

KAPALI MAHALLERDE HAVA KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Yüksel KÖKSAL

ÖZET

Dış atmosferik havada, bulunan yere göre değişen miktarlarda bitki tozları, bakteri, çeşitli ölü veya canlı mikroorganizmalar, erozyon sonucu ortaya çıkan tozlar ve sulardan buharlaşma sonucu oluşan tanecikler bulunmaktadır. Yukarıda sayılan tanecikler havalandırma sistemi ve entfiltrasyon ile kapalı mahallere girebilmekte ve ayrıca mahallerde bulunan yapı malzemelerinden, eşyalardan ve insanlardan çıkan tanecikler, sigara dumanı, radon gazı ile formaldehit gibi kirleticiler de buna ilaveten ortam havasında bulunabilmektedirler.

Çoğunlukla 0,4-5 mikron çapında olan bakterilerle; 0,003 ile 0,06 mikron çapları arasındaki havada bulunan virüsler kapalı ortamlarda bulunan insanlar için büyük tehlike taşırlar. Solunum yollarında hastalığa sebep olan mikroorganizmaların iç ortamlarda yayılmaları, iç hava kalitesinin sağlanması yolunda önemli bir problem teşkil etmektedir. Mikrobiyolojik yönden iç havanın incelenmesi ve elde edilen verilere göre de uygun mühendislik çözümlerinin bulunarak standartlarda istenen iç hava kalitesinin elde edilmesi çok önemli bir gereklilik haline gelmiştir. Özellikle lejyoner hastalığı olarak adlandırılan, klima santral bünyesindeki hava nemlendiricisinin havuzunda gelişen mikroorganizmaların hava akımına karışması yoluyla iletilen tehlikeli ve ölümcül bir hastalığa neden olan böyle bir klima havasını soluyan insanlar çok önemli ciddi bir hayati tehdit altında bulunurlar.

Uluslararası önemli standartlardaki şartlara uygun mühendislik çözümleri ile bağıl nem ve ıslaklık kontrolü yaparak, mahallere sevk edilen havayı 2-3 kademe hassas ve HEPA filtrelerden geçirerek; gerekli ve yeterli miktarda taze hava vererek; virüs, bakteri ve mantar üretebilecek ekipmanları klima sistemini dahil etmeyerek; titiz bir periyodik temizleme ve bakım uygulayarak sağlıklı bir klima sistemi kurulup işletilebilir. Ortamlarda iç hava kalitesinin sağlanmış olduğu, belirli aralıklarla kontrol edilerek (en iyisi bağımsız gözetim firmaları tarafından yapılmak suretiyle) standartlarda belirtilen sınırlar içerisinde kalındığı ciddi olarak denetlenmelidir. Aksi takdirde uygunluğunu kaybetmiş bir klima sisteminin çalıştırılması, insan sağlığına yapacağı olumsuz etkilerden dolayı kesinlikle müsaade edilmemelidir. Türkiye'de klima sistemlerinin ciddi olarak servis ve bakımlarının yapılmadığını biliyoruz ve bilinçli her mühendis bundan vicdani rahatsızlık duymaktadır. Klima sistemlerini tasarlayan, uygulayan ve işletenlerin mesleki ve vicdani sorumluluklarına işin bırakılması asla kafi değildir. Caydırıcı cezaları da içeren güvenilir bir kontrol sisteminin hala kurulamaması çok büyük bir eksikliklerdir.

İçilen su için kamu kuruluşları tarafından getirilen nispeten yararlı ancak tatmin edici olmayan denetim mekanizmasının daha iyisinin iç hava kalitesi için uygulanması şarttır. Gün boyu solunan hava miktarı aynı zaman içinde alınan su miktarının kat be kat üstündedir. Yani sağlıklı hava solunmasıyla çok daha büyük bir tehdit altında olduğumuzun artık farkına varmamız gerekmektedir, çünkü kontrol uygulamasının gecikmesi insanların zaman içinde telafisi imkansız rahatsızlıklar edinmelerine yol açmaktadır.

1. GİRİŞ

Klima sektörünün dünya çapında karşı karşıya olduğu en önemli meselelerden birisi de şüphesiz iyi iç hava kalitesinin sağlanması sorunudur. İç hava kalitesinin bu denli önem kazanmasındaki neden, sağlanan iç ortam havasının özellikleri ile bir yapının başarısının değerlendirilmesi arasında kurulan paralelliktir. Yani bir yapıda başta mimar olmak üzere mühendislerin sağlamış oldukları başarının en önemli kriteri; sadece estetik güzellik değil, yapının içinde yaşayacak ve çalışacak insanların fiziki, sosyal ve psikolojik yönden kendilerini rahat, iyi ve huzurlu hissedebilecekleri termik konforlu, sağlıklı ve hijyenik bir iç hava ortamında bulunabilmeleridir.

Özellikle büyük şehirlerde yaşayan insanlar vakitlerinin önemli bir bölümünü kapalı ortamlarda geçirmektedirler. Dolayısıyla sürekli nefes alınıp verilen ve su gibi insan sağlığı açısından çok önemli olan havanın kalitesinin iyi olabilmesini sağlamak için modern toplumlarda birçok yasa ve standartlar çıkartılmış ve bunlar çok ciddi bir şekilde uygulanmakta ve kontrol edilmektedirler. Klima sektöründe bizim referans aldığımız standartlar genellikle Amerikan Isıtma Soğutma ve Klima Mühendisler Birliğinin (ASHRAE) ve Alman Mühendisler Birliği (VDI) ve Alman DIN Standartları olmaktadır.

Dikkat edileceği gibi bu referans ülkelerde milli standartları genellikle ilgili sektörleri temsil eden uzman mühendis dernek ve birlikleri üstlenmişlerdir. Maalesef bizde ilgili bakanlıklar bütün yetkileri bünyelerinde tutmak arzusunda oldukları için ülkemizde uzman mühendis dernek, birlik ve odalarının güncel bilgi ve birikimlerinden istifade edilemediğinden uygulamalar sürekli uluslararası teknolojik seviyenin çok gerisinde kalmaktadır. Hedefimizin Amerikan ve Avrupa Birliği kriterlerini yansıtan normları kabul edip uygulamaya koymak ve caydırıcı cezalarla normların sağlanmasını temin etmek olmalıdır. Çünkü solunan hava kalitesi ile halk sağlığı arasında çok önemli bir paralellik vardır. Kapalı mahallerde sigara içilmesini düzenleyen yasa bu hususta sağlanan en önemli başarıdır. Ancak uygulamadaki yetersizlik ve işin çok ciddi olarak takip edilmediği de bir gerçektir.

