyen faktörler	51
3.9.2.3. Lejyoner hastalığının oluşumunda çevresel risk faktörleri.....	51
3.9.2.4. Hastalığın tespit edildiği yerler	52
3.9.3. Asbestler	52
3.9.3.1. Sağlık üzerine etkileri	53
3.9.3.2. Standartlar	54
3.9.4. Radon ve diğer toprak gazları	54
3.9.4.1. Bina içi radon kaynakları.....	56
3.9.4.2. Radon ölçüm yöntemleri.....	58
3.9.4.3. Radonun sağlık üzerine etkileri	58
3.9.4.4. Kontroller	59
3.9.5. Diğer hava kirleticiler.....	60
3.10. İç Hava Kalitesi Parametreleri	62
3.10.1. İç sıcaklık ve bağıl nem.....	62
3.10.1.1. İnsan vücudu sıcaklık fizyolojisi.....	63
3.10.2. Karbondioksit (CO ₂).....	66
3.10.2.1. Karbondioksit'in iç hava kalitesine ve insan sağlığına etkisi	66
3.10.2.2. Adliye binalarında görev yapmakta olan hakimlerin karar vermede ve takdir yetkisini kullanmasında CO ₂ ' nin etkisi.....	68

3.10.3. Partiküler madde.....	70
3.11. İç Hava Kalitesi Standartları.....	75
3.11.1. İç ortamlarda (mekanlarda) hava kullanımı	76
3.12. Bir Temiz Oda Tasarımında Dikkate Alınması Gereken Parametreler	81
BÖLÜM 4.	
DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	83
4.1. Deney Yerleri.....	83
4.2. Deneyde Yapılan Ölçümler	84
4.2.1. Ortam CO ₂ ölçümü	84
4.2.1.1. CO ₂ ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	85
4.2.1.2. Ölçüm şekli	85
4.2.1.3. Değerlendirme şekli	85
4.2.2. Ortam partikül madde miktarı, sıcaklık ve bağıl nem ölçümü	86
4.2.2.1. Ortam partikül madde,sıcaklık, bağıl nem, ölçüm cihazın teknik özellikleri	86
4.2.2.2. Ölçüm şekli	87
4.2.2.3. Değerlendirme şekli	88
4.2.3. Ortam radon gazı ölçümü	88
4.2.3.1. Ortam radon gazı ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	88
4.2.3.2. Ölçüm şekli	89
4.2.3.3. Değerlendirme şekli.....	89
4.3. Deneylerin Yürütülmesi.....	89
4.3.1. Antalya adalet binasında yapılan çalışma.....	91
4.3.2. Antalya ilinde bulunan Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu, İstiklal ilköğretim okulu ile Antalya lisesinde yapılan çalışmalar	93
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	95
5.1. İstatistiksel Çalışmaların Değerlendirilmesi	95
5.1.1. Antalya adliye binası değerlendirmeleri.....	95
5.1.2. İstiklal ilköğretim okulu değerlendirmeleri.....	102
5.1.3. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu değerlendirmeleri	106
5.1.4. Antalya lisesinde yapılan değerlendirmeler	110

BÖLÜM 6.	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	114
KAYNAKLAR.....	120
EKLER.....	128
ÖZGEÇMİŞ.....	159

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

^{214}Bi	: 214 tip bizmut
^{214}Pb	: 214 tip kurşun
^{218}Po	: 218 tip polaryum
APM	: Ağır partikül madde miktarı
ASHRAE	: Amerikan ısıtma, soğutma, havalandırma derneği
BBH	: Bina bağlantılı hastalık
BN	: Bağıl nem
Bqm^{-3}	: Bir metreküpteki aktivite değeri
C_0	: Dış ortam CO_2 konsantrasyonu
C_i	: İç ortamdaki CO_2 konsantrasyonu
$\text{CO}_{2\text{ort}}$: Orta kısım karbondioksit
$\text{CO}_{2\text{pnk}}$: Pencere kenarı karbondioksit
DB	: Dış bağıl nem (%)
DC	: Dış sıcaklık
DCO_2	: Dış karbondioksit
EPA	: Amerikan Çevre Koruma Örgütü
H_2CO_3	: Karbonik asit
HBS	: Hasta bina sendromu
HCO_3^-	: Bikarbonat
HVAC	: Isıtma, Havalandırma, soğutma
IB	: İç bağıl nem (%)
IC	: İç sıcaklık
ICRP	: Uluslar arası radyasyon koruma komitesi
ISO	: Uluslar arası standartlar teşkilatı
İHK	: İç hava kalitesi
Ks/Aln	: Birim alandaki kişi sayısı
KVS	: Kısa vadeli sınır değer

LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gaz
mSv	: Eşdeğer doz
N	: Ölçüm sayısı
OSHA	: Avrupa iş sağlığı ve güvenliği ajansı
PM	: Partikül madde
ppm	: Bir milyon toplam hacimdeki gaz hacmi, boyutsuzdur.
Q	: Havalandırma debisi
S	: Ortamdaki CO ₂ üretimi
TBS	: Kapalı bina sendromu
TP0,5-1	: 0,5 µm çaplı toz partikül miktarı birinci ölçüm
TP0,5-2	: 0,5 µm çaplı toz partikül miktarı ikinci ölçüm
TP0,5-3	: 0,5 µm çaplı toz partikül miktarı üçüncü ölçüm
TP1-1	: 1 µm çaplı toz partikül miktarı birinci ölçüm
TP1-2	: 1 µm çaplı toz partikül miktarı ikinci ölçüm
TP1-3	: 1 µm çaplı toz partikül miktarı üçüncü ölçüm
U.S.209 E	: Amerikan 209 klas sınıfı
UNSCEAR	: Birleşmiş Milletler Radyasyon Etkileri Bilimsel Komitesi
UOB	: Uçucu organik bileşik
UOM	: Uçucu organik madde
UVS	: Uzun vadeli sınır değer
VOC	: Uçucu organik bileşikler
VVOC	: Çok uçucu organik bileşikler
WHO	: Dünya sağlık örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Partikül maddelerin boyutları insan saçına göre kıyaslanması	30
Şekil 3.2.	Toz taneciklerinin büyüklük kıyaslaması.....	31
Şekil 3.3.	Atmosferik havasında tanecik sayısı, kütle ve yüzeyinin çapa göre yüzdesi	35
Şekil 3.4.	Çeşitli virüs, bakteri ve mantarların boyutlarının karşılaştırılması	36
Şekil 3.5.	Kapalı ortam (Indoor) hava kirliliğinin nedenleri.....	38
Şekil 3.6.	U-238'in bozunma şeması.....	55
Şekil 3.7.	Efekte olmuş bir kişi tarafından etrafa yayılan taneciklerin sayısal ve boyutsal dağılımı	60
Şekil 3.8.	Bir hapşırma sonrasında havada asılı kalan tanecik dağılımı	60
Şekil 3.9.	Güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları	61
Şekil 3.10.	Tipik bir klima santralında mikrobiyolojik kirlenme kaynakları ve yolları.....	61
Şekil 3.11.	Sıcak ortam etkileri	64
Şekil 3.12.	Kanda O ₂ ve CO ₂ 'nin taşınması.....	67
Şekil 3.13.	İnsanlardan yayılan kirlilik yaratan maddelerin bir göstergesi olarak CO ₂ eğrisi	70
Şekil 3.14.	Bir toz kenesi görüntüsü.....	71
Şekil 3.15.	Partikül maddelerin akciğer üzerinde verdiği hasar görüntüsü.....	73
Şekil 3.16.	Saç telinin büyütülmüş hali ile görünür toz ile toz partikülünün oranları	74
Şekil 3.17.	Taneciklerin yaklaşık boyutları.....	74
Şekil 3.18.	Sıcaklık ve bağıl neme bağlı konfor bölgeleri	81
Şekil 3.19.	Yaz ve kış aylarına göre ASHRAE konfor bölgeleri.....	82
Şekil 4.1.	Testo 445 Model CO ₂ ölçüm Cihazının genel görünümü	84

Şekil 4.2.	APC Plus BIOTEST Airborne Particle Counter 942300 model B0504-1771 tipli Biotest partikül sayım cihazı yazıcısı ile birlikte genel görünümü	86
Şekil 4.3.	RSFS tip radon dosimeter numunesi görünüşü.....	88
Şekil 4.4.	Antalya adliye binası görünüşü.....	83
Şekil 4.5.	Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu görünüşü.....	83
Şekil 4.6.	İstiklal ilköğretim okulu görünüşü.....	84
Şekil 4.7.	Antalya lisesi görünüşü	84
Şekil 4.8.	Birinci (1). sulh hukuk mahkemesi duruşma salonu görünüşü	91
Şekil 4.9.	Birinci (1).sulh hukuk mahkemesi yazı işleri müdürlüğü görünüşü.....	91
Şekil 4.10.	Dördüncü (4). asliye hukuk mahkemesi duruşma salonu görünüşü.....	91
Şekil 4.11.	Dördüncü (4). asliye hukuk mahkemesi yazı işleri müdürlüğü görünüşü.....	92
Şekil 4.12.	Dördüncü (4). asliye ceza mahkemesi duruşma salonu görünüşü.....	92
Şekil 4.13.	Dördüncü (4). asliye ceza mahkemesi hâkim odası ve yazı işleri müdürlüğü görünüşü	92
Şekil 4.14.	Birinci (1). ağır ceza mahkemesi duruşma salonu görünüşü	92
Şekil 4.15.	Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu ana sınıfı genel görünüşü.....	93
Şekil 4.16.	İstiklal ilköğretim okulu 1-A sınıfı ve Antalya lisesi 10-K sınıfının genel görünüşleri.....	94
Şekil 5.1.	Antalya adliye binası birim alandaki kişi sayısı ile iç hava sıcaklığı arası ilişki.....	99
Şekil 5.2.	Antalya adliye binası birimalandaki kişi sayısı ile iç hava CO ₂ miktarı arası ilişki.....	100
Şekil 5.3.	Antalya adliye binası dış hava sıcaklık ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki	100

Şekil 5.4.	Antalya adliye binası dış hava bağıl nem ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki	100
Şekil 5.5.	Antalya adliye binası dış hava bağıl nem ile iç hava 0.5µ çaplı toz partikül miktarı arasındaki ilişki.....	100
Şekil 5.6.	İstiklal ilköğretim okulu dış hava sıcaklık ile iç hava CO ₂ (pencere kenarı) arasındaki ilişki	104
Şekil 5.7.	İstiklal ilköğretim okulu dış hava sıcaklık ile iç ortam CO ₂ (orta kısım) arasındaki ilişki.....	104
Şekil 5.8.	İstiklal ilköğretim okulu iç sıcaklık ile 1 µ çaplı toz partikül miktarı arası ilişki.....	105
Şekil 5.9.	Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu iç sıcaklık ile CO ₂ arası ilişki.....	108
Şekil 5.10.	Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk İlköğretim okulu iç sıcaklık ile 0.5 µ çaplı toz partikülleri arası ilişki.....	109
Şekil 5.11.	Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu dış hava sıcaklık ile 1µ toz partikülleri arası ilişki.....	109
Şekil 5.12.	Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu birim alandaki kişi sayısı ile iç ortam toz partikülleri arası ilişki.....	109
Şekil 5.13.	Antalya lisesi binası dış hava sıcaklığı ile iç hava CO ₂ ve toz partikülleri arası ilişki	112
Şekil 5.14.	Antalya lisesi binası dış bağıl nem ile iç hava toz partikülleri (1 µm çap) arası ilişki.....	112
Şekil 5.15.	Antalya lisesi binası dış hava bağıl nem değeri ile 1µçaplı toz partikül değeri arası ilişki.....	113
Şekil 5.16.	Antalya lisesi binası dış hava CO ₂ değeri ile iç hava CO ₂ (pencere kenarı) değeri arası ilişki	1133

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Atmosferde 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazlar ve miktarları	21
Tablo 3.2. Temiz ve kuru havanın doğal bileşimi (hacim/hacim, ppm).....	22
Tablo 3.3. Türkiye de bazı kirleticiler için hava kalitesi sınır değerleri.....	24
Tablo 3.4. Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından kükürt dioksit ve partiküller maddeye maruz kalınması halinde tavsiye edilen sınır değerler.....	25
Tablo 3.5. Türkiye’de bazı kirleticiler için hava kalitesi sınır değerleri	26
Tablo 3.6. ABD’de çevre hava kalitesi standartları	27
Tablo 3.7. Partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri	33
Tablo 3.8. ABD’de temiz hava kalitesi ve kirleticilerin fizyolojik tesirleri.....	37
Tablo 3.9. İç Hava Kirleticilerin Potansiyel Kaynakları	40
Tablo 3.10. Kirleticilerin sağlığa etkileri	41
Tablo 3.11. Dünya sağlık örgütü tarafından belirtilen (WHO) bina malzemelerinden yayılan emisyonlar.....	43
Tablo 3.12. Bazı iç hava kirleticilerinin kaynakları, derişikleri ve iç / dış hava derişiklik oranları.....	48
Tablo 3.13. Çeşitli kayalardaki ortalama uranyum konsantrasyonu	56
Tablo 3.14. İnşaat malzemeleri içinde ²²⁶ Ra ve ²²² Rn değerleri	57
Tablo 3.15. ASHRAE Standart 62.1-1999’a göre minimum tavsiye edilen dış hava ihtiyacı.....	75
Tablo 3.16. Altmış sekiz kg ağırlığındaki bir insanın hava ve oksijen sarfiyatı.....	76
Tablo 3.17. Bazı ortamlarda kişi başına bulunması gereken hava miktarları	76
Tablo 3.18. ASHRAE Standart 62.1-1999’a göre tavsiye edilen saatteki hava değişimleri	77

Tablo 3.19. İç ortam kalitesi ile ilgili değişik ülkelere ait standartların karşılaştırılması verilmiştir.....	78
Tablo 3.20. İç hava kalitesine etki eden (Amerikan standardı) U.S.209 E'ye göre temiz oda klass sınıfları	79
Tablo 3.21. ISO 14644 e göre temiz oda sınıfları	80
Tablo 3.22. Temiz oda standartlarının karşılaştırılması	80
Tablo 4.1. APC Plus BIOTEST Airborne Particle Cunter 942300 model B0504-1771 tipli Biotest partikül sayım cihazının Teknik Özellikleri.....	87
Tablo 4.2. Radon dosimeter numunesinin teknik özelliği.....	88
Tablo 5.1. Sevk alan ve hastaneye sevk edilen personel sayısı.....	95
Tablo 5.2. Antalya adliye binası istatistiksel değerleri.....	97
Tablo 5.3. Antalya adliye binasında yapılan ölçümlerin,minitab 13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları	98
Tablo 5.4. İstiklal İlköğretim okulu istatistiksel değerleri	102
Tablo 5.5. İstiklal ilköğretim okulu minitab 13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları	103
Tablo 5.6. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim Okulu istatistiksel değerleri.....	106
Tablo 5.7. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu minitab 13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları	107
Tablo 5.8. Antalya lisesi istatistiksel değerleri.....	110
Tablo 5.9. Antalya Lisesi minitab 13.2 programından elde edilen güvenirlilik ve korelasyon sonuçları	111

ÖZET

Anahtar kelimeler: İç ortam, Hava kalitesi, Kirleticiler, Sağlık etkisi.

İnsanlar yaşamlarının büyük bir kısmını ev, ofis, kapalı alış-veriş merkezleri ve oteller gibi kapalı alanlarda geçirmektedirler. Dünyada ve Türkiye’de artan nüfusa bağlı olarak kapalı ortamlar sürekli artmaktadır.

Toplu çalışma alanları olarak nitelendirebileceğimiz okullar, adalet binaları, üniversiteler, büyük ofisler gibi yerlerde bulunma süresinin uzunluğuna bağlı olarak kış aylarında kapalı ortam havası belli standartlar içerisinde olması gerekmektedir.

Tez çalışmasında iç hava kalitesi ve insan sağlığı üzerine etki eden parametrelerden sıcaklık, bağıl nem, karbondioksit, toz partiküler madde ve radon’un araştırılması amacıyla Antalya ilinde adalet binası ve üç adet eğitim kurumunda 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.

AN EXAMINATION ON INTERIOR CONDITIONS OF SOME COLLECTIVE WORKING PLACES IN ANTALYA

SUMMARY

Key words: Interior Conditions, Air Quality, Pollutants, Health Effect.

People spend most of their times in closed areas such as house, office, shopping centers and hotels. In Turkey and in the world, closed areas are increasing according to the increasing population.

Interior conditions in winter seasons must have some quality standards depending on the length of time of being in collective working places such as the schools, the courthouses, and the big offices.

Main aim of this study is to investigate the effects of some parameters on indoor air quality for human health. These parameters are temperature, relative humidity, CO₂, dust particules and radon. For this aim, some experimental measurements were done in justice building and three educational institution buildings and in Antalya with the devices which are used to measure the indoor air quality during 6 months. The results of the measurement were analysed by Minitab 13.2 computer program which is a sort of statistical program.

In this research, we tried to present the subject of the indoor air quality to which people do not pay attention in Turkey. Moreover we tried to prove that the effect on perception, learning and deciding of students, teachers in schools, justice personal and justices working in the justice building.

BÖLÜM 1.GİRİŞ

Son yıllarda dünyada ve Türkiye’de artan sosyal faaliyetler, kalabalık insan kitlelerinin kapalı mekânlarda uzun süre bir arada bulunmalarını gerektirmektedir. Bunun sonucu olarak ortam havasının tazeliği, ortamdaki nem ve CO₂, NO₂ gibi gazların miktarları bilinmediği için gelişigüzel olarak klimalar ve havalandırma sistemleriyle sağlamaya çalışılmaktadır. Bu ise kapalı ortamlardaki insanların rahatını ve verimini etkilemektedir. Kapalı ortamlar için, klima ve doğal havalandırma sistemlerinin bulunduğu mekanik havalandırmalı binalarda hava kalitesi için parametre sayısı oldukça fazla olmasına rağmen genelde; sıcaklık, nem ve CO₂ gibi etken parametre ölçülmeleriyle belirlenebilir ki, son dönemlerde dünyada ve Türkiye’de araştırmalar bu yöndedir [1].

Kapalı ortamlar, insanların zamanlarının yaklaşık % 80-90’ını geçirdiği konutlar, okullar, resmi binalar, kapalı spor alanları, eğlence yerleri ve taşıtlar gibi mekanlardır. Kapalı ortamlar ısı, ışık gürültü gibi faktörlerin yanı sıra ortam havasının da burada yaşayan kişilerin sağlıkları, rahatlıkları, verimlilikleri üzerine etkileri vardır. Ancak bu etkinin yeterince önemslenmemesinin nedeni, kapalı ortam hava kirliliğini etkilerinin genellikle uzun sürede ortaya çıkması, yaşamı ve sağlığı doğrudan yada kısa sürede tehdit etmemesidir.

Kapalı ortamlarla ilgili sorunların tanımlanması 70’li yılların başındaki petrol krizi sonrası, enerji kısıtlamasının uygulandığı döneme rastlamaktadır. Benzin fiyatlarındaki artış ile enerji maliyetleri yükseldikçe, enerji tasarrufu gündeme gelmiştir. Bunun için kapalı ortamlarda havalandırmanın azaltılması yoluna gidilmiştir. Kapalı ortamlar, geçirgenliği hemen hemen hiç olmayan bir “kabuk” ile kaplanmış ve pencereler sürekli kapalı tutulmuştur. Bu dönemde doğal ürünlerden uzaklaşmaya başlanılmıştır. Ağaç, mermer ve doğal liflerin yerini sunta, sentetik lifler ve plastikler almıştır. Bu yeni ürünler petrolün son ürünleridir ve bunların çoğu

kapalı ortam havasında dağılabilir ve birikebilir. Nihayet bilgisayar çağı da bir başka sorun yaratmıştır. Bilgisayarların gelişmesi ve yaygın olarak kullanılmaya başlaması binaların ısı ve elektromanyetik radyasyon yükünü artırmıştır .

Gelişen teknoloji ile birlikte insanların kapalı ortamlarda bulunma süreleri artmakta ve bu ortamların konforu daha çok önem kazanmaktadır. İşyerleri, okullar, hastaneler, lokantalar, sinemalar gibi insanların çok sayıda bulunduğu kapalı mahallerin ortam havasının konfor şartlarında tutulmasıyla insanların daha mutlu ve daha verimli olmaları sağlanmaktadır. Yapılan araştırmalar konfor şartlarına sahip ortamlarda bulunan insanlar, bu şartlara sahip olmayan ortamlarda bulunan insanlara göre mutlu ve daha verimli olduklarını göstermiştir [2].

Kapalı ortamların istenilen konfor şartlarında tutulmaları, bu ortamların sıcaklık ve nem miktarlarının düzenlenmesi ve havalandırmaları ile sağlanmaktadır. Kapalı bir ortamın havasının ısıtılması veya soğutulması, neminin azaltılması veya artırılması ve filtrelmesi sağlanırken ortama taze hava verilerek ortam havasının kalitesi yükseltilir. Ancak bu havanın istenen kalitede olup olmadığının belirlenmesi için ortam havası sürekli denetlenmelidir [1].

İç hava kalitesi, yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediğı hava olarak tarif edilebilir. İnsanlar günde 20-30 kg hava teneffüs eder. Buna karşılık 1 kg katı, 3 kg kadarda sıvı tüketir. Gelişmiş ülkelerde insanlar günlük iş yaşamına ve sosyal etkinliklere aktif olarak katıldığından günün büyük bir dilimini yaklaşık olarak % 90 kapalı alanlarda geçirmek zorunda kalmaktadırlar. İç hacimlerde insan yoğunluğunun da çok olacağı göz önüne alınırsa bu durumdan bu yerlerde problemlerin çok olabileceğı rahatlıkla söylenebilir. Astım ve alerji son on yılda ciddi oranda (iki katından fazla) artmıştır [3].

Konutlar, işyerleri ve okullar v.s gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. İnsanlar zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan

problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirliliklerden kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir. Günümüzde konu ile ilgili çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Buna paralel olarak bilimsel makaleler yayımlanmış, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartlardan ASHRAE 62-89 numaralı olanı en geniş biçimde konuyu ele almaktadır. Bu standartların kuralları ve örneğin enerji tasarrufu ilkeleri ile çatışması en çok tartışılan konulardan birisi olmuştur [4].

İnsanlar, günlük yaşamlarının %70-98'ini iç mekânlarda geçirmektedirler [5]. Çoğu durumlarda iç ortamın, bazen dış ortamdan daha kirli ve tehlikeli olduğu saptanmıştır. Bu durum kış aylarında daha da belirginleşmektedir. Amerikan Çevre Koruma Örgütünün (E.P.A.) çalışmaları göstermiştir ki iç ortam kirleticilerinin seviyesi dış havadan yaklaşık 5 – 100 kat daha fazla olabilmektedir [6].

İç hava kirleticilerinin kaynağı bina içinde veya dış ortamda olabilir. Şayet kirleticilerin kaynakları kontrol edilmezse havalandırma/klima sistemi düzgün çalışsa bile iç hava kalitesi problemleri oluşabilir.

Hava kalitesinin belirlenmesi; ortamlarda bulunan kişilerin sağlığını ve rahatını etkileyen ortam havasının, tüm bileşenlerinin tanımlanıp, değerlendirilmesini kapsar. Şimdiye kadar ortam havasının bozulmasına ve kötü kokuya sahip olmasına insan vücudunun metabolizmik faaliyetler sırasında etrafa çeşitli kokular yaymasından ötürü, yalnızca ortamdaki insanların neden olduğu düşünülmüştür. Bu yargı doğru olmasına karşın eksiktir. Çünkü günümüzde ortam havasını bozan pek çok kirletici vardır ve insanda bunlardan biridir. Buna bağlı olarak yapılan çalışmalarda ortamdaki CO₂ miktarının azaltılmasıyla, ortam havasının temizlenebileceği düşünülmüştür (Pettenkofer tarafından 19.yy.'da düşünülmüştür). Kapalı ortam için CO₂ konsantrasyonu uluslararası standartlarda % 0.1 veya 1000 ppm olarak önerilmiştir. Endüstriyel işlemlerin geliştirilmesinin yanı sıra insanların yaşam kalitesinin artırılması için nem, sıcaklık ve ortam havasının; ölçüm ve kontrolü önemlidir[1].

Kapalı ortam hava kalitesinin, ortamda bulunanları etkilemesinden ötürü bina yönetimleri bu problemi çözmek amacıyla çalışmalar yapmaktadırlar. Gelişmiş

ülkelerde artık kapalı ortamlara ait yönetmelikler çıkarılmakta ve bina yönetimleri bu yönetmeliklere uymaya zorlanmaktadır. Bu amaçla binalar, özellikle iş merkezleri yapılırken havalandırma sistemlerinin yanı sıra ortamın hava kalitesini ölçmek amacıyla gaz sensörleri dizisi de projelendirilmekte ve uygulamaya konulmaktadır. Türkiye de ise dış çevreye ve bunun yanında fabrikalara ait yönetmelikler bulunsa da iç ortamlara ait yönetmelikler yoktur [7].

Kapalı ortam havasındaki su moleküllerinin konsantrasyonu olarak tanımlanan nem'in tespit edilmesi bunun teknolojik öneminin yanı sıra insan sağlığı ile olan doğrudan ilişkisi nedeniyle büyük önem arz eder. Ayrıca toplu yaşam alanları ve ulaşım araçları, mühimmat depolarında saklanan malzemenin özelliği, elektronik endüstrisindeki aygıt üretimi düşünüldüğünde ortam neminin belirlenmesi son yıllarda artan bir ihtiyaç haline gelmiştir. Nem sensörlerinin amacı ve çalışma koşulları kullanım alanlarına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Nem sensörlerine olan bu kadar büyük ihtiyaca paralel olarak çok değişik tipte nem sensörleri üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. En genel olarak nem sensörleri iletken tip ve kapasitans tip olarak sınıflandırılabilir. İletken tip sensörlerin çalışma prensibi ortamdaki nemin ad/absorpsiyonu sonucu ara yüzey maddesinin elektriksel direncinin değişiminin ölçülmesi esasına dayanır. Kapasitans tip sensörlerin temel prensibi de yine ad/absorpsiyon sonucu ara yüzey maddesinin kalınlığındaki ve/veya dielektrik sabitindeki değişim sonucu aygıtın kapasitesindeki değişimin ölçülmesi esasına dayanır [1].

Tez çalışmasında, Türkiye de yoğun insan grubunun bulunduğu, iki önemli bakanlık Milli Eğitim ve Adalet Bakanlığına bağlı olan Antalya ilinde bulunan 3 adet okul ile 1 adet Adalet binasında kapalı ortamlarda bulunan, öğrenci, öğretmen ve adalet personelinin sağlığına etkisi ile iç hava kalitesi parametreleri araştırılmıştır. Adalet binaları; yasaları uygulama, yasal karar verme ve tutuklama işlemlerinin yapıldığı yerlerdir. Burada çalışan ülkemizin değerli hâkimleri, savcılar, mahkeme yazı işleri müdürleri, polis, jandarma, kâtip ve mübaşirleri mesailerinin tamamını bu binalarda geçirmektedirler. Çoğu zaman mesai saatlerine ilave olarak iş yükünün ağır olması nedeniyle, gece geç saatlere kadar çalışma ortamlarını terk edemedikleri gibi hafta sonu tatillerinde de adalet binalarında zamanlarını geçirmektedirler. Bazen savcılar, nöbetçi mahkeme hakimleri, kolluk kuvvetleri ve kâtipler hiç uyumadan ifade

alımlarını yapmak zorunda da kalmaktadırlar. Özellikle yeni Türk Ceza Kanununda 48 saatlik sürede soruşturma evresinin tamamlanması gerekmektedir. Organize suçlar için getirilen bu yasal düzenlemede söz konusu gözaltı süresi içinde suçun niteliğine göre bazen 100 kişiye yakın şüphelinin ifadelerinin aynı duruşma salonu ve aynı ortamlarda alınması gerekebilmektedir. Soruşturma evresinin kısa olması nedeniyle (48 saat) şüphelilerin ifadelerinin alınması savcı odalarında yapılmaktadır. Küçük hacimlerde görevlerini yapmaya çalışan hakim ve savcılar, çok sayıda şüphelinin ifadelerinin alınması, mahkeme salonlarının yeterli büyüklükte olmaması nedeniyle bazen büyük sıkıntı içerisine girebilmektedirler. Adalet aramak için mahkemelere gelen insanlar ile adli personelde küçük hacimlerde ve duruşma salonlarında, iç hava kalitesinin yeterli olmaması nedeniyle sağlıklarını da tehlikeye girebilmektedir. Aynı durum okullar içinde geçerlidir. Eğitim görmek amacıyla okullara giden çocuklar, tahriş edici hava kirleticilerine karşı yetişkinlere kıyasla daha hassastırlar. Türkiyedeki okullarda ve adalet binalarında lokal ısıtma/soğutma sistemleri kullanılmasına rağmen İHK (İç Hava Kalitesi) yönünden önemli eksiklikler bulunmaktadır. Kış günlerinde mekanik havalandırmasız, kalabalık sınıflarda, oksijenin yetersizliği, bağıl nem oranının artması ve ter kokularından dolayı, sınıftaki öğrencilerin, mahkeme hakim ve savcılarının uykusu gelmekte, bunun yanında sınıflarda öğretmenin, adliyelerde de savcı ve hakimlerin ve adli personelin verimi de düşmektedir. Kış sezonunda öğrenciler devamsızlık yapmakta öğretmenler ile adalet personeli hastalıklardan dolayı işe gelememekte veya rapor almaktadırlar. Çocuklar küçük yaşlarda astım, bronşit gibi kalıcı rahatsızlıklara da bu kış dönemlerinde yakalana bilmektedirler.

Bu tez çalışmasının amacı, iç hava kalitesi ile ilgili temel kavramların bilinmesinin sağlanması, iç hava kalitesini bozan faktörleri listelenebilmesi, kirletici maddeleri ve insan sağlığına zararlarının açıklanabilmesi, Havayı temizleyebilmek için uygun parametrelerin seçilebilmesi, iç hava kalitesini iyileştirebilmek için gerekli işlemlerin tanınabilmesi, mevcut ve yeni binalarda alınacak önlemleri sıralanması ile Türkiye de iç hava kalitesi bilincinin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan da günümüzde enerji kaynaklarının hızla azalmasından dolayı enerji tasarrufunun da iyileştirilmesine yardımcı olmak ve Türkiye’de bulunmayan iç hava

kalitesi standartlarının bir an evvel bir yönetmelikle çıkartılmasını sağlamak amaçlanmıştır.

Bu bağlamda tezin giriş bölümünde, araştırmanın amacı ile kapsamı hakkında bilgi verilmiştir. 2. bölümünde tez konusu çalışması ile ilgili daha önce yapılmış olan araştırma ve çalışmalar Literatür başlığı altında bu bölümünde ele alınmıştır.

Tezin 3. bölümde atmosfer havası ve kirleticiler incelenerek, temiz hava içerisinde bulunan gazlar ve kirleticilerin neler olduğuna değinilmiş, dünyada ve Türkiye'deki hava kalitesi standart değerleri de araştırılmıştır. Bu bölümde kirletici çeşitlerine de değinilmiş olup, dış ortam kirleticileri, iç ortamda bulunan kirleticiler ve kaynakları detaylı olarak incelenmiştir. Bölüm içerisinde iç hava kalitesinin insan sağlığı açısından önemi de vurgulanmıştır. Ayrıca hasta bina sendromu ile bina bağlantılı sağlık sendromuna da değinilmiştir. Son yıllarda ülkemizde turizmin artması nedeniyle iç hava kalitesinin önemli konularından birisi haline gelen Lejyoner hastalığı da bu bölümde detaylı olarak yer verilmiştir. Toplu çalışma alanlarında yapılan deneysel çalışmaların önemli parametrelerinden olan sıcaklık, bağıl nem, CO₂, toz partikülleri özelliklerine de bu bölümde değinilmiştir. Bölüm içerisinde iç hava kalitesi ile ilgili Türkiye dışındaki diğer ülkelerdeki standartlarda araştırılmıştır.

Tezin 4. bölümünde deneysel çalışmanın yapıldığı ortamlar, kullanılan cihazlar, ve deney yöntemleri anlatılmıştır. Tezin 5. bölümünde yapılan ölçüm değerleri Minitap 13.2 bilgisayar programı ile istatistiksel olarak analiz edilerek sonuçlar irdelenmiştir. Tezin 6. bölümünde ölçüm değerleri standart değerler ile de karşılaştırılmış olup, bölüm içerisinde tartışma ve önerilere de yer verilmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Türkiye’de İç ortam hava kalitesi konusu daha yeni olmasından dolayı yapılan çalışmalar daha çok yurt dışı ağırlıklıdır. Ancak yurtiçi çalışmalarda da son dönemde konunun önemi nedeniyle hızlı bir araştırma çalışmalarına girilmiştir. Bu konuda “Sağlıklı kentler için sağlıklı yaşam hacimleri” başlıklı temasıyla ilk defa 2007 yılında VIII. Ulusal Tesisat Mühendisleri kongresinde ele alınmıştır. Yurt dışı çalışmaları genelde iç hava kalitesi ölçümü ile ilgilidir. Yurt içi çalışmalar ise genelde iç hava kalitesinin önemi hakkında olup son yıllarda yurtdışı çalışmalarında olduğu gibi ölçümler ve ölçüm yöntemleri hakkındadır. İç hava konusu ile ilgili son yıllarda yapılan dünyada ve Türkiye’deki çalışmalar aşağıda sunulmaktadır.

İnsanların birçoğu taze hava kirliliğinin sağlığa zararlarını bilmesine rağmen iç hava kalitesi (İHK) problemlerinin insan sağlığına önemli etkileri olduğunu bilmez. Amerikan Çevre Koruma Örgütü’nün (EPA) çalışmaları göstermiştir ki iç ortamdaki kirleticilerin seviyesi taze havadan yaklaşık 5-100 daha fazla olabilmektedir. Taze hava kirliliğinin etkileri 20. yüzyılın başlarından itibaren bilinirken iç hava kalitesi sadece 30 yıl önce gündeme gelmiştir. İnsanların zamanlarının % 90’ını iç ortamlarda geçirdiği düşünülürse iç hava kirleticilerinin insan sağlığına etkileri daha iyi anlaşılacaktır. [8]

Kuş (2007), Şanlıurfa ilindeki Yüksek Öğretim kurumları dersliklerinde iç hava kalitesinin incelenmesi ve modellenmesi adlı doktora tezinde, Şanlıurfa’daki Yüksek Öğretim kurumları dersliklerinde Ekim ayından Haziran ayına kadar olan zaman içinde iç ve dış ortamların sıcaklık ve bağıl nem ile değişik zamanlarda buralardan alınmış olan CO₂ ile Partikül ölçümleri yapmış olup elde edilen sonuçlar ASHRAE standartlarına göre diyagramlar oluşturulmak suretiyle analiz edilerek derslik ortamları hakkında bilgi vererek alınması gereken önlemler için bir modelleme yapmıştır [8].

Charlene ve arkadaşları (2000), Amerika da okullardaki iç hava kalitesi problemlerinin sebeplerini araştırarak bir rapor hazırlamışlardır. İç hava Kalitesi problemlerinin ortadan kaldırılması için, sınıflara sürekli olarak yeteri miktarda dış hava sağlanması, ortam bağıl neminin kontrolünün (%30-%60 arası olması için) yapılması ve dış havanın verimli bir şekilde filtrasyonunun yapılarak ısıtma, soğutma ve havalandırma sisteminden içeri girecek polen ve nemin engellenmesi gerektiğini vurgulamışlardır [9].

Mui ve Chan (2006), iç hava kalitesinin yönetimi açısından binaların kalibrasyonuna yönelik işlemleri tartışmışlardır. Bu amaç için Hong Kong'ta yüksek bir binanın iç hava kalitesini yıl boyunca ölçmüşlerdir [10].

Zhang ve arkadaşları (2006), batı Avustralya'daki bir ana okulu ile üç standart ilkokul sınıflardaki iç hava kalitesi için seçilmiş, bu okullarda toz alerjileri, hava kirliliği ve fiziksel parametreler dört mevsim boyunca gözlemlenmiş, partikül (PM10) ve uçucu organik bileşiklerin seviyelerinin bu dört okulda da benzerlik gösterdiği tespit etmiştir [11].

Aslan (1997), iç hava kalitesi ve kontrolü ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında iç hava kalitesi, iç hava kalitesi ile ilgili gazlar ve hissediciler hakkında bilgiler vermiştir. CO₂ kontrolünün gerekliliğine değinmiştir [12].

Bulgurcu ve arkadaşları (2005) Balıkesir ve Antalya ilindeki bazı okullarda kış döneminde dersliklerde CO₂, bağıl nem ve sıcaklıkları ölçmüşler ve aylara göre bu ölçüm sonuçlarını grafikler haline getirmişlerdir. Bu çalışmaya göre iç ortamlardaki kirliliğin dış hava sıcaklığı ile çok ilgili olduğu ve dış sıcaklığın çok düşük olduğu günlerde iç kirlilik çok arttığı belirtilmiştir [13].

Gürdallar (2003), hijyen ve iç hava kalitesi bakımından Isıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin temizliği üzerine bir araştırma yapmıştır. Kirliliğin önemli bir parametre olarak ele alınması ve işletmeye alınmadan önce ve işletmeye alındıktan sonra sistemin periyodik kontrollerden geçirilmesini gerektiğini belirtmiştir [14].

Bulgurcu ve İlten (2006), evlerde iç hava kalitesi ile ilgili bir derleme yapmışlardır. Çalışmada evsel hava kirletici maddeler ve kaynakları incelenmiş ve özellikle yerel ısıtma cihazları ve iç hava kalitesi ilişkileri üzerinde durulmuştur [15].

Esin (2004), iç hava kalitesi ve insan sağlığı ilişkisi, iç hava kalitesini belirleyen etkenler ve özellikle bunlara kaynak oluşturan yapı malzemeleri araştırılmış ve bu konuda alınacak önlemleri belirtmiştir [16].

Kaya (2003), sağlıklı ve verimli çalışma ortamı için iç hava kalitesinin önemli olduğunu belirtmiş ve İç hava kalitesinin gereken seviyede sağlanabilmesi için kirlilik kaynaklarının iyi tespiti ve giderimi; doğru ve etkin havalandırma gerekliliği ile Binalarda iyi bir iç hava kalitesi için ıslak hacimlerin kurutulması, nemlendirici kullanımı, gazlı ısıtıcıların doğru ayarlanması, kazan dairelerinin iyi havalandırılması, brülör ayarlarının iyi yapılması, bacaların sızdırmaması, kaliteli yakıt kullanımı, kimyasal maddelerin depolandığı yerlerin iyi havalandırılması ve fazla stoklanmaması ve haşere ilaçlarının aşırı kullanılmamasına özen gösterilmesi gerekliliğine değinmiş ve yapılarda etkin havalandırma sistemi toplam yatırımın %1'ine ve işletme maliyeti ise işletme maliyetlerinin %1.5'una karşılık geldiğini belirlemişler. Sağlıklı ve konforlu hava insanların verimliliğini önemli derece artırdığına değinmişlerdir [17].

Dönmez (2003), iç hava kalitesi üzerine genel bir çalışma yapmıştır. 10 farklı konutta uçucu madde derişikliği ölçümü yapmıştır. Kabul edilebilir iç hava kalitesini sağlamak için en iyi yöntemin kirletici kontrolü olduğunu belirtmiştir [18].

Karadağ (2006), iç ve dış hava kirliliğinin solunum sistemi hastalıkları ile ilgili etkileri üzerine bir çalışma yapmıştır. Hava kirliliğinin değişik mekanizmalarla hastalık oluşturduğunu belirtmiştir. Gazların ve partiküllerin solunmasıyla oluşan akciğer hasarını ortaya çıkaran mekanizmanın tam olarak anlaşılamadığını ifade etmiştir. Burada havayı kirleten maddeler olarak kükürt dioksit (SO₂), azot oksit (NO₂), karbon monoksit (CO) ve partiküller incelenmiştir [19].

Sağır (2002), kapalı mahallerde hava kalitesi, ısıl konfor ve yeni nesil menfezler konusunda bir çalışma yapmış, çalışmada konular standartlar ile birlikte ele alınarak

menfezlerin günümüzdeki uygulamalarına ve kullanılan çeşitleri ile ilgili bilgi aktarılmıştır [20].

Eğrikavuk (1996), günümüzde tasarım ve uygulamada en son teknoloji uygulanmış olan bazı modern yapılar dışarıdan tamamen soyutlanmış olarak inşa edilmektedir. Taze havanın kısıtlı miktarda temin edilebildiği, aynı zamanda dış hava kirliliğinin çok fazla olduğu durumlarda, bir binada iç hava kirliliği problemi baş göstermektedir. Toksik maddelerin vücuda alındığı yolların başlıcası akciğerlerdir. Kirli havadaki çeşitli toksinler ya doğrudan akciğerleri, yada akciğerlerden dolaşım sistemine geçerek vücudun diğer kısımlarını etkileri altına alırlar [21].

Okutan (1999), kapalı ortamlarda temiz hava; içinde yaşayanlar için vazgeçilmez bir koşuldur. Günün büyük bir bölümünü kapalı ortamlarda geçirdiğimiz dikkate alınırsa, mahallerde insanlardan, eşyadan ve cihazlardan kaynaklanan toz, koku, gaz toksin gibi kirlenme sonucu ortaya çıkan unsurların giderilmesi, yaşanabilir ortam şartlarını sağladığı gibi hizmette verimliliği de artırır [22].

Çobanoğlu ve Kiper (2006), sağlık açısından tehdit edici düzeydeki hava kirliliği yüzyılımızın en önemli sorunlarından biridir. Akciğerlerin gelişimi büyük oranda doğum sonrasında ve erken çocukluk döneminde gerçekleştiği için ve fizyolojik yapılardan dolayı çocuklar hava kirliliğinden yetişkinlere göre daha çok etkilenirler. Çocuklar zamanlarının çoğunu bina içlerinde geçirdikleri için okul ve ev içi hava kirliliği de bina dışı hava kirliliği kadar öneme sahiptir. Astım eksazerbasyonları, prematüre doğumlar, düşük doğum ağırlıkları, akciğer gelişim defektleri, bebek ölümler, kanser ve pek çok immünolojik, nörolojik, üremeyle ilgili ve solunumsal hastalıklar ile hava kirliliği arasında önemli bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir [23].

Coad (2000), çalışmasında havanın içindeki kirleticileri üç kategoriye ayırmıştır. Birinci kategori bina içinde üretilen kirleticileri, ikinci kategori çevreden ortama taşınan kirleticileri, üçüncü kategori ise ortam içinde üreyen organik kirleticileri kapsamaktadır [24].

Vural ve Balanlı (2005), yapı ürünlerinden kaynaklanan iç hava kirliliğini araştırmışlar ve risk değerlendirmesi için ön araştırma yapmışlardır. Buna göre yapı

içi havasının kirlenmesi; yapı dışındaki çevreden, yapının kullanımından ve yapı ürünlerinden kaynaklanabilir. Her kirleticinin yapısı farklıdır. Farklı özellikteki kirleticilerin insan sağlığını etkileme şekli ve alınacak önlemlerde de değişiklik gösterir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler, gazlar ve parçacıklardır. Gazlar, yanıcılar (karbon monoksit, azot oksitleri, kükürt dioksit, kömür dumanı vb.), uçucu organik bileşikler (form aldehit, benzen vb.), zararlı doğal gazlardır (radon, ozon). Parçacıklar; asılı parçacıklar, organizmalar (bakteriler, mantarlar, virüsler, vb.)dır. Risk değerlendirmesinde yapı içi havasında bulunabilecek bir çok hava kirleticisinin ön araştırma ile belirlenmesi insan sağlığı sorunlarına yol açabilecek risklere zaman, emek ve parasal kayıpları engelleyecektir. Yapı içi hava niteliği risk sürecinde, ön araştırma adımı; yapının tanımı, kullanıcılarla görüşme, olasılık araştırmasını içermektedir [25].

Chan ve Chung (2003), bir taşıttaki iç-dış hava kalitesi ilişkisini incelemişlerdir. Altı aylık bir zaman diliminde bir taşıttaki sürüş şartları, iç ve dış havadaki azot oksitler ve karbon monoksit derişiklikleri ölçülerek tespit edilmiştir. Yolcuların etkilenmesi araştırmak üzere dış hava kirleticileri araştırılmış, farklı sürüş ve trafik yoğunluğu durumlarında iç-dış hava ilişkileri incelenmiştir [26].

Chihui ve arkadaşları (2006), iç hava kalitesi belirsizliği ve gri sistem yöntemi adı verilen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. İç hava kalitesi gri kapsamlı analizi, HVAC sistemlerinin bakım ve tasarımının kontrolünde nemlendirme ve temizlenmesinde dikkat etmemizi sağlar. İç hava kalitesinin gri karakteristiklerini temsil etmek için anahtar İHK model parametreleri değişim aralıklarının teşhisinde gri İHK modelleri kurulur. Daha ilerisi gri yöntemi; iç hava kalitesini etkileyen toplam kirlilik değerlerinin ölçümünü açıklayabilen çok faktörlü kapsamlı bir değerlendirmedir [27].

Karol (1991), iç hava kirleticilerinin oluşturduğu alerjik reaksiyonları araştırmıştır. Havadaki kimyasalların teneffüs edilmesi akciğerde daha sonra ortaya çıkan alerjik duyarlılık ortaya çıkarmaktadır. Tepkiler üst solunum yollarında (rhinitis), alt solunum bölgesinde (harıltı, bronş dolması), veya sistematik olarak febrile tepkiye neden olabilir. Bu mekanizmanın temelini oluşturan tepkiler daima açık değildir, ancak reagenic antikorların üretimini, T-lifositlerin aktivasyonunu, akciğer hücreleri

topluluğundan spazm yapıcı ve tahrik edici ortamları kapsamaktadır. Kimyasal buharlar, toz ve partiküller ve mikrobiyolojik organizmalar gibi çeşitli ajanlar bu tür reaksiyonların ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır [28].

Koutrakis ve arkadaşları (1991), iç ortamlarda maruz kalınan ince aerosol ve asit gazlarını incelemiştir. Buna göre kirletici gaz ve asit buharları; binadan binaya değişebilen iç kaynaklardan; dış kaynaklardan; birleticilerin etkileşiminden; kirleticiler ve iç kaynakların etkileşiminden kaynaklanmaktadır. İnce partiküllerin boyutları 2,5 µm'dan daha küçüktür. Bu partiküllerin dış kaynakları otomobiller, petrol ve kömür yakıtlar, yanma ürünleri ve çeşitli endüstriyel çalışmalar olup iç ortam havasına girmektedir. İç/dış oranları genelde parçacık boyutuna ve yoğunluğa, hava değişim oranına, iç ortamın yüzey/hacim oranına bağlı olarak 0,4 ila 0,8 arasında değişmektedir [29].

Wallace (1991), dış ve iç havada zehirli kimyasallara maruz kalınma risklerini karşılaştırmıştır. Araştırma 800 kişi üzerinde 25 tip uçucu organik bileşikler ve 300 kişi üzerinde 32 tip pestisit ile yapılmıştır. İç ve dış ortamda kanser riski oluşturan 12 çeşit uçucu organik bileşik ve 32 çeşit pestisit saptanmıştır [30].

Burrell (1991), iç havadaki sağlık tehlikesi oluşturan mikrobiyolojik elemanları incelediği çalışmasında üç önemli mikrop kaynağı olduğunu ifade etmektedir. Bunlar çeşitli maddelerin parçalanmasından doğan küf bakterileri; çevresel etkilerden oluşan "legionella" türü bakteriler ve bulaşıcı özel patojenler. Bu organizmalar teneffüs edildiğinde alerjik, enfeksiyon yapıcı, zehirleyici ve tahrik edici reaksiyonlara neden olabilmektedir [31].

Zampolli ve arkadaşları (2004), iç hava kalitesini izlemek üzere düşük fiyatlı elektronik hissedici temelli metal oksit hissedicileri ve sinyal işleme teknikleri geliştirmişlerdir [32].

Fischer ve Bayer (2002), okul binalarında nem kontrolünü araştırmışlardır. Araştırmacılara göre okullar doğası gereği fazla insan yoğunluğuna sahip olduğundan yüksek miktarda dış hava gereksinimi duymaktadır. Özellikle ılıman ve sıcak iklimlerdeki okullarda paket soğutma cihazlarında yetersiz miktarda dış hava kullanıldığında nem kontrol yeteneği kalmamaktadır. ASHRAE 62-1999 standardına

göre okullardaki bağıl nem seviyesi %40 ila %60 arasında olması gerekirken bu üst sınır aşıldığında yapı elemanlarında küf ve mantar oluşmaya başlamaktadır [33].

Dasgupta ve arkadaşları (2006), Bangladeş'teki fakir ailelerin yaşadığı evlerde iç hava kalitesini araştırmışlardır. Bu çalışmada havaya karışan partiküller (PM₁₀) 24 saat boyunca izlenerek grafikler oluşturulmuştur. Dhaka ve Narayanganj şehirlerindeki 236 evden örnekler alınmış ve bu sonuçlar üzerine regresyon analizi uygulanmıştır. Ekonometrik sonuçların da gösterdiği gibi doğal gaz ve kerosen kullanılan evler, biyomas kullanan evlere göre daha temizdir. Ancak eve bağlı özel faktörler PM₁₀ derişikliğinin belirlenmesinde yakıt seçiminden daha fazla önem kazanmaktadır [34].

Mi ve arkadaşları (2006), kış aylarında Çin'in başkenti Shanghai'de (Şangay) doğal havalandırılmalı 10 okulda araştırma yapmıştır. 13-14 yaşlarındaki öğrencilerin oluşturduğu 30 sınıfta anket uygulanmıştır. Derslik sıcaklık seviyeleri 13°-21°C (ortalama 17°C), bağıl nem %36-82 (ortalama %56) arasında ölçülmüştür. Hava değişim sayıları pencereler açık olduğundan 2,9 ila 29,4 (ortalama 9,1) arasında çıkmıştır. CO₂ derişiklikleri dersliklerin %45'inde 1000 ppm'den yüksek çıkmıştır. NO₂ seviyeleri iç ortamlarda 33-85 µg/m³ ve dış ortamda 45-80 µg/m³'tür. Ozon seviyeleri iç ortamda 1-9 µg/m³ dış ortamda 17-28 µg/m³'tür. Toplamda % 8,9 doktor teşhisli astım ve %2,3 astım belirtileri bulunmuştur [35].

Godvin ve Batterman (2006), Michigan'daki 64 adet ilk ve orta okulda havalandırma seviyeleri, uçucu organik bileşiklerin seviyeleri, bioaerosoller, okullar arasındaki hava kalitesi farkları ve emisyon kaynakları gibi İHK parametrelerini araştırmıştır. Her sınıfta bioaerosoller, uçucu organik bileşikler, CO₂, bağıl nem ve sıcaklık seviyeleri haftalık olarak izlenmiştir. Havalandırma seviyeleri CO₂ derişikliği ve kişi sayısına bağlı olarak alınmıştır. Bir çok sınıfta havalandırma seviyeleri oldukça düşük çıkmış, CO₂ seviyeleri 1000 ila 3000 ppm arasında çıkmıştır. Uçucu organik bileşikler düşük seviyede, bioaerosoller ise orta seviyede (6500 adet /m³) çıkmıştır [36].

Wong ve Huang (2004), Singapur'daki insanların yaşadığı binaların lokal klimalı ve doğal havalandırılmalı yatak odalarında iç hava kalitesinin karşılaştırılmasını yapmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre klimalı yatak odalarında gece boyunca

pencere açılmadığından CO₂ derişiklikleri klimasız doğal havalandırmalı yatak odalarına daha yüksek çıkmıştır. Bu durumda lokal klimalı yatak odalarında HBS belirtileri daha yüksek çıkmıştır [37].

Stolwijk (1991), hasta bina sendromunu (HBS) tanımlamış, binalardaki baş ağrısı, göz, burun ve boğazda tahriş oluşması, uyuşukluk, bir işe yoğunlaşamama, istenmeyen kokular, sık sık mide bulantısı, baş dönmesi, göğüs sıkışması gibi rahatsızlıklara neden olabileceğini ileri sürmüştür [38].

Carrer ve arkadaşları (2002), hazırladıkları EFA projesi ile Avrupa okullarında iç hava kalitesi ile ilgili bilgiler toplamışlardır. Bu bilgiler bu konuda takip edilecek politikaları ve uygulanacak koruyucu programları belirlemek ve sağlıklı okul ortamlarına destek olacak tavsiyeleri formüle etmek üzere alt yapı oluşturmayı hedeflemektedir [39].

Tam (2002), okul derslikleri için yapılan bina servislerinin tasarımında enerji verimliliği ve iç hava kalitesi adlı makalesinde Hong Kong'daki 1200 civarındaki ilk ve orta dereceli okullarda iç hava kalitesi, aydınlatma, termal konfor ve enerji verimliliğini incelemiştir [40].

Ayken (1997), hazırladığı bildiride tiyatro ve konferans salonları, toplantı odaları, lokantalar, müzeler, mağazalar, spor salonları gibi mahallerin taze hava ihtiyaçlarının toplam insan kapasitesine göre hesaplandığını ve bundan dolayı büyük enerji kayıpları oluştuğunu açıklamaktadır. Buna göre ortam havasına konulacak bir iç hava (çoğunlukla CO₂ sensörü kullanılabilir) izleyici ile kirlenme hızına bağlı olarak talep kontrollü havalandırma yapıldığında enerji tasarrufu sağlayacağını ifade etmektedir [41].

Fanger (2001), yaptığı araştırmada 21. yüzyılda iç ortam koşullarında vasat seviyeden mükemmel doğru bir geçiş yaşanacağını ileri sürmekte, bu mükemmellik yaklaşımı çerçevesinde beş adet ilkenin söz konusu olacağını savunmaktadır: Bunlar; daha iyi iç hava kalitesi verimi arttırır. Gereksiz iç hava kirliliklerinden kaçınılmalıdır. Havanın ortamdakilere kuru ve serin olarak verilmesi gerekir. Düşük miktarlarda temiz hava nazik bir şekilde her bireyin soluma bölgesine yakın şekilde verilmelidir. Isıl ortamın bireysel bazda kontrolü sağlanmalıdır [42].

Özyaral ve Keskin (2005), kapalı alan atmosferinin sağlık üzerine etkilerini araştırmışlar ve kakosmi (kötü koku) sendromunun hasta bina sendromu ile ilişkili olduğunu ve birçok iç kirlilik faktörlerine bağlı olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir [43].

Wargocki ve arkadaşları (2005), 10 yaşındaki öğrencilerin bulunduğu bir sınıfta hava sıcaklıklarını 23 °C'den 20 °C'ye ve dış hava miktarlarını kişi başına 5,2 L/s'den 9,6 L/s'ye çıkararak hasta bina sendromu (HBS) yoğunluklarını araştırmışlardır. Bu çalışma sonunda iç ortam şartlarının iyileştirilmesiyle öğrencilerin performansları arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu saptanmıştır [44].

Vaizoğlu ve arkadaşları (2000), Kapalı ortam hava kalitesi, sağlığa etkileri adlı çalışmalarında kapalı ortamlardaki sağlıklı ortamın önemini, kirletici kaynaklarını ve bu kirleticilerin sağlığa etkilerini araştırmışlardır [45].

Kahyaoğlu (1999), Hava kalitesi modellemesi, termik santrallerin çevresel etkileri adlı bir çalışma yapmış bu çalışmada termik güç santralının uzun ve kısa erişimli etkiler değişik model yardımı ile incelenmiş ve sınır değerlerle karşılaştırma yapılmıştır [46].

Kaynar (1996), Hava kirliliği ve kontrolü adlı çalışmasında, Türkiye de İstanbul ilinde hava kirliliğinin önlenmesi ve artmaması için alınabilecek önlemler sıralanmıştır [47].

Yamantürk (2001), Tehlikeli maddeler için iç ortam hava kalitesi ve değerlendirilmesi ve insan sağlığı risk değerlendirmesi modeli adlı çalışmasında iki indeksten biri olan uçucu tehlikeli maddelerin risk dereceleri tespit edilmiş, bu derecelere uygun olarak alınabilecek önlemler için öneriler geliştirilmiş, bir diğeri ile bireysel uçucu tehlikeli maddenin % 50 ölümcül konsantrasyonu ile izin verilebilir maruz kalma limiti arasında bir korelasyon aralığı belirlenmiştir [48].

Tulay (1994), Doğalgaza dönüşümün hava kalitesi üzerine etkisinin incelenmesi adlı araştırmasında SO₂ emisyonu ve bağlı olarak havadaki derişimin artmasıyla insan ölümleri arasındaki ilişki açıklamaya çalışılmış, hava kalitesinin belirtilen kabuller çerçevesinde kirlenme lehinde olması durumunda kitlesel ölümlerin olabileceği ifade

edilerek, dünya sağlık örgütünün hava kirliliği ile ilgili standartları ile Türkiye'nin belirlediği standartlar karşılaştırılarak bir fikir edinilmesi ve değerlendirmenin daha sağlıklı yapılması amaçlanmıştır [49].

Özkurt (2003), 1990-2000 yılları arasında ölçülen hava kalitesi parametrelerinin değerlendirilmesi ve gelecekte ölçülmesi gereken parametrelerin tespiti adlı çalışmasın da Türkiye'de il bazında partiküller madde ve kükürt dioksit parametrelerinin eğilimleri belirlenmiş, Avrupa'da İngiltere'de kurulu hava kalitesi izleme ağı örneği üzerinden Türkiye'de böyle bir sistemim kurulması durumunda ölçüm alt yapıları irdelenmiş, Ayrıca Türkiye'de izleme ağının oluşturulması için sağlıklı ölçüm altyapısının bulunmaması nedeniyle kirleticilerin yoğunluklarının tespitinin yapılamadığı, oluşturulması planlanan izleme ağına yeterli nitelikte bir hava kirliliği indeksinin olmadığı belirlenmiştir [50].

Karakoç ve arkadaşları (2005), Uçaklarda iç hava kalitesinin neden olabileceği problemlere değinilerek, bugüne kadar yapılmış olan çalışmalara değinmişlerdir [51].

Yıldızber ve Tokuç (2006), İç hava kalitesinin Doğal havalandırma ile arttırılmasına yönelik tasarımsal yaklaşımında rüzgar bacalarının kullanımıyla binanın havalandırılmasında oluşan yüklerin azaltılması sağlanabileceği ile rüzgar bacalarının geçmişten günümüze çalışma prensipleri boyutları, biçimleri ve uygulama detaylarına göre tasarım kriterlerini belirlemişlerdir [52].

Olli (2006), Ofislerde iç hava kalitesi ve verimlilik adlı bildirisinde iç mahal çevre kalitesi ile tıbbi maliyetlerdeki azalma hasta halde çıkışların azalması, daha iyi bir iş performansı, çalışanların daha düşük oranda değiştirilmesi konfor yada iç mahal hava kalitesinde azalan şikayetler nedeniyle daha düşük bakım maliyetleri gibi faktörler arasında bağlantıyla ilgili kavramsal bir model ortaya koymuştur [53].

Yiğit ve Atmaca (2007), Dünya'da ve Türkiye'de ısı konfor çalışmaları adlı bildirilerinde İnsan vücudu üzerinde ısı ve kütle transferi, denetim mekanizmaları ve çevre şartlarının modellenmesi ve modellerin analitik ve sayısal çözümleri üzerinde bilgisayar simülasyonlarının yapıldığını, diğer taraftan ise şartlandırılmış deney odalarında denek veya mankenlerle deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların sonucu Avrupa, Japonya ve Amerika' da standartlar şeklinde de

düzenlenerek uygulamacılara ulaştığı belirtilerek Türkiye de yapılan çalışmalar ve sonuçları üzerinde durulmuştur [54].

Ergon (2007), Hastanelerde inşaat ve tesisat sistemi kaynaklı enfeksiyon etkenleri adlı bildirilerinde hastane inşaatları, bina onarımları, yıkımları, havalandırma sistemleri ve su tesisatları hastane enfeksiyonlarına neden olabilecek mikroorganizmalar için kaynak oluşturduğuna değinilmiş ve özellikle daha çok küf mantarları ve özellikle de *Aspergillus* türlerinin enfeksiyonların nedeni olduğu vurgulanmış ve *Legionella* türleri ve küf mantarlarına çalışmasında değinmiştir [55].

Sevilgen ve Kılıç (2007), İnsan vücudundan ortama taşınım, ışınım ve nem transferi ile gerçekleşen ısı transferinin birleşik modellemeyle üç boyutlu sayısal çözümlemesi adlı bildirilerinde, kapalı ortamlarda vücutla çevre arasında gerçekleşen ısı-kütle transferinin ve vücut fizyolojisinin gösterdiği tepkilerin belirlenmesi için gerçekleştirilen birleşik hesaplamalı bir model üzerinde çalışma yapmışlardır [56].

Güllü ve Menteşe (2007), İç ortam havasında biyoaerosol düzeyleri adlı bildirilerinde, Ankara'da evlerin salon, mutfak ve banyosu, okul, kreş, kafe ve restoran, spor salonu, kütüphane, ofis ve yemekhanelerden biyoaerosol örnekleri alınarak biyoaerosol düzeyleri tespit etmişler ve en yaygın gözlenen bakteri türlerinin *Micrococcacea* (%31.2), *Bacillacea* (%22.4), *Staphylococcus auricularis* (%20.4) ve *Staphylococcus hominis* (%10); en yaygın gözlenen mantar ve küf türlerinin ise *Penicillium* sp. (%44.8), *Aspergillus* sp. (%23.3), *Cladosporium* sp. (%7), *Rhizopus* sp. (%7) olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmalarında en yüksek toplam bakteri düzeyleri okul ve kreşlerde; mantar ve küfler ise evlerin banyo ve mutfaklarında gözlenmişler. İç ortam örnekleme çalışmaları ile paralel olarak, dış ortamda yapılan çalışmanın sonuçlara göre; iç ortam biyoaerosol konsantrasyonları, genellikle, dış ortam konsantrasyonlarından 2 kat daha yüksek olduğunu bulmuşlardır [57].

Bulut (2007), Konutlarda iç hava kalitesi ile ilgili ölçüm sonuçlarının analizi adlı bildirilerinde, Şanlıurfa'da merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılması sağlanan ve doğal havalandırılmalı bir konutta iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. İç hava kalitesi parametreleri olarak, sıcaklık, bağıl nem, CO₂ ve partikül madde (PM₁, PM_{2.5}, PM₇, PM₁₀ ve toplam asılı PM- TSP) miktarları ölçülmüştür. 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 karşılaştırılmıştır. Ayrıca ısı konfor açısından iç ortamın durumu bu çalışmada değerlendirilmiştir [58].

Kenter (2007), Temiz oda tasarımı ve iklimlendirme sisteminin temiz oda'larda önemi adlı bildirisinde, Temiz oda iklimlendirme sisteminin günün yirmi dört saati ve senenin üçyüzaltmışbeş günü çalışması gerektiği, dikkate alınacak olursa, enerji harcaması düşük olacak şekilde planlanmış olan bir iklimlendirme sisteminin tüm işletmeler için ne kadar önemli olduğuna değinmiştir [59].

Çelebi (2007), Konutlarda radon konsantrasyon değerlerinin yapı biyolojisi açısından incelenmesi adlı bildirisinde, Sigaradan sonra ikinci kanserojen madde olarak adlandırılan radondan gelecek sağlık risklerini azaltmak için gereken yaşam alışkanlıkları, bina ve çevresi arasındaki ilişkiler incelenmiş, yaşamı etkileyecek olumsuzlukların giderilmesi için yapılması gerekenler çalışmada tartışılmıştır [60].

Sofuoğlu ve arkadaşları (2007), Bina içi yüzeylere çökelmiş partiküllerdeki uçucu organik madde içeriğinin niceliksel analizi adlı bildirimlerinde, Atmosferdeki partiküller madde için termal desorpsiyon – gaz kromatografi / kütle spektrometrisi yöntemi kullanılarak bina-içi ortamlarda yatay yüzeylere çökelmiş partiküllerde sorplanmış uçucu organik maddelerin (UOM) niceliksel analizi yapmışlar, toplam 15 örnek, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi binalarından ve bir apartman binasından toplanılmış, 54 UOM'den 18 adedi tüm örneklerde dedekte edilirken, 13 tanesi hiç bir örnekte tespit edilememiş, partiküllerdeki UOM derişimleri 0,007 ng/mg (1,4-dichlorobenzene) ilâ 226,4 ng/mg (nonanal) arasında değişim göstermiş, toplam UOM derişimleri 14 ilâ 582 ng/mg arasında değişirken ortalama ve standart sapma değerleri, sırasıyla, 204 ve 138 ng/mg olmuş, bina-içi partikül UOM derişimleri açık hava partikül derişimlerine göre ortalama yaklaşık iki katı daha yüksek olduğu bu çalışmada bulunmuştur [61].

Vaizoğlu (2007), Bazı kapalı ortamlarda formaldehit etkilenimi adlı çalışmasında, Ankara'daki evleri temsil eden bir örnekte (399 ev) ve sitelerde 100 mobilya atölyesinde ölçülen formaldehit düzeylerine ilişkin 2 araştırma yapılmış birinci araştırma sonucuna göre, Ankara'daki evlerde oturma odası ve mutfak formaldehit

düzeylerinin izin verilen sınırlardan yüksek olduğu saptanmıştır, ikinci araştırma sonucunda ise Ankara'daki siteler sanayi bölgesinde 100 mobilya imalathanesinde çalışan toplam 57 işçi 0.75 ppm'in üzerinde formaldehit seviyelerine maruz kaldığı, 229 işçinin % 11'i 8 saatten fazla süre ile 0,75 ppm'in üzerinde formaldehit seviyelerine maruz kaldığı saptanmış, Ankara'daki siteler sanayi bölgesinde 100 mobilya imalathanesinde formaldehit düzeyi yüksek olan iş yerlerinde işçilere formaldehit düzeylerinin düşürülmesi için daha etkin havalandırmanın sağlanmasına yönelik değişiklikler yapılması ve havalandırmanın önemi konusunda eğitim verilmiştir [62].

Yaşar ve arkadaşları (2007), İlköğretim dersliklerinde termal konfor araştırması adlı çalışmasında Trabzon'da bir ilköğretim okulda okuyan 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin öğrenim gördükleri mekânların fiziksel çevre koşullarının ölçümleri yapılmış ve öğrencilerin bu dersliklerin termal koşulları hakkında hissettikleri değerlendirilmiş, çalışma hem ısıtma dönemini (kış) hem de ısıtma olmayan (yaz) dönemi kapsamıştır. Öğrencilerin hissettikleri termal konfor düzeyini belirlemek üzere bir dizi soruyu içeren bir anket çalışması yapılmış ve sonuçta elde edinilen verilerle ISO Standard 7730 değerleri karşılaştırıldığında ısıtma döneminde öğrenciler için konforsuz alan oluşturan derslikler, ısıtma olmayan dönemde +1, 0, -1 oy aralığında kullanıcılara konforlu bir ortam oluşturduğu, diğer taraftan ısıtma olan dönem için öğrencilerin %35.9'u, ısıtma olmayan dönem için ise %36.3'ü buldukları derslikleri konforsuz olarak nitelendirmişler, ısıtma olan dönem için bu memnuniyetsizlik oranı ISO Standard 7730 değerlendirmesi ile hemen hemen birbirini doğrularken, ısıtma olmayan dönemde ise yaklaşık %20'lik memnuniyetsizlik oranı farkı meydana gelmediği belirlemiştirler [63].

Bozkurt ve arkadaşları (2007), Kocaeli'nde farklı mikro çevrelerde uçucu organik bileşikler, ağır metaller ve inorganik gaz fazı kirleticilerin iç ve dış ortam seviyelerinin belirlenmesi adlı bildiri çalışmalarında Kocaeli'nde farklı bölgelerde (endüstriyel, kent merkezi, kent merkezi dışında bulunan yerleşim bölgesi) ve farklı mikro çevrelerde, 15 ev, 10 ofis ve 3 ilköğretim okulunun iç ve dış ortamlarında aktif ve pasif örnekleme teknikleri kullanılarak 14 element (Mg, Al, Si, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb), UOB'ler, SO₂, NO₂ ve O₃ konsantrasyonları belirlenmiş ve ölçüm sonuçları irdelenmiştir [64].

Bulut (2007), Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin araştırılması adlı bildirisinde Şanlıurfa'da merkezi kalorifer sistemi ile ısıtılması yapılan ve doğal havalandırılmalı ofislerde iç hava kalitesi araştırılmıştır. Bu amaçla, iç ve dış ortamın sıcaklık, bağıl nem, CO₂ miktarı ve partikül madde (PM₁, PM_{2.5}, PM₇, PM₁₀ ve Toplam PM) miktarları eş zamanlı olarak kış boyunca ölçülmüştür. İç hava kalitesinin durumu, dış ortam havası ve iç kirleticilere göre belirlenmeye çalışılmıştır. Ölçüm sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiş ve ölçülen iç hava kalitesi parametreleri, çeşitli standartlarda verilen değerlerle karşılaştırılmıştır. İç hava kalitesinin artırılmasına yönelik önerilerde de bulunmuştur [65].

BÖLÜM 3. ATMOSFER HAVASI VE KİRLETİCİLER

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 ve miktarları Tablo 3.1’de verilmiştir [66].

Tablo 3.1. Atmosferde 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazlar ve miktarları

Gazlar	Semboller	Hacimsel olarak Yüzdeleri	Molekül ağırlığı
Azot (Nitrojen)	N ₂	78,08	28,02
Oksijen	O ₂	20,94	32
Argon	Ar	0,93	39,88
Karbondioksit	CO ₂	0,03 (değişebilir)	44
Neon	Ne	0,0018	20,18
Helyum	He	0,0005	4
Su buharı	H ₂ O	0,004 (değişebilir)	18,02

Hava da tıpkı su ve toprak gibi kirlenebilen bir ortamdır. Hava bileşiminde birçok gaz bulunmaktadır. Deniz seviyesindeki kuru ve temiz havanın gaz bileşenleri yaklaşık olarak %21 oksijen, %78 azot,%1 argon ve %0,03 karbondioksittir. Bunların dışında ayrıca çok az oranlarda hidrojen, neon, kripton, helium,ozon ve kseon gazları ile değişken miktarlarda su buharı ve sürekli atmosferik kirletici maddeler adı verilen mikroskobik veya daha küçük katı maddeler bulunur [67].

Tablo 3.2’de temiz ve kuru havanın doğal bileşimleri tabloda verilmiştir [47]. Tablo 3.2’nin incelenmesinden azot, hacim olarak atmosferde %78.09 ile en yüksek değere sahiptir. Oksijen ise atmosferde ikinci en büyük oranda bulunan gazdır. Oksijen hacimce atmosferin %20.94’ünü ve ağırlıkça da %23.21’ini temsil eder. Geriye kalan gazlar atmosferde % 1’den daha az bulunur. Bunlar içerisinde argon atmosferde bulunan üçüncü gazdır. Helyum, neon, kripton ve ksenon gazları argon gibi ataletli gazlardan olup ksenon asal gazlar içerisinde en kolay bileşik veren gazdır. Ozon ise sıvı halde mavi-lacivert, katı halde mor-siyah ve gaz halde iken mavi renktedir. Gaz halde mavi renkte oluşu atmosferin renginin oluşturmasıdır. Kararsız bir bileşik olan ozon kolayca O₂’ye dönüşür. 200-300 nm UV ışığının taşıdığı enerji bu dönüşümü sağlayabilmektedir. CO ise renksiz, kokusuz zehirli bir gazdır. Atmosfere karışan CO₂’in geriye dönmesine karşılık CO hiçbir şekilde geriye dönmez. Su buharı miktarı da coğrafik durumu, su yüzeylerine yakınlığına bağlı olarak çok değişkenlik gösterir. İşte temiz havaya ait bu minör bileşenler kirli havada yüksek değerlere ulaşmaktadır [47].

Tablo 3.2. Temiz ve kuru havanın doğal bileşimi (hacim/hacim, ppm)

Bileşen	Hacim (%)	ppm
Azot	78.09	780800
Oksijen	20.94	209546
Argon	0.93	9340
Karbondioksit	0.0318	330
Su buharı	0.02	20
Neon	0.0018	18
Helyum	0.00052	5.2
Metan	0.00015	1.5
Kripton	0.0001	1
Hidrojen	0.00005	0.5
Azotmonoksit	0.000025	0.025
Karbonmonoksit	0.00001	0.01
Ksenon	0.000008	0.008
Ozon	0.000002	0.002
Amonyak	0.000001	0.001
Azotdioksit	0.0000001	0.0001

(Birimler arası ilişkiler % 0.0001 = 10⁻⁶ hacim/hacim = 1 ppm)

Havanın bileşimi doğal veya yapay olarak değiştirilebilir. Bazı kapalı pis su kanallarında, pis su arıtma tesislerinde, tünellerde veya maden ocaklarında havadaki

oksijen miktarı insan sağlığını tehdit edebilecek düzeylere inebilir. İnsanların yoğun olarak buldukları tiyatro, sığınak, denizaltı gibi kapalı hacimlerde, solunum sonucunda açığa çıkan karbondioksit ortamdan alınarak yerine oksijen (taze hava) gönderilmesi gerekir. Atmosferin yüksek seviyelerinde uçan uçaklardaki pilotlar, çok düşük basınçlarda nefes almak durumunda olduklarından, buralarda oksijen derişikliğini artırıcı sistemlere gerek duyulur. Bunun tersi durum olarak, deniz dibinde çok derinlerde çalışan dalgıçlar için solunan hava içindeki helium oranını arttıracak azot ve bazen de oksijen derişikliğinin % 12 değerinin altına düşmesi veya karbondioksit derişikliğinin %5 değerinin üzerine çıkması, insan sağlığı için tehlikelidir [18].

Hava kirliliğini; sıcaklık, basınç (yüksek ve alçak), rüzgar, yağış, nem ve rüzgar radyasyonu gibi faktörler etkilemektedir. Hava kirliliği temel olarak; volkanik patlamalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan ve insan aktivitelerine bağlı olarak oluşabilen yapay kaynaklardan meydana gelmektedir. Bunlar kükürt dioksit (SO_2), hidrojen sülfür (H_2S), azot monoksit (NO), azot dioksit (NO_2), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO_2), hidrojen florür (HF), partiküller vb. gibi doğrudan doğruya kaynaktan çıkan bileşiklerden meydana gelenlerle, kükürttrioksit (SO_3), sülfürik asit (H_2SO_4), aldehytler, ketonlar, asitler, endüstriyel duman vb. gibi sonradan atmosferde oluşan kirleticilerdir [66].

3.1. Hava Kirletici Maddelerinin Sınır Değerleri

Gelişmiş ülkelerin birçoğunda hava kirletici maddelerinin miktarlarını ölçmek için yöntemler geliştirilmiş ve ölçme istasyonları kurulmuştur. Yapılan ölçümlerin değerlendirilebilmesi için zararlı madde yoğunluklarının hangi dereceden itibaren zararlı oldukları bilinmesi gereklidir. İşte, canlılar için yaşamsal düzeyde zararlı olmaya başlayan kirletici madde yoğunluk değerlerine yani aşılmaması gereken değere sınırlar denir. Örneğin, kükürt dioksit gazının hava kirlenmesi bakımından sınır değeri yıllık ortalama olarak $150 \mu g/m^3$ hava denildiğinde kükürt dioksit konsantrasyonun bu miktarı aşması halinde insanlar için zararlı olacağı, sağlık üzerinde olumsuz etkiler yapacağı anlaşılır. Doğal bileşimi verilen havaya kirletici maddelerin karışması, havanın kirlenmesine neden olmaktadır. Katı, sıvı ve

gaz şeklindeki kirletici maddelerin havaya karışması olayında; a-Bir kaynak, b- Bir taşıyıcı ortam, c- Bir alıcı ortam bulunur [47].

Tablo 3.3. Türkiye de bazı kirleticiler için hava kalitesi sınır değerleri

Kirleticiler	Birim	UVS	KVS
Kükürtdioksit (SO ₂)	(µg/m ³)	150	400(900)
Kükürttrioksit (SO ₃) dahil	(µg/m ³)	250	400(900)
Karbonmonoksit (CO)	mg/m ³	10000	30000
Azotdioksit (NO ₂)	(µg/m ³)	100	300
Azotmonoksit (NO)	(µg/m ³)	200	600
Klor(Cl ₂)	(µg/m ³)	100	300
Klorlu Hidrojen (HCL) ve gaz halde inorganik Klorürler(CL)	(µg/m ³)	100	300
Ozon (O ₃) fotokimyasal oksitleyiciler	(µg/m ³)	---	240
Hidrokarbonlar (HC)	(µg/m ³)	---	140(280)
Hidrojen Sülfür (H ₂ S)	(µg/m ³)	---	40(100)
Havada asılı partikül maddeler (PM)10 mikron ve daha küçük partiküller			
a) Genel	(µg/m ³)	150	300
b) Endüstriyel	(µg/m ³)	200	400
PM içinde kadmiyum(Cd) ve bileşikleri	(µg/m ³)	0.04	---
Çöken Tozlar	(µg/m ² gün)	---	---
Çöken tozlarda kurşun ve bileşikleri	(µg/m ² gün)	500	---
Çöken tozlarda kadmiyum ve bileşikleri	(µg/m ² gün)	44013	---

(Parantez içindeki değerler saatlik ortalamadır.)

Hava kalitesi, insan ve çevresi üzerine etki eden hava kirliliğinin bir göstergesidir. Çevre havasındaki kirletici miktarlarının artması hava kalitesini azaltmaktadır. Genellikle hava kalitesi sınır değerleri; uzun vadeli sınır değerler (UVS) ve kısa vadeli sınır değerler (KVS) olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır. Uzun vadeli sınır değerler hava kirleticilerin düşük miktarlarının uzun süre solunmasıyla ortaya çıkan kronik etkiler için verilen üst sınır değerleri gösterir. Kısa vadeli sınır değerler ise, kısa sürede hava kirleticilerin yüksek derişimlerinin solunmasıyla ortaya çıkan kısa süreli akut etkiler için belirtilen sınır değerleri göstermektedir. Yukarıda Tablo 3.3’de Türkiye’deki bazı kirleticilerin hava kalitesi sınır değerleri verilmektedir [47]. Özel koruma alanlarında, duyarlı canlıları ve eşyayı korumak için uyulması gerekli sınır değerler şunlardır. Uzun vadeli sınır değerler olarak SO₂ ve gaz halindeki klor bileşikleri için 60 (µg/m³), flor için 0.3 (µg/m³), kurşun için 250 (µg/m² gün), kadmiyum için 2.5 (µg/m² gün)’dür. Buraya kadar “Çevre Kirliliği Önleme Fonu Yönetmeliğine” göre verilen değerler genellikle insanlar için aşılmaması gerekli sınır

değerlerdir. Özellikle 80'li yıllardan sonra tüm dünyada başlayan orman ölümleriyle bu sınır değerler giderek düşürülmektedir. Hava kirletici konsantrasyonlar ile bunların olumsuz etkileri arasındaki ilişkileri analiz etmek suretiyle hava kalitesi standartlarına ulaşılır. Hava kalitesi standartları aynı zamanda ülkelerin gelişmişlik derecelerini de gösterdiğinden ülkeden ülkeye değişir. Çeşitli hava kirleticileri için düzenlenen standartlar çoğunlukla CO, NO₂, SO₂, HC, APM (aslı partiküller madde, 10 mikrondan küçük çaplı), O₃ ve kurşunu hedef almaktadır. ABD'de bu standart Temiz Hava Yasasına göre düzenlenmektedir. Örneğin çok eski standartlarda oksitleyiciler genel bir ifade ile geçilmesine rağmen şimdi ozon standarttı yer almaktadır. Kurşun daha önceki standartlarda bulunmamaktadır. Hidrokarbonlar ise listeden çıkartılmıştır. 1987'den sonra da partiküller için bu standartlara boy ve çap eklenmiştir. Hava kalitesi standartlarının oluşturulmasında birinci adım hava kalitesi kriterlerinin hazırlanmasıdır. Hava kalitesi kriterleri muhtemel etkileri açıklar. Standartların düzenlenmesinde en önemli adım ise hava kalitesi kriterlerinden hava kalitesi için amaçların geliştirilmesidir. Şehir alanları için hava kalitesinden beklenen amaç, şehirlerden uzak bölgelerdeki hava kalitesinin şehir alanlarında bulunmasıdır. Avrupa da büyük şehir merkezlerinde SO₂'nin yıllık ortalama seviyeleri 100-200 (µg/m³) arasında bulunmaktadır. APM-10 (10µm küçük çaplı asılı partiküller madde)'nin yıllık değerleri ise 0-10 µg/m³ arasında ancak büyük şehirlerde ortalama olarak 10-40 µg/m³ arasında değişmektedir. Hava kalitesi standartları hava kalitesi kriterlerine dayanmasının yanı sıra aynı zamanda ekonomik, sosyal, teknik ve politik zeminlere de bağlıdır. Tablo 3.4'de Dünya Sağlık Organizasyonu, kılavuz mahiyetinde kriterler önermiştir [47].

Tablo 3.4. Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından kükürt dioksit ve partiküller maddeye maruz kalınması halinde tavsiye edilen sınır değerler

Kirletici	Ortalama zaman		
	24 saat	1 saat	1 yıl
SO ₂ (µg/m ³)	125	-	50
APM (µg/m ³)	120	-	50
CO (µg/m ³)	-	30	-
O ₃ (µg/m ³)	-	150-200	-
Pb (µg/m ³)	-	-	39726
NO ₂ (µg/m ³)	150	400	-

*(1 µg = 10⁻⁶ gr ; 1 mg=10⁻³ gr)

Hava kalitesi standartları; birbirinden farklı ülkelerde maruz kalma koşullarına, sosyal, ekonomik duruma ve diğer halkla ilişkili problemlerin önemine bağlı olarak farklı şekilde geliştirilebilir.

Tablo 3.5’de Türkiye bazı kirleticiler için hava kalitesi sınır değerleri verilmiştir [47]. Tablo 3.5’de Türkiyede yürürlükte bulunan standartlar, Dünya Sağlık Örgütü’nün tavsiye ettiği limitlerden son derece uzaktır. Örneğin Türkiye de 24 saatlik SO₂ standardı 400 µg/m³, APM standardı ise 300 µg/m³’dür [47].

Tablo 3.5. Türkiye’de bazı kirleticiler için hava kalitesi sınır değerleri

Kirletici	Kısa vadeli sınır değer	Uzun vadeli sınır değer
	24 SAAT	1 YIL
SO ₂ (µg/m ³)	400	150
APM(µg/m ³)	300	150
NO ₂ (µg/m ³)	300	100
CO (mg/m ³)	30.000	10.000
O ₃ (µg/m ³)	240	---
Pb (µg/m ³)	---	2

Bunun yanı sıra ABD’de ise 1990 yılından buyana altı kirletici için uygulanan yeni standartlara göre SO₂ 365 µg/m³ ve APM ise 150 µg/m³ şeklindedir. ABD Kaliforniya Eyalet Standartları’nda bu seviyeler 1/3 oranında uygulanmaktadır. Örneğin Kükürt dioksit ve partiküler maddenin 24 saatlik seviyeleri sırası ile 131 µg/m³ ve 50 µg/m³ olarak kabul edilmiştir. Ayrıca göz önünden kaçırılmaması gereken en önemli noktada tablo 2.6’da yer alan bu standartların bir takvim yılında bir defadan fazla aşılması durumudur. Benzer durum çeşitli Avrupa ülkelerinde kabul edilen standartlarda da görülmektedir. Örneğin SO₂’nin 24 saatlik standartı Fransa da 250 µg/m³ Hollanda da 150 µg/m³ ve İtalya da ise 380 µg/m³ şeklinde ve yılda en fazla bir kez aşılma şartı ile uygulanmaktadır. Oysa Türkiye de başta büyük şehirler olmak üzere birçok yerleşim ve endüstri bölgesinde özellikle ısınma mevsimi boyunca standartların aşılması olağan hale gelmiştir. Sonuç olarak Türkiye’de uygulanan bu standartların belirlenmesinde kriter ve amaç adımlarının yeniden gözden geçirilmesine gerek vardır. Zira kalitesiz yakıtların sebebiyet verdiği

kontROLSÜZ emisyonlar bugün başta Türkiye'deki büyükşehirler de birçok yerleşim bölgesini tehdit etmektedir.

Bu tehlikeli sevieleri atmosferik şartların da etkisiyle kalıcılık göstermesine yol açmıştır. Bundan dolayı hava kalitesi standartlarının düzenlenmesinde meteorolojik ve topografik şartların kirlenme riskini arttırdığı bölgeler için farklı tanımlar getirilmektedir. Örneğin, İstanbul, Ankara, Bursa, Kocaeli gibi yoğun yerleşim bölgeleri ve sanayi kuruluşlarının iç içe bulunduğu kentler için hava kirleticiler bakımından sağlık ve konfor üzerinde ters etkileri olmaksızın yaşayabileceğimize inandığımız kirletici konsantrasyon seviyelerinin yeniden belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 3.6'da ABD'de çevre hava kalite standartları verilmiştir [47].

Tablo 3.6. ABD'de çevre hava kalitesi standartları

KİRLİTİCİ	ORTALAMA ZAMAN				
	1 YIL	3 AY	24 SAAT	8 SAAT	1 SAAT
SO ₂ (µg/m ³)	80	---	365	---	---
APM-10(µg/m ³)	50	---	150	---	---
CO (µg/m ³)	---	---	---	10	40
NO ₂ (µg/m ³)	---	100	---	---	---
O ₃ (µg/m ³)	---	---	---	---	235
Pb (µg/m ³)	---	39569	---	---	---

Yukarıdaki Tablo 3.6'dan da anlaşılacağı üzere ABD çevre koruma ajansı (EPA) ve gerekse de Batı Avrupa ülkeleri'nin kabul ettiği standartlardan Türkiye de uygulanan standartlar çok daha uzaktır .

3.2. Hava Kirleticiler

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 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) Kükürtlü maddeler, c) Organik maddeler, d) Azotlu maddeler, e) Karbonmonoksit, f) Halojenler, h) Radyoaktif maddeler, şeklinde sınıflandırmak mümkündür [47].

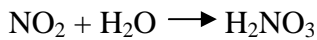
3.3. Gaz Kirleticiler

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_x) , 2) Karbonmonoksit (CO), 3) Hidrokarbonlar (HC), 4) Hidrojen Sülfür (H_2S), 5) Ozon (O_3), 6) KükürtOksitler (SO_x), 7) Fotokimyasal Oksidanlar.

3.3.1. Azot oksitler (NO_x)

NO ve NO_2 en önemli kirletici gazlardandır. Azot oksitler tıpkı kükürt oksitler gibi asit yağmurlarına sebep olurlar. Asit yağmurları CO_2 , NO_2 , SO_2 'nin suyla birleşince asit oluşturan gaz kirleticilerin bulutlar içinde tutulup yağış haline dönüşmesine denir.



Azot oksitler ayrıca fotokimyasal sisin oluşmasında başlıca etkenlerden sayılırlar. NO_2 gerek insan sağlığı gerekse bitki örtüsünde zehir etkisi bulunan bir gazdır [47].

3.3.2. Karbonmonoksit (CO)

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. Renksiz kokusuz ve havanın ortalama mol ağırlığına eşit mol ağırlığında bir gaz olan 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. 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 sevkinin engeller. Ayrıca dokulara ulaşabilen oksijeninde hücrelere serbest halde engellediğini belirlemiştir [47].

3.3.3. 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 [47].

3.3.4. Kükürt oksitler (SO_x)

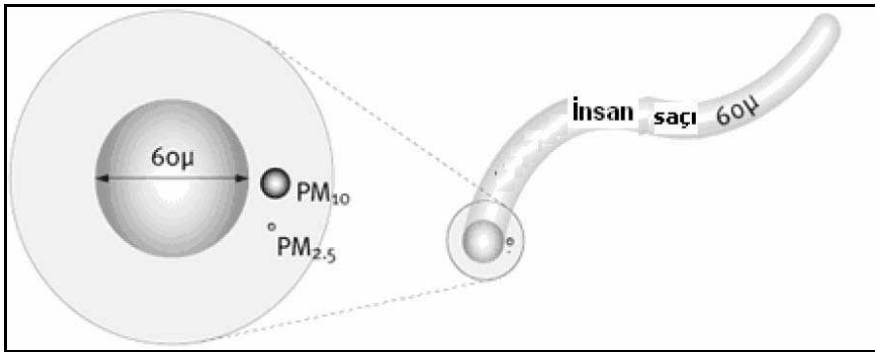
Havadaki kükürt oksitler (SO_x) içerisinde en önemli payı kükürtdioksitler (SO₂) oluşturur. Bu gaz yanmayan, renksiz bir madde olup ağızda karakteristik bir tat bırakmakta ve boğucu bir hisse yol açmaktadır. Atmosferde oldukça hızlı bir oksitlenme ile kükürttrioksit (SO₃) ve sülfata dönüşür.SO₃ sülfürik 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 - 0.8 μm olan dalga boyları ile girişim yaparak görüş uzaklığını azaltırlar

Kükürt maddeler daha çok malzemeye ve bitkilere verdikleri zararlarla tanınırlar. Örneğin yağlı boyaların kuruma süresini artırır 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. SO₂'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 [47].

3.4. 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 partikülün 500 μm çapta olması gerekir. Partiküllere aerosol denir. Tozluluk 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 partiküller Brown hareketi yaparlar. Çapı 0.1 μm ile 20 μm arasında olanların çökme hızları rüzgarın 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 [47].

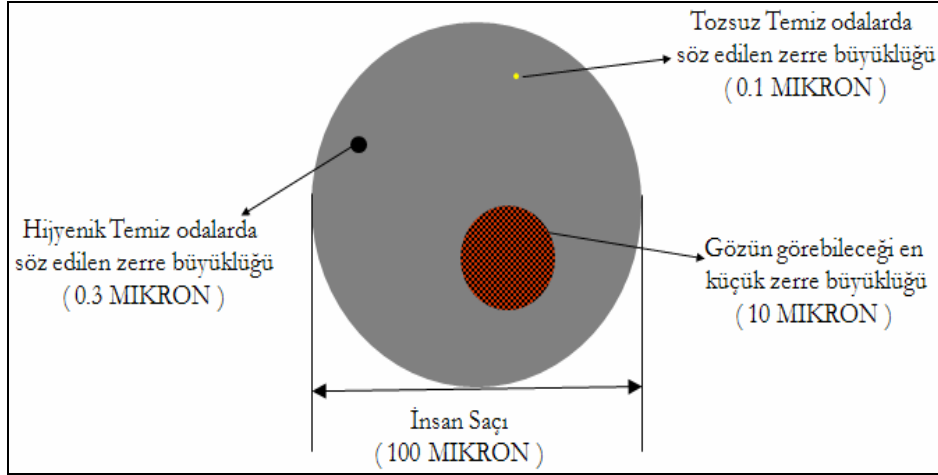
Şekil 3.1'de partikül maddelerin boyutları insan saçına göre kıyaslanarak gösterilmiştir [59].