Kapalı iç mahallerde havanın kalitesine tesir eden faktörleri başlıca, içeride bulunan kaynaklardan çıkan kirlenmeler ile dış hava ile mahale giren kirlenmeler olarak sınıflandırabiliriz.

2. DIŞ HAVADA BULUNAN KİRLİTİCİ 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 [1].

Bunları ana hatlarıyla şu şekilde gruplandırabiliriz:

- Tanecik veya gaz,
- Mikroskobik altı, mikroskobik veya makroskopik,
- Görülebilir veya görülemez,
- Organik veya inorganik,
- Zehirli veya zehirsiz,
- Kararlı veya kararsız.

Bu kirlenmeleri ayrıca buldukları faz ve oluşum yöntemlerine göre **katı**, **sıvı** veya **gaz** olarak sınıflandırabiliriz.

- Katı : Tozlar, buhar ihtiva eden dumanlar ve katı maddelerden oluşan dumanlar,
- Sıvı : Az yoğunluklu sisler, sis ve sıvı maddelerden oluşan dumanlar,
- Buhar : Buharlar ve gazlar.

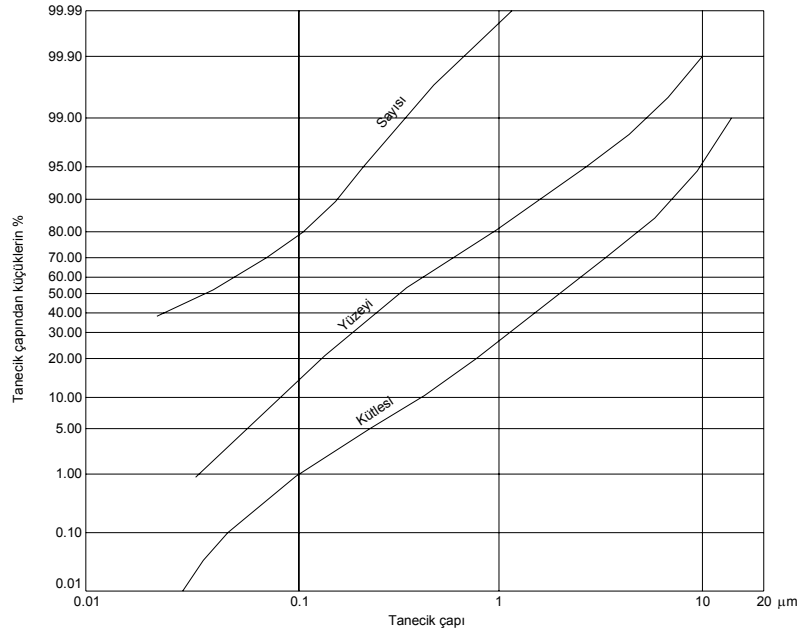
Havada bulunan kirletici maddeler Şekil-1' de verilmiştir.

Havada Bulunan Kirletici Maddeler

		Tanecek çapı, mikron (µm)									
		0.0001	(1 nm)	0.001	0.01	0.1	1	10	100	(1 nm)	(1 cm)
Elektromanyetik dalgalar			X ışını			Mor ötesi	Görünen Yakın kızıl ötesi		Uzak kızıl ötesi		Mikrodalga (radar vb.)
Teknik tanımlar	Gaz yayılımı	Katı				Metal buharı dumanı			Toz		
	Sıvı				Buğu				Sprey		
Atmosferik yayılım alanları											
	Toprak										
Tipik tanecek ve gaz yayılımları											
Tanecek boyutu analiz yöntemleri											
Gaz temizleme cihazları											

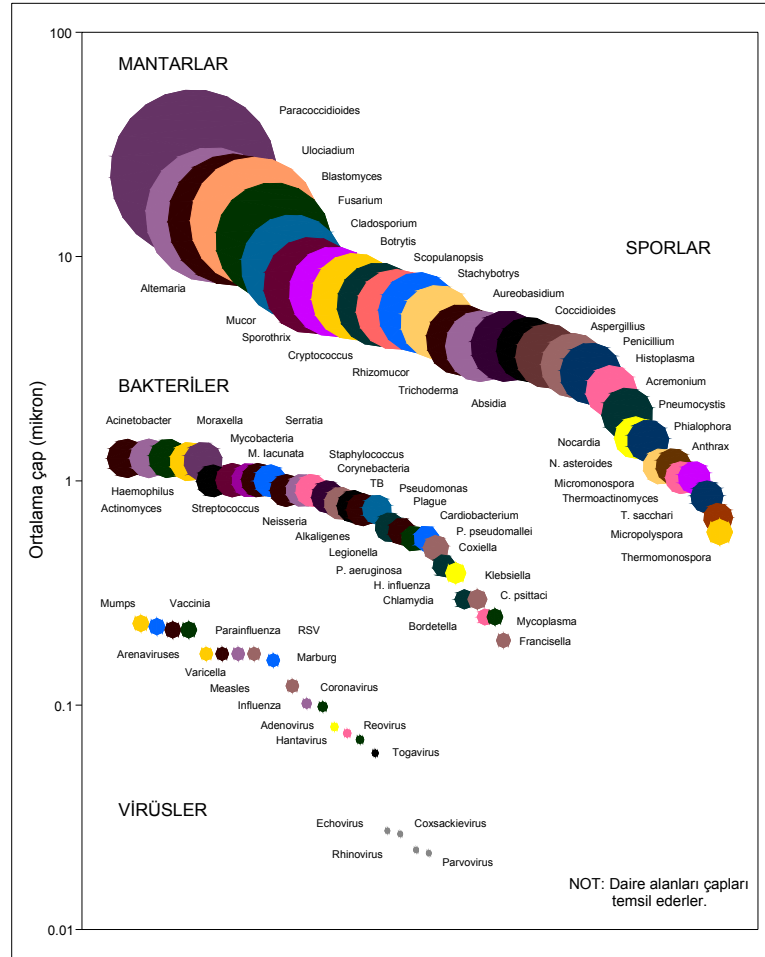
Şekil 1. Tanecek ve tanecekli yayılımın özellikleri

Alınan herhangi bir hava numunesindeki tanecek boyut dağılımı Şekil-2' de verilmiştir.