Şekil 3.1. Partikül maddelerin boyutları insan saçına göre kıyaslanması

Şekil 3.1'de İnsan saçının ortalama boyutu 60 μm 'dir.İnsacı ile toz taneciklerinin, hijyenik ve tozsuz temiz oda'larda filtrelendirilmesi gerektiğini gözler önüne serilmiştir.

Şekil 3.2'de toz taneciklerinin büyüklük sıralaması aşağıdaki şekilde de verilebilir [59].



Şekil 3.2. Toz taneciklerinin büyüklük kıyaslaması

Partiküller aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar.

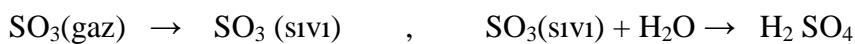
3.4.1. İnce tozlar

- Kömür, kül ve çimento gibi maddelerin imal edilmesi, taşınma veya kullanılması sırasında havaya karışan katı zerreciklerdir.
- Mekanik atölyelerde doğrudan havaya karışan katı zerreciklerdir.
- Kum yıkama ve püskürtme tesislerinden işletme esnasında atmosfere karışan ince zerreciklerdir.

3.4.2. 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.

22 °C



Kükürttrioksit gazlar yoğunlaşma noktası olan 22°C'de sıvı hale gelir. SO₃ zerrecikleri havadan nem çekici özelliğe sahip olduğundan havadaki su zerrecikleri ile birleşerek çok tehlikeli olan H₂SO₄'ü meydana getirirler. Kimyasal buharların çapları 0.5 - 3 mikron arasında değişmektedir.

3.4.3. 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 - 0.3 mikron arasında arası da değişir.

3.4.4. 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 [47]

3.4.5. Sprey

Herhangi bir sıvı maddenin atomize edilmesi ile meydana gelen sıvı zerreciklerdir. Tablo 3.7'de çeşitli partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri görülmektedir [49].

Tablo 3.7. Partikül halindeki kirleticilerin büyüklükleri ve özellikleri

KİRLETİCİ ADI	AÇIKLAMALAR
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.

3.5. Dış Havada Bulunan Kirletici Maddeler

Normal olarak dışarıdaki atmosferik havada, değişik büyüklük ve miktarlarda bitki tozları, virüs ve bakteriler, çeşitli ölü veya canlı mikroorganizmalar, erozyon sonucu ortaya çıkan tozlar, sulardan buharlaşma sonucu çıkan maddeler bulunmaktadır [18].

Dış Havada bulunan Kirletici maddeler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir;

- 1- Tanecik veya gaz,
- 2- Organik veya inorganik maddeler,
- 3- Mikroskopik altı, mikroskopik veya makroskopik,
- 4- Zehirli veya zehirsiz,
- 5- Kararlı veya kararsız,

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.

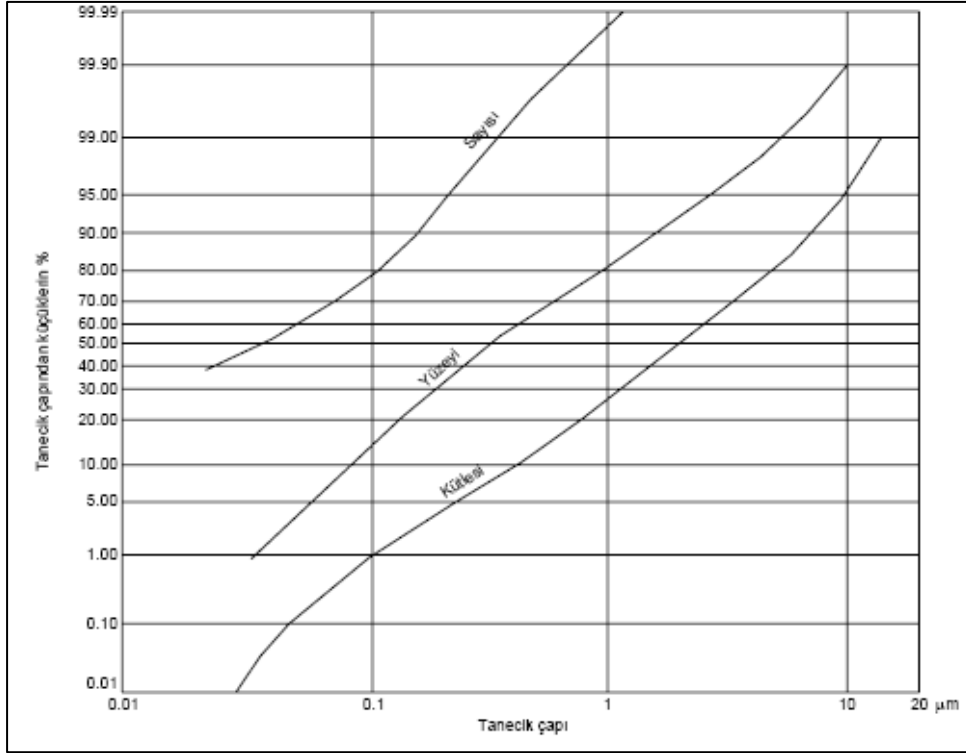
Endüstriyel hijyen ile uğraşan araştırmacılar, insan ciğerlerinde tutunabilme olasılığı fazla olan $2\mu\text{m}$ çapından daha küçük tanecikler ile ilgilenirler. 8 ila $10\mu\text{m}$ çapından daha büyük tanecikler üst solunum yolları tarafından ayrılır ve tutulurlar. Ara boyutlar akciğerin hava kanalları 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. $10\mu\text{m}$ 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 $0.5\mu\text{m}$ değerinden küçük) ve bulutlar verilebilir [18].

3.5.1. Tanecik boyut dağılımı

Herhangi bir hava numunesindeki tanecik boyutu dağılımı, verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin yüzdesi olarak tanımlanabilir.

Şekil 3.3'de Atmosferik havasında tanecik sayısı, kütle ve yüzeyinin çapa göre yüzdeleri verilmiştir [18].

Bu verilen eğrilerden en üstteki eğri (adet eğrisi), tipik bir atmosferik kirlilik için çizilmiştir. Ortadaki eğride (alan eğrisi) ise verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin toplam projeksiyon alanlarının yüzdesi görülmektedir. En alttaki eğride (kütle eğrisi) ise verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin toplam kütlelerinin yüzdeleri gösterilmiştir [18].

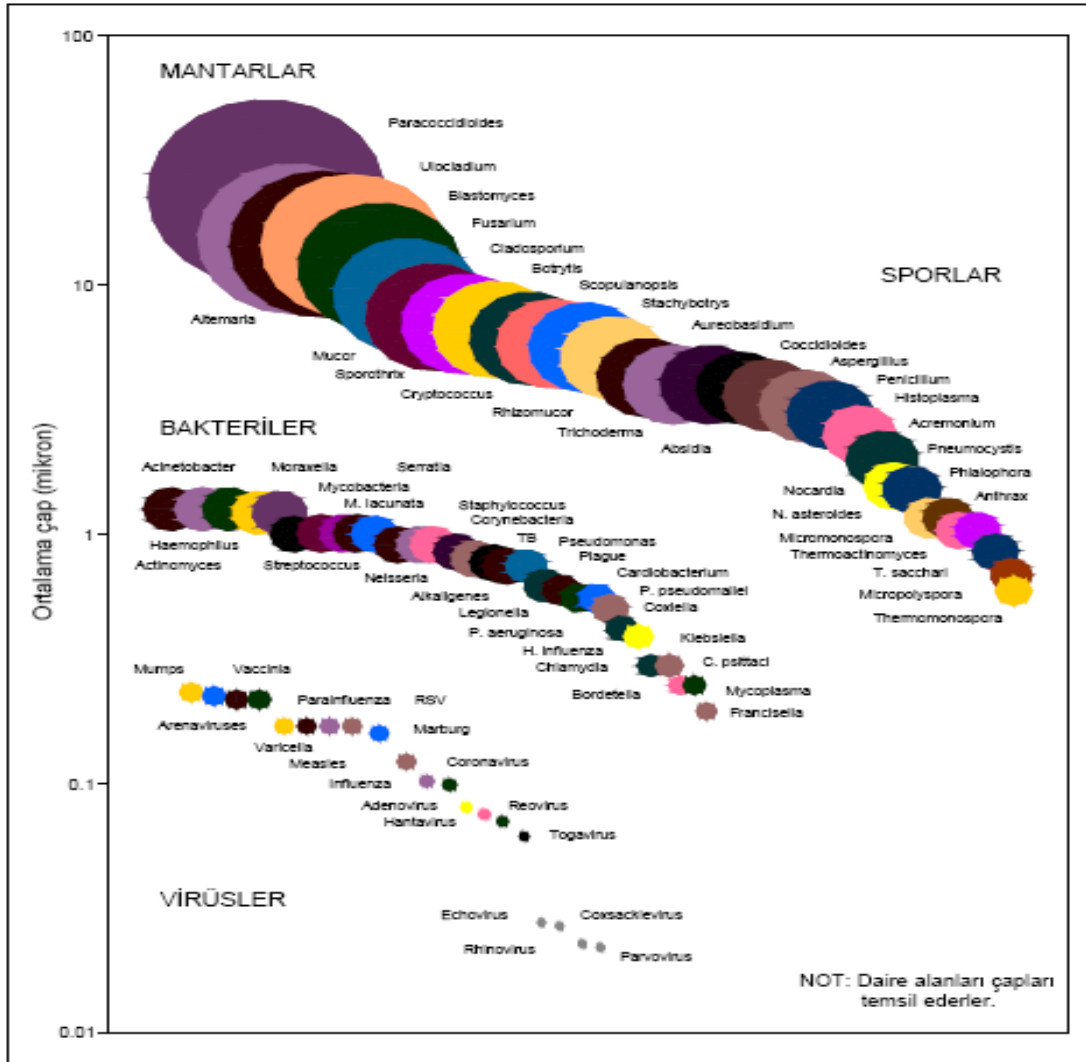


Şekil 3.3. Atmosferik havasında tanecik sayısı, kütle ve yüzeyinin çapa göre yüzdesi

Bu üç eğri ile verilen değerler arasındaki farka dikkat etmek gerekir. Örnek olarak 0.1 µm veya daha küçük çaptaki tanecikler, atmosferde bulunan taneciklerin sayıca % 80 kadarını kapsamakta, fakat kütsel olarak sadece %1 değerini almaktadır. Aynı zamanda 1µm çapından daha büyük tanecikler sayıca ancak %0.1 iken, toplam kütselinin %70 kadarını oluşturmaktadır. Bu ise kütsel bir taneciğin kütselinin, çapının küpü ile artmasının bir sonucudur. Kirliliğin %80 kadarı, çapları 5 µm değerinden daha küçük taneciklerden meydana gelmektedir. En çok leke bırakıcılar ise 1µm çapından daha küçük taneciklerdir Kent içindeki havada bulunan taneciklerin çapı, genellikle 1 µm değerinden daha küçüktür ve yaklaşık olarak log-normal bir dağılım gösterir.

Havada bulunan virüs, bakteri, polen ve mantar gibi mikroorganizmalardan oluşan taneciklere biyoareosol denir. Şekil 3.4'de çeşitli virüs, bakteri ve mantarların boyutlarının karşılaştırılması verilmiştir. Bunlardan virüsler 0.003 ila 0.06 mikron çaplarında olmakla beraber genellikle koloniler halinde veya havada asılı başka taneciklere yapışmış olarak bulunurlar. Bakteriler ise çoğunlukla 0.4 ila 0.5 µm çapındadır ve genellikle büyük taneciklerle beraber bulunurlar. Mantar sporlarının

çapları 10-30 μm , bitki tozlarının, polenlerinin çapları 10-100 μm ve bunların en çok tanınan çeşitleri ise 20-40 μm mertebelerindedir [18].



Şekil 3.4. Çeşitli virüs, bakteri ve mantarların boyutlarının karşılaştırılması

Bulaşıcı olmayan enfeksiyonlar, hemen hemen çevrede bulunan mantar ve sporlar yoluyla veya tarımsal bakteriler vasıtasıyla geçerler. Sporlar bu grubun en önemli hastalıklarına neden olurlar. Bu hava durumuna, klima ve mevsimlere bağlı olarak değişir ve en dezavantajlı durum kuru, rüzgarlı ve mantar üreyen topraklarda meydana gelir. Ancak sürpriz olarak, yapılan araştırmalara göre sadece önemsiz birkaç olay dışında dış havanın solunmasından dolayı solunum yolu enfeksiyonlarına yakalanma durumu tespit edilmemiştir. İç ortamlarda ve klima tesisatı elemanları üzerinde üreyen ve yayılan mikroorganizmalar asıl tehlike kaynağı teşkil ederler. Klima sistemlerinde dışarıdan alınacak taze hava da dış kirleticiler yönünden bir

standart da bağı olmalıdır. ASHRAE tarafından hazırlanmış ve Amerika için kabul edilen atmosferik çevre havasının kalite standardı Tablo 3.8'de verilmiştir [18].

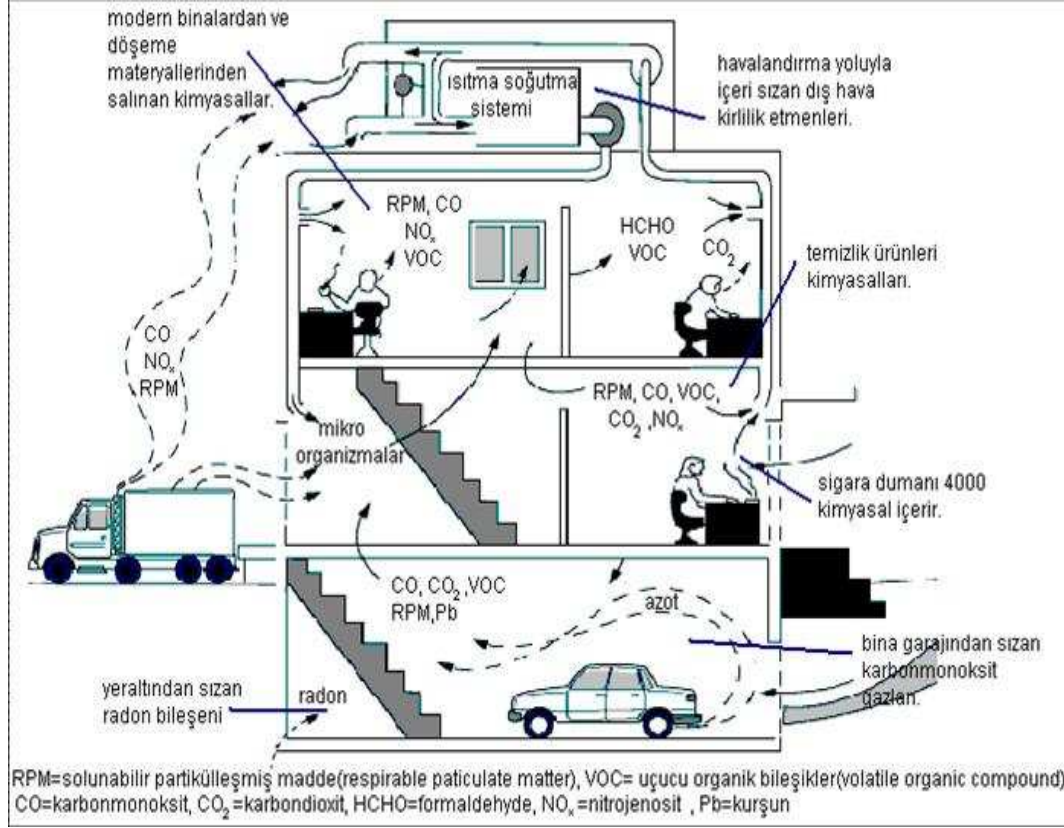
Tablo 3.8. ABD'de temiz hava kalitesi ve kirleticilerin fizyolojik tesirleri

Kirlenici madde	Uzun Dönem		Kısa Dönem		Fizyolojik Tesirleri
	Değişiklik	Ortalama	Değişiklik	Ortalama	
Birim	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Zaman	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Zaman	---
Sülfürdioksit	80 (0.03)	1 yıl	365 (0.14)	24 saat	Kronik üst solunum hastalığı
Karbonmonoksit	10,000 (9)	8 saat	40,000 (35)	1 saat	Kalp hastalığı
Azotdioksit	---	---	100 (0.555)	1 yıl	Kronik üst solunum hastalığı
Ozon	---	---	235 (0.12)	1 saat	Kronik üst solunum hastalığı
Hidrokarbonlar	---	---	160 (0.24)	3 saat	-----
Toplam tanecik (aritmetik ortalama)	50	1 yıl	150	24 saat	Kronik üst solunum hastalığı
Kurşun	39569	3 ay	--	--	Kurşun zehirlenmesi çocuklarda merkezi sinir sistemi bozukluğu

Tablo 3.8'de kısa dönem olarak 1-24 saatlik, uzun dönem için ise 3 ay ve 1 yıllık ortalama değerler ile maksimum konsantrasyon değerlerinin aşılması halinde oluşabilecek kronik solunum yolu ve kalp hastalıklarının olasılığı belirtilmiştir. Projelerin dış hava alış yönlerinde standartları aşmayan hava kirlenitçilerinin bulunmadığını tespit etmelerinin gerekliliği bu şekilde ortaya çıkmaktadır. Yoğun sokak trafiğine maruz yerlere dış hava alış menfezlerinin yerleştirilmemesi çok doğru olacaktır [18].

3.6. İç Ortam Hava Kirleticileri

İç ortam hava kirleticilerinin nedenleri şekil 3.5'deki gibi özetlenebilir [79].



Şekil 3.5. Kapalı ortam (Indoor) hava kirliliğinin nedenleri

İç ortam hava kirleticileri, Yapı bileşenleri ve mekan içindeki döşeme ve dekorasyon malzemelerinden gelen kirleticiler, İç mekanlarda, 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 kirleticileri çok sayıda partiküllerden, liflerden, biyolojik aerosoller ve gazlardan oluşur. Buna ilave olarak özellikle okul binalarında binanın yerleşim yeri, sınıfın konumu, yeri boyanmış olması, laboratuvar veya atölye amaçlı kullanılması kirlenmede etkili olmaktadır [13].

Aynı şekilde Adalet binalarında da insan yoğunluğunun fazla olması, aşırı derecede iş yoğunluğunun fazla olması çalışma zorluluğunu da ortaya çıkarmaktadır.

3.7. İç Hava Kalitesine Sağlık Açısından Bakış

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, işitme kayıpları, ağız ve burun içi kuruluğu, baş ağrısı, mide bulantısı, kas seğirmesi, tanımlanamayan alerjik reaksiyonlar vb rahatsızlıklarla karşı karşıya kalındığı tespit edilmiştir [13].

Hava içindeki kirlilik unsurlarına maruz kalma belli bir sağlık riski yaratabilir. Ters sağlık etkileri; belli vahim, ağır etkiler veya kanser gibi uzun vadeli ters etkilerden oluşur. Görünür hiçbir hastalık nedeni olmayan binada geçirdikleri zamanla bağlantılı olarak sağlık ve konfor şikayetlerinin tamamına “**Hasta Bina Sendromu**” (Sick Building Syndrome) adı verilmektedir. Kullanıcı sayısı yüksek binalarda karşılaşılan baş ağrısı, yorgunluk gözlerde burun ve boğazda tahriş gibi belirtilerin üçte ikilik kısmının kökenini oluşturmaktadır. Belirtiler binayı terk etmesiyle azalmakta ya da yok olmakta, ancak binada hastalığın oluşmasına ait kesin bir neden saptanamamaktadır. Konu ile ilişkili bir başka kavram ise, “**Bina bağlantılı Hastalık**” (BBH) kavramıdır. Bu durumda, bina içerisinde teşhis edilen hastalıkların nedenleri bellidir ve binanın havalandırma sisteminden kaynaklanmaktadır. İnsanların yaşadığı ortamların konfor açısından ısı şartları sağlamlasına karşılık, bina ve iç hava kalitesi ile ilgili şikâyetleri ve sorunları ortaya çıkarmaktadır. İç hava kalitesi ile ilgili olarak adlandırılan sağlık problemleri belirlenmiştir. Tight Building Syndrom TBS (Kapalı Bina Sendromu) bina sakinleri birdenbire rahatsızlıklardan şikâyet etmeye başlarlar. Bu şikâyetler baş ağrısı, göz, burun veya boğaz rahatsızlıkları, öksürük, kuru veya kaşıntılı bir cilt, baş dönmesi, mide bulantısı, konsantrasyon bozuklukları ve kokuya karşı aşırı duyarlılık şeklinde olabilir. Bu hastalık belirtilerinin kaynağı tanımlanamamıştır. Şikâyetçilerin çoğu binayı terk edişlerinden hemen sonra rahatladıklarını belirtmişlerdir. **Bina Bağlantılı Hastalık Göstergeleri** Building Related illness-BRI (Bina Bağlantılı Hastalıklar) bina sakinlerinin çoğunda öksürük, göğüs sıkışması, ateş, titreme ve baş ağrısı gibi şikâyetleri görülmektedir. Bu bulguların nedenleri klinik olarak tamamen açıklanabilir. Şikâyetçiler binayı terk etseler de iyileşmeleri belli bir süre alır [3].

Dünya sağlık örgütü (WHO) “Avrupa için Hava Kalitesi Kılavuzu” başlığıyla bir yazı yayınlamıştır. Bu yayında havayı kirleten belli maddelerin insan sağlığına etkileri değerlendirilmiş ve 25 ‘i aşkın kimyasal maddeye ait yol gösterici değerler iç havadaki her bir kimyasal madde için sınır değerleri olarak kullanılabilir. Düşük seviyede kirlilik yaratan birden çok maddenin bulunduğu durumlarda bugünün bilgileri ile bu maddelerin bireyler üzerindeki toplu etkisi bilinmemektedir [20].

Tablo 3.9’da iç hava kirleticilerinin potansiyel kaynakları verilmiştir [13]

Tablo 3.9. İç Hava Kirleticilerin Potansiyel Kaynakları

Kirleticiler	Potansiyel Kaynakları	
Uçucu Organik Bileşikler	Parfümler, saç spreyleri , Mobilya cilaları, Temizlik solventleri, Hobi ve sanat malzemeleri ,Pestisitler ,Halı ve iplik boyaları, Tutkal, yapıştırıcı ve sızdırmazlık malzemeleri	Boyalar, vernikler, yapıştırıcı bantlar, Ahşap koruyucular, Kuru temizlenmiş elbiseler, güve ilaçları, Hava tazeleyici kokular, Depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, Kirlenmiş sular, Plastikler
Formaldehit	Parçacık tutucular, kontra plaklar, Dolaplar, mobilyalar	Formaldehit köpük yalıtım katkıları ,Halı ve kumaşlar
Pestisitler	Böcek ve karınca öldürücüler, Fare ilaçları	Mantar ilaçları, mikrop öldürücüler ,Ot ilaçları
Kurşun	Kurşun esaslı boyalar	Dış tozlar ve toprak
Karbondioksit,Karbon monoksit, Azot dioksit	Uygunsuz çalıştırılan gaz veya yağ kazanları-sıcak su ısıtıcıları, ocaklar, odun sobaları	Havalandırmasız gaz sobaları-kerosen ısıtıcılar, Tütün ürünleri, gazlı pişirme sobaları, Araç egzozları
Kükürt dioksit		Kükürt içeren yakıtların yanması
Solunabilir Parçacıklar	Ocaklar, odun sobaları, Havalandırmasız gaz ısıtıcıları	Tütün ürünleri ,Havalandırmasız kerosen ısıtıcıları
Çevresel Tütün Dumanı		Tütün ürünleri
Biyolojik Kirleticiler	Bitkiler, hayvanlar, kuşlar, insanlar Yastıklar, yataklar, ev tozları Islak veya nemli malzemeler	Durgun sular
Asbest	Boru ve kazan yalıtımı, Tavan ve döşeme levhaları	Dekoratif spreyler, Kaplama ve lambriler
Radon	Toprak ve kaya, Bazı bina malzemeleri	Yer altı suları

Tablo 3.10’da ise kirleticilerin insan sağlığına etkileri özetlenmiştir.[13]

Tablo 3.10. Kirleticilerin sağlığa etkileri

Kirleticiler	T	B	U	Z	P/A	K	Açıklamalar
Uçucu Organik Bileşikler	X	X	X	X		X	Bu kirleticilerin çoğu sinirsel/davranışsal zehirleyici, karaciğer zehirleyici ve kalbi etkileyicidir.
Formaldehit	X					X	Alerjik tepkiler meydana getirebilir.
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 dönülmez davranışsal etkiler.
Karbon monoksit		X					Hastalarda boğulma (anjin) etkisini güçlendirir, frekansını artırır; sağlıklı yetişkin erkeklerde iş gücünü azaltır, baş ağrıları, göz küçülmesi, sağlıklı yetişkinlerde değişken belirtiler gösterebilir; hastalarda kalp-akciğer uyumsuzluğunu şiddetlendirir.
Karbon dioksit		X					Solunum uyarıcı etki yapar; arttırılmış solunum ve insanlarda yorucu görevleri yapma kabiliyetini azaltır; kandaki pH ve pCO ₂ 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 görülmüştür.
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 ölümcül solunum etkileri
Polisilik aromatik hidrokarbonlar	X					X	Bazıları tahriş edicidir ve kalp dolaşım sistemini etkileyebilir
Asbest	X					X	Uzun süre tenefüs edenlerde asbest hastalığı olan mezotelizma oluşturur.
Radon						X	

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

İç hava kirleticilerini dolaylı ve doğrudan kirleticiler olarak iki ana grupta incelenebilir.

3.8. Dolaylı Kirleticiler

İç hava kalitesi sorunu dolaylı olarak yapı teknolojisindeki gelişmelerle ilgilidir. Öncelikle değişen yapı konstrüksiyonu ve kullanılan maddeler kirlilik kaynağı oluşturmaktadır. Klasik beton, çelik, seramik malzemeler bakteri üremesi için uygun değildir. Ancak günümüz inşaat teknolojisinde kullanılan inşaat malzemeleri değişmiştir. Bu malzemeler içinde ahşap, kağıt gibi bakteri üremesine uygun malzemeler bulunduğu gibi, çeşitli zararlı gaz ve buhar yayan sentetik malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Klima sistemleri yetersiz olduğun da ve istenilen biçimde işletilmediklerinde kendileri kirlilik kaynağı oluşturmaktadırlar, Sıkı enerji tasarrufu önlemleri sonucunda kaliteli tip pencere doğramalarının kullanılmaya başlanması ile hava sızdırmaz binalar yapılmaktadır. Yetersiz havalandırma sistemleri hastalıklara neden olmaktadır. Yeni malzemeler kullanılsa bile dikkatli ve bilinçli bir tasarım ve işletme ile yeterli iç hava kalitesi sağlanabilir. Son yıllarda bina malzemelerinden olan emisyonlar ve ömür boyu kirleticiye maruz kalma sendromu kirletici kaynağı olarak önem kazanmıştır. Buna karşı bina ömrü içinde yeni bina malzeme ve ürünlerinden olan emisyonları binada yaşayanların maruz kaldığı toplam kimyasal ve biyolojik kirletici dozuna etkisinin önemi; Yapı malzemelerinin kimyasal ve biyolojik oluşumlara karşı kaynak veya kuyu oluşturma performansında çok daha azdır. Periyodik temizleme ve bakım ürünlerini, parlaticıların, cilaların ve bitirme yüzey malzemelerinin toplam maruz kalımı dozun belirlenmesin de yeni bina malzemesinin kendisinin etkisinden kaynaklanan emisyonlarda çok daha önemli olabilir. Bina malzeme ve ürünlerinin kullanım aşamasındaki emisyonlarına ilişkin iç hava kalitesi yeteri kadar incelenip yayınlanmamıştır. Pratik tecrübe göstermiştir ki iç havadaki kimyasal bileşenler partiküller ve diğer tip kirlilikleri neden olduğu semptomlar altı ay ve daha uzun sürelerde maruz kalma sonucunda ortaya çıkmaktadır. İç havadaki kimyasal kompozisyonu etkileyen ana parametreleri dış hava miktarı ve kalitesi, malzemelerden olan emisyonlar, insan aktiviteleri (temizlik ve bakım dahil) oluşturmaktadır. Yapılan bir çalışma için bir evin iç havasının da bulunan bütün bileşenlerin bina malzemesinde yayılan bileşenler olması, iç hava

kirliliği yaratan ana kaynağın bina malzemesi olduğu şüphesini kuvvetlendirmektedir. Ancak hangi kimyasal bileşenlerin iç hava kalitesi şikayetlerini ortaya çıkardığı tam anlaşılamamıştır. İç havadaki kirliliğin uçucu organik bileşiklerin (VOC) bir kaynağı da yapı malzemeleri olarak görülmektedir. Dolayısı ile çalışmalar; malzeme emisyonları, bu emisyonları etkileyen parametreler ve buradan da bu emisyonların sınırlandırılması yönünde gelişmektedir. Böylece tüketiciyi aşırı emisyonlardan koruyacak yönetmelikler Avrupa da oluşturulmuştur [68].

Tablo 3.11’de Dünya sağlık örgütü tarafından belirtilen (WHO) bina malzemelerinden yayılan emisyonlar aşağıda verilmiştir [18].

Tablo 3.11. Dünya sağlık örgütü tarafından belirtilen (WHO) bina malzemelerinden yayılan emisyonlar

Açıklama	İngilizce Kısaltma	Kaynama Noktası ^a , °C
Çok uçucu organik bileşenler ^b	VVOC (Very Volatile Organic Compounds)	< 0 ila 50 -100
Uçucu organik Bileşenler	VOC (Volatile Organic Compounds)	5-100 ila 240-260
Yarı Uçucu Organik Bileşenler	SVOC (Semi Volatile Organics)	140 -160 ila 380-400
Tanecik Bağlı organik maddeler	POM	---

^a Polar Bileşikler ve Yüksek molekül ağırlıklı VOC’lar her kaynama noktası aralığının yüksek sıcaklık tarafında görülür.

^b Alkoller, aldehytler, olefinler, terpenler, alifatik aromatik hidrokarbonlar, klorlu hidrokarbonlar

3.8.1. Uçucu organik bileşikler

Uçucu organik bileşenler (VOC), bütün endüstriyel olmayan çevrelerde bulunan ve hava kirliliği yaratan maddelerdir. Havalandırmadan sonra, uçucu organik bileşikleri bir iç hava kalitesi probleminin teşhisinde ilk düşünülmesi gereken hususlardır.

Uçucu bileşikler, buhar basınçları 13-130 mPa değerinden büyük olan organik bileşikler olarak tanımlanır. Bunlar, 4-16 karbonlu aklenleri, klorlu hidrokarbonları, alkoller, aldehytleri, keton, ester, terpen, eter, aromatik hidrokarbonlar (benzen ve toluen gibi) ve heterosiklik bileşiklikleri içermektedir. İç ortamda bulunan değişik VOC bileşikleri; çoğunlukla iç ortamda çok daha fazla olası kaynak bulunduğundan, hemen her zaman dış havadakinden daha fazla bulunmuştur. Endüstriyel olmayan çevrelerde, iç ortamda VOC'ların dış havadakine göre daha yüksek oranda bulunmasına karşılık, belirli bazı VOC'ların mutlak derişikliği, endüstriyel iş yerlerinde yüksek kabul edilen değerlerden 100-1000 kez daha düşüktür. Buna karşılık, endüstriyel işyerleri için benimsenen standartlar; ortalama bir endüstri işçisine oranla VOC'lara karşı daha duyarlı insanları, çocuk ve yaşlıları içeren genel nüfus için uygun kabul edilen değerlerden yüksektir [18].

3.8.1.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Sağlık Üzerindeki Etkileri;

Endüstriyel olmayan çevrelerdeki uçucu bileşiklerin olumsuz sağlık etkileri üç sınıfa ayrılabilir.

- (1) Rahatsız veren kokular ve burun zarı tahrişi de dahil olmak üzere tahriş edici etkiler;
- (2) Yorgunluk ve bilinç dağınıklığı gibi sistemsel etkiler;
- (3) Kanserojenik kronik zehir etkileri.

Uçucu maddelerin neden olduğu kronik olumsuz etkiler; iç ortam havasında bulunan bazı VOC'lar insanlar için (benzen) yada hayvanlar için (kloroform, triloretlen, karbontetraklorit, p-di cloro benzen) kansorejendirler. Teorik risk değerlendirme çalışmaları konutsal iç ortam havasında VOC için kronik miktar riskinin; dış havadaki yada içme suyundaki riskten daha yüksek olduğunu göstermektedir. İç ortamdaki düşük VVOC düzeylerine insanların gösterdiği tepkiler için kullanılan biyolojik model, üç mekanizmadan oluşmaktadır. Çevrenin duygusal algılanışı, zayıf tepkisel reaksiyonlar, çevresel gerilim reaksiyonu, Bu gözlemler sınırlı araştırmalara dayanmasına rağmen, yine de; iç ortamda bulunan uçucu maddelerin (VOC) kokular nedeniyle rahatsızlığa, gözler, burun ve boğazda tahriş edici etkilere, sınır değerlerin

çok altında bile baş ağrılarına neden olduğu göstermiştir. Molhave (1991), iç ortam havasında normal olarak bulunan 0.2 mg/m^3 seviyesinin altında uçucuların herhangi bir tahriş etkisinin bulunmadığını belirlemiştir. Dış hava derişiklikleri yaklaşık 0.1 mg/m^3 daha düşüktür. 3 mg/m^3 seviyesinin üstünde, araştırma yapılan bütün binalardaki sakinlerin yukarıda belirtilen etkilerden şikayet ettikleri gözlenmiştir. Kontrollü miktar deneylerinde, 3 mg/m^3 düzeyinden kokular önemli düzeydedir. 5 mg/m^3 değerinde, bireysel şikayetlerin yanı sıra, genel rahatsızlıklarda ortaya çıkmaktadır, 50 dakika süreyle 8 mg/m^3 derişikliğinde 20 tür uçucunun sentetik karışımının bulunduğu bir iç ortamda göz, burun ve boğaz mukozalarında önemli ölçüde tahriş gözlenmiştir [18].

3.8.1.2. Uçucu organik bileşiklerin düzeylerinin düşürülmesi

İç ortamlarda uçucu organik bileşiklerin düzeylerinin düşürülmesinde aşağıdaki hususlardan yararlanılabilir.

- 1- İç ortamlarda düşük yayılım düzeyinde ürünlerin kullanılması,
- 2- Olanak bulunduğu, yayılımı düşürmek için ürünlerin değiştirilmesi,
- 3- Ürünlerin, üretici önerilerine uygun biçimde kullanılması,
- 4- Enerji açısından verimli bir kullanım örneği oluşturmasa da ve bazı kaynaklar için tam etkili olmasa da örneğin havalandırma miktarının arttırılması, örneğin havalandırmayı iki katına çıkarmak VOC derişikliğini yarı yarıya indirebilmektedir.
- 5- İnsan sayısının en düşük düzeyde olduğu durumlarda uçucu maddelerin kullanılması,
- 6- Fotokopi makinelerinin, yazıcıların ve diğer noktasal kirletici kaynakların yakınlarına yerel egzoz havalandırma cihazlarının yerleştirilmesi,
- 7- Organik maddelerin iyi havalandırılan yerlerde saklanması,
- 8- Özellikle sık kullanılmayan organik maddelerin büyük miktarlarda depolanması [18].

Bu grupta en çok bilinen rahatsız edici hatta kanserojen bileşikler (Formaldehitler) bu grubun dışına düşer. Yayınlanan çalışmalarda düşük emisyonlu malzemelerin kullanılmasının iyi sonuçlar verdiği de belirtilmektedir. Kirleticilerin en önemli kaynaklarından biride bina yapı malzemeleri yanında mobilyalardan yayılan gazlardır. Yeni boyanan duvarlardan, halı kaplanan döşemelerden, mobilyalardan insanlar için zararlı gazlar yayılır. Bunların önlenmesi için aşağıdaki temel iki maddenin yapılması gerekmektedir.

- 1- Filtre edilmiş taze dış hava ile yapılan havalandırmayı artırmaktır.
- 2- Uzun sürelerde kaynağın kendisi kaldırılabilir. Bu yöntem CEN CR 1752 tarafından tavsiye edilmektedir. Özellikle proje aşamasında ele alınırsa bu yöntemin ilave maliyeti de olmayacaktır. Bu yöntemle özellikle ofislerde üretkenlik % 1.5 artırılabilir [68].

3.8.1.3. Malzeme yapısının emisyonlara etkisi

Malzemelerde emisyon işlemi iki ana mekanizmayla karakterize edilir.

- 1- Malzeme içinde difüzyon kontrollü kütle transferi,
- 2- Buharlaşma kontrollü yüzeyden emisyon

Kalın malzemelerde difüzyon belirleyici faktördür. Emisyon yüzey üzerindeki hava hızından etkilenmez. İnce malzemelerde ise buharlaşma hızı emisyonu kontrol eder.

3.8.2. Dolaylı kirlilik kaynaklarının önlenmesi

- a- Formaldehit içeren ürünleri daha az kullanılmalıdır.
- b- Daha az vinil Duvar kaplaması kullanılmalıdır.
- c- Sert ağaç döşemelerde (parkelerde) su esaslı parlatma cilası kullanılmalıdır.
- d- Linolyum veya seramik döşeme karoları kullanılmamalıdır.
- e- Sentetik elyafli halı kullanımı azaltılmalıdır.

- f- Su bazlı boya kullanılmalıdır.
- g- Sert Yüzeyle tavan karosu kullanılmalıdır.
- h- Formaldehit içeren malzemeler yerine katkısız çam yünü ve kaya yünü izolasyon kullanılmalıdır [68].

3.9. Doğrudan Kirleticiler

Tozlar, dumanlar, katı tanecikleri oluşturur, ancak duman çoğu zaman sıvı parçacıklar içermektedir. Sis, mist ve dumanlar; sıvı tanecikler içermektedir. Gazlar ve buharlar; tozlar, rüzgar, volkan, deprem gibi doğal kuvvetler ile veya öğütme, parçalama vb. mekanik işlemlerle ortaya çıkan katı parçacıklardır ve 100µm den büyükse toz olarak kabul edilmezler. Virüsler 0.003 -0.060 µm boyutunda olmakla birlikte çoğu zaman koloniler veya başka taneciklere yapışık halde bulunurlar. Bakterilerin çoğu 0.4-5,0 µm boyutundadır ve genellikle büyük taneciklerle ilişkilidir. Mantar sporları ise 10-30 µm aralığında iken polenler 10-100 µm boyutundadır. Mist sıvıların sprey hale getirilmesiyle oluşur bu taneciklerin üzerine mikroorganizmalar yerleşirse (hapşırıktaki olduğu gibi) önemli bir kirletici sınıf oluştururlar. Sis buharının yoğunlaşması çok daha küçüktür. Eğer sis ve duman birlikte bir karışım oluşturursa buna smog (yanma dumanı) adı verilmektedir. Buharlar ve gazlar ise doğal veya yapay çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkar ve ortamda gaz halinde bulunurlar. Kirleticiler arasında yine son yıllarda giderek önem kazanan bir başka eleman ise radyoaktif kirleticilerdir. Özellikle topraktan yükselen radyoaktif toprak gazına radon gazı adı verilmekte olup bina temelinden iç hacimlere sızar. 0.1 µm'den küçük tanecikler gaz molekülleri benzer bir hareket tarzı gösterirler ve çökmezler. 0.1 - 1 µm arasındaki taneciklerin çökme hızı vardır. Bu tanecikler alveollere yerleşirler, halbuki 8-10 µm'den büyük tanecikler üst solunum yollarında tutulabilmektedirler [68].

İç hacimler de söz konusu olan çeşitli kirletici maddelerin cinsleri, kaynakları, seviyeleri ve iç ve dış çevre konsantrasyonları arasındaki mertebeler aşağıda Tablo 3.12'de verilmiştir. [68].

Tablo 3.12. 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, yoğunlaşan uçucu maddeler	100-500 mg/m ³	> 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 ₂	Yanma, gaz sobaları, şofben, kurutucular, sigara	100-1.000 mg/m ³	> 1	Konutlar, patent alanları
SO ₂	Isıtma sistemleri	20 mg/m ³	< 1	İç hacimlere taşınma
Toplam asılı Parçacıklar	Yanma, toz kalkması, ısıtma	100 mg/m ³	1	Konutlar, ofisler, halka açık yerler
Sülfat	Kibritler gaz sobaları	20 mg/m ³	< 1	İç hacimlere taşınma
Formaldehit	İzolasyon, yapıştırma ürünleri, sunta	0,05-1,00 mg/m ³	> 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

3.9.1. Biyoaerosoller

Biyoaerosoller; havada bulunan ve virüs, bakteri, tek hücreliler, polen ile bunların hücresel ya da hücre kütesindeki bileşenlerinden oluşan, mikrobiyolojik

parçacıklardır. Biyoaerosoller her yerdeki iç ve dış mahal havasında bulunurlar. Geçmişte çürümüş besinlerde bulunan saprophytic mantarlara; bu tür mikroorganizmaların örnekleme ve analitik yöntemlere uygunluğu nedeniyle yoğun bir ilgi gösterilmiştir. Virüsler, rickettsia, chlamdia, prozoa ve bir çok patojenik mantar ve bakteri, bu varlıklar için kültür ve hava örnekleme son derece güç olduğundan çok az bilinir.

3.9.1.1. Kaynakları

Mikroorganizmalar, cansız organik maddelerde ve yeniden dönüşebilen minerallerde bulunan karmaşık molekülleri; karbondioksit, su ve nitrat gibi basit maddelere ayrıştırılır. Bu bileşenler ise daha sonra yeşil bitkiler tarafından özümленir. Bu nedenle, toprakta ve atmosferde saprophytic mantarının bulunması son derece doğal bir oluşumdur. Örnek olarak, genellikle cansız bitkilerde bulunan bir mantar türü olan *colldosporium*'un sporları, iç ortamlara sızma (infiltrasyon) ile giren hava miktarına yada ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemine karışan dış ortam hava miktarına bağlı olarak, iç ortam havasında bulunur. İnsan derisinde yaşayabilen bakteriler ve solunum borusunda parazit üreten virüsler, insanlardan yayılır ve bu nedenle de genel olarak iç ortam havasında bulunur. Normalde mikroorganizmaların iç ortam çevresinde bulunmasına karşılık, çok fazla nem ve besleyicinin bulunduğu iç ortam oyukları; bazı mikrobik maddelerin, iç ortamı mikrobiyolojik açıdan anormal hale getirecek kadar fazla üremesini hızlandırır. Bu nedenle; belirli türden bazı nemlendiriciler, su püskürtme sistemleri ile ıslak gözenekli yüzeyler; mantarlar, bakteri protozoa ve nemotodes'ler için bir toplama ve barınma mahalli olabilmektedir. Havadaki aşırı nem ve su taşmaları mikroorganizmaların iç ortamda aşırı üremelerine neden olabilmektedir. Hava hazırlama cihazlarının çalıştırılmasıyla ortaya çıkan türbülans, barınılan iç ortamdaki bakteri ve mantar derişikliğini arttırmaktadır [18].

3.9.1.2. Sağlık üzerindeki etkileri

İç çevrelerde mikroorganizmaların varlığı, binadan kaynaklanan bazı bulaşıcı ve/veya alerjik hastalıklara neden olabilmektedir. Belirli koşullar altında bazı mikroorganizmalar, pis kokulu ve tahriş edici uçucu kimyasal bileşikler üreterek,

sağlıksız bina sendromu denilen olguyu geliştirirler. Lejyoner hastalığı ve Pontiac ateşi bu iki tür hastalık ile ilgilidir [18].

3.9.2. Lejyoner hastalığı

Lejyoner hastalığı ilk olarak 1976 yılında 21-24 Temmuz tarihleri arasında Amerika da Lejyon toplantısının (58th annual convention of the American Legion) yapıldığı Philadelphia'da The Bellevue Statford Hotel de kalan 4400 üye arasında Pneumonia (Zatürre) salgını ortaya çıkmış, salgına yakalanan 182 vakadan, 147 (%81)'si hastaneye yatırılmış, 29 (%16)'u ölümle sonuçlanmıştır. Otel 1902-1904 tarihleri arasında yapılmış olup, 70 yıllık geçmişe sahip eski bir oteldir. Bu salgının incelenmesi sayesinde; hastalığın bulaşma yolları, prognozu, inkübasyon periyodu ve bakterinin temel özellikleri hakkında geniş bilgiler elde edilmiştir. Yine salgın sayesinde, yapılan retrospektif çalışmalarda 1974, 1975, 1976 yıllarının haziran-temmuz ayları arasında, otelde kalan müşteriler arasında, pneumonia ve grip'e bağlı ölümler olduğu bildirilmektedir. 1947 yılında ateşli akciğer infeksiyonuna yakalanan bir hastanın kanı denek hayvanına inököle edilerek 31 yıl süresince saklanmıştır. Riketsiye benzeri bakteri olarak tanımlanan ajan patojenin *Lpneumophila* olduğu anlaşılmış ve ilk izole edilen *Legionella* bakterisi olarak tanımlanmıştır. İlk tespit edilen Pontiac ateşine bağlı salgını Temmuz 1968 yılında Michigan eyaletinde meydana gelmiş, 144 kişi hastalığa yakalanmış, ölüm vakası görülmemiştir. Avrupa da meydana gelen en büyük salgın Madrid'e yaklaşık 25 km. mesafede bulunan, Alcala da Henares adlı bir İspanyol şehrinde meydana gelmiştir. 11 Eylülde başlayıp, 18 Ekim 1996 tarihinde sona eren salgında etken *L.pneumophila* Tip 1 olup, kaynak çevredeki soğutma kuleleridir. Birçok vaka Pontiac ateşi şeklinde hastalığı geçirirken, 197 kişi pnömoniye yakalanmış, 11 vaka ölümle sonuçlanmıştır. Pnömoniye yakalananların 2/3'ü 60 yaş ve üzerinde olup, yaş ortalaması 68'dir. Vakaların 2/3'ü erkektir. 1985 yılında İngiltere de bir hastanede (Statford General Hospital) salgın meydana gelmiş, hastane kaynaklı pnömiye yakalanan 68 vakanın 22'si ölümle sonuçlanmıştır [69].