Şekil 2. Atmosfer havasında tanecek sayı, kütle ve yüzeyinin çapa göre dağılımı

Tipik bir atmosfer kirliliğine örnek olarak Şekil-2' deki en üst eğri gösterilmiştir. Ortadaki eğride ise verilen bir boyuttan daha küçük olan taneciklerin toplam projeksiyon alanlarının yüzdesi, en alttaki eğride ise taneciklerin toplam kütlelerinin yüzdeleri gösterilmiştir. Bu eğrilerin vermiş oldukları bilgiler oldukça çarpıcıdır. Örnek olarak 0,1 mikron veya daha küçük çaptaki tanecikler dikkate alındığında bunlar atmosferde bulunan taneciklerin sayıca %80 kadarını kapsamakla birlikte kütesel olarak sadece %1 değerindedirler. Aynı zamanda 1 mikron çapından daha büyük tanecikler sayıca sadece binde bir iken bunlar toplam kütleinin %70 kadarını oluşturmaktadırlar. Hava kirliliğini yaratan tanecik kütleinin %80 kadarı, çapları 5 mikron değerinden daha küçük taneciklerden meydana gelmektedir. Şehir içindeki havada bulunan taneciklerin çapı, genel olarak 1 mikron değerinden daha küçüktür. Havada bulunan virüs, bakteri, polen ve mantar gibi mikroorganizmalardan oluşan taneciklere bioaerosol adı verilir. İç mahallerde kirletici olarak bu mikroorganizmalarla karşılaşmaktayız. Bunlardan virüsler 0,003 ile 0,06 mikron çaplarında olmakla beraber genellikle koloniler halinde veya havada asılı başka taneciklere yapışmış olarak bulunurlar. Bakteriler ise çoğunlukla 0,4 ile 5 mikron çapındadır ve genellikle büyük taneciklerle beraber bulunurlar. Mantar sporlarının çapları 10-30 mikron, bitki tozlarının, polenlerin çapları 10-100 mikron ve bunların en çok tanınan çeşitleri ise 20-40 mikron mertebelerindedir (Şekil-3) [2].



Şekil 3. Çeşitli virüs, bakteri ve mantarların boyutlarının karşılaştırılması

Bulaşıcı olmayan enfeksiyonlar, hemen hemen tamamen çevrede bulunan mantar ve sporlar yoluyla veya tarımsal bakteriler vasıtasıyla geçerler. Sporlar bu grubun en önemli hastalıklarına neden olurlar. Bu, hava durumuna, iklim 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 vaka dışında dış havanın solunmasından dolayı solunum yolu enfeksiyonlarına yakalanma durumu tespit edilememiştir. İç ortamlarda ve klima tesisatı elemanları üzerinde üreyen ve yayılan mikroorganizmalar asıl tehlike kaynağını teşkil ederler. Bu konu ileride incelenecektir. Klima sistemlerine dışardan alınacak taze hava da dış kirleticiler yönünden bir standarda bağlı olmalıdır. ASHRAE tarafından hazırlanmış ve Amerika için geçerli taze dış hava kriteri olarak kabul edilen atmosferik çevre havasının kalite standardı Tablo 1' de verilmiştir [3]. Bu tabloda kısa dönem olarak 1-24 saatlik, uzun dönem için 3 ay ve 1 yıllık ortalama değerler ile max. konsantrasyon değerlerinin aşılması halinde husule gelebilecek kronik solunum yolu ve kalp hastalıklarının olasılığı belirtilmiştir.

Tablo 1. ABD' de temiz hava kalitesi ve kirleticilerin fizyolojik tesirleri

Kirletici madde	Uzun Dönem		Kısa Dönem		Fizyolojik Tesirleri
	Konsantrasyon $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Ortalama Zaman	Konsantrasyon $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Ortalama 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 (arit. ortalama)	50	1 yıl	150	24 saat	Kronik üst solunum hastalığı
Kurşun	1.5	3 ay			Kurşun zehirlenmesi, çocuklarda merkezi sinir sistemi bozukluğu

Proje müelliflerinin dış hava alış yönlerinde standartları aşmayan hava kirleticilerinin bulunmadığını tespit etmelerinin gerekliliği bu şekilde ortaya çıkmaktadır. Yoğun sokak trafiğine maruz yerlere dış hava alış menfezlerinin yerleştirilmemesi çok doğru olacaktır.

3. KAPALI MAHALLERDEKİ İÇ HAVA KİRLETİCİLERİ

Endüstriyel bir çok işlem sonucunda toz, duman, sis, buhar, gaz veya bunların karışımı şeklinde havayı kirleten maddeler ortaya çıkarak yakın çevrelerini ve atmosferi kirletirler. Bu kirleticilerin hem üretim sahası içinde yayılmalarını önlemek ve hem de zehirli konsantrasyon seviyelerinin artmasına engel olmak için, bu kirleticiler kaynaklarında kontrol altına alınmalıdırlar. Bütün kirletici konsantrasyonlarının sıfır olmasını sağlamak ekonomik açıdan uygun değildir. Bütün kirleticilerin mutlak kontrolü de mümkün değildir ve kendilerinde bir zarar oluşmadan işyerinde çalışanlar az miktarda zararlı maddeyi bünyelerine alabilirler. Endüstriyel hijyen ile ilgili bilim, havada bulunan kirleticilerin çoğunun ancak belirli bir sürede kabul edilebilir azami sınırları aşması halinde zehirli madde olarak değerlendirilmesi kavramı üzerine kurulmuştur. Tablo-2' de iç mahallerde bulunabilecek bazı kirleticilerin max. konsantrasyon oranları verilmiştir [1]. ABD' deki Mesleki Endüstriyel ve Sağlık İdaresi (OSHA) tarafından yürürlüğe konulan ve uyulması zorunlu ABD standartları her yıl yeniden gözden geçirilerek "Code of Federal Regulations", Federal yasalar, olarak yayınlanmaktadır. Tablo-3' de iç mahaller için kabul edilebilir max. kirlenme sınırlarının değerlerini gösteren değişik standartların karşılaştırılması verilmiştir.