3.9.2.1. Ekolojik özellikleri

L.pneumophila, doğal olarak çevresel su ve su kaynaklarında düşük kontrosyonlarda bulunmasına karşın, insan yapımı sistemlerde (soğutma kuleleri, Su dağıtım sistemleri ve depolarında) daha yoğun bulunurlar. Klora dirençli, aside zayıf dirençli, solunum sisteminde kolay üreyen bir bakteridir. L.pneumophila, geniş fiziksel yelpaze içerisinde, su örneklerinde yılarca canlı kalabilen bir bakteridir. Çevresel ortamda üç şekilde bulunurlar. 1- Su içerisinde serbest halde, 2- Mavi-yeşil alglerde, amip ve kamcılı protozoonlarda, 3- Biyofilm içerisinde yaşarlar [69].

3.9.2.2. Legionella bakterisinin yaşama koşullarını etkileyen faktörler

- 1- **Sıcaklık:** 0-20 °C'de üremesi durur. 20-25 °C'de üremesi önemsiz derecededir. 25-42 °C'de üreme için en uygun sıcaklık aralığıdır. 37°C uygun ortamda 2 saat içerisinde 2 katına çıkar, 48 saat içindede sayısal olarak ileri derecede çoğalarak tehdit edici boyuta ulaşır. 43-50 °C'de üremesi durur. 50 °C'de birkaç saat yaşayabilir. 60 °C'de birkaç dakika yaşayabilirler, 70°C 'de teorik olarak yaşam şansı sıfıra yakındır. (Ancak ortamdaki korozyon ve sistemin projelendirilmesi sonucu % 100 etkinlik kolaylıkla sağlanamaz, % 99,999 etkinlik bile yeterli sayılmamalıdır) [69].
- 2- **pH Değeri:** 6.9 pH en uygun değerdir.
- 3- **Demir oksit:** Büyüme ve çoğalmayı hızlandırır.
- 4- **Hijyen (Nutrientler):** Kirler ve birikintiler kuluçka için uygun ortam oluşturulur.

3.9.2.3. Lejyoner hastalığının oluşumunda çevresel risk faktörleri

1- Lejyoner Hastalığının oluşabilmesi için Legionella bakterisi ile kirlenmiş suyun aerosol halinde solunması gerekir. Böylece mikrop akciğere ulaşarak hastalığı oluşturabilir. Solunabilen aerosol de (Pülverize haldeki su ile hava karışımında) su tanecik büyüklükleri 1 ila 5 mikron çap aralığındadır. Tanecik çapı küçüldükçe tehlike riski artar, çünkü 5 mikron altındaki su zerrecikleri akciğerin en derin noktalarına kadar geçebilir ve bunlar tekrar kolayca dışarı atılamaz. Öte yandan

küçük tanecikler hava akımları ile çok uzak mesafelere taşınabilir. (Soğutma kulelerinde 3 km mesafelere kadar)

2- Hastalık riski solunan mikrop sayısı ile orantılıdır. Solunan aerosol ne kadar yoğun bir biçimde legionella bakterisi ile kirlenmişse ve bu aerosol ne kadar yoğun ise, aynı oranda hastalığa yakalanma riski vardır.

3- Temas süresi, duş yaparken temas süresi dakikalar mertebesindedir. Halbuki terapi havuzlarında veya jakuzide bu süre daha uzundur. Örneğin bir soğutma kulesinden kaynaklanarak kirlenmiş bir binada ise her gün 8-10 saat temas süresi söz konusudur.

3.9.2.4. Hastalığın tespit edildiği yerler

Soğutma kulelerinin ve klima cihazlarının suyunda, fancoil ve split klimalarda, sıcak ve soğuksu sistemlerinde; su tanklarında, duş başlıkları ve sıcak su musluklarında, bahçe sulamalarda kullanılan springler ile yangın söndürme sistemlerinde kullanılan springler de bulunduğu saptanmıştır. Nemlendiricilerde (özellikle sulu tip), terapi havuzları ve jakuzilerde, termal banyolar, çamurlar, kaplıcalardan, derelerden ufak göllerden ve bunların kıyılarındaki toprak içerisinde bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca oda nemlendiricilerinde, L. Pneumophila içeren aerosollerini yaydığı saptanmıştır. Mekanik solunum cihazlarında kullanılan araç ve gereçlerin solunum yolu içindeki tüplerin, Lejyoner mikrobu ile kirli sularla yıkanması sonucunda fazla sayıda hastane enfeksiyonu olgusu bildirilmiştir [69].

3.9.3. Asbestler

Asbest, fiber demetlerinde ortaya çıkan, yüksek gerilme dayanımı ve yanma direncine sahip bir grup doğal silikatın genel adıdır. Doğada, yalnızca chrysotile içeren serpentine ile amositte, crocidolite, tremolite ve actinolite içeren amphibole olarak iki temel biçimde bulunurlar. İnsanlar bu maddelere, üretim (çıkarma ve tasfiye), işleme (yalıtım ve fren malzemesi vb.), inşaat ve yıkım işlerinde olmak üzere dört yerde maruz kalmaktadır [18].

3.9.3.1. Sağlık üzerine etkileri

Asbestin sağlık üzerinde etkileri çok iyi bilinmektedir. Alınan doz miktarına bağlılık özelliği gösterir, örnek olarak yoğun miktarlara daha uzun süre maruz kalınması, hastalık olasılığını artırır [18].

Asbestosis:

Asbestosis hastalığı, akciğerler dokusunda kronik bir rahatsızlığa neden olmakta, akciğer yaralarına ve son aşamada, akciğer zarından yeterli oksijen geçmemesi nedeniyle de solunum güçlüklerine yol açmaktadır. Bu hastalık yalnızca belirtilen açılardan güçsüzlük yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda akciğer kanseri oranını da artırıcı bir etken olmaktadır. Asbeste maruz kalınması son yıllarda önemli ölçüde azaltıldığından, gelişmiş ülkelerde buna bağlı hastalıklara nadiren rastlanmaktadır [18]

Akciğer kanseri:

Akciğer kanseri kronik, ilerleme gösteren, genellikle tedavisi olmayan bir hastalık olup, hastalığa yakalananların %13'ünden daha azı 5 yıl yaşayabilmektedir. % 85 oranında sigaraya bağlanan hastalıkta, bundan başka birçok risk faktörü belirlenmiştir. Asbestle ilgili işlerde ve işyerlerinde çalışanlarda görülen kanser olayları yüksek oranda asbeste bağlanmaktadır. Genellikle kontrolsüz biçimde asbeste maruz kalınan endüstri ve ticari işletmelerinde, akciğer kanseri oranı, genel halk ortalamasından % 50 değerinde bir artış görülmektedir. Uygun koruma önlemleri alındığında, hastalıkta bir artış gözlenmemiştir [18].

Mesothelioma:

Asbeste maruz kalmak nadir görülen bir akciğer zarı tümörüne ve mesothelioma olarak bilinen peritoneum'a neden olmaktadır. Asbeste maruz kalanlarda nöbetle biçiminde seyreden bir hastalık olup, hastalık görüldüğünde, bu hastalığa yol açan miktar ve süre karakteristikleri hemen hemen kesinlikle bellidir. Aynı gruptaki diğer insanlar da aynı risk altındadırlar. Hastalık ilerleme gösteren türden olup, bir yıl içerisinde ölüme sonuçlanır. Değişik asbest türlerinin hastalığa neden olma

olasılıkları üzerinde çelişkili görüşler vardır. Bazı araştırmacılar amphiboles ile karışık olmayan chrysotile'in mesothelioma nedeni olmadığını belirlemişlerdir [18].

Diğer hastalıklar:

Gırtlak kanseri, mide ve bağırsak sistemi kanserleri (yemek borusu, mide, bağırsak ve makat) gibi diğer hastalıklarında asbest ile ilişkisi bulunmuştur. Diğer hastalıkların asbestle ilişkisi, her birinin taşıdığı ve asbestle ilişkili olmayan diğer risk faktörleri açık seçik belirlenmediğinden, çok kesin biçimde ortaya konmuş değildir [18].

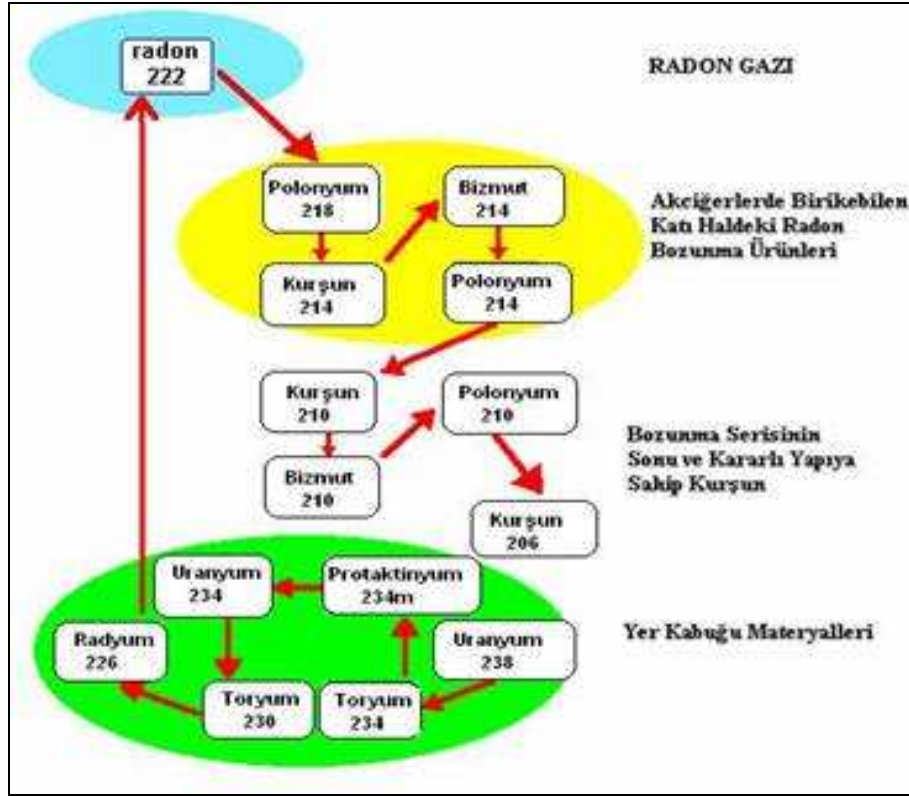
3.9.3.2. Standartlar

ABD'de asbest kullanımı, federal kurumlar tarafından yönetmeliklerle sıkı bir kontrol altındadır. OSHA'nın, iş yerlerini kontrol etme ile genel endüstri ve inşaat işlerinde toplam izin verilebilir miktarları belirleme yetkisi vardır. Çevresel koruma Kurumu (EPA) okul ve konut çevrelerinde asbest kullanımını ve miktarını düzenlemektedir. Bu konuda güvenli işleme ve etkilerini azaltma/giderme konusunda bir doküman da dahil olmak üzere kullanım rehber kitapları bulunmaktadır [18].

3.9.4. Radon ve diğer toprak gazları

Uranyum 238, toryum 232 serileri ve potasyum, 40 milyonlarca yıl yarı ömürleri ile yaşadığımız topraklarda, içtiğimiz sularda soluduğumuz havada bulunmakta, içten ve dıştan radyasyonlara maruz kalmamıza neden olmaktadır. Şekil 3.6'da [60] gösterildiği gibi radon, uranyum serisi elemanlarından olan Ra-226'nın bozunması ile oluşur. ^{226}Ra , 1600 yıl yarı ömrüyle bir radon üretici görevini görür. Bozunma serisinde bulunan ^{210}Pb ise uzun yarı ömrüyle bu zinciri etkin bir şekilde korur. Yarı ömrü 3.8 gün olan radon, kimyaca pasif reaktif bir asal gaz olmasına rağmen radonun bozunması ile ortaya çıkan alfa ve beta yayınlayan, kısa yarı ömürlü bozunma ürünleri ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi ve ^{214}Po kimyaca aktif katı elementlerdir. Radon gazı bozunduğu zaman oluşan ^{218}Po atomları, iyonize halde, hava içindeki herhangi bir parçacığa yapışma eğilimindedir. ^{214}Pb , ^{214}Bi ve ^{214}Po atomlarının pek çoğu oluştuklarında bir parçacığa yapışmış haldedirler. Dış radyasyon tehlikesi

oluşturmayan radonun uzun süre solunması ve yutulması, önemli sağlık riski oluşturabilmektedir. Radonun bozunma ürünlerinin, genellikle akciğer mukozosuna yerleşerek akciğer kanseri riskini arttırdığı bilinmektedir [60].



Şekil 3.6. U-238'in bozunma şeması

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 [60].

3.9.4.1. Bina içi radon kaynakları

Toprak ve kayalardan gelen radon:

Konuta giren radonun asıl kaynağı, binanın inşa edildiği arazide bulunan toprak ve kayalardır. Radon uranyumun mevcut olduğu tüm kayalardan ve topraktan gelmekte olup gaz olması nedeniyle bulunduğu ortamın boşluklarından ilerleyerek atmosfere kaçma eğilimi göstermektedir. Aşağıda tablo 3.13’de toprak ve kaya çeşitlerinin tipik radyoaktivite konsantrasyonları verilmektedir. Florida’nın fosfat kayaları (120 ppm) ticari uranyum kaynağı olarak kullanılmaktadır [60].

Tablo 3.13. Çeşitli kayalardaki ortalama uranyum konsantrasyonu

Kaya Tipleri	Uranyum Konsantrasyonu (ppm)
Volkanik kayalar	3.0
Fosfat kayaları (Florida)	120.0
Fosfat kayaları(Kuzey Afrika)	20-30
Granit	4.0
Kireçtaşı	1.3
Tortul kayalar	1.2

İnşaat malzemelerinden gelen radon:

İnşaat malzemeleri, ev içlerinde bir radyasyon kaynağı gibi davranırlar. İnşaat malzemelerinde doğal olarak bulunan ^{226}Ra ’un varlığı, bina içlerinde gama radyasyon dozlarının ve radon konsantrasyonunun artmasının en büyük nedenidir. Özellikle fosfat kayaların, inşaat malzemesi olarak kullanılması, gama radyasyon dozlarını artırmaktadır. Ev içi ışınmalar, dış havadaki ışınmalar ile karşılaştırıldığında inşaat malzemelerinin etkisinin doz oranını % 40 -% 50 arttırdığı görülmüştür. Aşağıda Tablo 3.14’de bazı inşaat malzemeleri için radyum konsantrasyonları ve radon çıkış hızları verilmektedir Beton ve tuğla en yaygın kullanılan inşaat malzemesidir. Betondaki ^{226}Ra konsantrasyonu, tuğlaya göre daha az, ^{222}Rn çıkış oranı ise betonda tuğladan daha yüksektir [60].

Tablo 3.14. İnşaat malzemeleri içinde ^{226}Ra ve ^{222}Rn değerleri

İnşaat Malzemesi	^{226}Ra konsantrasyonu (Bq kg^{-1})	^{222}Rn çıkış oranı ($\mu\text{Bqkg}^{-1}\text{sn}^{-1}$)
Tahta	-	0.2
Beton	9-32	2.5-20
Tuğla	45	1.0
Alçı taşı	12	6.3
Fosfattan elde edilen alçı taşı	580-740	0.13-0.20
Çimento	50	1.0
Kum	10	3.0

Sudan gelen radon:

Sudan gelen radonun miktarı, sudaki miktarına bağlıdır. Suyun sıcaklığı arttıkça, ortama verilen radon miktarı da artar. Suda ölçülen radon, sadece suyun içerisinde bulunan radyumdan kaynaklanmamakta, aynı zamanda suyun geçtiği yerlerdeki toprak ve kayalarda radyumdan da ileri gelmektedir. Evlerdeki alışkanlıklar ve uygulamalar; duş ve bulaşık makinesi gibi suyun püskürtülmesi veya çalkalanması büyük miktar radonun salınmasına neden olur. Sudaki radon seviyesi, ev içi radon seviyesini önemli derecede etkileyebilecek kadar yüksektir. Bazı bölgelerde evlere ulaşan sular özel kuyulardan gelir. Yer altı sularındaki radon konsantrasyonu, yüzeysel sulardan daha yüksektir. İnşaat malzemesinden gelen ışınlamalara, yüzeysel sulardan katkı % 0.2, yer altı sularından ise % 20'dir. Ev içi havasına musluk suyundan radon transferi çalışmalarında bir günde kişi başına ortalama 0.2-0.4 m³ su kullanıldığı varsayılarak, bu miktarın transfer veriminin 0.5 -0.6 olduğu rapor edilmiştir [60].

Doğalgazdan gelen radon:

Doğalgazın önemli bir ev içi radon kaynağı olduğu bilinmektedir. Doğalgazın üretim kuyularındaki radon konsantrasyonu, detekte edilmeyen seviyelerden, 50 kBqm⁻³ seviyesine kadar değişik değerler göstermektedir. Doğalgazın endüstriyel işlemleri, saflaştırma ve hidrokarbonlardan ayrıştırma işlemlerini içerir. Bu hidrokarbonların bazıları yakıt olarak kullanılırken, bazıları sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) olarak, basınç altında şişelenerek satılmaktadır. Doğalgaz evlerde ısıtma ve yemek pişirmede kullanıldığında radon gazı ortaya çıkarak ev içi radon konsantrasyon seviyesini artırır. Yanma ürünleri havalandırmayla dışarı atılırsa, radon kaynağı ihmal edilir [60].

3.9.4.2. Radon ölçüm yöntemleri

Radon ve ürünlerini ölçmek için iki temel yöntem geliştirilmiştir. Aktif ölçüm yöntemi ve pasif ölçüm yöntemi'dir. Aktif ölçüm yöntemi, elektronik sistemler, pompalar, güç kaynakları gibi cihazlar gerektirir. Aktif sistemde iyon odaları, sintilasyon hücreleri veya spektroskopik sayım cihazları kullanılır. Pasif ölçüm yöntemlerinde termoluminesans detektörler ($\text{CaSO}_4 : \text{Dy}$ veya LİF gibi), veya katı hal nükleer iz detektörleri; selülöz nitrat (LR-115) veya allil diglikol karbonat (CR-39) kullanılır. Pasif alfa detektörü kullanılarak yapılan radon dozimetreleri üç farklı yolla oluşturulabilir: 1. Dedektör önünde bulunan bir filtre üzerinde radon ürünlerinin toplandığı gaz akışlı aktif cihazlar, 2. Gaz akışı olamayan ağız kapaklı odacıklar; radon oda içine difüzlenerak, oda hacmi içinde ürünlerini de oluşturarak, radon ve ürünlerinden gelen alfa parçacık izlerini bu odacık içine yerleştirilmiş bir alfa detektörü üzerinde bırakır, 3. Açık bir radon üzerinde, havadaki radon ve ürünlerinden gelen alfa parçacıklarının kaydedildiği pasif aygıtlar [60].

3.9.4.3. Radonun sağlık üzerine etkileri

Radon'un radyoaktif bozunmasıyla, polonyum, bizmut ve kurşun gibi bir dizi radyoaktif izotoplar ortaya çıkar. Ana madde olan radon'un aksine bu ürünler inert olmayıp, aktif maddeler olup, toz parçacıkları ve diğer yüzeylere ve solunum sırasında akciğerin solunum yollarına yapışabilirler. Bu ürünlerden ikisi akciğer zarından geçerken kansere neden olabilen alfa ışınımı yaymaktadırlar. Böylece radon'la ilgili sağlık etkileri, daha çok radon'un bozunma ürünleri miktarına bağlı olup, risk düzeyinin de tamamen toplam miktara bağlı olduğu varsayılmaktadır. Uranyum ve diğer yeraltı mineralleri hakkında sağlıkla ilgili temel bilgiler edinmek amacıyla yapılan araştırmalar, sağlık risklerinin radon nedeniyle olduğunu göstermiştir. Bu araştırmalar, radon ürünleri ile sigara içme arasında sinerjik etkileri de ortaya koymuştur. Her ikisi de aynı miktarlar da radon ürünlerine maruz kalan iki kişiden sigara içenin akciğer kanserine yakalanma riski, sigara içmeyene oranla çok daha yüksektir. Epidemiyolojik çalışmalar, uranyum madencilerinin en yüksek kanser riskine maruz meslek grubu olduğunu ortaya çıkarmıştır. Uluslar arası Radyasyon Korunması Komitesi (ICRP) radona maruz kalmayı sınırlandırarak limit değerler tavsiye etmiş ve yıllık doz için bir eylem seviyesi tespit edilmiştir. Eylem

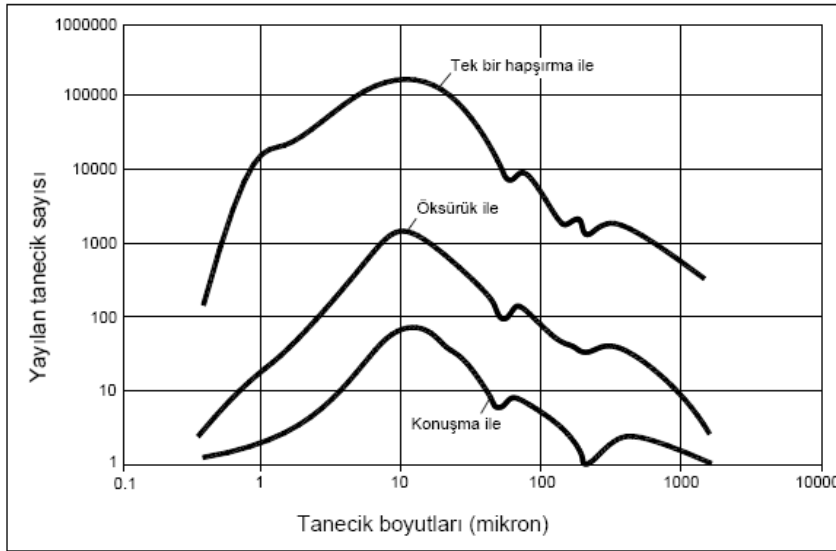
seviyesinin 3-10 mSv arasında sınırlandırılması tavsiye edilmiştir. Bu doz değerlerine karşılık gelen radon konsantrasyonu evler için 200-600 Bqm⁻³, iş yerlerinde ise 500-1500 Bqm⁻³ arasında olacak şekilde bir değer tespit edilmesi önerilmiştir Radonun asıl kaynağının uranyum olması nedeni radon konsantrasyonu yerkabuğu üzerinde bölgeden bölgeye değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle radon konsantrasyonundan izin verilen limit değerlerde ülkeler arasında değişiklikler gösterilmektedir. İngiltere’de bu değer 200 Bqm⁻³, Avrupa ülkelerinde 400 Bqm⁻³ yeni inşa edilecek binalarda 200 Bqm⁻³, Kanada da ise 800 Bqm⁻³ olarak kabul edilmiştir [60]. Türkiye de ise bu değer radyasyon güvenliğinde 400 Bqm⁻³ olarak belirlenmiştir [70].

3.9.4.4. Kontroller

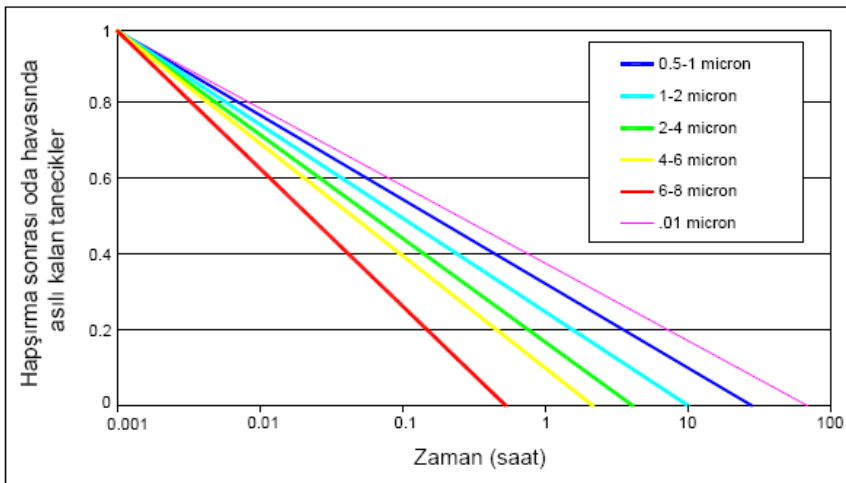
İç ortamlarda; (1) girişi engellenerek; (2) girdikten sonra atılarak veya derişikliği düşürülerek, radon ve bunun bozunma ürünlerinden korunabilinir. İlk yaklaşım, özellikle geniş bir bakım ve enerji kullanımı gerektirmediğinden en uygun yöntemdir. Fakat, en etkili olanları, binaya radon gazı girişini sınırlayan önlemlerdir. En çok kullanılan tekniklerden birisi; bina alt yapısındaki basıncı düşürmek, böylece toprakla, bina alt yapısı arasındaki havanın bina içine değil, dışarı doğru akmasını sağlamaktır. Bodrum katın basınçlandırılması gibi bazı teknikler sınırlı bir başarıyla uygulanmışlardır. Binadaki açıklıkların sızdırmaz bir biçimde kapatılması da çok denenmiş bir yöntem ise de binanın bazı açıklıklarına ulaşamadığı ve zaman içerisinde yeni çatlak ve açılmalar olduğundan, bu yöntemin tam etkili bir önlem olduğu söylenemez. Hava fırınları ve ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri, yapıların basınç düşümüne katkıda bulunduğu ve dönüş kanallarının yeri ve sızdırmazlığı, özellikle yeni inşaatlarda önemlidir. Konut inşa edilecek alanların radon haritası çıkarılmalıdır. Yapı malzemelerinin radyoaktifite analizleri ve doz değerlendirmeleri yapılmalı, tavsiye edilen radyoaktivite düzeylerinin üzerinde olan malzemeler bina yapımında kullanılmamalıdır. Binaların özellikle bodrum katlarının toprakla izolasyonu iyi yapılmalı, bodrum katların ve zemin katların tabanına şap, beton vb. dökülmeli, toprakla temas eden yüzeyler sızıntıya imkan vermeyecek şekilde izole edilmelidir. Havalandırmanın daha az yapıldığı kış aylarında, radon konsantrasyonu yaz aylarına göre daha yüksektir. Bu nedenle evlerde iyi bir havalandırma yapılmalıdır [60].

3.9.5. Diğer hava kirleticiler

Solunum yolu hastalıklarının çoğu, hastalığa yakalanan insanların öksürme ve hapşirmalarına neden olduklarından, bu yolla havaya çok geniş miktarda bioaerosol yayılır. Şekil 3.7’de tek bir hapşırma sırasında nasıl yüz binlerce taneciğin havaya yayılabileceği gösterilmiştir [8]. Şekil 3.8’de görüldüğü gibi bir hapşırma sonrasında havada bulunan bioaerosol çaplarına bağlı olarak 4-8 μm arasındakiler 1 saat içinde öldükleri gibi 0,01 μm büyüklüğünde olanlar günlerce havada asılı kalabilmektedirler [8].

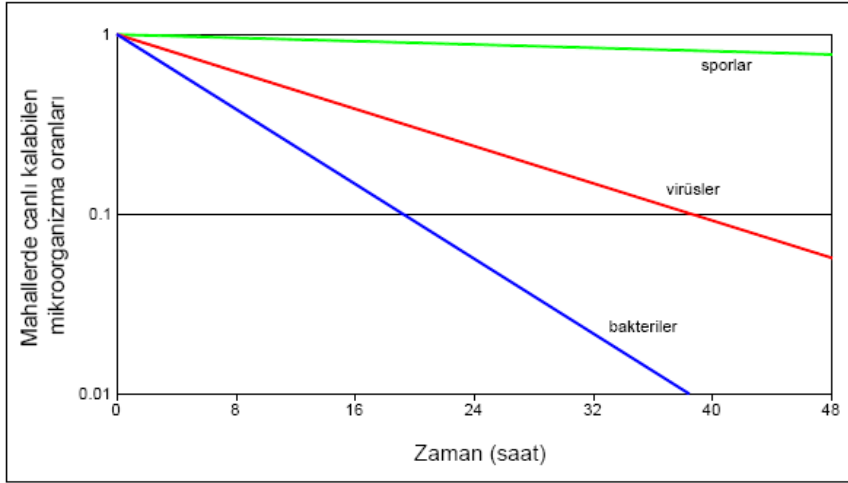


Şekil 3.7. Efekte olmuş bir kişi tarafından etrafa yayılan taneciklerin sayısal ve boyutsal dağılımı



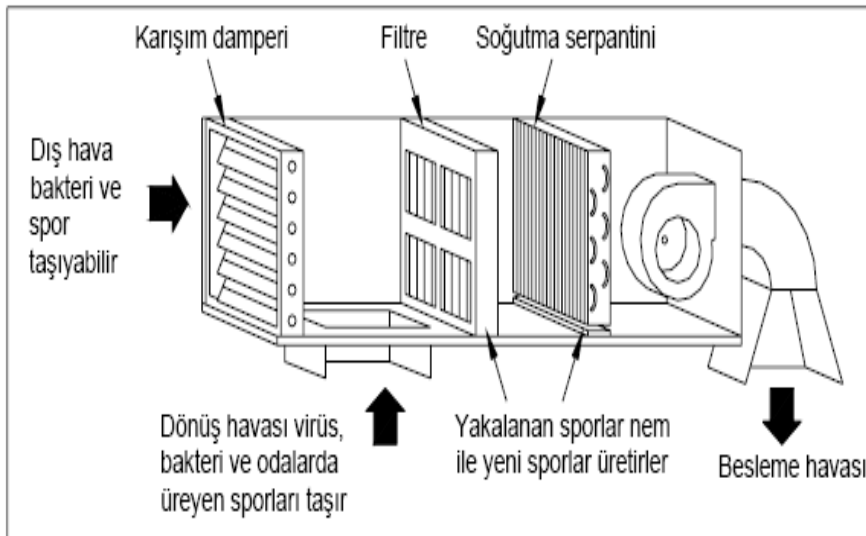
Şekil 3.8. Bir hapşırma sonrasında havada asılı kalan tanecik dağılımı

Şekil 3.9’de güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları verilmiştir [8]. Enteresan olan husus bakterilerin havadan ayrılma oranlarının virüslere nazaran daha çabuk gerçekleşmesidir, çünkü bunlar yaşamak için neme virüslerden daha çok ihtiyaç duymaktadırlar [8].



Şekil 3.9. Güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları

Amerika ve Avrupa'da yapı işlerinde yapılan araştırmaların sonuçları incelendiğinde iç hava kalitesine tesir eden kirleticilerin hemen hemen yarısı mahal içindeki insanlar, yapı ve dekorasyon malzemeleri, halılar ve yalıtım malzemelerinden kaynaklanıyorsa diğer yarısı da klima santralı ve dağıtım sisteminden geldiği tespit edilmiştir [8].



Şekil 3.10. Tipik bir klima santralında mikrobiyolojik kirlenme kaynakları ve yolları

Şekil 3.10'da tipik bir klima santralinde mikrobiyolojik kirlenme kaynakları ve yolları gösterilmiştir [31]. Bulaşıcı virüs ve bakteriler çoğunlukla tamamen insanlardan kaynaklanmakta ve sadece dönüş havası içinde bulunmaktadır. Dış hava ile dış çevreden gelen bakteriler ve sporlar içeriye girebilirler. Ancak iç ortamlarda mikroorganizma üremesi halinde dönüş havasında dış havadan çok daha yüksek seviyede mikroorganizma bulunabilir. Dış çevreden gelen bakteriler sağlıklı insanlar için hemen hemen hiç hastalık tehlikesi oluşturmayıp, ancak hastalığa yol açan mantarlar için gelişme kaynağı teşkil edebilirler. Klima santralında en kritik elemanlar soğutma serpantini ve onun yoğuşma tavası, filtreler, fan, kayışlar ve gresle yağlanan rulmanlardır. Nemli ortamlarda üreyen sporlar daha sonra çoğalarak yayılırlar. Filtreler sporları tutarlar ancak filtre elemanlarının nemli olması halinde buralarda aşırı spor üremesinden dolayı sporlar tekrar havaya karışırlar [31].

3.10. İç Hava Kalitesi Parametreleri

3.10.1. İç sıcaklık ve bağıl nem

İnsanların çalışma verimlerini buldukları ortamın sıcaklığı büyük oranda etkilemektedir. Çalışma ortamının ısı şartları, insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını etkilemektedir. İnsan bulunduğu ortamın sıcaklığı nedeniyle hasta oluyorsa ya işe gidemeyecek işi tamamen aksayacak ya da işte bulunduğu ortamda daha verimsiz çalışacaktır. Çalışma verimi sıcaklıkla direkt bağlantılıdır. Ortam sıcaklığı işyerlerinde iş kazalarını bile etkilediği kaydedilmektedir. Yaz şartlarında iç hava sıcaklığı daha çok dış sıcaklığa göre seçilmesine rağmen, kış aylarında iç ortam tasarım sıcaklığı ortamın kullanım amacı ve tipine göre belirlenmektedir. Isıtma sistemleri projelerinde mahal tipine göre bu sıcaklık değeri değişmektedir. ASHRAE, konutlarda oturma odası için iç hava sıcaklığı (salon) 22 °C, banyolar için 26 °C belirlenmiştir. Diğer taraftan toplantı salonları için iç hava sıcaklığı 20 °C, okullarda ise (derslik ortamları için) 22 °C uygun olduğunda tespit edilmiştir. İç ortamdaki nem miktarı ısı konforu belirleyen diğer faktördür. Normalin üzerindeki nemli ve sıcak hava, sıkıntı veren havadır. Düşük nemde ise burun ve ağızda kuruluk olur ve vücut hızla su kaybettiğinden, sık sık su içme ihtiyacı hisseder. İç ortamın nemi, genelde

bağıl nem (BN) ile ifade edilir, İç ortam bağıl nem kış mevsiminde ise %30 ile %70 arasında bir bağıl nem ,normal bir iç ortam sıcaklığı için konfor hissi verebilmektedir [71].

Nem veya bağıl nemin çalışılan yerlerde kontrolü önemlidir. Nem kirin varlığı mantarlara ve biyolojik küflerin oluşmasına neden olur. Bağıl nem düzeyinin çok yüksek olması, sağlıksız biyolojik kirlenmelerin üremesine ve yayılmasına katkıda bulunur. Böylelikle ortamda bulunan malzemeler özelliğini yitirir. Nem düzeyleri çok düşük olduğunda da sinüs rahatsızlıkları, göz kurumaları ve mukoza zarında bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Yaz aylarında sıcak ve nemli olan hava evlere girer, buda ev içlerinde küflerin oluşmasına, ortamın kötü kokmasına neden olur. Bu problemi gidermek amacıyla ortama hava kurutucular konur. Kışın ise kapalı ortamdaki soğuk hava ısıtılır, ısıtılan havanın sıcaklığı artmakla birlikte bağıl nem de % 40, hatta daha düşük seviyelere inmiş olur. Kuru ortamlarda bulunanlarda ise statik elektrik şokları, deri kurumaları, sinüs ağrıları ve hatta burun kanamaları görülebilir. Bu nedenle böyle ortamlara da ortamın bağıl nemini arttıran nemlendiriciler kurulur [1].

3.10.1.1. İnsan vücudu sıcaklık fizyolojisi

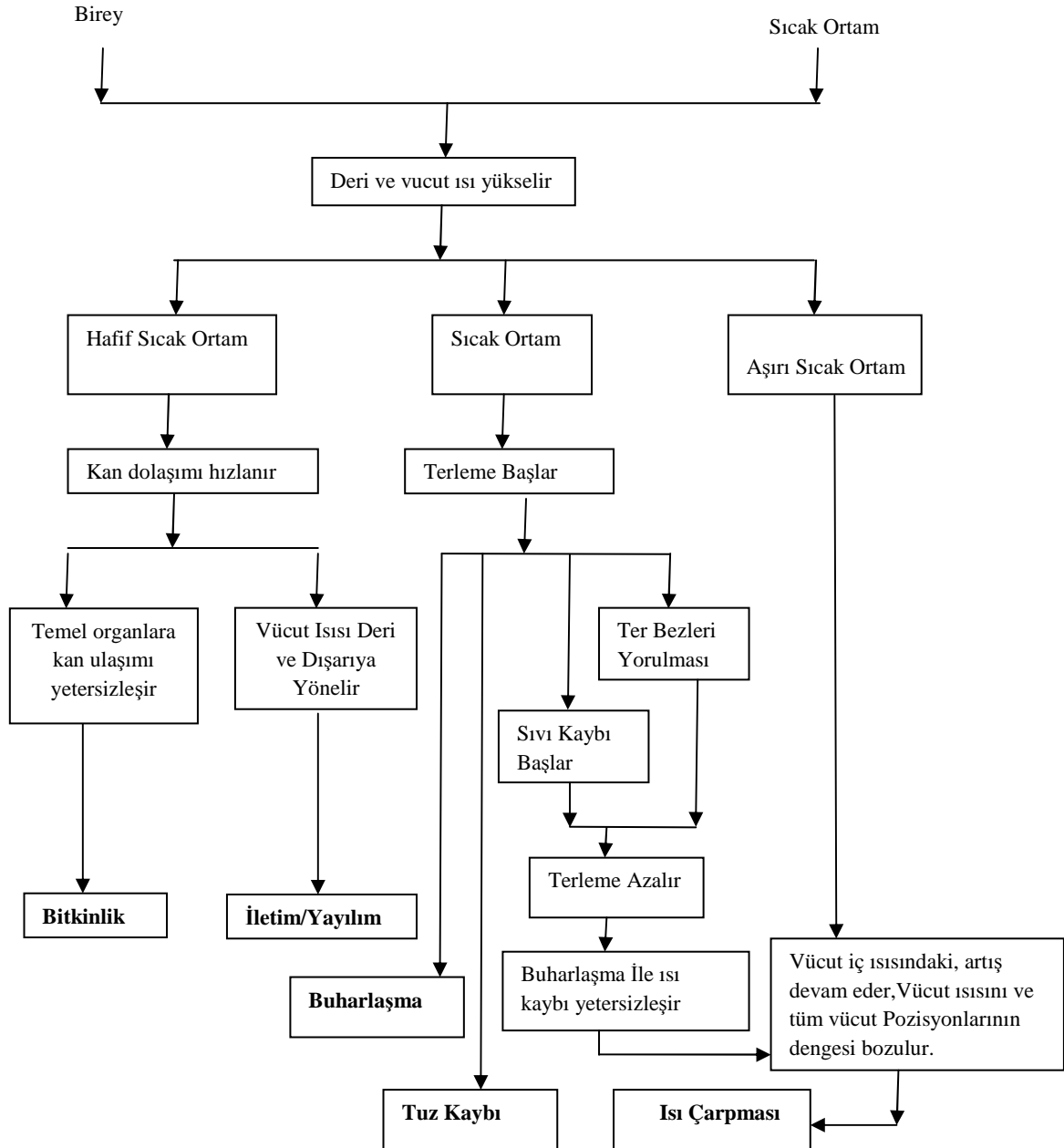
Vücut sıcaklığı insan için çok önemlidir. Vücut sıcaklığının düzenlenmesine termo regülasyon denilmektedir. Normal iklim bölgelerinde vücut sıcaklığı 37 °C de kendisini korur. İnsanda vücut iç sıcaklığı 39.5 °C üzerine çıkması önemli işlevsel hasarlara neden olabilirken. 42 °C üzerine çıkması ölümcül kabul edilir. Kabul edilecek alt sınır 35.5 °C iken 33 °C kardiyak işlevselerde bozulmaya yol açar ve 25 °C' nin altı ise yine ölümcüldür. Metabolik ısının temel kaynağı genel de karaciğer, bağırsaklar, beyin, kalp ve kaslardır. Kaslar; sıcaklık için ana kaynaktır. Isı deriden derin dokulara konveksiyonla taşınır. Uyuyan kişi 100 W'lık bir ampulün çıkardığı kadar ısı yayar. İnsan vücut sıcaklığı sabit değildir. Bireyler arasında 36°C ila 38 °C 'lik arasında değişim gösterir [71].

Aşırı sıcaklık uyku hali ve yorgunluğa yol açar. Aşırı soğuk ise dikkatin azalmasına, bedensel ve zihinsel verimin düşmesine neden olur. İnsanın işinde sağlıklı ve verimli olarak çalışabilmesi için vücut sıcaklığının belli sınırlar içinde olması gerekir. Vücut sıcaklığı da büyük ölçüde ortam sıcaklığına bağlı olduğundan ortam sıcaklığının da

belli sınırlar içinde olması gerekir. Sıcak ortamının etkileri yukarıdaki şekil 3.11 ile açıklanabilir [71].

Çalışma ortamı:

Çalışma ortamının sıcaklığının aşırı yüksek ya da düşük olması çalışanların uyumunu, buna bağlı olarak da sağlığını ve verimini etkiler.



Şekil 3.11. Sıcak ortam etkileri

Şekil 3.11 incelendiğinde, yüksek sıcaklık nedeniyle ortaya çıkabilecek başlıca rahatsızlıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir [71].

- 1- Vücut ısısı dengesi bozularak vücut sıcaklığının 41 °C'ye kadar yükselmesi sonucu oluşan ısı çarpması,
- 2- Aşırı yüklenme sonucu, tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesi şeklinde ortaya çıkan ısı yorgunluğu,
- 3- Vücut direncinin düşmesi,
- 4- Aşırı terleme ve tuz kaybı nedeniyle oluşan ısı krampları,
- 5- Çalışma veriminin düşmesi,
- 6- Kaşıntıya yol açan kırmızı lekelerin oluşması,
- 7- Moral bozukluğu,
- 8- Aşırı duyarlılık ve endişe,
- 9- Konsantrasyon bozuklukları,

Çalışma ortamları, çalışanların büyük çoğunluğunun, sıcaklık, radyant, ısı, nem ve hava akımı gibi iklim koşulları açısından, gerek bedensel gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken, belirli bir rahatlık içinde olmalarını sağlayacak nitelikte olmalıdır. Çalışma ortamını etkileyen faktörlerden en önemlileri, ortam sıcaklığı, ortamdaki nem düzeyi, hava akımı, radyant ısı, kişinin giyinme ve metabolizma düzeyleridir. Sıcaklık arttıkça; insanların enerji tüketimleri ve yapabildikleri iş azalmaktadır. Yüksek sıcaklıklar da terleme nedeniyle insanlar da elektrolit yetersizliği gibi sorunlar da çıkabilmektedir [72].

Yapılan bir çalışmada hastalık riski için iç ortam sıcaklığı 20- 21⁰C üzerine çıkınca artmaktadır. Bu sıcaklığın üzerine her 1⁰C'lik artış, hastalık riskini % 10-20 arttırmaktadır. Sıcaklığın artması algılanan iç hava kalitesini de düşürmektedir. İç ortamdaki sıcaklığın artması performansı da direk etkilemektedir. İç sıcaklığın 20⁰C'den 24⁰C'ye çıkması halinde, daktilo ile yazma hızı olarak ölçülen çalışma performansı % 18 - 49 arasında azalmaktadır [8].

Bu nedenle adalet binalarında çalışan kamu görevlilerinin tamamı bilgisayar başında işlemler yaptığı göz önünde bulundurulduğunda, iç ortam sıcaklığın önemi ve insan performansına etkisi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

ABD’de adalet binalarında bulunan mahkeme salonlarında insan bulunurken iç hava sıcaklığı 22 - 25 °C’de, bağıl nem % 30-50 arasında, minimum hava değişiminin ise saat de 6 kez ve iç ortamda pozitif bir basınç uygulaması yapılmaktadır [73].

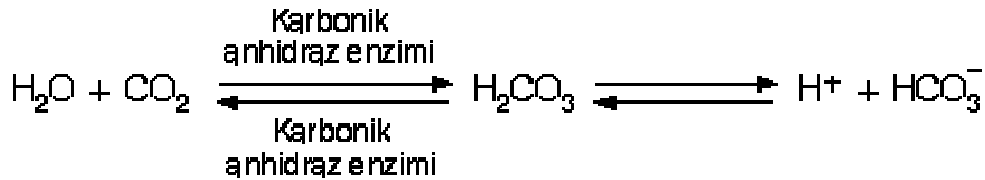
3.10.2. Karbondioksit (CO₂)

3.10.2.1. CO₂’in iç hava kalitesine ve insan sağlığına etkisi

İnsanda karbondioksitin taşınması:

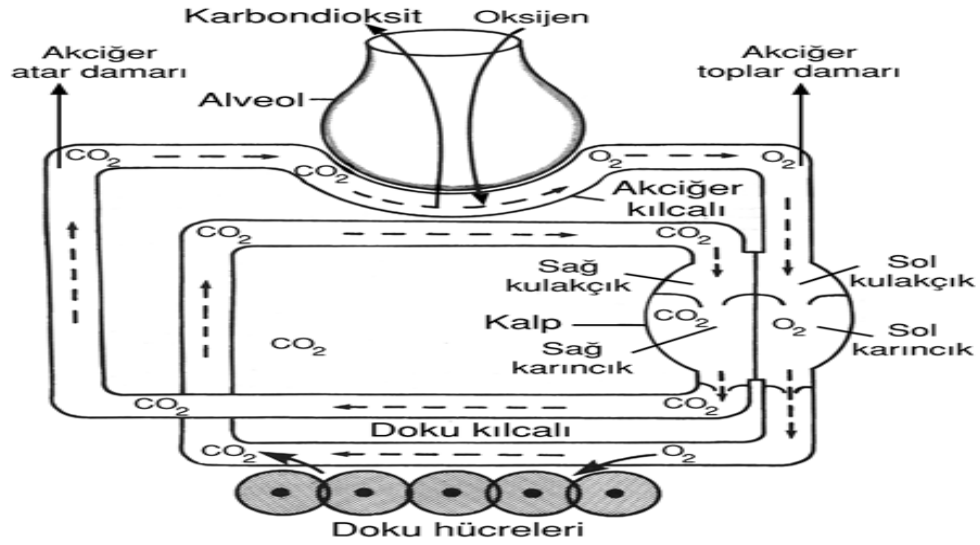
Hücrelerde oluşan CO₂, doku sıvısına geçip difüzyonla kılcal damarlara geçer. Normal olarak CO₂ kanda çok az erir (çözünür) ve az bir kısmı kan plazması ile taşınır. Büyük bir kısmı ise alyuvarlara girer. Alyuvarlarda karbonik anhidraz enziminin katalizlemesi sonucu CO₂ su birleşerek karbonik asiti oluşturur.

Karbonik asit (H₂CO₃) iyonlaşarak H⁺ ve HCO₃⁻ (bikarbonat) iyonu meydana getirir. H⁺ iyonu alyuvarlarda hemoglobinle birleşir. HCO₃ iyonları ise plazmada taşınarak akciğer kılcallarını getirilir.



Akciğer kılcallarında HCO₃⁻ iyonları tekrar alyuvarlara girerek H⁺ iyonları ile birleşir ve H₂CO₃ (karbonik asit) oluşturur. Yine karbonik anhidraz enziminin etkisiyle karbonik asit, H₂O ve CO₂’e ayrışır. Böylece serbest kalan CO₂ difüzyonla önce plazmaya, oradan da akciğer alveollerine geçer ve soluk verme ile dışarı atılır [74].

Şekil 3.12'de kanda oksijen ve karbondioksitin taşınması görülmektedir [74].



Şekil 3.12. Kanda O_2 ve CO_2 'nin taşınması

İnsanlar metabolik oranları ile oransal olarak CO_2 üretirler. CO_2 nicelik olarak insanlardan yayılan en önemli kirlilik kaynağıdır. Düşük konsantrasyonlar da tipik olarak iç mahallerde ortaya çıkan CO_2 zararsızdır ve insan tarafından algılanmaz. ASHRAE tarafından kararlı durumlarda CO_2 konsantrasyonu şu formülle verilmektedir [15].

$$C_i = (C_0 + S) / Q$$

C_i : İç ortamdaki CO_2 konsantrasyonu

C_0 : Dış ortam CO_2 konsantrasyonu

S : Ortamdaki CO_2 üretimi

Q : Havalandırma debisi (sadece dış hava) [15].

İç hava kirleticilerinden birisi olan karbondioksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır, atmosferin doğal bileşenidir, Normalde atmosfer havasının hacimsel olarak % 0,03'ü CO_2 'dir. yoğunluğu 350 ppm'dir. Karbonun tam yanma ürünüdür. İnsanlar nefes alıp vermeleri ile iç ortama CO_2 verirler. Normal bir iş ile uğraşan bir insan saate 20 litre ($0,02 \text{ m}^3$) CO_2 üretir [75].

Bu yüzden iç ortamda havalandırma yapılmazsa insan sayısı artıkça, CO₂ derişimi artar. Dinlenmekte olan bir kişi 0.30 lt/dk CO₂ üretmektedir. Yapı içi CO₂ yoğunluğu ASHRAE 1982'de 8 saatte 500 ppm olarak verilmektedir. 800 ppm üzerinde insanlarda baş ağrısı ve yorgunluk yapar [76].

Karbondiyoksit boğucudur, özellikle böbreklerde kireçlenme ve akciğer alveollerinde yapısal değişiklikler yapmaktadır [13]. 1500 ppm'in üzerindeki konsantrasyonları zihinsel aktivite kayıplarına neden olabileceğinden dikkat edilmelidir [6]. Uzun süre %1.5'lik CO₂ yoğunluğundan etkilenme sağlıklı kişilerde strese neden olmaktadır. Bu yoğunluk % 7-10 düzeyinde olursa birkaç dakika içinde sağlıklı kişilerde bilinçsizliğe yol açmaktadır. CO₂ zehirli bir gaz değildir, fakat oksijensizlikten boğma tehlikesi ortaya çıkarabilir. Konsantrasyon değeri 35000 ppm'i geçtiğın de, merkezi nefes sinir alıcıları tetiklenir ve nefes alma noksanlığına sebep olur. Daha yüksek konsantrasyonlarda oksijen azlığından dolayı merkezi sinir sistemi görevini yapamamaya başlar [77].

ASHRAE'nin 62-1989 no'lu standardı 1000 ppm değerini Karbondiyoksit için konfor üst sınırı olarak belirlemiştir [11].

Kullanılan ölçüm birimi CO₂ için "ppm" dir. Bu birim gazlar ve buharlar için kullanılan en yaygın hacim birimidir, boyutsuzdur. Bir milyon toplam hacimdeki gaz hacmini ifade eder. Eğer CO₂ miktarı 1000 ppm seviyesinden düşük ise iç ortamdaki hava, kabul edilebilir iç hava kalitesindedir. 1000 ppm CO₂ miktarı, Pettenkofer sayısı olarak da bilinmektedir [75].

Bu standart değer adalet binaları ve eğitim kurumları için de kullanılabilir ve aşılmaması gerekir. Kabul edilebilir iç hava kalitesi oluşturmak için CO₂ hissedicileri havalandırma sistemleri ile kullanılarak, gerekli temiz dış hava iç ortama sevk edilmektedir.

3.10.2.2. Adliye binalarında görev yapmakta olan hakimlerin karar vermede ve takdir yetkisini kullanmasında CO₂'nin etkisi

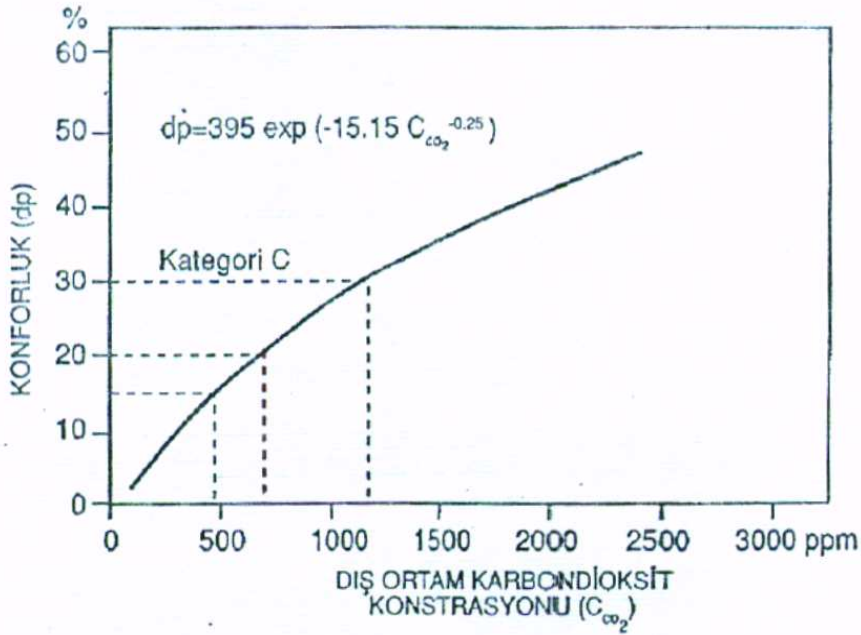
Karar Verme: Eldeki tüm bilgilerin dikkate alınarak durumun kavranması, alternatif eylem biçimleri ile getirecekleri sonuçların gözden geçirilmesi ve uygun eylemin seçilerek uygulanmasıdır [84].

Hukuki açıdan karar verme konusuna bakıldığında ise Anayasa'nın 138. maddesinin birinci fıkrasında hâkimlerin görevlerinde bağımsız oldukları Anayasa'ya yasalara ve hukuka uygun olarak vicdanî kanaatlerine göre hüküm verecekleri belirtilmektedir. Hâkimin vicdanî kanaatide ancak delillerin takdirinde, nesnel kuralların yorumunda ve bunların öznel durumlara uygulanmasında rol oynar. Hâkim, Anayasa ve yasa gibi pozitif hukuk kuralları ile hukukun genel ilkelerini uygularken, özellikle fiilin işlenmiş olup olmadığı, işlenmiş ise ne gibi etkiler altında işlenmiş olduğunun ve suçun hangi ceza kuralı kapsamına girdiğinin saptanmasında, vicdanî kanaatine göre hareket etme durumundadır [85].

Verilen mahkeme kararında da anlaşılacağı gibi hakimlerin karar vermede dikkat ve nesnel kuralın yorumu çok önemlidir. Türkiye de hâkimler zamanlarının çoğunu adalet binalarında geçirmektedirler. Buldukları kapalı mahallerde (duruşma salonları) kalan hâkimlerimiz nefesten oluşan CO₂ miktarının fazlalığı zihinsel aktivite kayıpları ile kısa süreli bilinç kayıplarına neden olabilmektedir. Hakimlerin takdir yetkilerini kullanırken oluşabilecek olumsuz iç hava kalitesi nedeniyle karar vermelerinde olumsuz etkiler ortaya çıkabilecektir. Amerikan İslahî Derneği ve ASHRAE standart 62'de mahaller için minimum taze hava gereksinimi kişi başına 8 L/s olarak verilmektedir. ASHRAE standart 62'de mahkeme salonları bulunmamakta ise de bunların çoğu 6 defa hava değişimine göre ve kişi başına 8 L/s minimum taze hava gereksinimine göre dizayn edilebilmektedir [73].

İnsanlardan yayılan kirliliğin bir göstergesi olarak CO₂ bir yüzyıldan daha uzun bir süredir oldukça başarılı olarak uygulanmaktadır. Şekil 3.13'de oturan insanların tek kirlilik kaynağı olduğu mahallerde CO₂ konsantrasyonunun (dış havadaki oranının üzerinde kalan kısmının) bir fonksiyonu olarak dışardan gelen insanların hava kalitesini kabul edilemez bulanların yüzdesini göstermektedir [20].

Kısa sürelerde yüksek sayıda insanın değiştiği ders anfileri, , genel kurul salonları gibi mahallerde besleme taze havasını kontrol etmek için CO₂ miktarının gözlenmesi iyi şekilde uygulanan bir pratiktir, Oturanların tek kirlilik kaynağı olduğu kabul edildiğinde, dış havadaki oranın üzerinde kalan CO₂ konsantrasyonu üç kategori için sırasıyla A: 460 ppm, B: 660 ppm ve C: 1190 ppm olmalıdır [20].



Şekil 3.13. İnsanlardan yayılan kirlilik yaratan maddelerin bir göstergesi olarak CO₂ eğrisi

Yetersiz havalandırmadan kaynaklanan O₂ yetersizliği, CO₂ ve nem oranının yüksekliği, kirlilikten kaynaklanan toz kalkması vb nedenler de iç hava kalitesini etkilemektedir. İnsanların sağlığını, çalışma verimini doğrudan etkileyen iç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi ve çevresel olumsuz etkilerin giderilmesi gerekmektedir. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için nefes alış verişlerinden, ortamda oksijen azalması ve karbondioksit çoğalması ile iç hava kalitesi düşmektedir.

3.10.3. Partikül madde

Partikül madde, insanların nefes almakla içine alabileceği kadar küçük olan geniş bir aralıkta havada bulunan maddeciklerin genel adıdır. Partikül maddeler gözle görülebilecek kadar büyük tozlardan bir çok filtreden geçebilecek mikroskobik partiküle kadar çok geniş aralıkta partikül boyutlarını kapsar. Partiküller katı veya sıvı olabilirler. Partikül madde PM olarak kısaltılarak ifade edilir. Havadaki partikül madde insan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli maddelerden biridir. İnsan sağlığı ile ilgili partiküller çapı 10 µm (PM10)'den daha küçük, özellikle 2,5 µm (PM 2.5)'den küçük olanlar solunabilir partiküller olarak bilinirler. Partiküller, tozlar,

dumanlar, sis, dumanlı sis, virüs, bakteri, mantar sporları ve polenleri içeren bioaerosoller, kaba, ince, görünebilir veya görünemez, teneffüs edilebilir ve solunabilir olarak da sınıflandırılırlar [78].

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 3.14'de Bir toz kenesinin görüntüsü verilmiştir [79]



Şekil 3.14. Bir toz kenesi görüntüsü

Duman parçacıkları tipik olarak 0,25 μm dolaylarındadırlar, duman ise genellikle 0.1 μm den daha küçüktürler. Bioaerosollar ise genellikle 1 μm 'den daha küçüktürler. Partikül madde miktarı genellikle birim hacimdeki kütle veya parçacık adedi olarak verilir. Partikül madde miktarı endüstriyel ortamlarda $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veya mg/m^3 olarak, ofis binalarında ve endüstriyel temiz odalarda ise adet/ m^3 olarak ifade edilir [79].

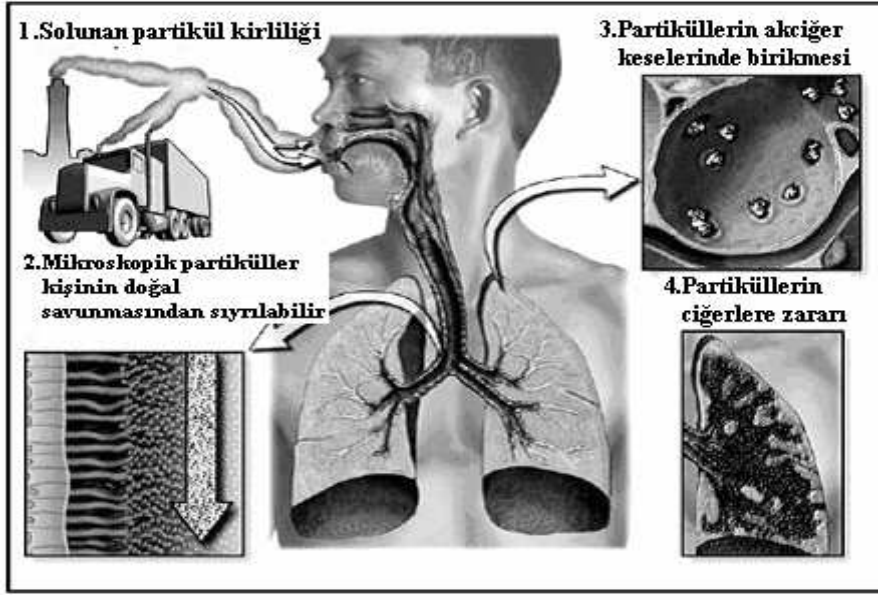
Solunan hava tam bir partikül madde denizidir. Partiküllerin çoğu gözle görülmez. Normal bir insan saatte 0,5 m^3 havayı teneffüs eder, çalışan bir insan ise saatte 8-9

m^3 havayı solur. Solunan bu hava virüslere, bakterilere ve zararlı kirleticilere taşıyıcılık yapmaktadır [80].

Dolayısıyla, iç ortam havasında bulunan partikül maddelere maruz kalma sağlık problemlerine sebep olabilir. İnce partiküller, akciğerin iç kısımlarına kadar ilerleye bildiklerinden, insan sağlığına büyük tehdit oluştururlar. Partikül maddelerin sağlık üzerine etkileri akuttan daha çok kroniktir. Uzun süre partikül madde kirliliğine maruz kalındığında akciğerde partikül birikmesi sonucu sağlık problemleri görülmektedir. Solunan partiküller madde, solunum yolları yüzeyleri ile temasa geçerek burada birikir. Partiküllerin vücuda giriş ve vücuttaki birikimleri aerodinamik çaplarına ve vücuda giriş özelliğine göre değişim gösterir. $10 \mu m$ 'den büyük partiküller extrathoracic bölümde, $5-10 \mu m$ dan küçük partiküller ise burun solunumu ile vücuda girmişlerse bronşlarda, ağız solunumu ile vücuda girmişlerse akciğerlerde birikim gösterirler. Üst solunum sisteminde biriken partiküller, solunum sisteminin kendi temizleme mekanizması aracılığı ile vücuttan atılır [81].

Partikül madde çapı küçüldükçe sağlık üzerindeki olumsuz etkisi o kadar artmaktadır. $10 \mu m$ '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. Cıva, 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_{10} 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 [82].

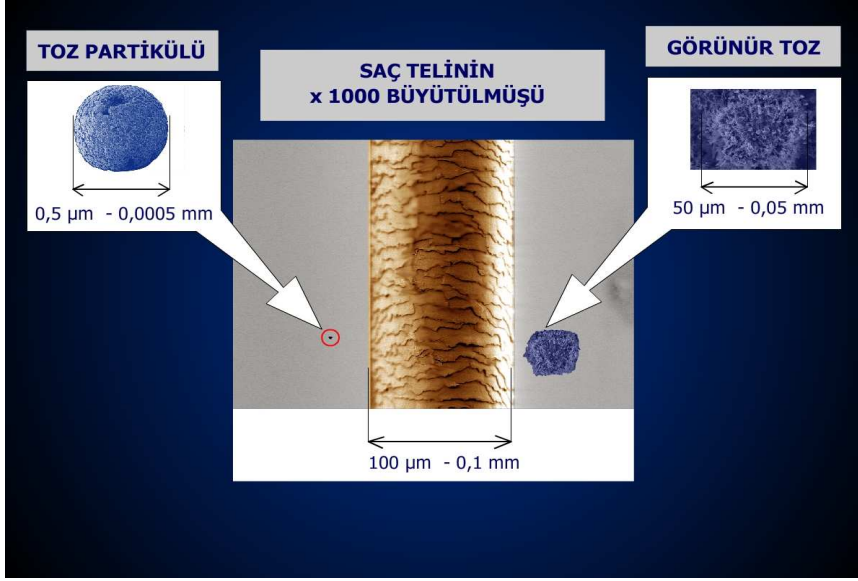
Partikül maddelerin akciğer üzerinde yaptığı tahribat Şekil 3.15'de verilmiştir [82].



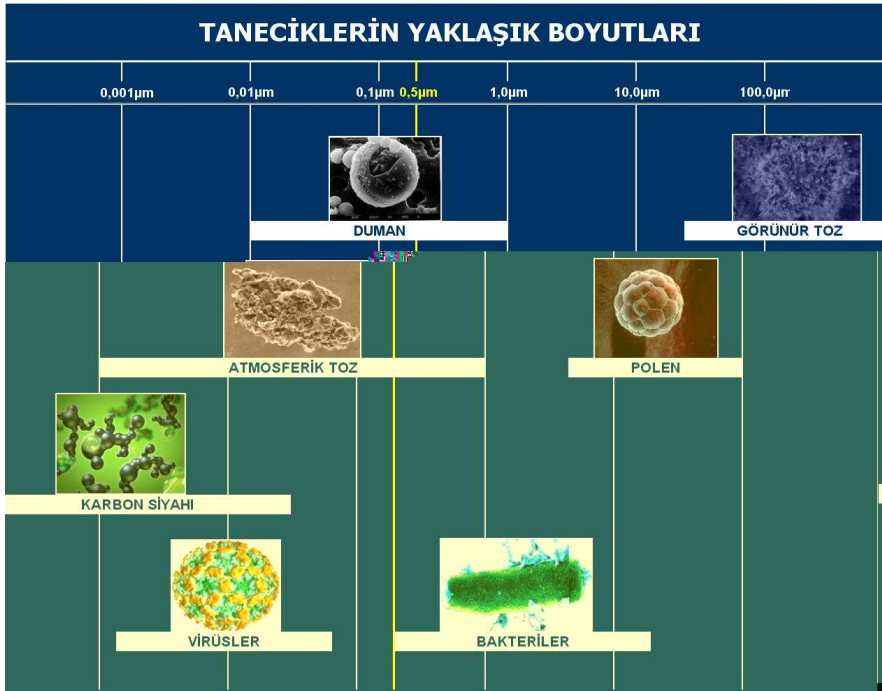
Şekil 3.15. Partikül maddelerin akciğer üzerinde verdiği hasar görüntüsü

PM₁₀ konsantrasyonuna maruz kalma süresi hem akciğer hem de kalp fonksiyonunu olumsuz etkiler. Astım, kalp ve akciğer hastaları partikül madde kirliliğinden daha fazla olumsuz etkilenmektedir. Partikül madde konsantrasyonunda artışın olduğu bölgelerde hastaneye müracaatlarda artışlar olmaktadır. Partikül madde kirliliği bazı kalp ve akciğer hastalarının ölümüne neden olmaktadır. Kısa süreli olarak PM₁₀ kirliliğine maruz kalındığında akciğer hastalıkları kötüleşir. Kalp hastası olan kişilerde kalp atışları hızlanır. Partikül madde kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerde özellikle yaşlıların hastaneye müracaatlarında, kalp ve akciğer hastası yaşlıların ölümlerinde artışlar olmaktadır. Özellikle hava kirliliğinin yoğun olduğu illerde ve trafiğin yoğun olduğu cadde, yol ve meydanlarda dışarıda egzersiz (koşu ve yürüyüş gibi) yapılmamalıdır. Çünkü eksersiz esnasında daha derinden ve daha sık aralıklarla soluk alındığından vücuda daha fazla kirletici girer. Bu kirleticiler kolayca akciğere kadar ulaşır [82].

Saç telinin büyütülmüş hali ile görünür toz ile toz partikülünün oranları şekil 3.16'de verilmiştir. Ayrıca taneciklerin karşılaştırmalı yaklaşık boyutları da şekil 3.17'de verilmiştir [59].



Şekil 3.16. Saç telinin büyütülmüş hali ile görünür toz ile toz partikülünün oranları



Şekil 3.17. Taneciklerin yaklaşık boyutları

İç havada bulunan kirleticilerin derişiklikleri daha düşük derişikliğe sahip bir havayla azaltılabilir ve genellikle bunun için dış hava kullanılmaktadır. Bu durumdaki kabul; dış havadaki kirleticilerin derişikliğinin iç havadakinden daha düşük olduğudur. Bu kabul her zaman geçerli değildir. Dış hava yeterince temiz değilse, temizlenip mahalle verilmelidir.

3.11. İç Hava Kalitesi Standartları

İç hava kirleticilerinin derişikliklerini kontrol etmek için bir yöntem şöyle önerilmektedir; mahaldeki her bir kişi için gerekte olan minimum hava miktarının bulunmasıdır. Eğer mahaldeki kişi sayısı bilinmiyorsa, birim m² başına, gönderilmesi gereken temiz dış hava miktarı hesaplanabilir. ASHRAE-62 Standardı bu metodu kullanmaktadır. Tablo 3.15’de ASHRAE 62-1999 Standart’ın önerdiği temiz hava miktarı değerlerini göstermektedir [8]. Tablo 3.15’de ASHRAE Standart 62.1-1999’a göre okullar, hapishaneler, ofisler, dükkanlar, depolar, oteller, spor tesisleri için tavsiye edilen dış hava miktarları verilmiştir. Bu tablonun incelenmesinden eğitim kurumlarından olan okullarda 100 m² alanda 50 kişi olduğu, bir kişi için gerekli hava debisinin 8 L/sn olduğu anlaşılmaktadır [8].

Tablo 3.15. ASHRAE Standart 62.1-1999’a göre minimum tavsiye edilen dış hava ihtiyacı

Minimum Dış Hava İhtiyacı				
Uygulama	İnsan sayısı (Kişi/100m ²)	L/s kişi	L/sm ² kişi	Açıklamalar
Okullar				
Sınıf	50	8		Laboratuarda hayvan bulundurulması da dahil bazı işlemler ve fonksiyonlar için kirletici kontrol sistemleri gerekebilir. Normal olarak transfer havası ile beslenir. Dönüşü olmayan yerel mekanik egzoz tavsiye edilir.
Laboratuvar	30	10		
Eğitim salonu	30	10		
Müzik odası	50	8		
Kütüphane	20	8		
Soyunma odası			2,50	
Koridor			0,50	
Spor salonu	150	8		
Sigara salonu	70	30		
Oteller, moteller, dinlenme yerleri, yurtlar			L/s Oda	
Yatak odaları			15	
Oturma odaları			15	
Banyolar			18	
Lobiler	30	8		
Konferans salonları	50	10		
Toplantı salonları	120	8		
Yurt uyuma alanları	20	8		
Kumar salonları	120	15		
Hapishaneler				Yiyecek ve içecek, hizmetleri, alışveriş, berber ve güzellik salonları kısımlarına da bakılır. İlave duman uzaklaştırıcı cihaz da gerekebilir.
Hücreler	20	10		
Yemek salonu	100	8		
Gardiyan istasyonu	40	8		

3.11.1. İç ortamlarda (mekanlarda) hava kullanımı

İç ortamlarda havayı, insanlar ve yakıcılar kullanmaktadır. 68 kg ağırlığındaki bir insan 24 saat boyunca 12 m³ (14.4 kg) hava solumaktadır. Çalışma şekline göre kullanılan hava miktarları değişmektedir. Altmış sekiz kilogram ağırlığındaki bir insanın, hava ve oksijen ihtiyacı (1 atm) tablo 3.16'da verilmiştir [15].

Tablo 3.16. Altmış sekiz kg ağırlığındaki bir insanın hava ve oksijen sarfiyatı

Meşguliyet	Solunan hava (m ³ /h)	Oksijen sarfiyatı(m ³ /h)
Uyuma	0.360	0.0144
Oturma	0.420	0.0180
Ayakta durma	0.480	0.0216
Hafif beden işi	1.5-3.0	0.069-0.138

Normal atmosferden alınan % 21 O₂ ve % 0.033 CO₂ içeren havanın bileşimi akciğerden çıkarken % 16-17 O₂ ve % 4 CO₂'ye dönüşmektedir. İnsanın havadaki oksijenin % 4'ünü kullandığı ve günde 12 m³ hava soluduğu kabul edilirse gerçek oksijen tüketimi 0.64 kg O₂/gün olur. İç solunan havada oksijen miktarı en düşük %11, karbondioksit miktarı ise en çok %3 olabilir. Oksijen miktarı %15'in altına düşünce tehlike başlamaktadır. Çalışma halinde oksijen alt sınırı %17-18 civarındadır [15].

İç ortamda bulunması gereken kişi başına taze hava miktarları Tablo 3.17'de verilmiştir [8].

Tablo 3.17. Bazı ortamlarda kişi başına bulunması gereken hava miktarları

İlgili mahaller	Kişi başına düşen oda hacmi (m ³)	Kişi başına taze hava (dk/m ³)
Evlerde oturma odaları	30	0.9
Evlerde yatak odaları	20	0.4
Okul, kışla yatakhaneleri	15	0.4
Bürolar	20	0.4
Lokantalar	9	0.8
Okullar ve dersaneler	6	0.9
Hasta koğuşları	6	1.9

Tablo 3.18'de ASRAE standart 62.1-1999'da odanın özelliğine göre saatteki hava değişimleri verilmiştir [8]. Tablonun incelenmesinden eğitim kurumlarının 5 ila 7

kez hava değişiminin yapılabileceği, adalet binaları içinde bulunan duruşma salonları için, toplantı salonlarındaki 4 ila 8 hava değişimi kabul edilebilir [8].

Tablo 3.18. ASHRAE Standart 62.1-1999'a göre tavsiye edilen saatteki hava değişimleri

Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim miktarı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi
Toplantı salonları	4-8	Egzoz
Oditoryumlar	6-8	Egzoz ve besleme
Pasta fırını	20-30	Egzoz
Banyolar (domestik)	5-7	Egzoz
Banyolar (genel)	7-10	Ön ısıtılmış hava besleme
Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim miktarı	Tavsiye edilen havalandırma yöntemi
Güzellik salonları	8-12	Egzoz ve besleme
Kefeler	10-12	Egzoz
Kumarhaneler	8-12	Egzoz ve besleme
Sinemalar	5-8	Egzoz ve besleme
Vestiyer	4-5	Egzoz
Konferans salonları	5-8	Egzoz ve besleme
Soyunma odaları	6-8	Egzoz
Boyahaneler	5-15	Alev geçirmez aside dayanıklı
Motor odaları	15-30	Egzoz, ısıyı hesapla
Dökümhaneler	5-15	Egzoz, ısıyı hesapla
Garajlar	5-7	Egzoz
Jimnastik salonları	4-6	Egzoz
Kuaförler	10-15	Egzoz
Hastaneler(hasta odaları)	6-8	Egzoz
Hastaneler(ameliyathaneler)	10-15	Egzoz besleme filtre tipini kontrol et.
Mutfaklar (domestik)	15-25	Egzoz
Mutfaklar (ticari)	15-30	Egzoz ekipmanı kontrol et.
Laboratuvarlar	8-15	Egzoz, asit dirençli filtre tipi.
Kütüphaneler	4-5	Egzoz ve besleme
Asansörler	5-7	Egzoz
Asansör makine odası	10-30	Egzoz ısıyı hesapla.
Makine daireleri	10-40	Egzoz ısıyı hesapla.
Ofisler	4-8	Egzoz ve besleme.
Lokantalar	8-12	Egzoz ve besleme
Tuvaletler (domestik)	4-5	Egzoz
Tuvaletler (genel)	8-15	Egzoz
Dershaneler	5-7	Egzoz
Dükkanlar	4-8	Egzoz

Tablo 3.18. (Devam) ASHRAE Standart 62.1-1999'a göre tavsiye edilen saatteki hava değişimleri

Duşlar	15-25	Egzoz
Süper marketler	10-15	Egzoz ve besleme zorlanmayı kontrol et
Yüzme havuzları	10-15	Egzoz ve ısıtılmış besleme, nemi kontrol et.
Tiyatrolar	5-8	Egzoz ve besleme
Kaynak atölyeleri	20-30	Zorlanmış egzoz ekipmanı kontrol et

Tez konusu çalışmada ele alınan CO₂, partikül madde, sıcaklık ve bağıl nem parametrelerinin değişik ülkelere ait standartları karşılaştırılarak Tablo 3.19'da verilmiştir [58].

Tablo 3.19. İç ortam kalitesi ile ilgili değişik ülkelere ait standartların karşılaştırılması verilmiştir

Ülkeler	CO ₂	Partikül Madde	Bağıl nem	Sıcaklık
ABD ASHRAE ^a	1000 ppm	PM10 < 75 µg/m ³ (yıllık ortalama)	%30-60	20-25.5 °C
ABD/EPA /NAAQS ^b		50 gr/m ³ (1 yıl)	-	-
ABD NIOSH ^c	5000 ppm 30000 ppm (15dak)		-	-
ABD OSHA ^d	10000 ppm 30000 ppm (15 dak.)	5 mg/m ³ (8 saat) solunabilir toz	-	-
ABD ACGIH ^e	5000 ppm 9000 ppm (15 dak.)	3 mg/m ³ (8 saat)	-	-
Almanya MAK ^f	5000 ppm 9000 ppm (15 dak.)		%30-70	20-26 °C
Kanada	3500 ppm	PM2.5 <40 µg/m ³ (8 saat) 100 µg/m ³ (1 saat)	%30-80 (yaz) %30-55 (kış)	-
Çin		PM10 < 150 µg/m ³	-	-
WHO		PM10 < 20 µg/m ³ (yıllık ort.) PM10 < 50 µg/m ³ (24 saat)	-	-
İngiltere		PM10 < 50 µg/m ³	-	-
Norveç		PM2.5 < 20 µg/m ³	-	-
Avrupa Birliği		PM2.5 < 35 µg/m ³	-	-
Hong Kong	800 ppm (1. düzey) 1000ppm (2. düzey)	PM10 < 20 µg/m ³ (1. düzey) PM10 < 180 µg/m ³ (2. düzey) (8 saat ortalama)	%40-70	20-25.5 °C

^aASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ^bEPA /NAAQS : Environmental Protection Agency/ National ambient air quality standards, ^cNIOSH : National Institute of Occupational Safety And Health, ^dOSHA : Occupational Safety and Health Administration, ^eACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ^fMAK : German Maximale Arbeitsplatz Konzentrationen

İç hava konusu içerisinde büyük bir yere sahip olan temiz oda hacimleri ilgili birçok standart bulunmaktadır, ancak en çok kabul görenleri iki grupta incelenmektedir. Amerikan standardı olan U.S.209 E, ile Alman standardı olan DIN 1946/4'dür. Bunun yanı sıra VDI 2167, 2080, 2083 ve diğer yönergelerde mevcuttur. Son yıllarda standartlar birleştirilerek Avrupa standardı olan ISO 14644 sayılı standart ortaya çıkartılmıştır. Tablo 3.20, 3.21 ve 3.22'de temiz oda standartları kendi ülkelerine göre standart değerleri verilmiştir. Tablo 3.20'de U.S.209 E (Amerikan standardı) incelendiğinde, parçacık sayısına göre odaların klasları verilmektedir. 1, 10, 100, 1000 klas sistemi kullanılmaktadır. İngiliz sisteminde ise M'li bir sistem kullanılmaktadır. Temiz oda sınıfları en son olarak da Tablo 3.21'de ISO sınıflandırılmasına adapte edilmiştir. Tablo 3.20 ile 3.21'de belirli bir hacim içerisinde hangi tanecik büyüklüğünden ne kadar olması gerektiği hakkında bilgiler verilmektedir [83].

Tablo 3.20. İç hava kalitesine etki eden (Amerikan standardı) U.S.209 E'ye göre temiz oda klass sınıfları

U.S. 209 E' ye göre temiz oda klasları											
Klass		Anılan çapa eşit veya büyük maksimum tanecik adedi / m ³ veya ft ³									
SI	İngiliz	0,1 µm		0,2 µm		0,3 µm		0,5 µm		5 µm	
		(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	-	-
M 1,5	1	1.240	35.0	265	7.50	106	3.00	35.3	1.00	-	-
M 2		3.500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	-	-
M 2,5	10	12.400	350	2.650	75.0	1.060	30.0	353	10.0	-	-
M 3		35.000	991	7.570	214	3.090	87.5	1.000	28.3	-	-
M 3,5	100	-	-	26.500	750	10.600	300	3.530	100	-	-
M 4		-	-	75.700	2.140	30.900	875	10.000	283	-	-
M 4,5	1000	-	-	-	-	-	-	35.300	1.000	247	7.00
M 5		-	-	-	-	-	-	100.000	2.830	618	17.5
M 5,5	10.000	-	-	-	-	-	-	353.000	10.000	2.470	70.0
M 6		-	-	-	-	-	-	1.000.000	28.300	6.180	175
M 6,5	100.000	-	-	-	-	-	-	3.530.000	100.000	24.700	700
M 7		-	-	-	-	-	-	10.000.000	283.000	61.800	1.750

Tablo 3.21. ISO 14644 e göre temiz oda sınıfları

ISO/TC209 14644-1 Airborne Particulate Cleanliness Classes						
Concentration Limits (particles/m ³)						
	0.1 μ m	0.2 μ m	0.3 μ m	0.5 μ m	1 μ m	5 μ m
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1,000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10,000	2,370	1,020	352	83	
ISO Class 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
ISO Class 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
ISO Class 7				352,000	83,200	2,930
ISO Class 8				3,520,000	832,000	29,300
ISO Class 9				35,200,000	8,320,000	293,000

Tablo 3.22’de temiz oda standartları Federal Standart 209 d ile VDI 2083’e göre bir karşılaştırılma görülmektedir [83].

Tablo 3.22. Temiz oda standartlarının karşılaştırılması

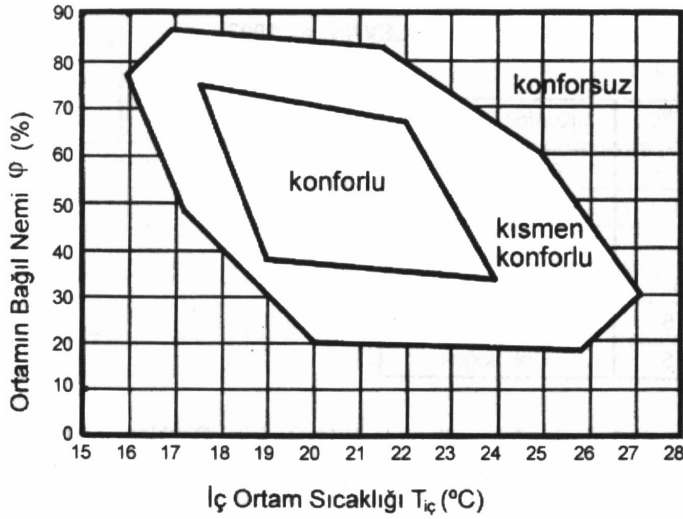
Fed. Standart 209d'ye göre		100.000	10.000	1.000	100	10	1
VDI 2083'e göre		6	5	4	3	2	1
Temiz odalarda beher m ³ havada müsaade edilen maksimum partikül sayısı	5,0 mic.	30.000	3.000	300	0	0	0
	0,5 mic.	4.000.000	400.000	40.000	4.000	400	40
	0,3 mic.				12.000	1.200	120
	0,2 mic.				30.000	3.000	300
	0,1 mic.				120.000	12.000	1.200
Hava akım şekli		türbülanslı	türbülanslı	karşık	laminer	laminer	laminer
Saatte oda hava değişimi m ³ /h		20-25	40-60	120-300	360-500	500-600	500-600
Hava debisi (m ³ /h.m ²)		60-75	120-180	360-900	1000-1600	1600-1800	1600-1800
Ortalama Hava Hızı (m/s)		NA	NA	0,1-0,25	0,3-0,45	0,45-0,50	0,50-0,60
Hava egzostlarının konumu		van duvar	alt van duvar	alt van duvar	alt van duvar	döşeme	döşeme
Hava üflemlerinin konumu		spiral üflemlerli difüzör veya perfore tavan	spiral üflemlerli difüzör	filtreli tavan	filtreli tavan	filtreli tavan	filtreli tavan
Filtre alanının oda alanına oranı (%)		5-10	15-20	30-50	75'den büyük	90'dan büyük	90'dan büyük
Ön filtre	1.kademe	G4	G4	F5	F5	F5	F5
Torba filtre	2.kademe	F7	F7	F8	F9	H10	H10
Son filtre	3.kademe	H10	H13	H14	H14	U15	U16
Ön filtre ve torba filtrenin bakım periyodu		Otomatik ikaza göre					
Son filtrenin bakım periyodu		Otomatik ikaza göre					
Partikül sayım ve kontrolü		yıllık	aylık	2 haftalık	haftalık	günlük	devamlı
Pozitif basınçlandırma, minimum (Pa)		5	10	10	12	15	15
Makine dairesi gereksinimi (% olarak)		50	75	100	150	200-300	200-400

3.12. Bir Temiz Oda Tasarımında Dikkate Alınması Gereken Parametreler

Bir temiz oda tasarımında dikkate alınacak parametrelerin başında ortamda bulunması muhtemel olan maksimum tanecik derişikliği ve çapı gelir. Bunun haricinde kontrol altında tutulması gereken bir çok parametre arasında sıcaklık, nem, ses şiddeti, titreşim, statik elektrik ve basınç sayılabilir.

Sıcaklığın kontrol altında tutulmasının en önemli sebeplerinden birisi içerde bulunan insanların üşümemeleri veya terlememeleri içindir. Diğeri ise içeride bulunan cihazların sıcaklığa karşı duyarlı olmasıdır [8].

Benzer şekilde ortamdaki bağıl nemin kontrol altında tutulmak istenmesinin ana nedenleri de konfor ve proses gereğinden kaynaklanmaktadır [8]. Şekil 3.18'de sıcaklık ve neme bağı konfor bölgesi tanımlanmıştır.



Şekil 3.18. Sıcaklık ve bağıl neme bağı konfor bölgeleri

Yaz ve kış aylarında insanların kendilerini rahat hissettikleri konfor şartları şekil 3.19'da gösterilmiştir [8].

BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Burada deneysel ölçümün yeri, deneylerde yapılan ölçümler ile deneylerin yürütülmesinden bahsedilecektir.

4.1. Deney Yerleri

Deneysel çalışmalar Antalya ilinde bulunan, Antalya adliye binasında ve 3 adet eğitim kurumunda yapılmıştır. Deneysel çalışma için ölçümlerin yapıldığı yerlerin genel görüntüleri Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Antalya adliye binası görünüşü



Şekil 4.2. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu görünüşü



Şekil 4.3. İstiklal ilköğretim okulu görünüşü



Şekil 4.4 Antalya lisesi görünüşü

4.2. Deneysel Yapılan Ölçümler

4.2.1. Ortam CO₂ ölçümü

Deneysel ölçümlere de Testo 445 model CO₂ ölçüm cihazı kullanılmış olup, cihazın genel görünüşü Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Testo 445 Model CO₂ ölçüm Cihazının genel görünümü

4.2.1.1. CO₂ ölçüm cihazının teknik özellikleri

CO₂ cihazının sıcaklık ölçümü için NiCr-Ni Sensörler olup, - 200 ile + 1750°C aralığında ölçüm yapabilir (0.1°C), Nem ölçüm aralığı: 0 ile 100 %RH olup hata ölçüm aralığı (%0.1 RH)'dır. CO₂ probu : 0 - 10000 ppm arasında ölçüm yapabilme özelliğindedir.(% 3) hata payı okuması vardır. Hafıza kapasitesi 3000 ölçüm değerini tutabilme ve masa tipi infrared printer (uzaktan algılayıcı yazıcı) mevcuttur. Data bank: 99 adet ölçüm yerinin adını ve ilgili bilgileri saklayabilme özelliği, mollier diyagramındaki fiziksel nem parametrelerini hesaplayabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca zamana bağlı çok noktalı ortalama değerlerin ölçümü, Aynı anda kombine prob ile hız, nem ve sıcaklık ölçümü yapabilmektedir. CO₂ cihazının ölçüm aralığı rezolüsyon olup, ISO 9001 standartlarına uygun ölçüm sistemine sahiptir.

4.2.1.2. Ölçüm şekli

Deneysel çalışmada iç hava kalitesi ölçümlerinde; duruşma salonları ve sınıfların içerisinde iki ayrı noktada, soluna yüksekliğinde elle taşınır Testo 445 model CO₂ ölçüm cihazı ile CO₂ (Karbondioksit) miktarı ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerde cihaz açıldıktan sonra çihaza 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 çıktılarında alınmıştır. Aynı şekilde sınıflar, duruşma salonları ve diğer odalarda yapılan ölçümler de bulunulan mahalın orta kısmı ile pencere kenarında karbondioksit ölçümleri yapılmıştır. Dış hava karbondioksit miktarı aynı şekilde Testo 445 model CO₂ ölçüm cihazı ile bina dışarısında açık havada da yapılmıştır.

4.2.1.3. Değerlendirme şekli

Karbondioksit ölçümün 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 Mini tap 13.2 'de korelasyon

ve önem seviyeleri hesaplanmıştır. Bilgisayar programı tarafından ayrıca elde edilen grafikler, diğer iç hava kalitesi parametreleri ile aralarındaki ilişkiler ayrıca yorumlanmıştır.

4.2.2. Ortam partikül madde miktarı, sıcaklık ve bağıl nem ölçümü

DeneySEL ölçümlerde Biotest APC elle taşınabilir, Plus Biotest Airborne Particle Cunter 942300 model B0504-1771 tipli, Biotest partikül sayım cihazı kullanılmıştır. Plus Biotest APC cihazının genel görünüşü Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. APC Plus BIOTEST Airborne Particle Cunter 942300 model B0504 -1771 tipli Biotest partikül sayım cihazı yazıcısı ile birlikte genel görünümü

4.2.2.1. Cihaz ve özellikleri

Bir ünite içerisinde, partikül sayma ve partikül kütle görüntüleme ile ortam sıcaklığı ve bağıl nemi genişletilmiş fonksiyonları ile birlikte ekranda görüntülemeyi sunabilen 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 yapabileceği 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, PM 5, kütle aralıklı ölçümler yapabilmektedir. Uygulama alanları ise IAQ kaynakları, filtre test etme, hava kalite araştırmaları, arıza bulma, emisyonların numaralandırılması yapılabilmektedir. Tablo

4.1’de APC Plus BIOTEST Airborne Particle Cunter 942300 model B0504-1771 tipli Biotest partikül sayım cihazının teknik özellikleri detaylı olarak verilmiştir [86].