Kapalı mahallerde iç hava kirleticileri olarak Tablolarda verilen Formaldehit, CO₂, CO, Azotdioksit Ozon, Toz tanecikleri, Kükürt dioksit ve Radon gazı ile daha önce belirtilen bioaerosollerin dışında ayrıca şu maddeler de bulunur:

- Uçucu sentetik maddeler (VOC). Bunların çoğu kanserojen karakterlidir. Benzen ve tuluen gibi aromatik hidrokarbonlar, alkoller, boya ve yapıştırıcılar, tiner, klorlu hidrokarbonlar gibi endüstriyel olmayan mahallerde tespit edilen ve alınan hava numunelerinde normalde bulunan 50-300' e kadar değişik çeşitte maddeler,

- Haşere ilaçları,
- Yapı ve dekorasyon malzemelerinden kaynaklanan kirleticiler (duvardan duvara halı, mobilya, duvar ve tavan kaplamaları),
- Hidrojen sülfür, amonyak gibi kötü kokulu gazlar,
- Alevli pişirme,
- Motorlu araçların egzoz gazları,
- Uzun lifli elyaflar, asbest,
- Yapay aydınlatma,
- Sigara dumanı (bu dumanda takr. 3500 çeşitli zararlı madde bulunduğu tespit edilmiştir. Hatta pasif içicilerin daha çok zarar gördüğü bilinmektedir),
- Titreşim,
- Gürültü, özellikle düşük frekanslı 100 Hz' den küçük ses dalgaları,
- Yüksek miktarda ionize olmuş veya olmamış elektromanyetik radyasyon (baz istasyonlarından yayılanlar gibi, maalesef yetkililer bu konuda sorumluluklarını yerine getirememektedirler),
- Elektrostatik ve elektronik dalgalar,
- Üretimden, bakım ve temizlikten geride kalan temizlik maddeleri ve kimyasallar,
- Fotokopi, lazerli yazıcı gibi büro malzemeleri.

Kapalı mahallerde insan sağlığını en çok tehdit eden kirleticilerin başında mikrobiyolojik kirlenme gelir.

Havada bulunabilecek mikroorganizmaların konsantrasyonu ortamdaki hava değişim oranı, veriş havasının mahalde yarattığı türbülans derecesi ve mahalde üretilen mikroorganizma gibi faktörlere bağlıdır. Bir enfeksiyonun hastalığa neden olacak şekilde kişiye iletilmesi için aynı zamanda gerekli olan bütün faktörler şunlardır:

Enfeksiyona maruz kalan bireyin bağışıklık sisteminin hassasiyeti,
Maruz kalma süresi,
Mikroorganizmanın öldürme gücü,
Nefes alma oranı,
Enfeksiyonun geçme yolu (nefes alma, gözler ve burun gibi).

Yukarıda verilen hiçbir faktör tek başına hastalığa neden olamaz. Kişinin sağlık durumu ve bağışıklık kabiliyeti gibi özellikleri de en az alınan mikroorganizma dozu ve süresi kadar önemlidir.

Aerobiyoloji, havada bulunan ve bioaerosol olarak adlandırılan virüs, bakteri, protozon, yosun, mayt, polen gibi mikrobiyolojik organizmaları inceleyen bilim dalıdır. Mekanik tesisat mühendisleri zorunlu olarak iç hava kalitesini önemli ölçüde etkileyen bu parametreler hakkında bilgi sahibi olmak durumunda kalmışlardır.

Endüstriyel hijyenle uğraşanlar, insan akciğerlerinde tutulup kalma olasılığı çok fazla olan 2 mikron çapından daha küçük taneciklerden endişe duyarlar. 8 ile 10 mikron çapından daha büyük tanecikler üst solunum yolları tarafından ayrılır ve tutulurlar. Ara boyuttaki tanecikler çoğunlukla akciğerin hava kanalları üzerine çökerlerse de buradan hızlıca temizlenerek yutulur veya öksürükle dışarı atılırlar. Nefes alınan havadaki taneciklerin %50' den azı solunum yollarına çökerler. Kapalı mahallerde insan sağlığını en çok tehdit eden kirleticilerin başında mikrobiyolojik kirlenmenin gelmesi bu konunun önemini arttırmaktadır.

Havada bulunan ve solunum yollarında hastalığa neden olan patojenler olarak adlandırılan virüs, bakteri ve mantar gibi mikroorganizmaların kapalı ortamlarda yayılmaları iç hava kalitesinin sağlanması yolunda önemli bir problem teşkil etmektedir. Mikrobiyolojik yönden iç havanın incelenmesi ve elde edilen verilere göre uygun mühendislik çözümlerinin bulunarak, standartlarda şart koşulan iç hava kalitesinin elde edilmesi çok önemli bir gereklilik haline gelmiştir. İç ortamlarda insanlara bulaşıcı olan hemen hemen bütün organizmaların zaman içinde buralarda direnç kazanarak yayılmalarını sürdürdükleri; dış atmosferde ise yaşam kabiliyetlerini uzun müddet sürdüremedikleri tespit edilmiştir.

Kirletici	İç kirletici kaynakları	Mümkün olan iç konsantrasyon	İç/dış konsantrasyon oranı	Yeri
Karbon monoksit	Yakma cihazları, motorlar, hatalı ısıtma sistemleri	100 mg/kg	>>1	Araba yarış pistleri, ofisler, evler, arabalar, dükkanlar
Tanecikler	Sobalar, şömineler, sigaralar, buharların yoğunlaşması, aerosol spreyler, pişirme	100 ila 500 µg/m ³	>>1	Evler, ofisler, arabalar, kamu görevleri, barlar, lokantalar
Organik buharlar	Yanma, solventler, reçine imalatı, tanecikler, aerosol spreyler	-	>1	Evler, lokantalar, kamu görevleri, ofisler, hastaneler
Azot dioksit	Yanma, gaz sobaları, su ısıtıcıları, kurutucular, sigaralar, motorlar	200 ila 1000 µg/m ³	>>1	Evler, araba yarış pistleri
Kükürt dioksit	Isıtma sistemleri	20 µg/m ³	<1	Sistem içinde
Dumanlı toplam uçucu parçacıklar	Yanma, ısıtma sistemi	100 µg/m ³	1	Evler, ofisler, nakil vasıtaları, lokantalar
Sülfat	Kibritler, gaz sobaları	5 µg/m ³	<1	Sistem içinde
Formaldehit	Yalıtım, ürün bağlayıcıları, sunta	0,05 ila 1,0 µg/kg	>1	Evler, ofisler
Radon ve türevleri	İnşaat malzemeleri, yer suları, toprak	0,1 ila 200 nCi/m ³	>>1	Evler, binalar
Amyant	Yanmaz malzeme	<10 ⁶ lif/m ³	1	Evler, okullar, ofisler
Mineral ve sentetik lifler	Kumaş, halı, duvar malzemeleri	-	-	Evler, okullar, ofisler
Karbon dioksit	Yanma, insanlar, evcil hayvanlar	3000 mg/kg	>>1	Evler, okullar, ofisler
Canlı organizmalar	İnsanlar, evcil hayvanlar, kemirgen hayvanlar, böcekler, bitkiler, mantarlar, nemlendiriciler, iklimlendirme cihazları	-	>1	Evler, hastaneler, okullar, ofisler, kamu binaları
Ozon	Elektrik arki	20 µg/kg	<1	Uçaklar