Tablo 4.1. APC Plus BIOTEST Airborne Particle Cunter 942300 model B0504-1771 tipli Biotest partikül sayım cihazının Teknik Özellikleri

Ölçme Prensibi	Optik, ışıklı lazer diyot
Ekran	14 karakter, LCD ekran
Klavye	13 tuşlu zar tipi
Ölçüm yapılan partikül boyut aralığı	0,3 µm’den 5 µm’ye kadar,
Partikül sayıcı mod çalışma aralığı	0,3 µm ve 5 µm aralığı ortalama
Yoğunluk aralığı	0 – 3.000.000 partikül/ foot ³
Numunelendirme süresi	1 dak
Yazılım	Verilen yazılım verileri excell ve diğer yazılım programlarına aktarabilir
Sıcaklık sensörü	10 °C ile 50 °C (± 2 °C)
Güç	Bataryalı şarj edilebilme özelliği, 220 Volt giriş adaptörlü
Boyutlar	19,5 cm * 9.5 cm * 6.5 cm
Ağırlık	0,750 kg
Verilen aksesuarlar	Batarya şarjı, elektrik kablosu, izokinetik prob, taşıma çantası, bağlantı kablosu ve yazılım cd
Yazıcı	DPU 414 Uzaktan algılayıcı printer
Güç	DC 6.5 V, 15 W
Adaptör	AC , PW- 4007 E1 (230 V ± % 10)

4.2.2.2. Ölçüm şekli

Toz partikül ölçüm miktarı, sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri elle taşınır biotest markalı el cihazı ile anlık olarak ilgili hacimlerde ölçümler yapılmıştır. Biotest markalı partikül madde sayım cihazı ilgili mahallerde 0.5µm, 1µm çaplarındaki toz partiküllerinin herbirinden her bir ortamda üç kez ölçüm değeri okuması (1.ölçüm, 2.ölçü, 3.ölçüm) yapılmıştır. Ölçüm yapılacak hacimde cihaz ilgili partikül boyut tuş değerine (Örneğin 0.5µm çapındaki toz partikülleri için ilgili seçim tuşu onaylandıktan sonra) getirildikten sonra okuma moduna basılarak ölçüm sonuç değerleri okuması yapılmıştır. Ölçüm değeri okumaları, ilgili hacimlerde anlık olarak yapılmıştır. Diğer taraftan ortam sıcaklığı ve ortamdaki bağıl nem miktarıda 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 değerleride alınmıştır. Dış sıcaklık, bağıl nem parametreleri de aynı biotest markalı iç hava kalitesi ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

4.2.2.3. Değerlendirme şekli

İstatistiksel kuramda açık olarak belirtildiği üzere birden çok ölçüm değerinin, değerlendirmede daha iyi sonuçlar ortaya koymaktadır. Toz partikül ölçüm sonuç değerleri, standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca istatistiksel bilgisayar programı olan Mini tap 13.2 'de ölçüm değerleri, korelasyon ve önem seviyeleri hesaplanmıştır. Ayrıca bilgisayar programı tarafından elde edilen grafiklerde diğer iç hava kalitesi parametreleri ile aralarındaki ilişkiler de yorumlanmıştır.

4.2.3. Ortam radon gazı ölçümü

Deneysel ölçümlerde RSFS tip 2 adet radon dosimeter kullanılmıştır. Radon ölçümleri için kullanılan 124854, 124874, RSF tip radon dosimeter numunesinin genel görünüşü Şekil 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.7. RSFS tip radon dosimeter numunesi görünüşü

4.2.3.1. Cihaz ve özellikleri

Radon gazı dosimeter numunesinin, teknik özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Radon dosimeter numunesinin teknik özelliği

Detektör durumu	1 adet küçük parçadan oluşmaktadır
Tip:RSF	En iyi radon tutucu
Materyal	Plastik kap numunesi
Filtre	Hava - toz
Çap	Ø 60mm x 30mm
Başvuru koşulu	İç hava radon testi için kullanılır

4.2.3.2. Ölçüm şekli

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçük Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü tarafından bu tez için gönderilen 2 adet 124854, ve 124874 seri nolu RSFS tip radon dosimeter numuneleri, insanların ulaşamayacağı ve görülemiyen yerlere bırakılmıştır. Numuneler sırasıyla Antalya 4. Asliye Hukuk Mahkemesi yazı işleri müdürlüğüne konulmuştur. Buraya konulan 124874 seri nolu RSFS tip radon dosimeter numunesi, topraktan yüksekliği 30 metredir. Diğer bir numune Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk İlköğretim okulunun zemin katında bulunan ana sınıfına konulmuştur. (Toprakla temaslı kısımda beton kaide bulunmaktadır.) Sınıf ve adliye binasındaki ilgili yerlerde radon dosimeter numunelerin üst kısmında bulunan özel ambalaj kısmı ilgili iç ortamda açılmıştır. Her iki numune ilgili yerlerde 2.5 ay süreyle bekletilmiştir. Bu süre zarfında diğer yapılan iç hava kalitesi ölçümleri sırasında dosimetre numuneleri de ayrıca kontrol edilmiştir.

4.2.3.3. Değerlendirme şekli

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Küçükçekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi müdürlüğünde radon etkisiyle ortaya çıkan izleri saymak ve radon konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kullanılan Radosys markalı cihaz ile test işlemi yapılarak her iki numune üzerindeki radon izleri sayımı yapılmıştır. Bu sayım sonundaki radon sayım miktarı Türkiyede standart olarak belirlenen sınır değer ile karşılaştırılmıştır.

4.3. Deneilerin Yürütülmesi

Antalya İli Adalet Sarayında ölçümler için ayrı görevleri ifa eden dört farklı mahkemenin duruşma salonlarında duruşma sırasında iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Akabinde her mahkemeye ait yazı işleri müdürlüğünde ve hakim odasında ölçümler yapılmıştır.

Antalya ili adliye binasında yapılan iç hava kalitesi ölçümleri; Kasım 2006, Aralık 2006, Ocak 2007, Şubat 2007, Kasım 2007, Aralık 2007 aylarını kapsayacak şekilde toplamda 6 ay süresince ölçümler yapılmıştır. Aylar bazındaki ölçümlerde, her ay içerisinde iki defa ölçüm yapılmıştır. Bunun sebebi adliyede iş yoğunluğu, tutuklu

sanık sayısının fazla olması, bazı davalarda içeriye girme yasağının olması, (ses ve görüntü yasağı v.b. gibi) nedenlerden dolayı sadece izinli günlerde ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin yapıldığı dönemlere ait aylarda adalet personelinin kaç tanesinin hastalanma şikayeti ile sevk aldığı, sevk alanların hastalık belirtilerinin neler olduğu da bu tez çalışmasında araştırılmıştır. Diğer taraftan Antalya Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı iki ilköğretim okulunda ölçümler yapılmıştır. Bu okullardan İstiklal ilköğretim okulunda 1-A sınıfında, 6-7 yaş grubu öğrenci topluluğunun bulunduğu birinci sınıf öğrencilerinin bulunduğu yerde ölçüm yapılmıştır. Diğer Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk İlköğretim okulunda yapılan ölçümler okulun zemin katında bulunan 4-6 yaş grubu ana okulu öğrencilerin eğitim gördüğü sınıfta iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Lisedeki ölçümlerde ise Antalya şehir merkezinin içerisinde kalabalığın yoğun olduğu, Antalya lisesinde yapılmıştır. Buradaki ölçümler Lise ikinci sınıfların eğitim gördüğü 10-K sınıfında ders sırasında, anlık olarak sınıf ortamında yapılmıştır. Ölçümler Kasım 2006, Aralık 2006, Ocak 2007, Şubat 2007, Kasım 2007, Aralık 2007, aylarını kapsayacak şekilde toplam 6 ay periyot süresince ölçümler yapılmıştır. Okullarda yapılan ölçümlerde her ay içerisinde hafta içlerinde iki ayrı günde ölçümler yapılmıştır.

İç ortam da bulunan CO₂, bağıl nem, sıcaklık, toz partikül miktarları ölçümleri, genellikle yağışlı olan günler ile dış havanın mevsim normallerinin altında olduğu soğuk günler seçilmiştir. Bilindiği gibi yağışlı olan günlerde hem adliye binasında hem de eğitim kurumlarında bulunan sınıflarda dış havanın soğuk olması nedeniyle, pencere ve kapıların kapalı olması durumu göz önüne alınarak daha iyi ölçüm sonuçların ortaya çıkacağı düşünülmüştür. Duruşma salonları ve sınıflarda pencerelere ait çerçeveler plastik esaslı PVC malzemeden yapılmış olup çift çamlı pencerelerden oluşmaktadır. Bina içerisindeki kapılar ahşap olup, kapılarda eşik bulunmamaktadır. Ayrıca ölçüm yapılan yerlerde kapılar iç ve dış koridorlara açılmaktadır. Bu deneysel çalışmada İnfiltrasyon (sızıntı) yolu ile hava geçişi ihmal edilmiştir. Mevcut adliye binasında bulunan hakim odası, duruşma salonları, yazı işleri müdürlüğü ile okullara ait sınıflarda yapılan ölçüm değerleri tablo Ekler A'da verilmiştir.

4.3.1. Antalya adalet binasında yapılan çalışma

Ölçümler Antalya ilinde bulunan Antalya adalet sarayında ; Duruşma salonları, Hâkim ve Savcı odaları, Yazı işleri müdürlüğü odalarında yapılmıştır. Antalya ili Adalet sarayında yapılan ölçüm yerleri farklı konuları ifa eden, Antalya 1.Sulh Hukuk Mahkemesi, Antalya 4.Asliye Hukuk Mahkemesi, Antalya 4.Asliye Ceza Mahkemesi ile Antalya 1.Ağır Ceza Mahkemeleri olup genel görünüşleri Şekil 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Birinci (1). sulh hukuk mahkemesi duruşma salonu görünüşü



Şekil 4.9. Birinci (1).sulh hukuk mahkemesi yazı işleri müdürlüğü görünüşü



Şekil 4.10. Dördüncü (4). asliye hukuk mahkemesi duruşma salonu görünüşü



Şekil 4.11. Dördüncü (4). asliye hukuk mahkemesi yazı işleri müdürlüğü görünüşü



Şekil 4.12. Dördüncü (4). asliye ceza mahkemesi duruşma salonu görünüşü



Şekil 4.13. Dördüncü (4). asliye ceza mahkemesi hâkim odası ve yazı işleri müdürlüğü görünüşü



Şekil 4.14. Birinci (1). ağır ceza mahkemesi duruşma salonu görünüşü

Dolayısıyla, Antalya adalet binasındaki iç hava kalitesinin insan sağlığı üzerine etkilerinin belirlenebilmesi için ilk olarak ölçüm yapılan dönemlerdeki mevcut sağlık problemleri araştırılmıştır. Ölçümler için Antalya Cumhuriyet Başsavcılığından gerekli izinler alınmıştır. Antalya adliyesine ait mahkemelerde yapılan ölçümlerde, İç hava kalitesi parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem, CO₂, toz partikül miktarı değerleri ile radon ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde testo 445 model iç hava kalitesi ölçüm cihazı, Biotest markalı toz partikül ölçüm cihazı kullanılmıştır. Testo 445 model elle taşınabilen iç hava kalitesi ölçüm cihazıyla duruşma salonlarında ve yazı işleri müdürlüğünde CO₂ ölçümleri yapılmıştır. Elle taşınır biotest markalı toz partikül ölçüm cihazı ile iç ortamdaki toz partikül miktarları (0.5µm - 1.0µm tanecik çapları) sıcaklık ve bağıl nem değerleri anlık olarak duruşma sırasında nefes alma yüksekliğinde ölçümler yapılmıştır. Radon ölçümü için gerekli dosimetre numunesi Antalya 4.Asliye Hukuk Mahkemesi yazı işleri müdürlüğüne 2.5 ay süreyle konulmuştur.

4.3.2. Antalya ilinde bulunan Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu, İstiklal ilköğretim okulu ile Antalya lisesinde yapılan çalışmalar

İç hava kalitesi ölçümlerinin yapıldığı, üç adet eğitim kurumu okullardan iki tanesi İlk öğretim okulu, bir tanesi ise genel amaçlı lisedir. İlk öğretim okullarından Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu ana sınıfında, İstiklal ilköğretim okulu 1-A sınıfında, Lise olarak seçilen Antalya lisesinde ise 10-K sınıfında iç hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu ana sınıfı, İstiklal ilköğretim okulu 1-A sınıfı, Lise olarak seçilen Antalya lisesi 10-K sınıfının görünüşleri Şekil 4.15, 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.15. Nadire Konuk - Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu ana sınıfı genel görünüşü



Şekil 4.16. İstiklal ilköğretim okulu 1-A sınıfı ve Antalya lisesi 10-K sınıfının genel görüntüleri

Okullarda yapılan çalışmalar için ilgili okul müdürlüklerden gerekli izinler alınmıştır. İlgili okul müdürlükleri tarafından izin verilen sınıflarda ders sırasında iç ortam hava kalitesine etki eden sıcaklık, bağıl nem, toz partikül miktarı ölçümleri anlık olarak nefes yüksekliğinde ölçüm cihazları ile yapılmıştır.

Radon ölçümü için dosimetre numunesi, sınıf ortamında çocukların ulaşamayacağı yükseklikte dolap üzerlerine bırakılmıştır. Numune 2.5 ay süresince ilgili sınıflarda kaldıktan sonra test işlemi için Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Küçük çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğüne gönderilmiştir.

Dış ortam sıcaklık, bağıl nem miktarı değerleri; Biotest markalı iç ortam ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Diğer taraftan Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden her ay'a ait günlük değerlerin ölçüm ortalamaları da alınarak değerlendirmelerde kullanılmıştır.

Dış ortamda bulunan SO_2 ($\mu g/m^3$) ve Toz Partikül miktarları ($\mu g/m^3$) Antalya Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğünden resmi yazı ile bu tez çalışması için verilmiştir.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

5.1. İstatistiksel Çalışmaların Değerlendirilmesi

İç ve dış ortamda alınan ölçüm parametreleri arasındaki ilişkiyi veren korelasyon katsayıları ve önem seviyesi istatistiksel kuram için önemlidir. Korelasyon katsayısı iki değişken arasında 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 [65].

5.1.1. Antalya adliye binası değerlendirmeleri

Antalya adliyesinde 43 savcı, 55 hâkim ve 450 adli personel çalışmaktadır. Toplam personelin kasım 2006, aralık 2006, ocak 2007, şubat 2007, kasım 2007, aralık 2007 aylarında sağlık nedeniyle sevk alanların ve hastaneye sevk edilenlerin sayıları Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Sevk alan ve hastaneye sevk edilen personel sayısı

Sevk alan personel sayısı (kişi)		Hastaneye sevk edilen personel sayısı (kişi)
Kasım 2006	504	186
Aralık 2006	480	253
Ocak 2007	476	277
Şubat 2007	422	196
Kasım 2007	467	160
Aralık 2007	570	210

Yukarıdaki tablo incelendiğinde aylık olarak personelin ne kadar fazla sevk aldığı açıkça görülmektedir. Antalya adliyesi sağlık birimi tarafından, hastaneye sevk alanların gerekçelerinin, baş ağrısı, halsizlik, yorgunluk, bronşit, nezle, grip, mide

bulantısı, göz ağrısı gibi rahatsızlıklar olduğu resmi olarak tarafımıza bildirilmiştir. Bu şikayetlerin tamamı iç hava kalitesinin insan sağlığı üzerine etkilerini gösterir tanılardır.

Tablo 5.2'in irdelenmesinden İstatistiksel bilgisayar programına girilen değişkenler ; dış hava sıcaklığı, dış bağıl nem, dış CO₂ miktarı, İç sıcaklık, iç bağıl nem, ölçüm yapılan mahallerdeki pencere kenarında ve orta kısmında alınan CO₂ miktarı, üç ayrı noktadan alınan toz partikül (0,5 µm ve 1 µm çapındaki) miktarı değerleri ile birim alandaki kişi sayısı (Ks/Al) değeri de veri olarak alınmıştır. Bu veriler istatistiksel programa veri girişi olarak girilmiştir. Altı ay süresince, Antalya adliye binasında yapılan ölçüm değerleri, Minitab 13.2 bilgisayar programında analiz edilmiş olup, sonuçlar program tarafından çıktı olarak verilmiştir. İlgili program sonuçları Tablo 5.2'de verilmiştir. Tabloda; değişkenlerin toplam ölçüm sayısı (N), ortalama değeri, medyanı, kırılmış ortalamaları, standart sapmaları, standart hataları ile minimum ve maksimum değerler verilmiştir. Tablo 5.3'ün incelenmesinden üstteki birinci hücrede korelasyon katsayısı, alttaki hücrede ise önem seviyesi (p) verilmiştir. Tablonun incelenmesinden seçilen $\alpha=0.05$ önem seviyesine göre bulunan p önem seviyeleri arasında anlamlı olan sonuçlar koyu renkte işaretlenmiştir.

Tablo 5.2. Antalya adliye binası istatistiksel değerleri

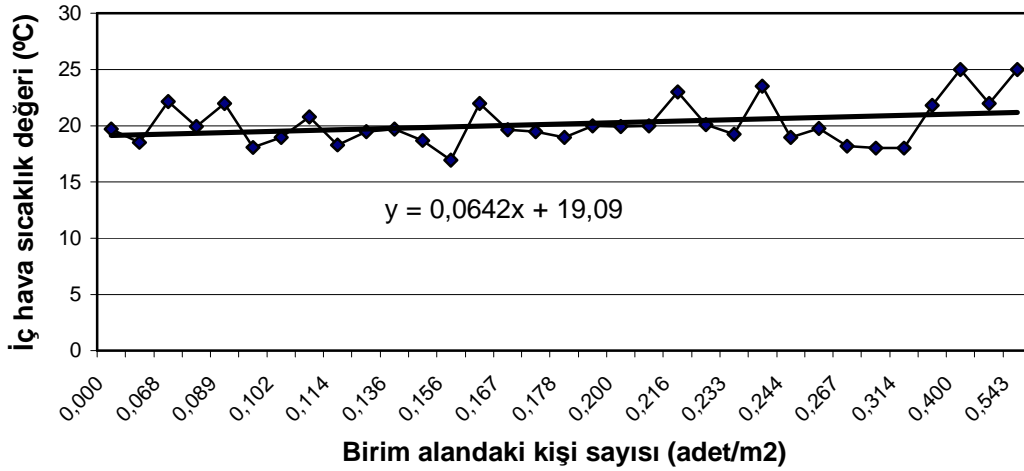
İstatistiksel tanımlayıcı: Birim alandaki kişi sayısı , Dış sıcaklık, Dış Bağıl nem, Dış CO2, İç sıcaklık, İç Bağıl nem, Pencere kenarı CO2 , Orta mahal CO2, 0,5 µm çaplı toz partikül madde 1. 2. 3. ölçüm, 1 µm çaplı toz partikül madde 1. 2. 3. ölçüm,

Tanımlayıcı	Ölçüm sayısı	Ortalama	Medyan	Kırılmış ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maximum	Q1	Q3
Birim alandaki kişi sayısı	120	0.15570	0.16667	0.15164	0.09596	0.00876	0.00000	0.54286	0.11364	0.20000
Dış sıcaklık	120	12.633	12.550	12.598	2.059	0.188	9.500	16.400	10.975	13.800
Dış Bağıl nem	120	77.200	77.600	77.367	9.757	0.891	58.400	93.000	71.575	83.975
Dış CO2	120	429.58	423.50	428.24	56.11	5.12	350.00	542.00	372.25	474.50
İç sıcaklık	120	19.848	19.750	19.766	1.863	0.170	16.090	25.000	18.340	21.000
İç Bağıl nem	120	63.945	65.000	64.224	7.429	0.678	47.000	76.100	58.075	70.000
Pencere kenarı CO2	120	2353.2	2405.5	2379.2	406.5	37.1	1115.0	2911.0	2200.0	2657.0
Orta mahal CO2	120	2360.6	2411.0	2384.4	405.9	37.1	1119.0	3000.0	2182.5	2659.5
0,5 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	120	769097	781890	771569	125309	11439	510000	999465	660007	889460
0,5 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	120	771849	785015	774138	126707	11567	510001	999476	660013	889519
0,5 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	120	771954	785015	774162	126497	11548	510008	999479	659890	889520
1 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	120	74862	75261	75336	9443	862	48264	89611	70244	79140
1 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	120	74858	75262	75330	9461	864	48289	89620	70251	79144
1 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	120	74865	75262	75337	9457	863	48291	89625	70251	79147

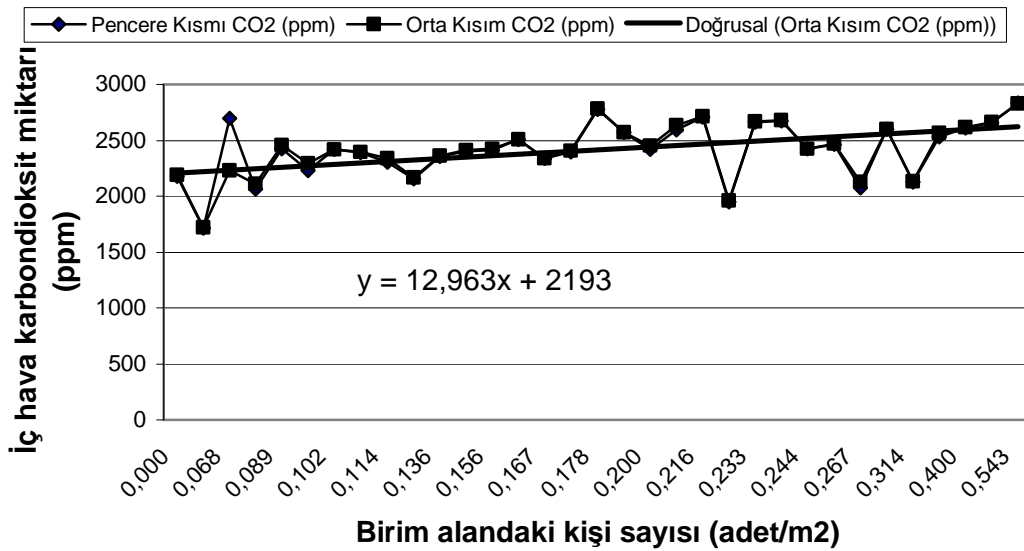
Tablo 5.3. Antalya adliye binasında yapılan ölçümlerin, minitab13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları

Korelasyonlar : Ks/Aln; DC; DB; DCO2; IC; IB; CO2pnk; CO2ort; TP0,5-1; TP0,5-2; T

	Ks/Aln	DC	DB	DCO2	IC	IB	CO2pnk	CO2ort	TP0,5-1	TP0,5-2	TP0,5-3	TP1-1	TP1-2
DC	0.084 0.360												
DB	0.035 0.707	0.737 0.000											
DCO2	0.024 0.792	-0.304 0.001	0.058 0.528										
IC	0.188 0.039	0.045 0.627	-0.068 0.460	-0.057 0.538									
IB	0.051 0.582	0.378 0.000	0.723 0.000	0.084 0.363	-0.155 0.091								
CO2pnk	0.267 0.003	-0.052 0.574	0.077 0.404	0.372 0.000	0.301 0.001	0.004 0.967							
CO2ort	0.285 0.002	-0.071 0.443	0.043 0.642	0.375 0.000	0.272 0.003	-0.039 0.672	0.971 0.000						
TP0,5-1	0.126 0.169	0.068 0.458	0.264 0.004	0.443 0.000	-0.034 0.716	0.026 0.778	0.329 0.000	0.321 0.000					
TP0,5-2	0.090 0.331	0.039 0.675	0.219 0.016	0.415 0.000	0.016 0.865	-0.024 0.794	0.318 0.000	0.311 0.001	0.971 0.000				
TP0,5-3	0.089 0.335	0.040 0.661	0.223 0.015	0.416 0.000	0.016 0.858	-0.021 0.823	0.317 0.000	0.310 0.001	0.971 0.000	1.000 0.000			
TP1-1	0.121 0.188	0.031 0.737	0.170 0.064	0.436 0.000	-0.026 0.780	-0.038 0.677	0.279 0.002	0.287 0.001	0.692 0.000	0.624 0.000	0.622 0.000		
TP1-2	0.122 0.184	0.031 0.737	0.170 0.063	0.435 0.000	-0.028 0.761	-0.038 0.677	0.280 0.002	0.287 0.001	0.692 0.000	0.624 0.000	0.622 0.000	1.000 0.000	
TP1-3	0.122 0.183	0.030 0.742	0.169 0.065	0.435 0.000	-0.027 0.766	-0.039 0.670	0.280 0.002	0.287 0.001	0.692 0.000	0.624 0.000	0.622 0.000	1.000 0.000	1.000 0.000



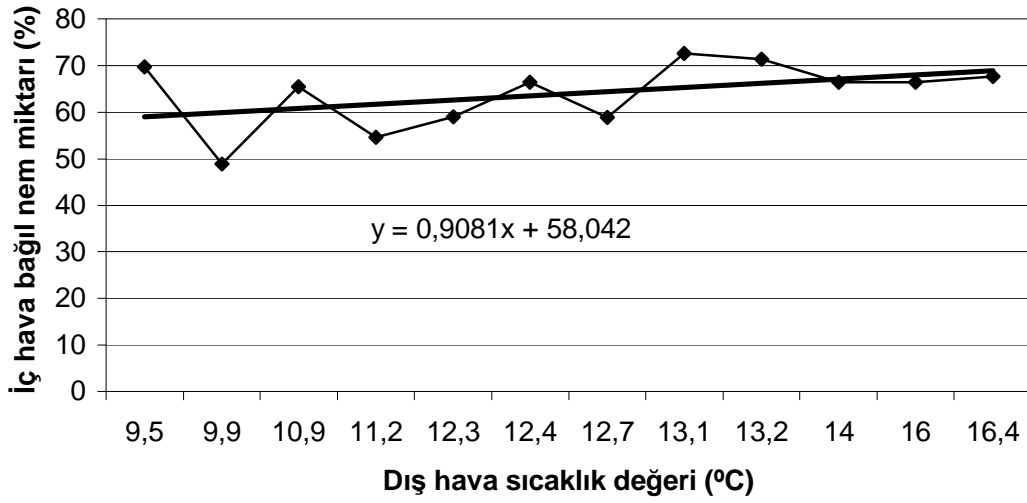
Şekil 5.1. Antalya adliye binası, birim alandaki kişi sayısı ile iç hava sıcaklığı arası ilişki



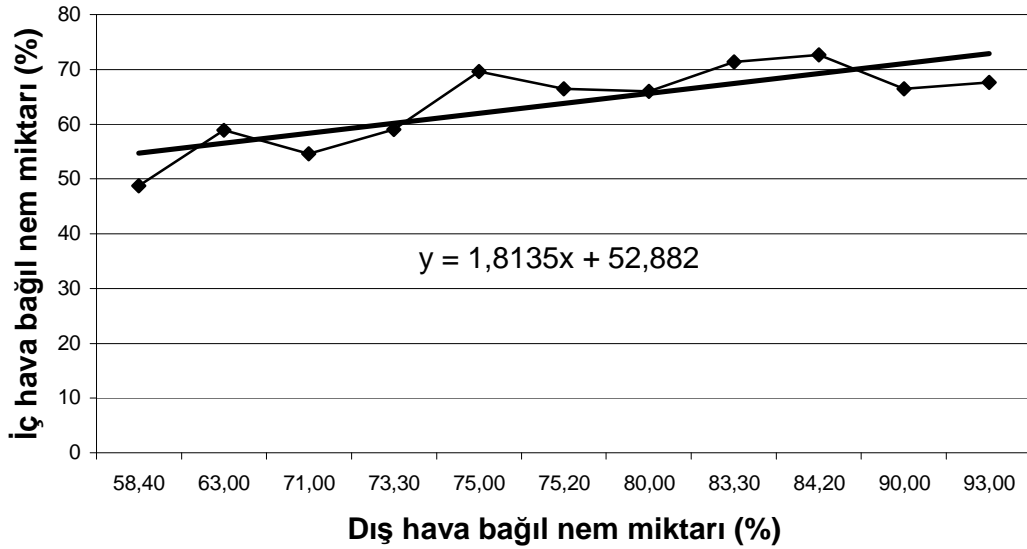
Şekil 5.2. Antalya adliye binası birim alandaki kişi sayısı ile iç hava karbondioksit miktarı arası ilişki

Tablo 5.3'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre birim alandaki kişi sayısı ile iç mahal hava sıcaklığı, pencere kenarında ve mahal içerisinde ölçülen karbondioksit miktarı arasında pozitif bir ilişkinin söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 5.1, 5.2). Ölçüm yapılan ortamdaki kişi sayısı arttıkça buna bağlı olarak iç ortamda iç sıcaklık ve CO₂ de artmaktadır.

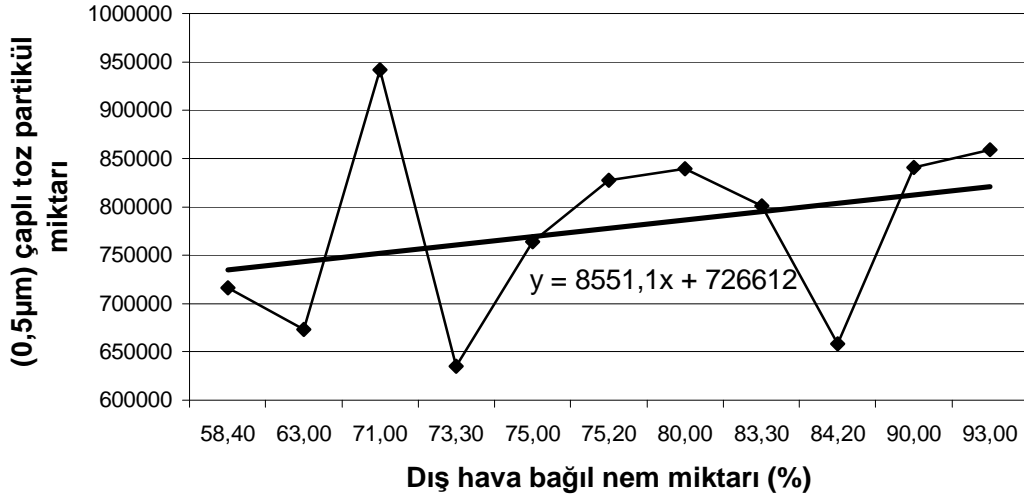
Tablo 5.3'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış hava sıcaklık ile iç mahal bağıl nem değerleri arasında, pozitif bir ilişki söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 5.3). Dış hava sıcaklığı arttıkça ölçüm yapılan iç mahaldeki bağıl nem artmaktadır.



Şekil 5.3. Antalya adliye binası dış hava sıcaklık değeri ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki



Şekil 5.4 Antalya adliye binası dış hava bağıl nem ile iç hava bağıl nem arasındaki ilişki



Şekil 5.5 Antalya adliye binası dış hava bağıl nem ile iç hava (0,5µm) boyutlu toz partikül miktarı arasındaki ilişki

Tablo 5.4'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış hava bağıl nem ile iç mahal bağıl nem değerleri arasında pozitif bir ilişki söz konusu olduğu görülmektedir (Şekil 5.4). Dış hava bağıl nem arttıkça ölçüm yapılan iç mahaldeki bağıl nem miktarı da artmaktadır. Aynı şekilde dış hava bağıl nem ile toz partikülleri (0.5 µm çap) arasında da pozitif bir bağıntı söz konusudur (Şekil 5.5).

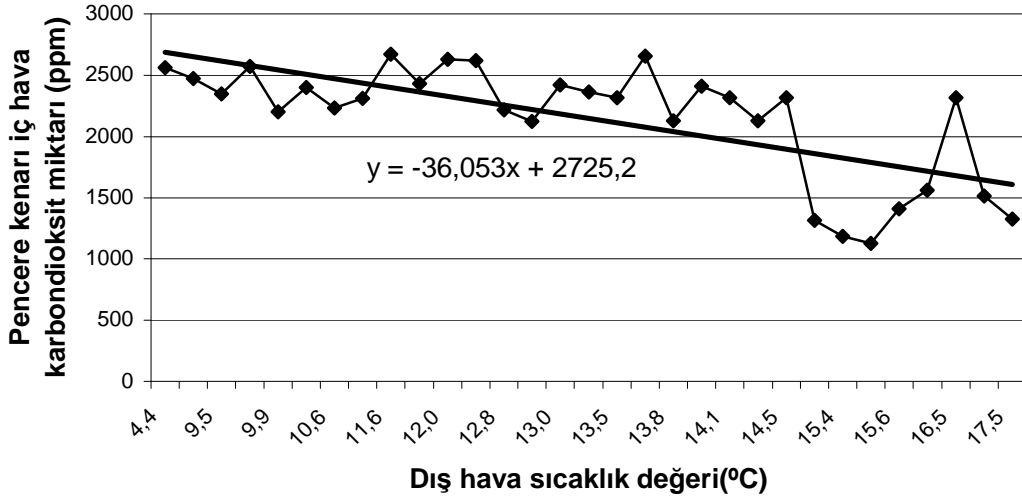
5.1.2. İstiklal ilköğretim okulu değerlendirmeleri

Tablo 5.4. İstiklal İlköğretim okulu istatistiksel değerleri

Tanımlayıcı	Ölçüm	Ortalama	Medyan	Kırpılmış ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maximum	Q1	Q3
Birim alandaki kişi sayısı	36	0,82222	0,83333	0,82917	0,03285	0,00548	0,70000	0,83333	0,83333	0,83333
Dış sıcaklık	36	12,919	13,300	13,081	2,656	0,443	4,400	17,500	11,650	14,475
Dış Bağıl nem	36	66,38	69,55	67,28	19,93	3,32	21,30	95,10	51,60	82,05
Dış CO2	36	424,78	431,50	427,31	50,99	8,50	314,00	496,00	379,50	465,50
İç sıcaklık	36	18,006	18,000	17,938	1,950	0,325	14,700	22,100	16,750	19,225
İç Bağıl nem	36	59,06	62,50	59,88	16,84	2,81	20,00	85,00	49,00	70,75
Pencere kenarı CO2	36	2183,4	2314,5	2216,3	463,3	77,2	1126,0	2698,0	2126,8	2550,3
Orta mahal CO2	36	2208,7	2357,0	2243,3	465,8	77,6	1150,0	2700,0	2139,5	2534,3
0,5 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	36	715236	676001	710639	-	17148	533211	987000	653250	727148
0,5 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	36	716899	676060	711832	-	16998	538962	987166	659523	727216
0,5 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	36	717814	676070	712618	-	17148	539187	987265	660223	727350
1 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	36	87060	86476	86641	3092	515	82142	98142	85423	87937
1 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	36	87387	87228	86983	3053	509	82412	98150	85387	88117
1 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	36	87412	87289	87011	3080	513	82215	98205	85482	88133

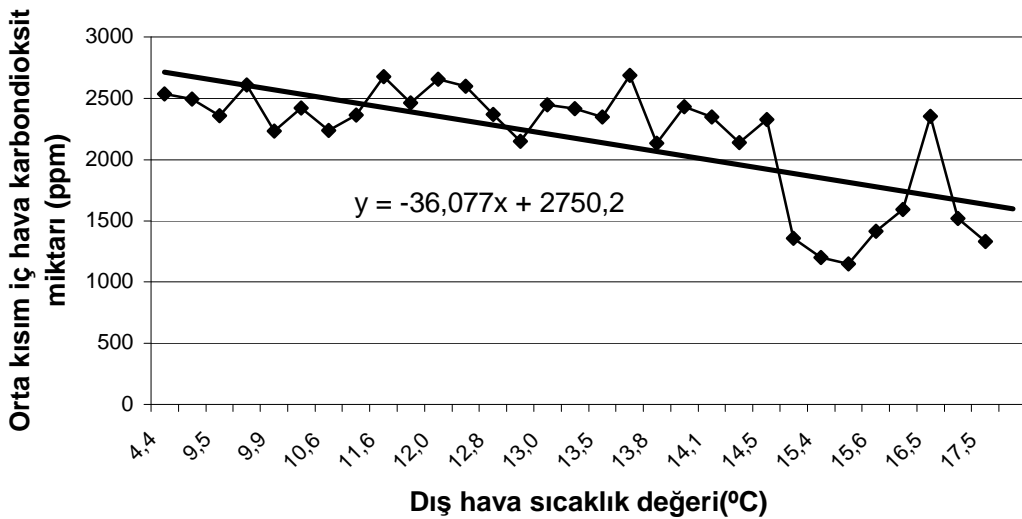
Tablo 5.5. İstiklal ilköğretim okulu minitab13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları

Korelasyonlar: Ks/Aln; DC; DB; DCO2; IC; IB; CO2pnk; CO2ort; TP0,5-1; TP0,5-2; TP0,5-3, TP1-1,TP1-2,TP1-3													
	Ks/AL	DC	DB	DCO2	IC	IB	CO2pnk	CO2ort	TP0,5-1	TP0,5-2	TP0,5-3	TP1-1	TP1-2
DC	0,091 0,598												
DB	-0,051 0,766	0,294 0,082											
DCO2	-0,061 0,723	-0,222 0,192	0,050 0,773										
IC	0,227 0,183	0,260 0,125	-0,231 0,175	-0,407 0,014									
IB	-0,013 0,942	0,348 0,038	0,966 0,000	0,054 0,756	-0,148 0,391								
CO2pnk	-0,131 0,447	-0,583 0,000	-0,099 0,567	-0,159 0,353	0,076 0,659	-0,192 0,262							
CO2ort	-0,114 0,510	-0,573 0,000	-0,107 0,533	-0,189 0,270	0,092 0,593	-0,199 0,245	0,998 0,000						
TP0,5-1	-0,130 0,451	-0,198 0,248	-0,154 0,369	0,182 0,289	-0,080 0,642	-0,160 0,351	0,118 0,492	0,099 0,565					
TP0,5-2	-0,125 0,467	-0,198 0,247	-0,157 0,360	0,182 0,289	-0,069 0,690	-0,164 0,340	0,129 0,453	0,110 0,525	1,000 0,000				
TP0,5-3	-0,121 0,482	-0,193 0,260	-0,156 0,365	0,174 0,312	-0,052 0,761	-0,160 0,351	0,132 0,444	0,112 0,514	0,999 0,000	1,000 0,000			
TP1-1	-0,072 0,676	-0,060 0,728	-0,046 0,789	0,253 0,136	-0,305 0,071	-0,047 0,783	0,053 0,758	0,052 0,761	0,215 0,207	0,212 0,215	0,209 0,221		
TP1-2	-0,038 0,828	-0,051 0,766	-0,093 0,589	0,194 0,257	-0,247 0,146	-0,088 0,611	0,115 0,504	0,125 0,468	0,112 0,515	0,109 0,525	0,105 0,544	0,946 0,000	
TP1-3	-0,034 0,843	-0,073 0,673	-0,078 0,650	0,166 0,332	-0,254 0,136	-0,072 0,677	0,119 0,488	0,131 0,446	0,093 0,590	0,089 0,606	0,083 0,629	0,935 0,000	0,994 0,000

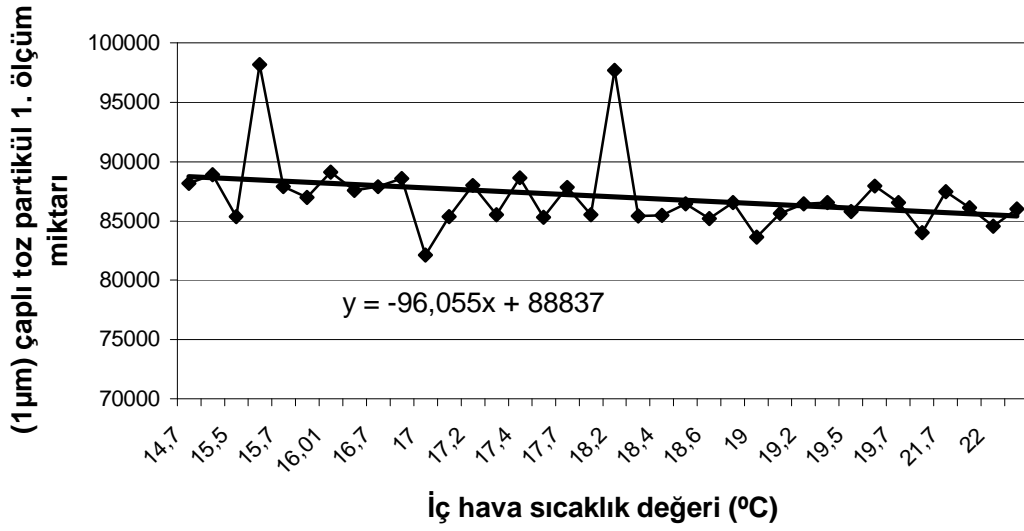


Şekil 5.6. İstiklal ilköğretim okulu dış sıcaklık ile iç hava CO₂ arasındaki ilişki

Tablo 5.5'deki önem seviyesi ve korelasyona göre pencere kenarı iç hava CO₂ miktarı ile dış hava sıcaklık değeri arasında negatif bir ilişki söz konusudur (Şekil 5.6). Buradan dış hava sıcaklığı arttıkça iç mahal içerisinde karbondioksit miktarının azaldığı görülmüştür. Tablo 5.5'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış sıcaklık ile mahal içerisinde orta kısımda ölçülen karbondioksit miktarı arasında negatif bir ilişki söz konusudur (Şekil 5.7). Dış sıcaklık arttıkça mahal içerisinde ölçülen CO₂ miktarı da azalmaktadır.



Şekil 5.7. İstiklal ilköğretim okulu dış hava sıcaklık ile iç ortam CO₂ arasındaki ilişki



Şekil 5.8. İstiklal ilköğretim okulu iç sıcaklık ile iç havada bulunan (1µm) çaplı partikül miktarı arası ilişki

Tablo 5.5'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre iç sıcaklık ile toz partikülleri (1 µm çap) arasında negatif bir ilişki söz konusudur. İç sıcaklık azaldıkça iç ortamdaki toz partikülleri artmaktadır (Şekil 5.8).

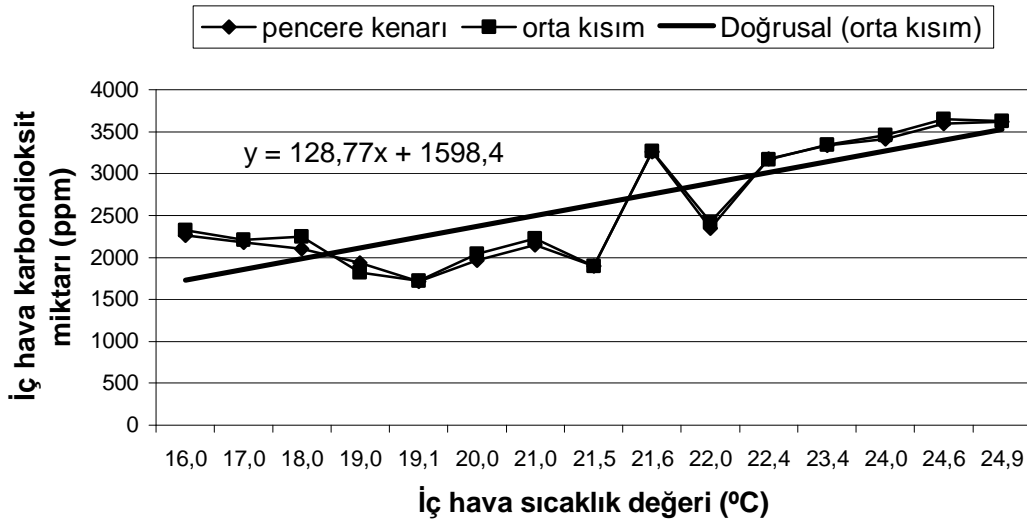
5.1.3. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu değerlendirmeleri

Tablo 5.6. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim Okulu istatistiksel değerleri

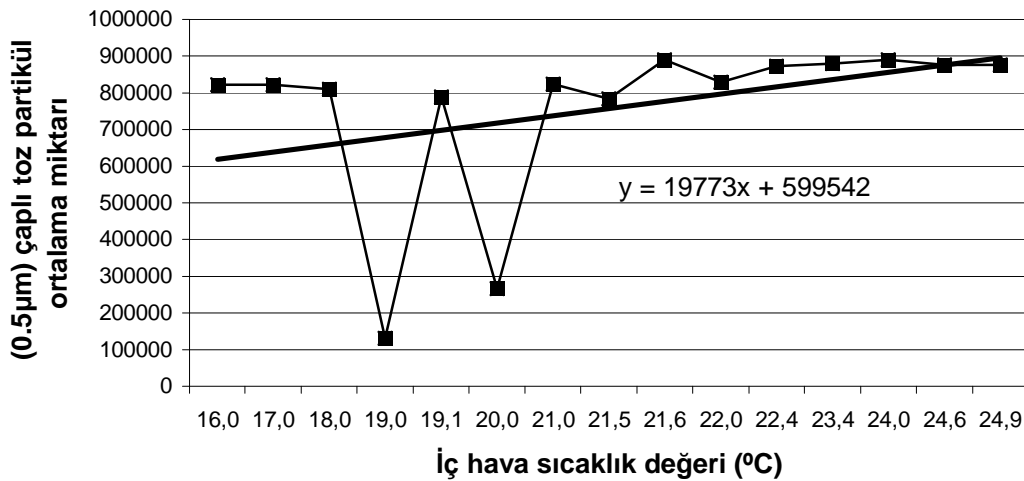
Tanımlayıcı	Ölçüm sayısı	Ortalama	Medyan	Kırılmış ortalama	Standart sapma	Standart	Minimum	Maximum	Q1	Q3
Birim alandaki kişi sayısı	44	0,79273	0,80000	0,79400	0,01561	0,00235	0,76000	0,80000	0,80000	0,80000
Dış sıcaklık	44	13,055	13,150	13,185	2,437	0,367	4,600	17,500	11,850	14,700
Dış Bağıl nem	44	167,91	70,20	68,79	18,76	2,83	21,30	95,10	57,18	82,85
Dış CO2	44	407,68	410,50	407,78	45,61	6,88	309,00	501,00	374,00	437,75
İç sıcaklık	44	19,670	19,000	19,600	2,319	0,350	16,000	24,900	18,000	21,375
İç Bağıl nem	44	58,77	59,50	59,23	16,47	2,48	20,00	90,00	49,00	7 1,00
Pencere kenarı CO2	44	2280,1	2131,0	2264,8	620,1	93,5	1245,0	3621,0	1942,0	2634,5
Orta mahal CO2	44	2330,2	2225,0	2317,8	609,9	91,9	1248,0	3650,0	1946,5	2641,8
0,5 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	44	819413	830612	820997	48082	7249	712453	889863	785713	858667
0,5 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	44	821419	830694	823197	47891	7220	712564	889869	785720	867020
0,5 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	44	821678	830696	823108	47305	7131	725413	889632	785725	867301
1 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	44	84834	86774	85026	4946	746	74123	92145	84298	87515
1 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	44	84814	86522	85031	4953	747	74128	92149	84265	87769
1 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	44	84778	86545	84992	4914	741	74129	92150	84267	87521

Tablo 5.7. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu minitab 13.2 programından elde edilen önem seviyesi ve korelasyon sonuçları

Korelasyonlar: Ks/Aln; DC; DB; DCO2; IC; IB; CO2pnk; CO2ort; TP0,5-1; TP0,5-2; TP0,5-3, TP1-1,TP1-2,TP1-3													
	KS/AL	DC	DB	DCO2	IC	IB	CO2pnk	CO2ort	TP0,5-1	TP0,5-2	TP0,5-3	TP1-1	TP1-2
DC	0,028 0,858												
DB	0,223 0,146	0,249 0,103											
DCO2	0,024 0,877	0,121 0,435	0,185 0,229										
IC	0,009 0,952	-0,009 0,954	-0,084 0,587	0,423 0,004									
IB	0,077 0,621	0,219 0,152	0,920 0,000	0,087 0,573	-0,231 0,131								
CO2pnk	0,236 0,123	-0,113 0,464	0,160 0,298	0,130 0,401	0,503 0,000	-0,106 0,494							
CO2ort	0,175 0,257	-0,103 0,506	0,239 0,119	0,121 0,434	0,494 0,001	-0,020 0,898	0,932 0,000						
TP0,5-1	0,309 0,041	-0,268 0,078	0,114 0,460	-0,159 0,303	0,331 0,028	-0,072 0,643	0,680 0,000	0,630 0,000					
TP0,5-2	0,281 0,064	-0,268 0,078	0,103 0,507	-0,201 0,190	0,330 0,028	-0,069 0,657	0,675 0,000	0,627 0,000	0,996 0,000				
TP0,5-3	0,292 0,054	-0,273 0,073	0,090 0,561	-0,214 0,164	0,330 0,029	-0,083 0,594	0,679 0,000	0,629 0,000	0,991 0,000	0,997 0,000			
TP1-1	-0,362 0,016	-0,449 0,002	-0,068 0,660	-0,227 0,138	0,221 0,150	-0,055 0,721	0,380 0,011	0,432 0,003	0,301 0,047	0,330 0,029	0,334 0,027		
TP1-2	-0,382 0,010	-0,449 0,002	-0,066 0,670	-0,246 0,107	0,195 0,204	-0,043 0,783	0,356 0,018	0,411 0,006	0,280 0,066	0,310 0,040	0,315 0,037	0,992 0,000	
TP1-3	-0,370 0,013	-0,464 0,002	-0,057 0,711	-0,240 0,117	0,197 0,201	-0,037 0,812	0,362 0,016	0,418 0,005	0,294 0,053	0,323 0,032	0,327 0,030	0,991 0,000	0,999 0,000



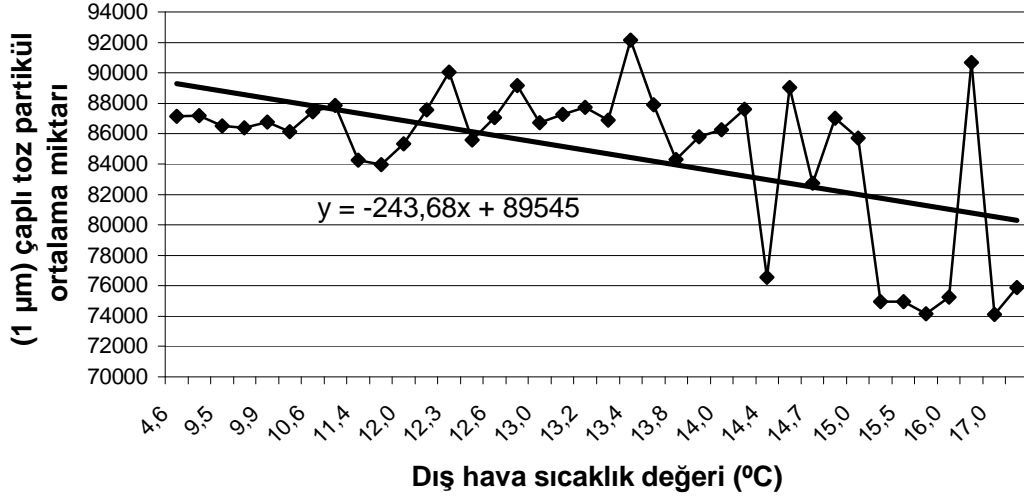
Şekil 5.9. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu iç sıcaklık ile CO2 ve toz partikülleri arası ilişki



Şekil 5.10. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu iç sıcaklık ile (0.5µm) çaplı toz partikülleri arası ilişki

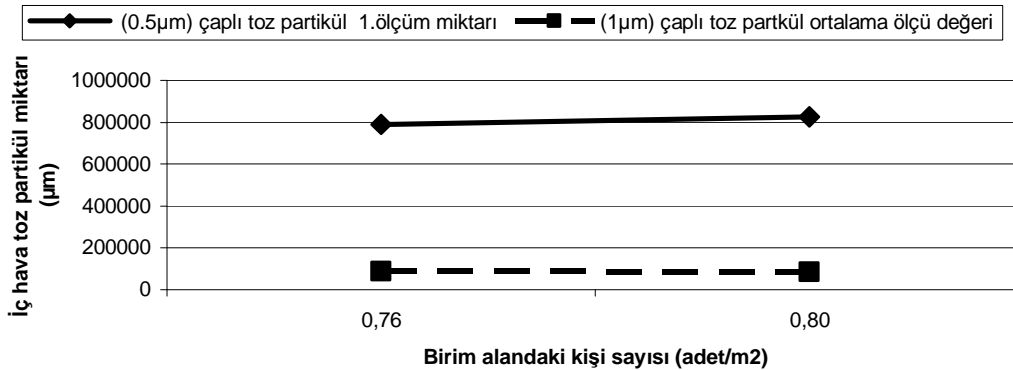
Tablo 5.7'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre iç sıcaklık ile iç hava parametrelerinden, pencere kenarında ölçülen karbondioksit miktarı arasında pozitif bir ilişkinin söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır. İç sıcaklık arttıkça karbondioksit değeri de artmaktadır (Şekil 5.9). Benzeri durum toz partikülleri (0.5 µm çap) içinde geçerlidir. Birinci, ikinci, üçüncü ölçüm değerleri ile bunların ortalamalarının; iç hava sıcaklığı arasındaki fonksiyonu gösterir grafiklerin üst üste çakışması sebebiyle, söz konusu ilişki; ortalama ölçü değerleriyle ifade edilmiştir (Şekil 5.10). Aynı şekilde

dış sıcaklık ile iç ortam toz partikülleri (1µm çap) arasında negatif bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk İlköğretim okulu dış sıcaklık ile (1µm) çaplı toz partikülleri arası ilişki

Tablo 5.7'deki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre birim alan başına düşen kişi sayısı ile iç ortam toz partikülleri (0.5 µm çap) arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda birim alana düşen kişi sayısı arttıkça, iç ortam toz partiküllerinin (0.5 µm çap) arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan birim alan başına düşen kişi sayısı ile iç ortam toz partikülleri (1 µm çap) arasında ise negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır (Şekil 5.12). Buradan da birim alana düşen kişi sayısı arttıkça iç ortam toz partiküllerinin (1 µm çap) azaldığı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.12. Nadire Konuk ve Ali Oğuz Konuk ilköğretim okulu birim alandaki kişi sayısı ile iç ortam toz partikülleri arası ilişki

5.1.4. Antalya lisesinde yapılan değerlendirmeler

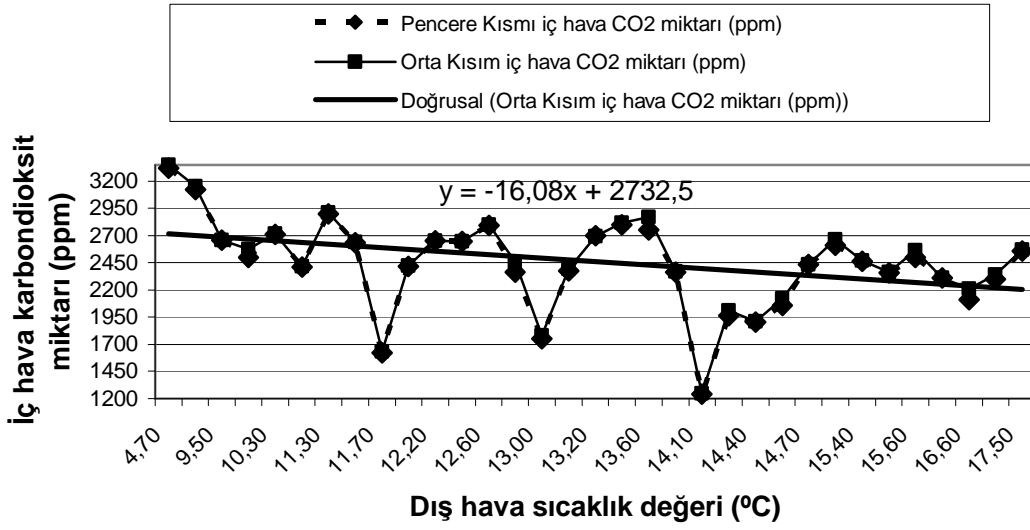
Tablo 5.8. Antalya lisesi istatistiksel değerleri

Descriptive Statistics: Ks/Aln; DC; DB; DCO2; IC; IB; CO2pnk; CO2ort; TP0,5-1; T

Tanımlayıcı	Ölçüm sayısı	Ortalama	Medyan	Kırpılmış	Standart sapma	Standart hata	Minimum	Maximum	Q1	Q3
Birim alandaki kişi sayısı	44	0.92208	0.92857	0.92679	0.02469	0.00372	0.82143	0.92857	0.92857	0.92857
Dış sıcaklık	44	13.089	13.150	13.223	2.429	0.366	4.700	17.500	11.900	14.600
Dış Bağıl nem	44	67.97	70.20	68.85	18.67	2.81	21.20	95.10	57.25	82.85
Dış CO2	44	414.91	413.50	414.93	49.54	7.47	341.00	489.00	364.25	462.00
İç sıcaklık	44	19.380	19.000	19.318	1.770	0.267	17.000	23.000	18.000	20.000
İç Bağıl nem	44	58.98	60.00	59.48	15.75	2.38	21.00	89.00	50.00	73.50
Pencere kenarı CO2	44	2387.8	2480.5	2404.1	492.4	74.2	1213.0	3321.0	2302.8	2688.3
Orta mahal CO2	44	2418.5	2541.5	2435.2	492.1	74.2	1249.0	3350.0	2346.3	2696.0
0,5 µm çaplı toz partikül madde 1.	44	751796	764708	755112	69274	10443	584311	848495	745588	795125
0,5 µm çaplı toz partikül madde 2.	44	752206	764709	755544	68687	10355	584984	848499	745591	795432
0,5 µm çaplı toz partikül madde 3.	44	752911	764709	755655	67335	10151	602471	848500	745593	795435
1 µm çaplı toz partikül madde 1. ölçüm	44	81954	79592	81548	4942	745	76894	95152	78373	85637
1 µm çaplı toz partikül madde 2. ölçüm	44	82032	79540	81642	5026	758	76706	95159	78371	86300
1 µm çaplı toz partikül madde 3. ölçüm	44	82104	79611	81720	5022	757	76712	95161	78427	86388

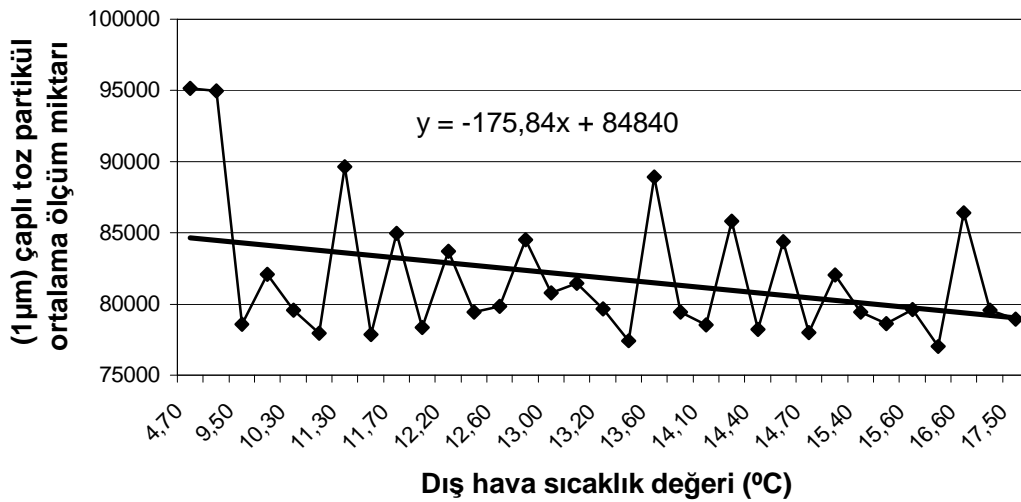
Tablo 5.9. Antalya Lisesi minitab 13.2 programından elde edilen güvenilirlik ve korelasyon sonuçları

Korelasyonlar: Ks/Aln; DC; DB; DCO2; IC; IB; CO2pnk; CO2ort; TP0,5-1; TP0,5-2; TP0,5-3, TP1-1,TP1-2,TP1-3													
	Ks/Aln	DC	DB	DCO2	IC	IB	CO2pnk	CO2ort	TP0,5-1	TP0,5-2	TP0,5-3	TP1-1	TP1-2
DC	-0.036 0.817												
DB	0.230 0.134	0.254 0.096											
DCO2	0.118 0.444	-0.021 0.894	0.110 0.479										
IC	-0.037 0.810	0.543 0.000	0.082 0.595	0.136 0.379									
IB	0.177 0.251	0.201 0.191	0.952 0.000	0.008 0.958	-0.002 0.992								
CO2pnk	0.251 0.100	-0.366 0.015	-0.121 0.433	0.395 0.008	0.208 0.174	-0.169 0.272							
CO2ort	0.235 0.125	-0.357 0.017	-0.134 0.386	0.377 0.012	0.232 0.130	-0.176 0.253	0.996 0.000						
TP0,5-1	0.272 0.074	-0.294 0.052	0.101 0.516	0.274 0.072	-0.492 0.001	0.024 0.876	-0.095 0.541	-0.145 0.346					
TP0,5-2	0.276 0.070	-0.294 0.053	0.104 0.503	0.273 0.073	-0.489 0.001	0.027 0.859	-0.096 0.537	-0.146 0.344	1.000 0.000				
TP0,5-3	0.260 0.089	-0.288 0.058	0.085 0.584	0.273 0.073	-0.508 0.000	0.007 0.965	-0.111 0.471	-0.162 0.292	0.993 0.000	0.992 0.000			
TP1-1	-0.175 0.257	-0.387 0.009	-0.312 0.039	0.153 0.322	-0.046 0.767	-0.198 0.198	0.217 0.156	0.262 0.086	-0.209 0.174	-0.208 0.175	-0.204 0.185		
TP1-2	-0.172 0.264	-0.377 0.012	-0.303 0.046	0.140 0.364	-0.021 0.890	-0.188 0.221	0.212 0.167	0.258 0.090	-0.241 0.114	-0.240 0.117	-0.234 0.127	0.997 0.000	
TP1-3	-0.178 0.249	-0.384 0.010	-0.304 0.045	0.126 0.417	-0.025 0.873	-0.190 0.217	0.217 0.157	0.264 0.084	-0.249 0.103	-0.248 0.105	-0.243 0.112	0.997 0.000	0.999 0.000



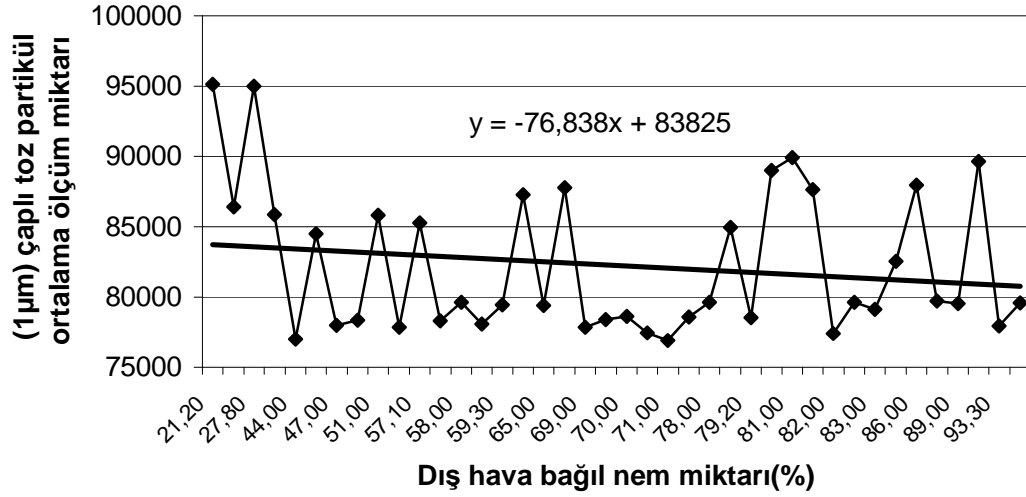
Şekil 5.13. Antalya lisesi binası dış hava sıcaklığı ile iç hava karbondioksit miktarı arası ilişki

Tablo 5.9'daki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış hava sıcaklığı ile iç hava parametrelerinden, pencere kenarında ve mahal içerisinde ölçülen karbondioksit miktarı arasında negatif bir ilişkinin söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 5.13). Bununla birlikte dış hava sıcaklığı ile iç hava parametrelerinden (1 μ m) çaplı toz partiküllerinin birinci, ikinci, üçüncü ölçüm değerleri ile bunların ortalamalarının; dış hava sıcaklığı arasındaki fonksiyonu gösterir grafiklerin üst üste çakışması sebebiyle, söz konusu ilişki; ortalama ölçü değerleriyle ifade edilmiştir (Şekil 5.14). Şekilden de anlaşılacağı üzere sözü edilen ilişki negatiftir.



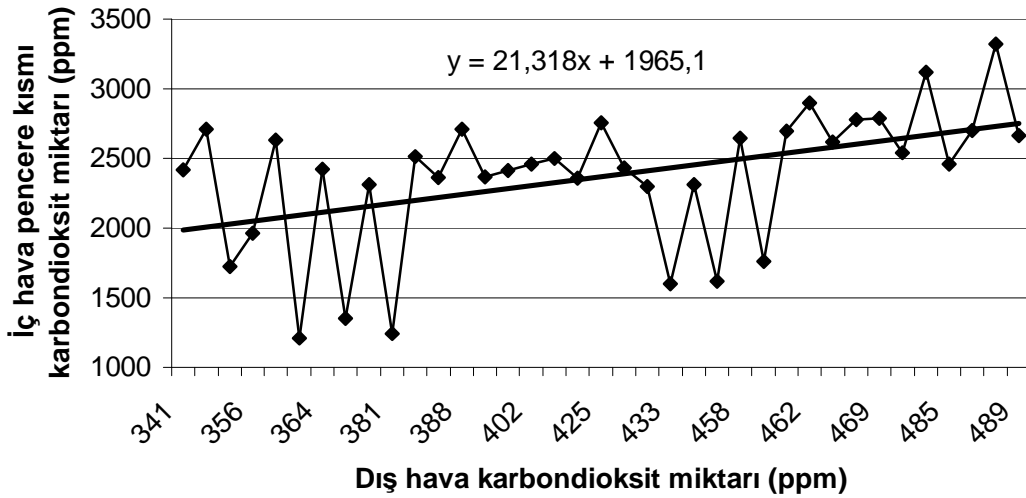
Şekil 5.14. Antalya lisesi binası dış hava sıcaklığı ile iç hava (1 μ m) çaplı toz partikülleri arası ilişki

Tablo 5.9'daki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış bağıl nem değeri ile (1.0µm) çapındaki toz partikülleri arasında negatif bir ilişki olduğu anlaşılmıştır (Şekil 5.15).



Şekil 5.15. Antalya lisesi binası dış hava bağıl nem miktarı ile iç hava (1µm) çaplı toz partikülleri arası ilişki

Tablo 5.9'daki önem seviyesi (p) ve korelasyona göre dış hava karbondioksit değeri ile iç hava parametrelerinden, pencere kenarında ve mahal içerisinde ölçülen karbondioksit miktarı arasında pozitif bir ilişkinin söz konusu olduğu ortaya çıkmıştır. Sözü edilen ilişki; pencere kısmı karbondioksit değerleri ile modellenmiştir (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. Antalya lisesi binası dış hava karbondioksit miktarı ile iç hava karbondioksit miktarı arası ilişki

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında yapılan deneysel çalışmalar sonucu elde edilen verilerin (Ekler A) irdelenmesinden; adalet binasında ve okullardaki tüm iç ortamlarda ölçülen CO₂'nin miktarlarının, (özellikle mahalin orta kısımlarında) ASHRAE tarafından standart değer olarak verilen 1000 ppm'nin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Yine OSHA tarafından 2.seviye için verilen sınır değer 800 ppm olup, bu değerde tüm ölçüm yerlerinde aşılmıştır. Aynı şekilde toz partikül seviyelerinin de (0.5 µm çapındaki) ISO 14644 - Class 7'ye göre temiz oda sınıfları standardında sınır değer olarak verilen partikül sayısı 352.000 adet / m³ değerinin çok üzerinde olduğu da (dakikada partikül yayılımı oturan-ayakta ve hareketliler için) tespit edilmiştir. Amerikan standardı U.S.209 E - M 5.5 class'a göre temiz oda sınıfında partikül sayısı 353.000 adet/m³ sınır değer olup, bu değerinde standardın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Toz partikül seviyelerinden 1 µm çapındaki partiküllerin, ISO 14644 – Class 6'ya göre temiz oda sınıfları standardında, sınır değer olarak verilen partikül sayısı 8320 adet / m³ değerinin de çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

İç hava kalitesi için önemli parametrelerden olan radon gazı değeri Küçük Çkemece Nükleer Araştırma , Antalya adalet binasında yapılan ölçüm sonucunda 307 Bq/m³ olarak saptanmıştır. Aynı ölçümleme Antalya Nadire Konuk - Atilla Oğuz Konuk İlköğretim okulunda yapılmış ve radon değeri 287 Bq/m³ olarak ölçülmüştür. Tespit edilen radon değerleri Türkiye için geçerli olan 400 Bq/m³ standart değerinin altında olduğu da belirlenmiştir. Antalya Nadire Konuk - Atilla Oğuz Konuk İlköğretim okulunda ölçülen radon değerinin Antalya adliye binasında ölçülen radon aktivite konsantrasyonu değerinden büyük olma nedeni ise Nadire Konuk - Atilla Oğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm yerinin toprak zeminine yakın olması nedeniyle fazla çıktığı bunda topraktan uzaklaştıkça yüksekliğe bağlı olarak radon seviyesinin azaldığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda adalet ve okul binalarında

yapılan radon ölçüm değerlerinin insan sağlığına bir etkisinin olmadığı (zararsız olduğu) sonucu ortaya çıkmıştır.

Türkiye'de mevcut radon ölçüm sonuçlarına göre iller bazında radon haritası ortaya çıkartılmıştır. Ancak her il içerisinde kendi ilçelerinde ve bölgelerde resmi binalarda radon ölçümleri yapılmalı böylelikle veri bilgisi arttırıldığı gibi radon haritası daha kapsamlı olacağı düşünülmektedir.

Antalya Büyükşehir belediyesi iç hava kalitesi izleme istasyon verilerine göre dış havada bulunan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ağırlığındaki toz partikül ölçüm değerleri, ölçüm yapılan aylar olan kasım, aralık, ocak, şubat ayları ortalama değerleri olup sırasıyla $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Dış havada bulunan toz partikül değeri kısa vadeli ölçümlerde $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınır değeri olup, bu değerin altında olduğu da tespit edilmiştir.

Diğer taraftan ölçüm yapılan aylar olan kasım, aralık, ocak ve şubat aylarındaki ortalama SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ağırlık değerleri sırasıyla $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir. Türkiye'de mevcut bulunan hava kalitesi yönetmeliğine göre kısa vadeli SO_2 'in $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sınır değeri olup bu değerin altında olduğu da tespit edilmiştir.

Ekler A verileri ile İstatistiksel program sonucunda elde edilen verilere göre Antalya adalet binasında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

1- Birim alana düşen kişi sayısı arttıkça iç ortamdaki (duruşma salonu) iç hava parametrelerinden iç sıcaklık ile CO_2 miktarının arttığı tespit edilmiştir.

2- Dış hava sıcaklığı azaldıkça iç ortamdaki (duruşma salonu) iç hava parametrelerinden bağıl nemin azaldığı tespit edilmiştir.

3- Dış hava bağıl nem miktarı arttıkça iç ortamdaki (duruşma salonu) iç hava parametrelerinden bağıl nemin arttığı, aynı şekilde $0,5 \mu\text{m}$ çaptaki toz partikül miktarının da arttığı belirlenmiştir. Üç adet okul binasında ise aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

- 1- Dış hava sıcaklığı azaldıkça iç ortamdaki (sınıflarda) iç hava parametrelerinden CO₂, 1 µm çaptaki toz partikül miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir.
- 2- Sınıflardaki iç sıcaklık arttıkça, insanların nefeslerinden oluşan CO₂ miktarı ve 0.5 µm çaptaki toz partikül miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir.
- 3- Dış hava CO₂ miktarı arttıkça iç ortamdaki (sınıflarda) iç hava parametrelerinden CO₂ miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir.
- 4- Dış hava bağıl nem miktarı arttıkça iç hava parametrelerinden toz partikülün 1 µm çaptaki miktarından arttığı tespit edilmiştir. Yukarıdaki sonuçlar ışığında şu değerlendirmeler yapılabilir.

Adalet ve Eğitim kurumunda kış aylarında dış ortam hava sıcaklığı azaldıkça iç ortamda kullanılan ısıtma cihazları ve klimaların fazla kullanımı nedeniyle iç ortamdaki hava sıcaklığında artma olduğu, kış sezonlarında kapalı ortamlarda insanların bulunma sürelerinde fazla olacağı göz önüne alındığında, insan faktörü nedeniyle nefesten dolayı oluşan CO₂ değerinin de arttığı ortaya çıkmaktadır. Dış ortam hava bağıl nemi azaldıkça (dış ortamdaki sıcaklık değeri azaldığında) iç ortamdaki bağıl nem’inde azaldığı, buradan da iç ortamda kullanılan cihazların kış ısıtma modunda iç ortamdaki nemi yok ettiği, bu nedenle de iç ortamdaki bağıl nemin azalacağı sonucunu ortaya koymaktadır. İyi bir iç hava kalitesi için kontrollü havalandırma ve iklimlendirme yapılmalıdır. Dış hava eğer uygun değerlerde değilse çeşitli tip filtrelerden geçirilmelidir.

Sonuç olarak, İnsanların temel yaşamlarında hayatlarını devam ettmeleri için gerekli olan okullar ve adalet binalarında iç hava kalitesinin sürekli izlenip kontrol edilmesi gerekir. Kabul edilebilir bir iç hava kalitesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu nedenle okullar ve adalet binalarında iç hava kirleticilerinin konsantrasyonlarını düşürmek için aşağıda sıralanan altı temel kontrol yöntemi uygulanmalıdır. Bunlar;

1. Kaynak yöntemi; kaynağın uzaklaştırılmasını, kaynağın değiştirilmesini ve kaynağın kapatılmasını kapsar.
2. Yerel egzoz; iç ortama dağılmış olan kirleticileri kaynağında yakalayıp uzaklaştırmak ve dış ortama göndermek için verimli bir yöntemdir.

3. Havalandırma; havalandırma sistemi uygun olarak tasarlanıp işletildiğinde ve bakıldığına otomatik olarak havadaki kirleticileri normal seviyeye indirecektir.
4. Maruz kalma kontrolü; kirliliğin tamamen önlenemediği yerlerde maruz kalma sürelerini ve şekillerini kısaltmak gereklidir.
5. Hava temizleme cihazları; hava temizleyicilerin en ucuz modellerinden en kapsamlı ve pahalı sistemlerine kadar bir çok tip ve boyutta olanları satılmaktadır.
6. Eğitim; okul ve adalet personelinin ve öğrencilerin iç hava kalitesi konusunda eğitilmeli olarak verilebilir. Şayet kişiler; hava kirleticileri ve onların kontrolü konusunda bilgilendirilirse bu kirliliklere maruz kalma durumları azaltılmış olur. Bu amaçla başta okul yöneticileri, öğretmenler ve adalet personeline seminerler düzenlenmelidir [6].

Yukarıda saymış olduğumuz iç hava kalitesini iyileştirmeye yönelik kriterlerden; sadece okullarda teneffüs sırasında,

- 1- Sınıftaki öğrencilerin tamamının dışarıya çıkartılması,
- 2- Sınıfın iyice havalandırılması,
- 3- Sınıfın ısıtılması için kullanılan ısıtıcıların daha kısa zamanlı ve daha uygun kullanılması,
- 4- Vasistas pencerelerinin, ders süresince açık tutulması, işlemleri gerçekleştirilerek iç hava kalitesinin iyileşeceği önerilmektedir.

Bu iyileşmenin sonucu olarak da mevcut okul binalarında uygulanabilecek bazı pratik çözümler ile de iç hava hava kalitesi problemlerini azaltmak mümkündür.

Örneğin;

- 1- Sınıfların bulunduğu koridorlara, her kat birbirinden bağımsız olacak şekilde, egzoz hava kanalları döşeyerek havalandırma sistemi yapılabilir.
- 2- Mevcut okullarda fizibilite çalışmaları yapılarak merkezi havalandırma sistemi tesis edilebilir.

- 3- Sınıflara ısı enerji geri kazanımlı lokal havalandırma cihazları yerleştirilerek iç hava kalitesi artırılabilir.
- 4- Okul yöneticilerinin okuldaki iç hava kalitesi problemlerini önlemek ve çözmek amacı ile iç hava kalitesi koordinatörü tayin etmeleri önerilmektedir. (İç hava kalitesi koordinatörlerinin rolü ve görevleri Amerikan Çevre Koruma Örgütünün hazırlamış olduğu “Okullar için İç Hava Kalitesi Aletleri” adlı raporda açıklanmıştır.) [6].

Yeni okul ve adalet binası inşasında projelendirme aşamasında aşağıdaki dikkat edilmesi gereken hususlar göz önüne alınmalıdır.

1- Türkiye de Milli Eğitim Bakanlığına bağlı olarak yatırımlar ve tesisler daire başkanlığı ile Adalet Bakanlığına bağlı Yapı İşleri Genel Müdürlüğünün görevleri arasında olan ve belirtilen; ihtiyaç duyulan bina ve araziyi kiralamak, satın almak, bakanlığa bağlı adalet binası, okul ve kurumların binalarını yapmak veya yaptırmak olduğuna göre, tüm eğitim kurumları ile adliye binalarında iç hava kalitesinin uygunluğunu da sağlamak zorundadırlar. Bu bağlamda son yıllarda Türkiye de Milli Eğitim Bakanlığının öncülüğünde eğitime destek kampanyalarında yardımda bulunan şirketlere yasal düzenleme yapılmış olup vergi indirimlerine (KDV’de indirim) gidilmiştir. Kampanyaya destek olan şirketlerin vergi indirimleri yapılacaktır. Bu nedenle ilk yatırım maliyeti fazla olan merkezi iklimlendirme sistemleri yeni inşa edilecek okul binalarında yapılması zorunluluk haline getirilebilir.

2- Ayrıca okul binaları her yönden iyi ışık alabilmeli, yakınlarındaki binalardan yeterli uzaklıkta olmalıdır. Halen mevcut bulunan okullar da koridor sisteminden vazgeçilerek her bir ünitesinde 2- 4 sınıf bulunan pavyon sistemi şeklinde koridor sistemi daha elverişli olacaktır. Vasistaslar hava hareketine göre mahal havasını çekebilecek şekilde dizayn edilmeli, havalandırma ve aydınlatma daha uygun bir şekilde yapılmalıdır.

3- Sınıflar, okul binasının güney ve güneydoğu tarafına yerleştirilmeli, böylelikle ışınım ile ısı geçişi iç mahallere daha çok giriş yapabilecek ve bu yönlerden güneş ışınımı fazlalığı nedeniyle kış aylarında ısıtma amaçlı kullanılan cihazlar daha az enerji sarfiyatı harcamaları sağlanılabilecektir.

4- Yeni okul inşaatlarında sınıflar, her bir öğrenciye 2 m² yüzey alan ve 4-5 m³ hava hacmi düşebilecek büyüklükte yapılmalıdır.

5- Pencere öğrenci sıralarının solunda bulunmalıdır. Pencere büyüklüğü (yüzeyleri toplamı) döşeme yüzeyinin en az beşte biri kadar olmalıdır. Pencere üst kısmında havalandırmayı sağlamak amacı ile kolay açılır kapanır vasistas pencere bulunmalıdır [6].

Adliye binası kapalı mahallerde kış sezonunda nefesten oluşan CO₂ miktarının yapılan ölçüm sonuçlarına göre, standart değerlerin (Max. CO₂ 1000 ppm) üstünde çıktığı, bu nedenle CO₂'in olumsuz etkilerinden olan zihinsel aktivite kayıpları ile kısa süreli bilinç kayıplarının oluşabileceği böylece hakimlerin takdir yetkilerini kullanırken olumsuz iç hava kalitesi nedeniyle karar vermelerinin de negatif etkilenebileceği sonucuna da ulaşılmıştır.

Halen Türkiye'de adliyelerde duruşma salonlarında, hakim odaları ile yazı işleri müdürlüğünde mevcut bulunan split tip klima sisteminden vazgeçilmelidir. Bilindiği gibi split tip klimalar dışarıdan herhangi bir taze hava almadan sadece bulunan iç mahaldeki havayı iç ünitelerden (evaporatörden) geçirerek tekrar aynı ortama sirküle etmektedirler. Ölçüm sonuçlarından da anlaşıldığı gibi iç ortam havası kirli olduğunda bu hava sürekli olarak ortamda sirkülasyon olacaktır. Böylelikle iç ortam ortam hava kirliliği değişmeyecektir. Bunun için yeterli miktarda temiz havanın verilmesi, kirleticilerin kontrol edilmesi ve ısı konforun iç ortamda sağlanması gerekmektedir.

Toplu çalışma alanlarında iç hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda dış hava kalitesine etki eden parametrelerinde aynı anda uygun cihazlarla ölçümleri yapıldığı takdirde iç hava kalitesinin değerlendirilmesinin daha uygun olacağı da düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ASLAN, M., “Kapalı Ortam Hava Kalitesinin Belirlenmesi İçin Sensörlerin Geliştirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- [2] VAZIOĞLU,S., TEKBAŞ, F., EVÇİ,D., Kapalı Ortam Hava Kalitesi ve Sağlığa Etkisi, <http://www.ailesaglik.com/hava-kalitesi.php>, Erişim tarihi: Şubat 2008.
- [3] Isısan., “Enerji Ekonomisi”, Isısan Çalışmaları No.351, s.171-190, Kasım 2005.
- [4] Isısan., “Klima Tesisatı”, Isısan Yayınları, Isısan Çalışmaları No.305, s.101,102,103,104, Ekim 2001.
http://www.isisan.com/kutuphane/kitapdosyaları.dwx?book_name=Klima%20Tesisatı (erişim tarihi 05/01/2008 saat.15:30)
- [5] ÖZTÜRK, M., GÜVENSAN, A., YÜCEL, E. “İç Mekanlardaki Kirlilik Sorunu ve Bitkilerin Rolü”, Yanma ve Hava Kirliliği İkinci Ulusal Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi, s.287-295, 1994.
- [6] ÇOŞGUN, A., MUTLU, İ.B., YÜCETÜRK, G., Okullarında İç Hava Kalitesinin İncelenmesi, İklim 2005, Ulusal İklimlendirme Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Antalya MMO Yayın No: E/2005/387, 244-251, Antalya, 2005.
- [7] 287 sayılı Çevre Kanunu, “Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği”, Resmi Gazete, s.1-5., 2 Kasım 1986.
- [8] KUŞ, M., “Şanlı Urfa İlindeki Yüksek Öğretim Kurumları Dersliklerinde İç Hava Kalitesinin İncelenmesi ve Modellenmesi” Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz, Balıkesir, 2007.
- [9] CHARLENE W. BAYER, SİDNEY A. CROW, FİSCHER J, “Causes of Indoor Air Quality Problems in Schools, Energy Division Oak Ridge National Laboratory And U.S. Department of Energy ORNL/M-6633/R1, May 2000.
- [10] MUİ, K.W., AND ,CHAN, W. T., Building Calibration for IAQ Management Building and Environment Volume 41, Issue 7 , pp.877-886 , July 2006.

- [11] ZHANG, G., SPICKETT J., RUMCHEV K., LEE A.H., STICK, S., “ Indoor Environmental Quality In A Low Alerjen School And Three Standard Primary Schools In Western Australia”, Indoor And Built Environment, Volume 16, Issue 1, 74-80 pp., February 2006.
- [12] ASLAN, D.E., İç Hava Kalitesi ve Kontrolü, III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Teskon 97, 20-23 Kasım 1997.
<http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/42/04.htm>.(erişim tarihi 05/03/2008 saat. 23.07)
- [13] BULGURCU, H., İLTEN, N., ÇOŞGUN, A., “Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler”, VII. Ulusal Tesisat Kongresi ve Sergisi, Teskon 2005, Bildiri kitabı s. 601-615, 2005.
- [14] GÜRDALLAR, M., “ Hijyen ve İç Hava Kalitesi Bakımından HVAC Sistemlerinin Temizliği”,Tesisat Dergisi sayı 82, s.20-32, 2004.
- [15] BULGURCU, H., İLTEN, N., “Evlerde İç Hava Kalitesi İle İlgili Bir Çalışma” Termodinamik Dergisi, , s. 68- 76, Şubat 2006.
- [16] ESİN, T., “İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü”, Yapı 275, 99-103, 2004.
http://www.yapi.com.tr/V_Images/arastirma/275tulayesin.pdf. (Erişim tarihi 05/03/2008, saat:23.54)
- [17] KAYA, M., “Sağlıklı Ve Verimli Çalışma Ortamı İçin İç Hava Kalitesi” , Termodinamik Dergisi, Sayı: 125, Ocak 2003.
- [18] DÖNMEZ, O.,” İç Hava Kalitesi” İTÜ,Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Ocak 2003.
- [19] KARADAĞ, M., Hava Kirliliği, Akçiğer Arşivi Dergisi, Cilt .1, 02/06/2000
<http://www.akcigerarsivi.com/yazilar.asp?yaziid=22&sayiid=>(Erişim tarihi 06/04/2008 saat:00.43)
- [20] SAĞIR, E., “Kapalı Mahallerde Hava Kalitesi, Isıl Konfor ve Yeni nesil Menfezler” Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz, 2002.
- [21] EĞRİKAVUK , O. K.,”İç Hava Kirliliği” Tesisat dergisi sayı 22,1996.
- [22] OKUTAN, C., “Klima ve Havalandırma Sistemlerinde İç Hava Kalitesi” Tesisat dergisi sayı 37, sayfa 91- 95, 1999.
- [23] ÇOBANOĞLU, N., KİPER, N., “Bina İçi Solunan Havada Tehlikeler” Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Dergisi, sayı 49, sayfa 71-75, 2006.

- [24] COAD, W. J., “Yüksek Performans ve Hava Kalitesi İçin Havanın Şartlandırılması”, (Çeviri: Emre Oğuz), Termodinamik Dergisi, Sayı 97, 2000. <http://www.termodinamik.info/?pid=7045>, (Erişim tarihi:09/05/2008 saat : 23.59)
- [25] VURAL, M., BALANLI, A., “Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği Ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma” YTÜ. Mim. Fak. E-dergisi cilt-1, sayı 1, s. 28-37, 2005.
- [26] CHAN, A.T., CHUNG, M. W., “Indoor-Outdoor Air Quality Relationship in Vehicle: Effect Of Driving Environment And Ventilation Modes”, Atmospheric Environment 37, pp. 3795-3808, 2003.
- [27] CHIHUI, Z., NIANPING, L., D. R., JUN, G., “Uncertainty in Indoor Air Quality and Grey System Method”, Building and Environment, Accepted 24 January 2006. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=18416229> (Erişim tarihi 10/04/2008, saat: 22.20)
- [28] KAROL, M. H., “Allergic Reactions to Indoor Air Pollutants”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp. 45-51, 1991.
- [29] KOUTRAKIS, P., BRAURER, M., BRIGGS, K., LEADERER, B.P., “Indoor Exposures to Fine Aerosols and Acid Gases”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp.23-28, 1991.
- [30] WALLACE, L. A., “Comparison of Risks from Outdoor and Indoor Exposure to Toxic Chemicals”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp:7-13, 1991.
- [31] BURRELL, R., “Microbiological Agents As Health Risks in Indoor Air”, Environmental Health Perspectives, Volume 95, pp:29-34, 1991.
- [32] ZAMPOLLI, S., ELMİ, I., AHMED, F., PASSINI, M., CARDINALI, G.C., NICOLETTI, S., DORI L., “An Electronic Nose Based on Solid State Sensor Arrays for Low Cost Indoor Air Quality Monitoring Applications”, Sensors and Actuators B 101, pp.39-46, 2004.
- [33] FISCHER, J.C., BAYER, C. W., “Humidity Control in School Facilities” http://doas-adiant.psu.edu/Fischer_Article_on_School_IAQ_03.pdf.(Erişim tarihi 10/12/2007 saat:02.01)
- [34] DASGUPTA, S., HUG M., KHALIQUZZAM, M., PANDEY, K., WHELER, D., “Indoor Air Quality for Poor Families: New Evidence from Bangladesh”, Indoor Air 16, pp.426-444, 2006.
- [35] MI Y-H., NORBACK, D., TAO, J., MI, Y-L., FERM, M., “Current Asthma and Respiratory Symptoms Among Pupils In Shanghai, China: Influence of Building Ventilation, Nitrogen Dioxide, Ozone, And Formaldehyde In Classrooms”, Indoor Air 16, pp.454-464, 2006.

- [36] GODWIN, C., BATERMAN, S., “Indoor Air Quality in Michigan Schools”, *Indoor Air* 16, pp.459-473, 2006.
- [37] WONG, N, H., HUANG, B., “Comprative Study of The Indoor Air Quality of Naturally Ventilated and Air-Conditioned Bedrooms of Residential Buildings in Singapore”, *Building and Environment* 39, pp.115-123, 2004.
- [38] JAN A., STOLWIJK, J., “Sick-Building Syndrome”, *Environmental Health Perspectives Volume* 95, pp.99-100, 1991.
- [39] CARRER, P., BRUİNEN DE BRUİN, Y., FRANCI, M., VALOVİTRA, E., “The EFA Project: Indoor Air Quality in European Schools”, *Proceedings: Indoor Air 2002*. http://chps.net/info/iaq_papers/PaperVI.2.pdf (Erişim tarihi 10/02/2008 saat: 13.39)
- [40] TAM, KI., “Indoor Air Quality and Energy Efficiency in the Desing of Building Services Systems for School Classrooms”, *Proceedings: Indoor Air 2002*. http://chps.net/info/iaq_papers/PaperIX.1.pdf (Erişim tarihi 10/01/2008 saat:13.45)
- [41] AYKEN, U., “Hava Kalitesi Kontrolü ve İhtiyaca Dayalı Havalandırma” *TESKON 97 III. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*”, *Bildiriler Kitabı No:203/1,cilt 1, s.1-8, 20-23 /11/1997*.
- [42] FANGER, OLE., “Geleceğin İklimlendirilmiş Ortamlarında İnsan İhtiyaçları ve Mükemmelliğe Ulaşma Çabaları” *TTMD Dergisi, Mart-Nisan sayı.21, s.33-36, 2001*.
- [43] ÖZYARAL, O., KESKİN, Y., “Kapalı Alan Atmosferinin Sağlık Üzerine Etkileri: Kakosmi (Kötü Koku) Sendromu”, *Astım Alerji İmmünoloji*, 3 (2): 86-96, 2005. http://www.aid.org.tr/aai/pdf/2005_2/86_96.pdf (Erişim tarihi 10/01/2008, saat: 22.21)
- [44] WARGOCKI, P., WYON, DP., MATYSIAK , B., and IRGENS, S., “The Effect of Classroom Air Temperature and Outdoor Air Supply Rate On The Performance of School Work By Children”, *Proceedinds: Indoor Air, 2005*. <http://www.vibavereniging.nl/uploads/persberichten/wargockischoolperformance.pdf>(Erişim tarihi 10/02/2008, saat:23.21)
- [45] VAİZOĞLU, S., TEKBAŞ, Ö. F., EVCİ, D., “Kapalı Ortam Hava Kalitesi, Sağlığa Etkisi”, *STED, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, Cilt 9, 11/11/2000*. <http://www.ttb.org.tr/STED/sted1100/3.html> (Erişim tarihi 10/04/2008, saat 20:00)
- [46] KAHYAOĞLU, J.,“Hava Kalitesi Modellemesi Termik Santrallerin Çevresel Etkileri” *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1999*.