Tablo 2. İç ortamlarda bulunan bazı kirleticilerin kaynakları, mümkün olan konsantrasyonları ve iç/dış konsantrasyon oranları

	Kanada	WOH / Avrupa	NAAQS / EPA	NIOSH REL	OSHA	ACGIH	MAK
Aldehitler							
Aerolen	0.02 ppm			0.1 ppm 0.25 ppm (15 dak)	0.1 ppm 0.3 ppm (15 dak)	0.1 ppm 0.3 ppm (15 dak)	0.1 ppm 0.2 ppm (15 dak) 50 ppm
Asetaldehid	5.0 ppm			100 ppm 150 ppm (15 dak) 0.75 ppm	100 ppm 150 ppm (15 dak) 0.3 ppm	100 ppm 150 ppm (15 dak) 0.3 ppm	0.3 ppm
Formaldehid	0.1 ppm	0.081 ppm		0.016 ppm 0.1 ppm (15 dak) 5.000 ppm 30.000 ppm (15 dak)	2 ppm (15 dak) 10.000 ppm 30.000 ppm (15 dak)	5.000 ppm 9.000 ppm (15 dak)	5.000 ppm 9.000 ppm (15 dak)
Karbon dioksit	3500 ppm						
Karbonmonoksit	11 ppm (8 h) 25 ppm (1 h)	8.6 ppm (8 h) 25 ppm (1 h) 51 ppm (30 dak) 86 ppm (15 dak)	9 ppm (8 h) 35 ppm (1 h)	35 ppm (8 h) 200 ppm (15 dak)	35 ppm (8 h) 200 ppm (15 dak)	25 ppm (8 h)	30 ppm
Azotdioksit	0.05 ppm 0.25 ppm (1 h) 0.12 ppm (1 h)	0.08 ppm (24 h) 0.2 ppm (1 h) 0.08 ppm (8 h) 0.1 ppm (1 h)	0.053 ppm (1 yıl) 0.12 ppm (1 h) 0.085 ppm (8 h) 50 g/m ³ (1 yıl)	0.1 ppm (15 dak)	1 ppm (15 dak) 0.1 ppm (8 h) 0.3 ppm (15 dak) 5 mg/m ³ (8 h)	3 ppm 5 ppm (15 dak) 0.05 ppm (8 h) 0.2 ppm (15 dak) 3 mg/m ³ (8 h) (asbest hiç olmayacak, silika kristalin)	5 ppm 0.1 ppm
Ozon	No long-term level 40 µg/m ³ (8 h) 100 µg/m ³ (1 h)						
Tanecik							
Kükürtdioksit	0.019 ppm 0.38 ppm (5 dak) 800 Bq/m ³ 30-80% (yaz) 30-55% (kış)			2 ppm (8 h) 5 ppm (15 dak)	2 ppm (8 h) 5 ppm (15 dak)	2 ppm (8 h) 5 ppm (15 dak)	2 ppm

Tablo 3. İç mahaller için tespit edilmiş önemli standartların karşılaştırılması

Patojenlerin belki en önemli sınıflandırılması bulaşıcı olup olmamalarına göre yapılır. Bu sınıflandırma gerek mühendislik gerekse tıp yönünden en çok önem verilen karakteristik ayırmadır. Bulaşıcı hastalıklar çoğunlukla insanlardan geçer, buna mukabil bulaşıcı olmayanlar ise genellikle çevreden alınırlar.

Bulaşıcı mikroorganizmalara örnek olarak insanlarda geçen ve soğuk algınlığı, kızamık, grip, zatürre, suçiçeği virüsleri ile tüberküloz ve bronşit bakterileri verilebilir. İnsanlar, bulaşıcı hastalıkların çoğunun tabii kaynağıdır.

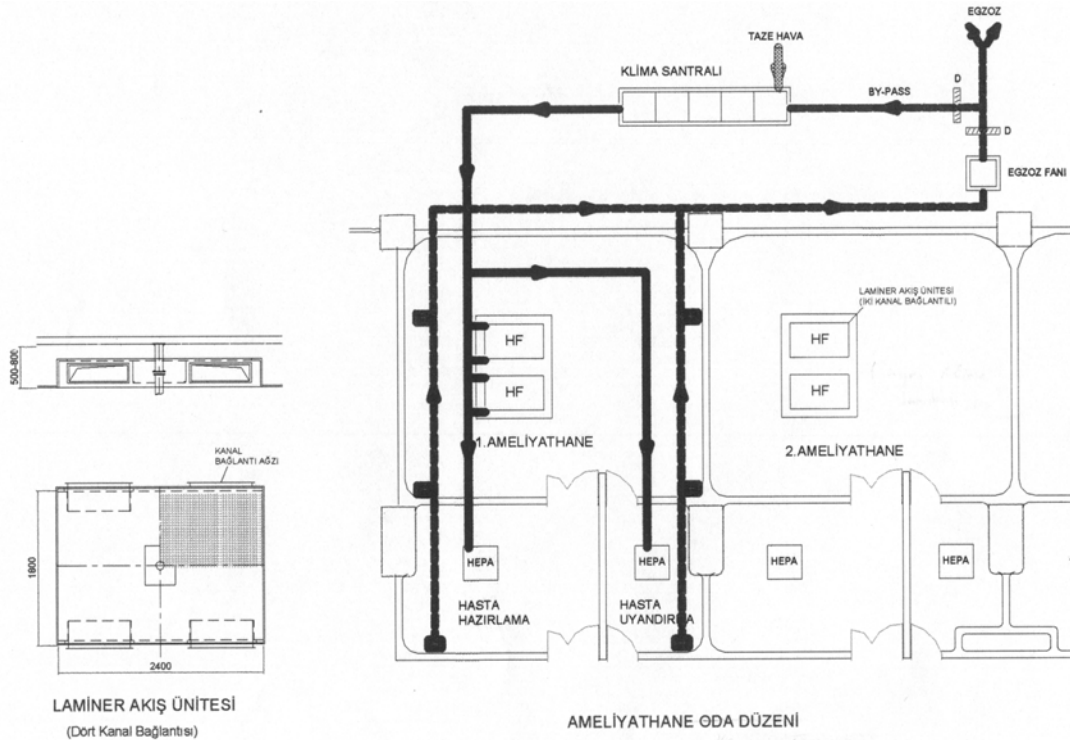
Bulaşıcı olmayan ve çevreden geçen patojenlere örnek olarak lejyonella bakterisinin sebebiyet verdiği Pontiak ateşi ve lejyoner hastalığı verilebilir. Lejyoner hastalığı, genel olarak zatürree gibi bir göğüs hastalığı tablosu çizer, yüksek ateş, terleme, şiddetli baş ve adale ağrıları ile başlayarak, kuru öksürük, nefes darlığı, ishal ve kusma ile gelişen ölümcül bir hastalıktır.

Hastalığa neden olan bakteriler genellikle durgun, bayat ve yosunlaşmaya müsait sularda yaşar ve ürerler. Kimyasal dozlama ve şartlandırma yapılmayan bütün sularda 20-45°C arasında yayılırlar. Bunlar ancak 60°C'da yüksek sıcaklıklarda ölmektedirler. Evlerdeki dik tip elektrikli su ısıtıcıları da tehlike alanı içindedir. Duş esnasında bu bakteriler ciğerlere girebilmektedirler.

Özellikle klima santrali bünyesindeki hava nemlendiricisinin havuz kısmında ve soğutma kulelerinin havuzlarında gelişen bu bakteriler hava akımına karışarak, bu havayı soluyan insanlar için çok önemli hayati bir tehdit oluşturlar.

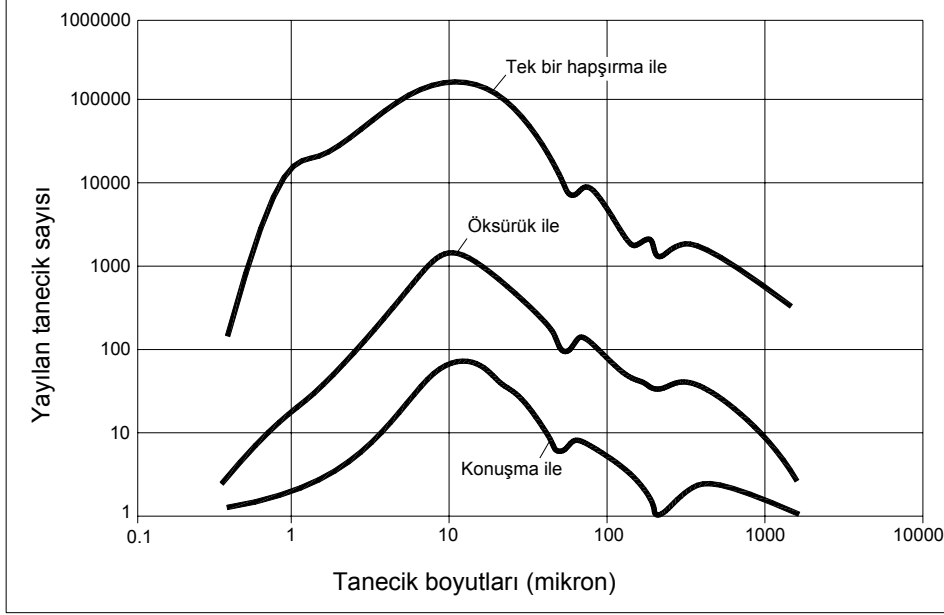
Ancak uygun mühendislik çözümleri ile bağıl nem ve ıslaklık kontrolü yaparak virüs, bakteri ve mantar üretebilecek ekipmanları mümkün olduğu kadar klima sistemine dahil etmeyerek, titiz bir periyodik temizleme ve bakım uygulayarak sağlıklı bir havalandırma tesisatı kurulup işletilebilir.

Hastanelerin havasında bulunan ve hastalığa yol açan mikroorganizmalar nedeniyle, ameliyathanelerde açık yaraların ve yanıkların enfekte olmaları, tıbbi aletlerin kirlenmelerinden dolayı enfeksiyonlarının oluşması mümkün olmaktadır. Laminer akımlı hijyenik klima sistemlerinin uygulanması ile bu konuda önemli iyileştirmeler sağlanabilmektedir (Şekil-4).



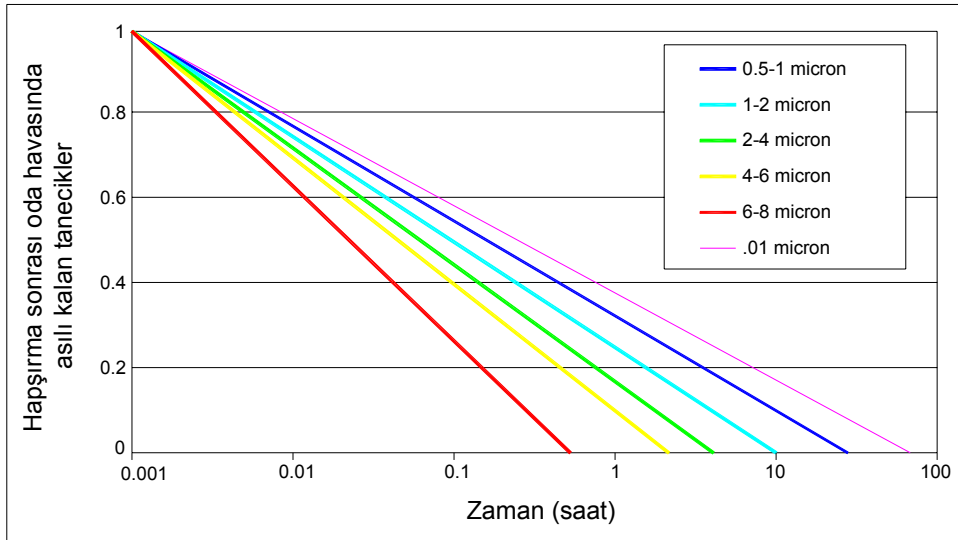
Şekil 4. Ameliyathane klima sistemi

Solunum yolu hastalıkların çoğu, hastalığa yakalanan insanların öksürme ve hapşırma ile neden olduklarından, bu yolla havaya çok geniş miktarda bioaerosol yayılır. Şekil-5' de tek bir hapşırma sırasında nasıl yüz binlerce taneciğin havaya yayılabileceği gösterilmiştir. Japonların mikrop yaymamak için ağızlarını tülbentle kapamaları çok haklı, düşünceli ve ince bir davranıştır.