- [47] KAYNAR, A.,“Hava Kirliliği ve Kontrolü” Yüksek Lisans Tezi , Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1996.
- [48] YAMANTÜRK, R., “Tehlikeli Maddeler İçin İç Ortam Hava Kalitesi ve İnsan Sağlığı Risk Değerlendirmesi Modeli”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
- [49] TULAY, T., “Doğalgaza Dönüşümün Hava Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1994.
- [50] ÖZKURT, N., “Türkiye’de 1990-2000 Yılları Arasında Ölçülen Hava Kalitesi Parametrelerinin Değerlendirilmesi ve Gelecekte Ölçülmesi Gereken Parametrelerin Tespiti” Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2003.
- [51] KARAKOÇ, H., IŞIKLI B., ATMACA , F., TOKA ,S., KABA, Ş., “Uçaklarda İç Hava Kalitesi ve Neden Olabileceği Problemler” TESKON 2005,VII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongre CD, İzmir, 23-26 Kasım 2005.
- [52] YILDIZBER, Z. E., TOKUÇ, A., “İç Hava Kalitesi Doğal Havalandırma ile Arttırılmasına Yönelik Tasarımsal Yaklaşım Rüzgar Bacaları” TTMD, VII.Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyum CD, Sıra No.43, İstanbul, 8-10 Mayıs 2006.
- [53] OLLİ, S., “Ofislerde İç Hava Kalitesi ve Verimlilik” TTMD, VII.Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyum CD, Sıra No:46, İstanbul, 8-10 Mayıs 2006,
- [54] YİĞİT, A., ATMACA, İ., “Dünya’da ve Türkiye’de ısı konfor çalışmaları” TESKON, VIII.Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir,Y.No:E/2007/436, s.305, 25-28 Ekim 2007.
- [55] ERGON, M. C., “Hastanelerde İnşaat ve Tesisat Sistemi Kaynaklı Enfeksiyon Etkenleri” TESKON, VIII.Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.453, 25-28 Ekim 2007.
- [56] SEVİLGEN, G., KILIÇ, Muhsin., “İnsan Vücudundan Ortama Taşınım, Işınım ve Nem Transferi İle Gerçekleşen Isı Transferinin Birleşik Modellemeye Üç Boyutlu Sayısal Çözümlemesi” TESKON, VIII.Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir.Y.No:E/2007/436, s.341, 25-28 Ekim 2007.
- [57] GÜLLÜ, G., MENTEŞE S., “İç Ortam Havaında Biyoaerosol Düzeyleri” TESKON, VIII.Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.359, 25-28 Ekim 2007.

- [58] BULUT, H., “Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi”, TESKON, VIII.Ulusal Tesisat Teknolojisi Kongresi, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.415, 25-28 Ekim 2007.
- [59] KENTER, M., “Temiz Oda Tasarımı Ve İklimlendirme Sisteminin Temiz Odalarda Önemi,” VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.529-544, 25-28 Ekim 2007.
- [60] ÇELEBİ, N., “Konutlarda Radon Konsantrasyon Değerlerinin Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi”, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.397-492, 25-28 Ekim 2007.
- [61] SOFUOĞLU, S. C., ODABAŞI, M., SOFUOĞLU, A., “Bina İçi Yüzeyle Çökelmiş Partiküllerdeki Uçucu Organik Madde İçeriğinin Niceliksel Analizi”, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.405-412, 25-28 Ekim 2007.
- [62] VAİZOĞLU, ACAR, S., “Bazı Kapalı Ortamlarda Formaldehit Etkilenimi” , VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.369-381, 25-28 Ekim 2007.
- [63] YAŞAR, Y., PEHLEVAN A., ALTINTAŞ, E., “İlköğretim Dersliklerinde Termal Konfor Araştırması” S.199-208, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.199, 25-28 Ekim 2007.
- [64] BOZKURT, Z., ARSLANBAŞ, D., PEKEY, H., PEKEY, B., ZARARSIZ, A., DOĞAN, G., DUMANOĞLU, SÖNMEZ, Y., BAYRAM, A., EFE, N., TUNCEL, G., “Kocaeli’de Farklı Mikro Çevrelerde Uçucu Organik Bileşikler, Ağır Metaller ve İnorganik Gaz Fazı Kirleticilerin İç ve Dış Ortam Seviyelerinin Belirlenmesi”, VIII.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON, İzmir, Y.No:E/2007/436, s.385-394, 25-28 Ekim 2007.
- [65] BULUT, H., “Isıtma Sezonunda Ofislerde İç hava Kalitesinin Araştırılması” Ulusal II. İklimlendirme Kongresi, İKLİM 2007, Antalya, Y.No:E/2007/450, s.285-293, 15-18 Kasım 2007.
- [66] <http://www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava.pdf>, “Hava Kirliliğine Genel Bakış” (Erişim tarihi 11/03/2008 saat.11:04), Ankara.
- [67] DOĞAN, H., “ Uygulamalı Havalandırma ve İklimlendirme Tekniği”, Seçkin Yayınevi, Ankara, 2002.
- [68] Isısan., “Yüksek Yapılarda Tesisat”, Isısan Çalışmaları No:360, s.89-108, Mart 2007.
- [69] KAYABEK, Y., “Legionella Enfeksiyonları, Lejyoner Hastalığı ve Turizm, Çevresel Önlemler ve Koruma Yöntemleri, Legionella Dezenfeksiyonu”, kitabı, Günsu Şirketler Grubu A.Ş., Antalya, Nisan 2002.

- [70] TAEK, “Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği”, 24.03.2000, R.G.sayı: 23999, mad. 37.
- [71] KARAKOÇ, H., “Kalorifer Tesisatı Hesabı”, Demir döküm teknik yayınları, No:9, s. 24-27, 2006.
- [72]. USLU, B, A., “Ergonomi”, Atılım Üniversitesi Yayın no:5, s.198,199,200, 2001.
- [73] 2003 ASHRAE, Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme Uygulamaları El Kitabı, TTMD Teknik Yayın No:14, 8. Bölüm, s. 8.1-8.2-8.3, İstanbul, 2005.
- [74] <http://www.bolbilgi.com/solunum-sistemleri-t7582.html>(12.08.2007 tarihinde ulaşıldı.)
- [75] SCHRAMEK, E., Recknagel-Sprenger Schramek - Isıtma ve Klima Tekniği El Kitabı, TTMD, pp.74-80,81,82, Ankara, 1999.
- [76] http://www.mim.yildiz.edu.tr/Yeni/PAGE/TEZ/tezler/DRmujdem_vural/mujdem_vural_doktora.pdf .(Erişim tarihi : 14/04/2008 saat:15:00)
- [77] ASHRAE, 2003 ASHRAE Handbook CD, 2001 Fundamentals, Chapter 9: Indoor Environmental Health, pp.9.1-9.20, Atlanta, USA.
- [78] ASHRAE, 2003 ASHRAE Handbook CD, 2001 Fundamentals, Chapter 12: Air Contaminants, pp.12.1-12.5, Atlanta, USA.
- [79] <http://www.cevrettek.com/havaozonlama.htm>.(Erişim tarihi 18/02/2008, saat 11: 40)
- [80] KORKMAZ, A., Hastane İklimlendirme Sistemlerinde Filtre Seçimi ve Filtrenin Önemi, Sayı: 87, s. 59 - 62, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 2005.
- [81] YEŞİLYURT, C., AKCAN, N., “Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri”, T.C. Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, http://www.shm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava_metot.pdf., Erişim tarihi 11/11/2007, saat 11:30)
- [82] ÖZTÜRK, M., “Partikül Madde Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi”, Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007, Ankara, www.cevreorman.gov.tr/belgeler4/hava.pdf. (Erişim tarihi:13/03/2008 saat:15:00)
- [83] HEPERKAN, H., “Ameliyathane Klima Tasarımı, Uygulaması ve Testleri Çalıştayı”, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Teknik yayın no.15, s.137-147, İstanbul, 2006.

- [84] ÇETİNGÜÇ, M., “Havacılıkta Karar Verme” , Havacılık Tıbbı Derneği, <http://www.hvtd.org/htm/bulten/news.php?newsid=20>.(Erişim tarihi 11/04/2008 saat:11:30)
- [85] Anayasa Mahkemesi Kararı. Esas Sayısı: 2001/323, K. Sayısı: 2005/31.K.Günü 01.06.2005.
- [86] MINITAB, Minitab Statistical Software, Help documend,13.2 version CD, 2000.

EKLER

EKLER A

Tablo A.1. 2006 yılı Kasım ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI KASIM AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1-A 06/11/2006	08:40	30	25	9,7	35,7	355	20,0	33	2571	2611	650369	651206	651355	84001	84123	84521	
1-A 07/11/2006	08:50	30	25	11,8	46,0	321	22,0	42	2612	2675	720000	720245	720358	84561	85123	85645	
1-A 15/11/2006	10:10	30	25	16,5	27,0	389	21,9	25	2318	2355	650001	662451	662551	86125	87456	86147	
1-A 16/11/2006	10:25	30	25	13,6	50,0	374	19,5	49	2611	2670	644000	645721	645847	85756	88945	89452	
1-A 21/11/2006	10:20	30	25	13,3	81,0	314	19,7	70	2212	2300	533211	538962	539187	86520	86532	87456	
1-A 22/11/2006	10:10	30	25	13,5	84,3	392	19,6	72	2314	2350	923619	928651	931120	87954	87987	87991	
1-A 24/11/2006	08:40	30	25	13,9	65,5	389	21,7	63	2411	2430	919000	919263	936127	87456	84689	84128	
1-A 30/11/2006	09:25	30	25	14,5	62,3	374	22,1	60	2315	2325	644000	644125	654982	659981	87963	87986	

Tablo A.2. 2006 yılı Kasım ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI KASIM AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana sınıfı 06/11/2006	09:50	25	20	9,9	36	391	20	35	1979	2100	712453	712564	725612	86351	86421	86456	
Ana sınıfı 07/11/2006	10:00	25	20	12,3	46,0	374	21	44	1711	1811	798142	809546	809652	90123	90014	90125	
Ana sınıfı 15/11/2006	08:50	25	19	16,8	27,0	396	22	27	2111	2180	754895	764985	769852	91250	90147	89125	
Ana sınıfı 16/11/2006	09:15	25	19	14,5	50,0	354	16	49	1981	2115	759142	769611	779851	88123	89951	89345	
Ana sınıfı 21/11/2006	08:45	25	20	13,5	81,0	321	20	80	1961	2001	795857	806223	806223	87965	87854	87421	
Ana sınıfı 22/11/2006	09:30	25	19	14,1	84,3	384	21	83	1671	1911	794123	804125	804256	87412	87845	87561	
Ana sınıfı 24/11/2006	10:00	25	19	14	65,5	384	22	64	2131	2250	842451	851242	851002	86123	86421	86756	
Ana sınıfı 30/11/2006	08:40	25	20	14,7	62,3	374	21	60	2145	2240	863562	869541	869914	87987	87931	87963	

Tablo A.3. 2006 yılı Kasım ayı Antalya Lisesi ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısm CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI KASIM AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 06/11/2006	11:05	28	26	9,9	36	351	18	35	2212	2365	657362	658941	657412	85612	85965	85996	
10-K 07/11/2006	11:05	28	24	12,7	46,0	389	20	43	2365	2456	655422	655432	657124	84311	84578	84596	
10-K 15/11/2006	11:18	28	26	16,6	27,0	374	19	27	2111	2212	644321	644895	674423	86321	86451	86478	
10-K 16/11/2006	11:05	28	23	14,3	51	356	20	50	1965	2012	594311	594365	609523	85645	85679	86125	
10-K 21/11/2006	11:08	28	26	13,6	81	384	22,3	75	2515	2612	595411	595462	603456	89456	90125	90126	
10-K 22/11/2006	11:15	28	26	14,6	84	397	23	74	2411	2545	603214	612312	612456	84123	86412	86475	
10-K 24/11/2006	11:24	28	26	14,6	67	374	21	60	2514	2564	584311	584984	603451	87412	87954	87963	
10-K 30/11/2006	11:23	28	26	14,9	62	361	21,8	60	2605	2698	641491	642961	602471	87444	86923	87459	

Tablo A.4. 2006 yılı Aralık ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)		DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
																	Kişi Sayısı
2006 YILI ARALIK AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1-A 05/12/2006	08:31	30	25	11,6	91,3	452	17	70	2671	2675	655269	658951	659841	82142	82412	82215	
1-A 06/12/2006	08:40	30	25	12,0	80,3	442	19	72	2632	2657	770021	771230	770981	83651	85312	85615	
1-A 12/12/2006	10:00	30	25	13,3	87	461	19,3	76	2518	2532	651131	661240	662120	86521	87652	87471	
1-A 13/12/2006	10:15	30	25	12,8	57,7	381	18	54	2219	2367	653000	654296	653963	85516	88912	88952	
1-A 18/12/2006	10:10	30	25	12,2	77,7	472	18,3	71	2617	2600	564211	574961	574965	85207	85199	85156	
1-A 20/12/2006	10:20	30	25	13	80,0	464	18,7	70	2425	2460	876219	877821	877936	86549	87000	87121	
1-A 27/12/2006	08:30	30	25	4,4	21,3	452	16,5	20	2564	2535	987000	987166	987265	87546	87681	87685	
1-A 28/12/2006	09:35	30	25	7,6	26,7	461	17,4	24	2471	2496	654000	658321	6584421	87815	87891	87899	

Tablo A.5. 2006 yılı Aralık ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk ilköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısm CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI ARALIK AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana sınıfı 05/12/2006	09:55	25	20	11,8	90,3	501	18	80	1979	2210	722354	722512	725413	84356	84359	84398	
Ana sınıfı 06/12/2006	10:00	25	20	12,0	80	496	19,1	75	1711	1720	789740	789952	789959	85354	85359	85400	
Ana sınıfı 12/12/2006	08:50	25	19	13,4	87	435	18	74	2111	2280	745859	745860	745960	92145	92149	92150	
Ana sınıfı 13/12/2006	09:15	25	19	12,9	57	421	19	55	1981	2251	764562	764570	745575	89123	89180	89181	
Ana sınıfı 18/12/2006	08:45	25	20	11,2	78	438	20	70	1961	2020	801245	801248	801249	87865	87888	87898	
Ana sınıfı 20/12/2006	09:30	25	19	13	81	437	17	77	1671	1719	812356	812456	812460	87432	87452	87455	
Ana sınıfı 27/12/2006	10:00	25	19	4,6	21,3	432	22	20	2131	2150	832452	832556	832557	87123	87143	87180	
Ana sınıfı 28/12/2006	08:40	25	20	7,9	26,7	411	21	24	2145	2149	845632	845635	8456636	87187	87189	87211	

Tablo A.6. 2006 yılı Aralık ayı Antalya Lisesi ölçüm değerler

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısmı CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI ARALIK AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 05/12/2006	09:00	28	26	11,3	90,1	462	19,9	80	2900	2912	802321	802365	802323	89653	89649	89652	
10-K 06/12/2006	09:25	28	26	12,2	80	425	18	75	2756	2760	812457	812456	812455	88952	88998	88999	
10-K 12/12/2006	08:31	28	26	13,6	86	463	20	71	2987	3125	792435	792439	792440	87952	87959	87970	
10-K 13/12/2006	08:35	28	23	13	57,1	433	19	51	1600	1654	786875	786880	786890	85245	85249	85261	
10-K 18/12/2006	08:08	28	26	11,7	78,5	457	17	77	1621	1636	794235	795240	795241	84954	84959	84970	
10-K 20/12/2006	09:30	28	26	13,1	81,2	459	18	72	1763	1800	779865	780012	780014	87651	87653	87655	
10-K 27/12/2006	11:05	28	26	4,7	21,2	487	17	21	3321	3350	814253	814256	814290	95152	95159	95161	
10-K 28/12//2006	11:00	28	26	7,8	27,8	482	18	26	3121	3150	845120	845124	845139	94984	94989	94991	

Tablo A.7. 2007 yılı Ocak ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)		DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI OCAK AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1-A 04/01/2007	08:32	30	25	10,3	95,1	485	16	81	2400	2420	661369	661371	661370	86941	86950	86959	
1-A 05/01/2007	08:39	30	24	9,5	75	496	17	68	2350	2359	670000	670010	670020	85326	85329	85330	
1-A 09/01/2007	08:36	30	25	9,9	57,7	466	15,5	49	2200	2235	670001	670009	670019	85376	85379	85384	
1-A 12/01/2007	08:40	30	23	10,6	93,3	435	16	85	2232	2236	682000	682109	682119	89142	89190	89150	
1-A 18/01/2007	08:36	30	25	11,4	56,4	487	18	49	2312	2362	623221	623223	623239	97681	97780	97904	
1-A 19/01/2007	08:35	30	25	13,0	70,4	482	15,6	67	2421	2436	832361	832369	832396	98142	98150	98205	
1-A 22/01/2007	08:38	30	21	11,8	49,8	486	17	45	2247	2249	859009	859010	859090	87985	87989	87990	
1-A 26/01/2007	08:41	30	25	13,8	59,3	483	16,9	49	2129	2136	895010	895012	895020	88598	88398	88400	

Tablo A.8. 2007 yılı Ocak ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI OCAK AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana sınıfı 04/01/2007	09:50	25	20	10,3	95,1	356	18	70	2320	2325	875421	875489	875496	86123	86129	86130	
Ana sınıfı 05/01/2007	10:10	25	20	9,5	75	3414	17	68	2942	2950	856431	876432	876436	86512	86523	86550	
Ana sınıfı 09/01/2007	08:45	25	20	9,9	57,7	384	19	60	2286	1290	859412	859456	859462	86753	86770	86780	
Ana sınıfı 12/01/2007	09:20	25	20	10,6	93,3	362	18	90	1265	2269	846123	846185	846188	87421	87450	87455	
Ana sınıfı 18/01/2007	08:50	25	20	11,4	56,4	309	17	45	2162	2179	849521	849554	849596	84213	84250	84256	
Ana sınıfı 19/01/2007	09:38	25	20	13,0	70,4	352	18	56	2524	2580	849424	849421	849521	86794	86799	86780	
Ana sınıfı 22/01/2007	10:05	25	20	11,8	49,8	374	16	45	2362	2378	849632	849633	849734	83512	83515	83562	
Ana sınıfı 26/01/2007	08:45	25	20	13,8	59,3	391	16	50	2452	2480	849639	849641	850010	84279	84298	84300	

Tablo A.9. 2007 yılı Ocak ayı Antalya Lisesi ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısm CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI OCAK AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 04/01/2007	11:20	28	26	10,3	95,1	388	17	75	2710	2715	745487	745489	745491	79365	79362	80021	
10-K 05/01/2007	11:25	28	26	9,5	75	361	19	64	2658	2654	765263	765279	765281	78569	78562	78590	
10-K 09/01/2007	11:20	28	26	9,9	57,7	342	18	48	2787	2789	779865	779890	779892	77985	77965	78970	
10-K 12/01/2007	10:55	28	26	10,6	93,3	364	17	89	2410	2416	736532	736550	736552	77980	77964	77970	
10-K 18/01/2007	10:58	28	26	11,4	56,4	342	19	54	2636	2641	796312	796632	796638	77861	77852	77891	
10-K 19/01/2007	11:23	28	26	13,0	70,4	364	19	68	2436	2438	785632	785662	785663	77431	77421	77458	
10-K 22/01/2007	11:15	28	26	11,8	49,8	341	17	47	2416	2419	788965	788980	788990	78360	78356	78400	
10-K 26/01/2007	11:08	28	26	13,8	59,3	385	19	49	2362	2368	795421	795496	795499	79328	79514	79523	

Tablo A.10. 2007 yılı Şubat ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ŞUBAT AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1-A 02/02/2007	Sömestri Tatili																
1-A 03/02/2007																	
1-A 05/02/2007																	
1-A 06/02/2007																	
1-A 13/02/2007	08:23	30	25	14,4	69,1	358	14,7	55	2561	2580	701234	701254	701350	88142	88160	88178	
1-A 14/02/2007	08:32	30	25	14,1	79,2	379	15,4	64	2314	2350	716021	716086	716125	88915	88987	88990	
1-A 19/02/2007	08:34	30	21	13,6	78	355	16,7	62	2698	2700	716521	716530	716590	87885	87900	87910	
1-A 20/02/2007	08:45	30	25	12,9	82,4	374	15,7	70	2126	2150	729531	729540	729680	87865	87984	87999	

Tablo A.11. 2007 yılı Şubat ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk ilköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ŞUBAT AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana sınıfı 02/02/2007	Sömestri Tatili																
Ana sınıfı 03/02/2007																	
Ana sınıfı 05/02/2007																	
Ana sınıfı 06/02/2007																	
Ana sınıfı 13/02/2007	08:50	25	20	15	69,1	384	18	55	2615	2620	824956	824963	824965	85699	85701	85705	
Ana sınıfı 14/02/2007	09:38	25	20	14,7	79,2	364	18	65	2345	2350	829654	829690	829693	85700	85780	85785	
Ana sınıfı 19/02/2007	10:05	25	20	13,9	78	392	19	68	2678	2689	831569	831698	831699	85790	85800	85810	
Ana sınıfı 20/02/2007	08:45	25	20	13	82,4	341	18	71	2641	2649	831952	831998	831999	85910	85924	85936	

Tablo A.12. 2007 yılı Şubat ayı Antalya Lisesi ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısmı CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ŞUBAT AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 02/02/2007	Sömestri Tatili																
10-K 03/02/2007																	
10-K 05/02/2007																	
10-K 06/02/2007																	
10-K 13/02/2007	10:58	28	26	14,4	69,1	365	17	60	1351	1359	829562	829562	829563	78412	78415	78416	
10-K 14/02/2007	11:23	28	26	14,1	79,2	381	17	65	1241	1249	848495	848499	848500	78542	78550	78550	
10-K 19/02/2007	11:15	28	26	14,6	78	351	18	63	1242	1258	847451	847453	847455	79621	79650	79655	
10-K 20/02/2007	10:11	28	26	13	82,4	362	19	75	1213	1260	813014	813019	813020	79632	79633	79654	

Tablo A.13. 2007 yılı Kasım ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Kısmi CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	partikül miktarı (0.5µm)	toz partikül miktarı (0.5µm)	Toz partikül miktarı (0.5µm)	Toz partikül miktarı (1µm)	Toz partikül miktarı (1µm)	Toz partikül miktarı (1µm)
				2007 YILI KASIM AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ												
1-A 06/11/2007	08:36	30	25	15,6	88	425	17	80	1411	1416	665821	665829	665836	85521	85523	85550
1-A 07/11/2007	08:32	30	25	17	89	423	19	79	1513	1518	668856	668859	668861	85621	85622	85650
1-A 14/11/2007	08:39	30	25	15,4	84	415	18	80	1184	1200	668592	668599	668600	85412	85412	85450
1-A 16/11/2007	08:47	30	25	17,5	69	463	19	60	1324	1330	669424	669429	669435	86413	86415	86421
1-A 22/11/2007	08:45	30	25	16	44	428	18	55	1561	1589	702284	702298	702300	85456	85456	85459
1-A 23/11/2007	08:37	30	25	14,7	47	461	17	40	1314	1357	706081	706099	7061200	88651	88655	88659
1-A 26/11/2007	08:45	30	24	14,4	59	475	17	50	1698	1701	706561	706569	706578	85321	85330	85335
1-A 27/11/2007	08:42	30	25	15,5	70	423	18	67	1126	1150	709541	709548	709550	86431	86450	86455

Tablo A.14. 2007 yılı Kasım ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısmı CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI KASIM AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana Sınıfı 06/11/2007	09:50	25	20	15,6	88	421	17	80	1955	2000	758495	758499	758500	74152	74155	74155	
Ana sınıfı 07/11/2007	10:10	25	20	17	89	435	19	75	1942	1951	798451	798455	798459	74123	74128	74129	
Ana sınıfı 14/11/2007	08:45	25	20	15,4	84	481	21	74	1942	1945	741962	741968	741975	74956	74959	74960	
Ana sınıfı 16/11/2007	09:20	25	20	17,5	69	461	21,5	59	1898	1899	784126	784125	784130	75867	75870	75869	
Ana sınıfı 22/11/2007	08:50	25	20	16	44	423	18	36	1326	1327	784956	784960	784965	75243	75249	75247	
Ana sınıfı 23/11/2007	09:38	25	20	14,7	47	401	19	39	1245	1248	788456	788465	788469	74513	74542	74538	
Ana sınıfı 26/11/2007	10:05	25	20	14,4	59	410	18	49	1894	1896	785623	785630	785635	76524	76550	76540	
Ana sınıfı 27/11/2007	08:45	25	20	15,5	70	438	19	65	1475	1489	785984	785989	785993	74963	74966	74960	

Tablo A.15. 2007 yılı Kasım ayı Antalya Lisesi ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI KASIM AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 06/11/2007	11:20	28	26	15,6	88	411	20	75	2500	2560	751482	754148	754152	79842	79485	79490	
10-K 07/11/2007	11:25	28	26	17	89	431	22	70	2300	2340	745892	745895	745899	79563	79566	79570	
10-K 14/11/2007	11:20	28	26	15,4	84	485	20	74	2461	2469	738956	738962	738965	79456	79458	79465	
10-K 16/11/2007	10:55	28	26	17,5	69	463	21	59	2556	2568	746659	746680	746683	78945	78951	78965	
10-K 22/11/2007	10:58	28	26	16	44	455	23	32	2311	2313	758954	758962	758969	76999	77000	77002	
10-K 23/11/2007	11:23	28	26	14,7	47	430	20	40	2431	2435	749851	749855	749857	78001	78015	78017	
10-K 26/11/2007	11:15	28	26	14,4	59	402	20	50	2459	2461	748865	748898	748899	78045	78100	78120	
10-K 27/11/2007	11:08	28	26	15,5	70	416	21	58	2360	2365	751264	751269	751279	78612	78650	78660	

Tablo A.16. 2007 yılı Aralık ayı İstiklal İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ARALIK AYI İSTİKLAL İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1-A 05/12/2007	08:36	30	25	13,1	88	411	22	64	2815	2865	896352	896355	896359	87163	87166	87170	
1-A 06/12/2007	08:32	30	24	12,2	83	485	19,36	68	2718	2824	889648	889652	889657	87561	87570	885792	
1-A 10/12/2007	08:39	30	25	14,9	69	479	18	51	2741	2837	882102	882102	882105	87459	87461	87469	
1-A 13/12/2007	08:47	30	24	13,1	71	489	19	65	2624	2874	844871	846542	846545	88597	87620	87625	
1-A 14/12/2007	08:45	30	25	13,3	82	492	19,6	69	2871	2898	885398	885399	885400	84597	84500	87510	
1-A 17/12/2007	08:37	30	25	12,6	83	423	21,3	71	2829	2665	876148	876149	876151	86991	86999	87008	
1-A 18/12/2007	08:45	30	23	12,4	65	451	19	68	2703	2553	886541	886545	866547	87945	87946	88001	
1-A 27/12/2007	08:42	30	25	13,2	58	409	19,5	69	2852	2830	875602	875603	875600	87959	87959	87951	

Tablo A.17. 2007 yılı Aralık ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ARALIK AYI NADİRE KONUK - ALİOĞUZ KONUK İLKÖĞRETİM OKULU ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
Ana Sınıfı 05/12/2007	09:50	25	20	13,1	88	456	22	70	3000	3121	871263	871266	871269	87200	87963	87961	
Ana sınıfı 06/12/2007	10:10	25	20	12,2	83	463	21	71	3265	3270	879865	879867	878970	87631	87541	87543	
Ana sınıfı 10/12/2007	08:45	25	20	14,9	69	420	22,4	52	3179	3168	873585	873588	873593	87542	86542	86540	
Ana sınıfı 13/12/2007	09:20	25	20	13,1	71	439	24,6	50	3600	3650	876705	876708	876771	86952	86952	86951	
Ana sınıfı 14/12/2007	08:50	25	20	13,3	82	457	24,9	53	3621	3630	876789	876790	876780	86885	86943	86938	
Ana sınıfı 17/12/2007	09:38	25	20	12,6	83	468	23,4	55	3337	3345	879853	879855	879860	87632	86521	86518	
Ana sınıfı 18/12/2007	10:05	25	20	12,4	65	437	21,6	52	3261	3268	889632	889635	889632	86899	84254	84250	
Ana sınıfı 27/12/2007	08:45	25	20	13,2	58	429	24,0	46	3412	3456	889863	889869	88875	86994	88456	88450	

Tablo A.18. 2007 yılı Aralık ayı Nadire Konuk - Alioğuz Konuk İlköğretim okulu ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m2)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ARALIK AYI ANTALYA LİSESİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
10-K 05/12/2007	11:20	28	26	13,1	88	486	17	76	2700	2714	764521	764518	764520	79874	79876	79877	
10-K 06/12/2007	11:25	28	26	12,2	83	475	20	71	2541	2538	758964	758969	758975	78456	78459	78460	
10-K 10/12/2007	11:20	28	26	14,9	69	462	19,7	58	2617	2625	749995	749999	749997	76999	76706	76712	
10-K 13/12/2007	10:55	28	26	13,1	71	489	18	61	2665	2661	751234	751239	751241	76894	76890	76897	
10-K 14/12/2007	10:58	28	26	13,3	82	463	23	59	2800	2814	764895	764899	764897	77419	77410	77416	
10-K 17/12/2007	11:23	28	26	12,6	83	469	20	57	2790	2797	774102	774109	774111	79841	79821	79829	
10-K 18/12/2007	11:15	28	26	12,4	65	458	19	51	2645	2648	789541	789546	789548	79412	79425	79450	
10-K 27/11/2007	11:08	28	26	13,2	58	461	21	50	2696	269	798451	798459	798450	79654	79648	79651	

Tablo A.19. 2006 yılı Kasım ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 08/11/2006	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA			SALON ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI KASIM AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	11:57	30	4	12.7	63	352	17.5	60	2110	2125	650369	650366	650364	75036	75037	75026	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	11:55	35	6	12.7	63	350	17.2	60	2381	2428	720000	720010	720014	74000	74010	74012	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	11:00	30	5	12.7	63	355	19.3	61	1968	1902	650001	650011	650012	75011	75018	75019	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	11:05	35	4	12.7	63	351	17.3	61.5	1911	2010	644003	644002	644001	75308	75308	75308	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	11:10	10	2	12.7	63	350	20	55.5	1502	1712	533211	533214	533211	72561	72561	72561	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	11:15	30	6	12.7	63	351	21.5	57.3	1716	1780	923619	923618	923621	72417	72417	72417	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	11:22	45	9	12.7	63	358	22	56.8	2910	2946	919000	919001	919008	72863	72863	72863	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	11:30	44	5	12.7	63	353	17	59	1560	1584	644004	644006	644001	72514	72514	72514	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	11:36	88	6	12.7	63	352	22.3	59.5	2896	2946	522799	522794	522794	72924	72925	72928	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	11:51	18	-	12.7	63	354	20	58	1750	1754	527798	527794	527798	72778	72777	72777	

Tablo A.20. 2006 yılı Kasım ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 23/11/2006	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI KASIM AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	11:58	30	5	13,2	83,3	402	19	70	2110	2119	660371	660377	660379	77736	77738	77741	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	11:30	35	9	13,2	83,3	405	20	71	2381	2390	674521	674529	674539	78000	78002	78003	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	10:00	30	5	13,2	83,3	402	18	72	1968	1970	689632	689633	689634	79019	79030	79041	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:05	35	5	13,2	83,3	404	17	71	1911	1924	795689	795691	795691	79309	79310	79320	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:10	10	0	13,2	83,3	405	19	70	1502	1536	896532	896533	896533	77614	77619	77625	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	10:15	30	4	13,2	83,3	405	21	72	1716	1718	901234	901233	901239	78419	78425	78450	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:22	45	9	13,2	83,3	407	23	76	2910	2911	901324	901385	901388	76866	76899	76900	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	10:30	44	6	13,2	83,3	407	21	71	1560	1568	897412	897465	897461	72514	72519	7259	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:36	88	10	13,2	83,3	408	24	71	2896	2891	794563	794570	794571	72924	72929	7231	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:51	18	0	13,2	83,3	405	20	70	1750	1751	796996	796999	797001	72778	72791	72796	

Tablo A.21. 2006 yılı Aralık ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 07/12/2006	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI ARALIK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	10:38	30	5	12.3	73,3	422	19	61	1324	1398	632329	632338	632345	71255	71300	71253	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:34	35	8	12.3	73,3	425	19.2	58.3	1611	1632	623521	623529	623530	70241	70250	70253	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	9:00	30	6	12.3	73,3	419	20	58.7	1725	1856	645221	645222	645222	69281	69305	69312	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:05	35	6	12.3	73,3	422	20	57.1	2235	2291	622211	622219	622229	68956	68965	68961	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:10	10	0	12.3	73,3	413	21.7	58.3	2083	2154	523112	523119	533125	62915	62989	62989	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	09:15	30	8	12.3	73,3	416	21.4	59.7	2200	2287	695254	695259	695264	65203	65204	65209	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:22	45	4	12.3	73,3	418	22	57	2421	2458	698721	698729	698736	68956	68963	68976	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	09:30	44	15	12.3	73,3	410	21.8	60	2531	2566	614200	614220	614229	59849	59952	59959	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:36	88	7	12.3	73,3	411	22.9	63	2151	2223	651241	651249	651255	61598	59865	59896	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:55	18	0	12.3	73,3	410	19	57	2001	2013	641295	641299	641302	59994	60000	59999	

Tablo A.22. 2006 yılı Aralık ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 19/12/2006	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA			SALON ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2006 YILI ARALIK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemli	10:21	30	5	14	80	436	24	69	2541	2544	675724	675729	675721	75213	75216	75215	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:15	35	19	14	80	432	25	68	2832	2831	679562	679566	679560	74516	74519	74519	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemli	09:00	30	5	14	80	435	21	68	2741	2740	669898	669896	669895	73656	73659	73662	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:05	35	9	14	80	434	21	69	2496	2496	677841	677849	677852	84216	84219	84218	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:10	10	0	14	80	430	19,3	67	2613	2619	512342	512345	512348	49852	49855	49859	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemli	09:15	30	6	14	80	432	18	68	2730	2731	665465	665559	665561	68903	68909	68910	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:22	45	18	14	80	429	25	68	2612	2615	785898	785899	785900	72531	72539	725538	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemli	09:30	44	9	14	80	448	21	67	2314	2319	596242	596345	596349	84516	84519	84520	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:36	88	21	14	80	451	24	59	2811	2818	799988	799985	799989	89417	89419	89419	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:51	18	1	14	80	450	19	61	2313	2319	529865	529863	529869	49561	49568	49565	

Tablo A.23. 2007 yılı Ocak ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 03/01/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA			SALON ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI OCAK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemli	10:15	30	4	13,1	84,2	371	19.1	71.3	2318	2310	642551	642553	642555	59623	59689	59710	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:09	35	6	13,1	84,2	371	20.2	72.7	2295	2169	659886	659887	659887	59524	59530	59532	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemli	09:00	30	5	13,1	84,2	374	19.8	74.1	2265	2268	656321	656325	656324	57843	57851	57860	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:05	35	4	13,1	84,2	381	18.6	74.0	2302	2311	656751	656752	656753	56999	57000	57006	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:10	10	2	13,1	84,2	382	18.4	72	2200	2226	632524	632525	652520	48264	48289	48291	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemli	09:15	30	6	13,1	84,2	382	19.9	71	2369	2378	632475	632470	632475	58302	58302	58309	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:22	45	9	13,1	84,2	384	21	72.1	2456	2465	645231	645234	645230	66219	66220	66225	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemli	09:30	44	5	13,1	84,2	411	21.1	75	2454	2459	685896	685899	685991	65896	65899	65901	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:36	88	6	13,1	84,2	410	22	76.1	2496	1510	685214	6855219	6855225	67984	67980	67998	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:41	18	0	13,1	84,2	412	20	68	1950	1958	679985	679993	679998	69523	69535	69541	

Tablo A.24. 2007 yılı Ocak ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 09/01/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI OCAK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	09:55	30	6	9,9	58,4	371	20	50	2418	2425	665523	665520	665520	62343	62350	62351	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:45	35	8	9,9	58,4	374	21	50	2285	2289	669866	669870	669871	63541	63550	63551	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	09:01	30	4	9,9	58,4	372	19,1	49	2288	2291	662521	662522	662530	64985	64990	64991	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:06	35	6	9,9	58,4	371	22	48	2328	2330	666521	666518	666651	64520	64580	64982	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:12	10	0	9,9	58,4	373	24	47	2214	2225	668914	998919	998923	48752	48790	48799	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	09:16	30	6	9,9	58,4	370	18	48	2319	2325	675895	675899	657909	64959	64970	64979	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:24	45	11	9,9	58,4	372	19	50	2421	2423	659879	659891	659899	65901	65919	65925	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	09:33	44	7	9,9	58,4	370	21	49	2426	2428	798998	799010	799027	74985	74990	74999	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:36	88	21	9,9	58,4	371	23	47	2539	2539	789498	789500	789530	77213	77220	77329	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:40	18	0	9,9	58,4	372	19	50	2450	2450	689986	689990	689995	75684	75694	75696	

Tablo A.25. 2007 yılı Şubat ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 05/02/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA			SALON ÖLÇÜM NOKTALARI							
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO2 (ppm)	Orta Kısım CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ŞUBAT AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	09:55	30	3	9.5	75	486	18.2	72	2243	2301	650000	650010	650007	70124	70120	70121	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:45	35	5	9.5	75	472	20.01	72.08	2400	2403	720200	720210	720208	70254	70255	70250	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	09:01	30	4	9.5	75	475	19.07	72.6	2089	2145	640000	640001	640000	73526	73534	73539	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:06	35	6	9.5	75	469	18.32	74	2280	2365	654000	654010	654015	73891	73908	73908	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:12	10	1	9.5	75	482	17.9	71	2212	2281	510000	510001	510008	70254	70300	70301	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	09:16	30	8	9.5	75	473	16.09	70.09	2301	2356	919000	919002	919009	72541	72560	72562	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:24	45	7	9.5	75	476	16.95	72	2411	2425	923614	923618	923621	73659	73660	73661	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	09:33	44	6	9.5	75	470	18.23	66.8	2841	2849	896545	896549	896545	76514	76526	76528	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:36	88	7	9.5	75	472	17	69	1980	1991	865211	865219	865220	76895	76899	76900	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:40	18	0	9.5	75	473	18	57	1811	1842	862219	862225	862226	76998	76999	77000	

Tablo A.26. 2007 yılı Şubat ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 15/ 02/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ŞUBAT AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	10:20	30	5	12,4	75,2	512	19	65	2432	2434	779651	779658	779680	74892	74899	74901	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:00	35	9	12,4	75,2	501	18	68	2399	2400	777412	777415	777425	72144	72149	72158	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	09:01	30	5	12,4	75,2	532	18	71	2389	2395	740014	740025	740036	75610	75619	75628	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:06	35	6	12,4	75,2	524	19,7	70	2370	2379	754899	754900	754999	73564	73569	73572	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:12	10	0	12,4	75,2	520	18	58	2392	2399	742999	742300	742325	75403	75410	75413	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	09:16	30	7	12,4	75,2	542	17	70,4	2381	2399	891230	891235	891240	73444	73450	73459	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:24	45	6	12,4	75,2	512	20	70	2486	2496	916480	916500	916512	73591	73599	73605	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	09:34	44	8	12,4	75,2	531	21	65	2341	2345	881205	881214	881219	75141	75149	75158	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:39	88	18	12,4	75,2	526	19	64	2580	2581	895536	895586	895598	78512	78523	78529	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:45	18	0	12,4	75,2	536	18	63	2222	2230	898529	898531	898535	76241	76256	76259	

Tablo A.27. 2007 yılı Kasım ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 05/11/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO ₂ (ppm)	Orta Kısmı CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI KASIM AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemli	10:20	30	6	16,4	93	451	21	65	2819	2821	889461	889469	889461	79123	79128	79124	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:00	35	6	16,4	93	432	19	68	2856	2860	898591	898599	898594	77451	77459	77460	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemli	09:00	30	7	16,4	93	435	20	71	2695	2701	893691	893699	893700	78412	78422	78429	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:05	35	4	16,4	93	438	19	69	2691	2692	843523	843531	843530	77851	77859	77862	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:13	10	0	16,4	93	436	18	68	2240	2241	784129	784130	784129	78965	78970	78974	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemli	09:16	30	5	16,4	93	430	19	70	2723	2729	829684	829685	829688	78885	78889	78890	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:28	45	8	16,4	93	432	19	69	2759	2770	886199	886203	886203	79451	79459	79460	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemli	09:38	44	6	16,4	93	435	20	65	2666	2661	899540	899548	899546	79145	79149	79155	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:38	88	36	16,4	93	442	22	65	2658	2661	895660	895664	895662	78549	78600	78614	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:41	18	0	16,4	93	445	21	66	2615	2619	774189	774191	774195	77841	77890	77890	

Tablo A.28. 2007 yılı Kasım ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 15/ 11/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısmı CO2 (ppm)	Orta Kısm CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktar (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktar (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktar (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktar (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktar (1µm)	
2007 YILI KASIM AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemli	11:20	30	7	16	90	368	19	65	2781	2785	879641	879648	879640	78611	78610	78611	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	11:00	35	11	16	90	356	18	68	2125	2129	869852	869860	869851	78111	78120	78121	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemli	10:01	30	6	16	90	363	18	71	2645	2651	885231	885237	885232	82100	82103	82105	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:06	35	9	16	90	365	19,7	70	2341	2361	812435	812438	812439	78512	78512	78511	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:12	10	0	16	90	364	18	58	1240	1248	774126	774126	774130	78126	78126	78120	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemli	10:16	30	8	16	90	366	17	70,4	1723	1728	829461	829469	829464	79561	79569	79570	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:24	45	6	16	90	353	20	70	1325	1329	836194	836199	836191	79531	79534	79538	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemli	10:34	44	5	16	90	358	21	65	2641	2648	849562	849563	849560	78485	78489	78488	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:39	88	9	16	90	362	19	64	2415	2419	895260	895263	895269	79283	79280	79288	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:41	18	1	16	90	369	18	63	1115	1119	774152	774160	774150	79122	79129	79122	

Tablo A.29. 2007 yılı Aralık ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 04/12/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO ₂ (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısım CO ₂ (ppm)	Orta Kısım CO ₂ (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ARALIK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemli	11:20	30	5	11,2	71	506	21	55	2911	2916	899841	899845	899848	88500	88500	88511	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	11:00	35	9	11,2	71	500	20	52	2729	2730	889533	889536	889539	89021	89025	89029	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemli	10:01	30	5	11,2	71	512	19	53	2654	2655	889612	889624	889625	89100	89156	89159	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:06	35	9	11,2	71	524	20	50	2448	2451	905103	905106	905109	88519	88529	88529	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:12	10	0	11,2	71	527	22	58	2711	2715	946266	946269	946279	88631	88633	88650	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemli	10:16	30	7	11,2	71	521	21	54	2793	2795	989466	989469	989472	89611	89620	89625	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:24	45	8	11,2	71	516	19	58	2795	2799	999465	999476	999479	89361	89370	89374	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemli	10:34	44	8	11,2	71	518	19	56	2799	2800	949652	949650	949655	88851	88855	88859	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	10:39	88	19	11,2	71	513	23	55	2711	2715	975623	975629	975629	89283	89290	89291	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	10:41	18	0	11,2	71	512	20	55	2461	2466	975842	975850	975851	89129	89130	89122	

Tablo A.30. 2007 yılı Aralık ayı Antalya Adalet Binası ölçüm değerleri

Ölçüm yeri ve tarih 15/12/2007	Ölçüm Saati	Ölçüm Yapılan Alan (m ²)	Kişi Sayısı	DIŞ HAVA			İÇ HAVA		SALON ÖLÇÜM NOKTALARI								
				Sıcaklık (°c)	Bağıl Nem (%)	CO2 (ppm)	Sıcaklık (°c)	Bağıl nem (%)	Pencere Kısımlı CO2 (ppm)	Orta Kısımlı CO2 (ppm)	1.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	2. Ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	3.ölçüm Toz partikül miktarı (0.5µm)	1. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	2.ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	3. Ölçüm Toz partikül miktarı (1µm)	
2007 YILI ARALIK AYI ANTALYA ADALET BİNASI ÖLÇÜM DEĞERLERİ																	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi kalemi	10:20	30	4	10,9	80	469	20	65	2899	2901	868120	868123	868121	87700	87710	87712	
1.Sulh Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	10:00	35	5	10,9	80	472	190	63	2891	2899	869555	869558	869561	87821	87830	87829	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi kalemi	09:02	30	6	10,9	80	462	18	64	2857	2860	885622	885628	885630	87122	87130	87125	
4.Asliye Hukuk Mahkemesi Duruşma salonu	09:07	35	7	10,9	80	481	22	66	2549	2550	885103	885109	885110	88321	88325	88325	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:12	10	0	10,9	80	480	21	68	2519	2520	846267	846268	846270	87101	87121	87136	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Kalemi	09:19	30	9	10,9	80	483	18	65	2598	2600	889456	889460	889461	88199	88210	88215	
4.Asliye Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:25	45	9	10,9	80	487	18	68	2595	2600	899445	899450	899452	87652	87655	87650	
1.Ağır Ceza Mahkemesi kalemi	09:34	44	7	10,9	80	482	23	66	2588	2590	849652	849658	849660	87861	87866	87864	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Duruşma salonu	09:40	88	18	10,9	80	484	20	65	2891	3000	875843	875845	875850	88839	88840	88840	
1.Ağır Ceza Mahkemesi Hâkim Odası	09:42	18	0	10,9	80	404	19	65	2861	2870	875442	875450	875455	88229	88225	88212	

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Antalya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1995 yılında Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İklimlendirme Soğutma programını bitirdi. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2006 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Eğitimi EABD'da yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.