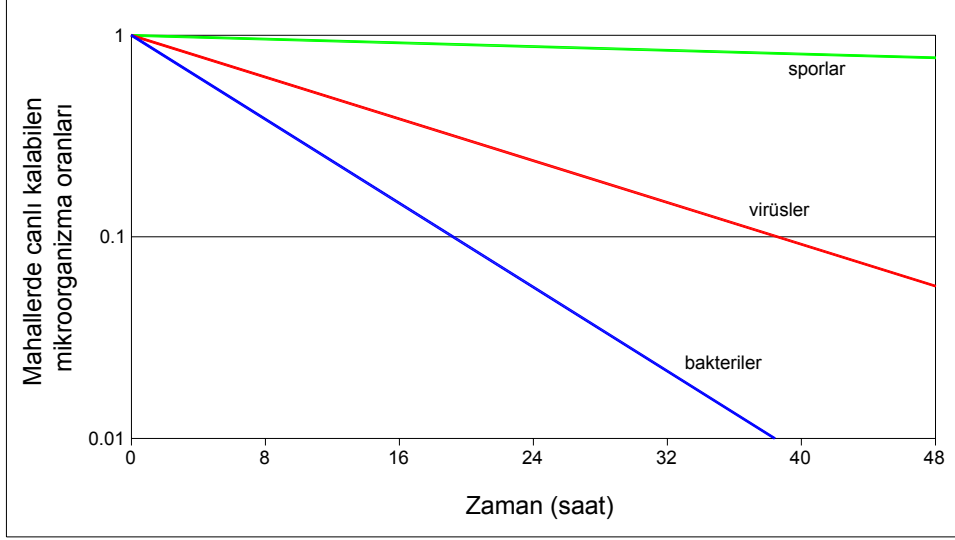
Şekil 5. Enfekte olmuş bir kişi tarafından etrafa yayılan taneciklerin sayısal ve boyutsal dağılımı

Şekil-6' da görüldüğü gibi bir hapşırma sonrasında havada bulunan bioaerosol çaplarına bağlı olarak 4-8 mikron arasındakiler 1 saat içinde öldükleri gibi 0,01 mikron büyüklüğünde olanlar günlerce havada asılı kalabilmektedirler.



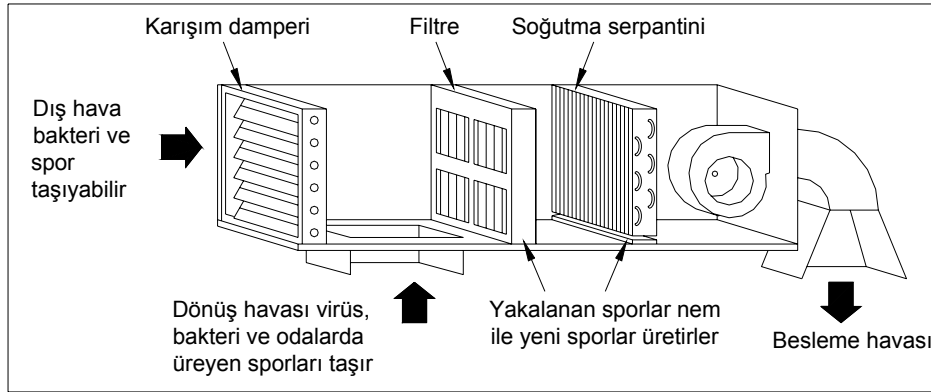
Şekil 6. Bir hapşırma sonrasında havada asılı kalan tanecik dağılımı

Şekil-7' de güneş ışığı girmeyen iç ortamlarda havadaki mikroorganizmaların canlı kalabilme oranları verilmiştir. Enteresan olan husus bakterilerin havadan ayrılmalarının virüslere nazaran daha çabuk gerçekleşmesidir, çünkü bunlar yaşamak için neme virüslerden daha çok ihtiyaç duymaktadırlar.



Şekil 7. 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 santral ve dağıtım sisteminden geldiği tespit edilmiştir.



Şekil-8 Tipik bir klima santralında mikrobiyolojik kirlenme kaynakları ve yolları

Şekil-8' de tipik bir klima santralında mikrobiyolojik kirlenme kaynakları ve yolları gösterilmiştir. 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 oluşturmazlar, 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.

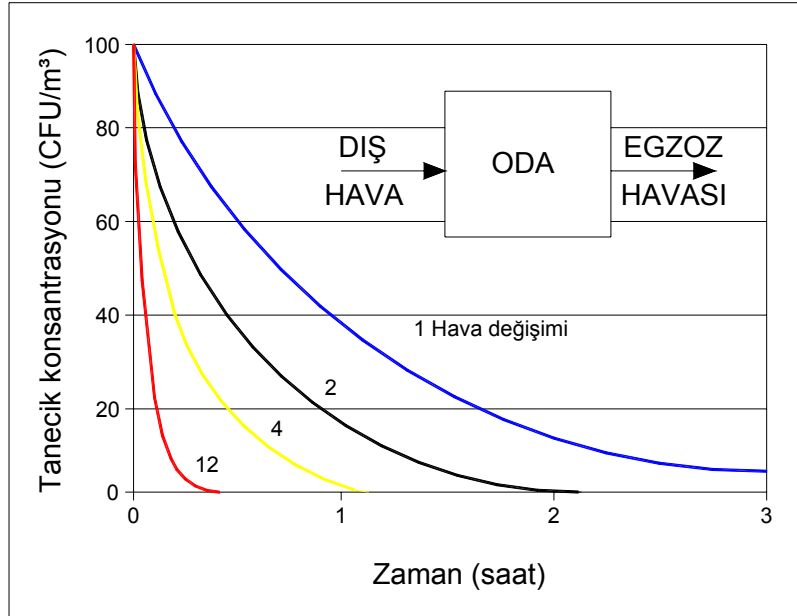
Filtreler sporları tutarlar ancak filtre elemanlarının nemli olması halinde buralarda aşırı spor üremesinden dolayı sporlar tekrar havaya karışırlar.

Kapalı mahallerde iç hava kalitesini yükseltmek ve enfeksiyonları önleyebilmek için belli başlı 4 mühendislik çözümü vardır.

1. Mahale sevk edilen havanın içindeki dış hava oranını arttırmak,
2. Hassas filtreler kullanmak,
3. Ultraviyole ışınları uygulamak,
4. Ortamın statik basıncını artırıp odayı kontrol altında tutarak çevresindeki odalardan izole etmek.

Bu önemlerin her birinin avantajları ve aynı zamanda sınırlamaları vardır. Eğer iç havanın mikrobiyolojik kalitesi ile ilgili açık ve kesin hedefler verilirse optimal bir çözüm bulmak mümkündür.

Şekil' 9 da üstte oda havası içindeki hastalığa neden olan mikroorganizmaların (CFU/m³) %100 dış hava tesiri ile başlangıçtaki 100 değerinde nasıl aşağıya çekildiği 2 hava değişimi ile 2h içinde değerin sıfırlandığı görülmektedir.

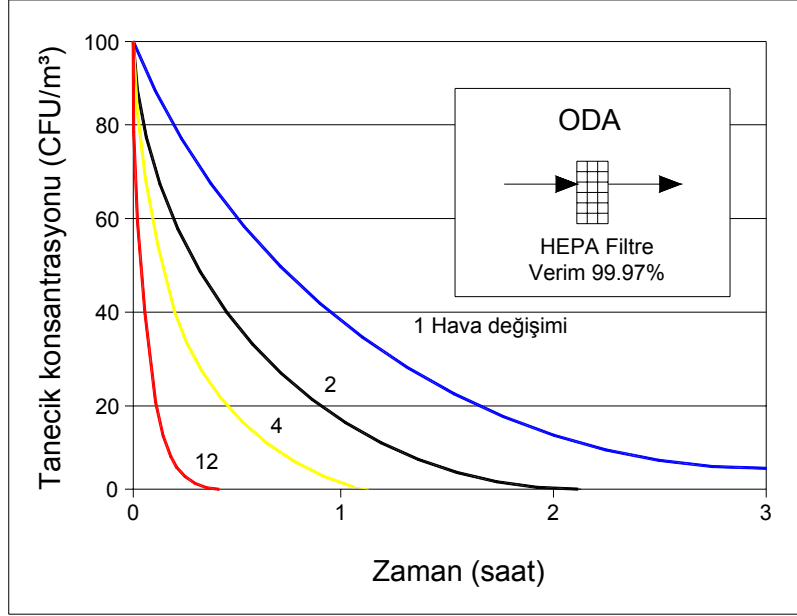


Şekil 9. %100 dış hava sistemi ile hava değişimini artırarak odanın başlangıç mikrobiyolojik kirliliğinin azaltılması

Şekil-10' deki grafikte, HEPA filtre ve %100 dönüş havası kullanarak birbirine benzer değerlerin temin edildiği görülmektedir.

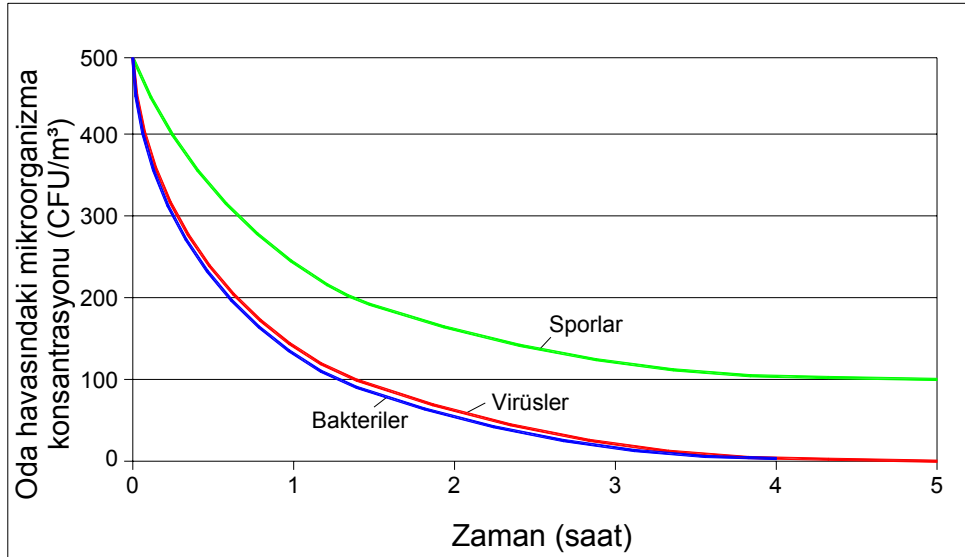
Sadece HEPA filtreler çözüm olarak düşünülmemelidirler. Özellikle sporların filtre edilmesinde yüksek ve orta verimlilikteki filtreler de daha az işletme ve yenileme masrafları ile kullanılabilirler.

Ultraviyole (mor ötesi) ışınları vasıtasıyla çok efektif olarak mikrobiyolojik büyüme kontrol altına alınabilir. Sürekli ışınlama yoluyla mantar üretimi yok edilebilir ve ayrıca bazı sporların da öldürülmesi mümkündür.

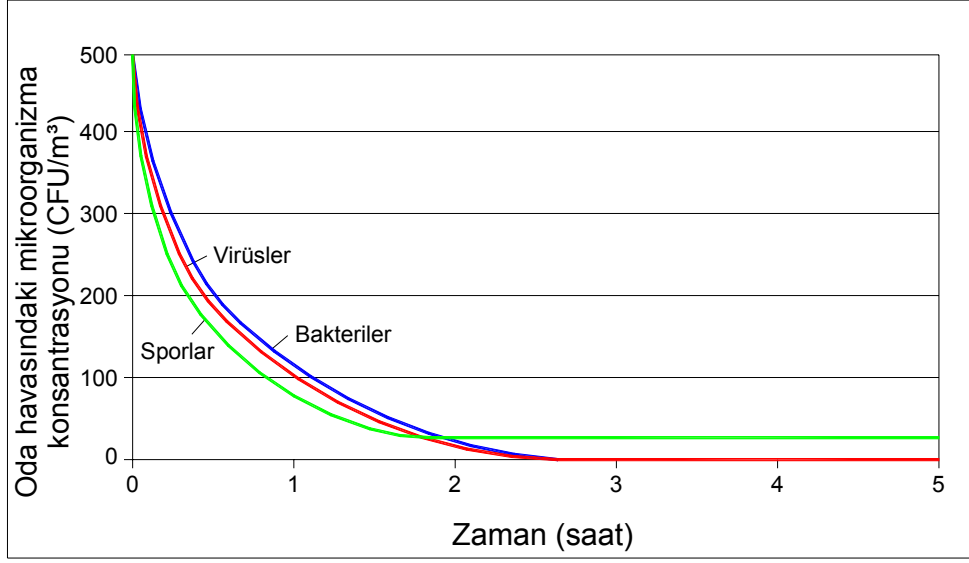


Şekil 10. HEPA filtre ve dönüş havası kullanarak oda hava değişiminin artırılması ile mikrobiyolojik kirliliğinin azaltılması arasındaki bağlantı

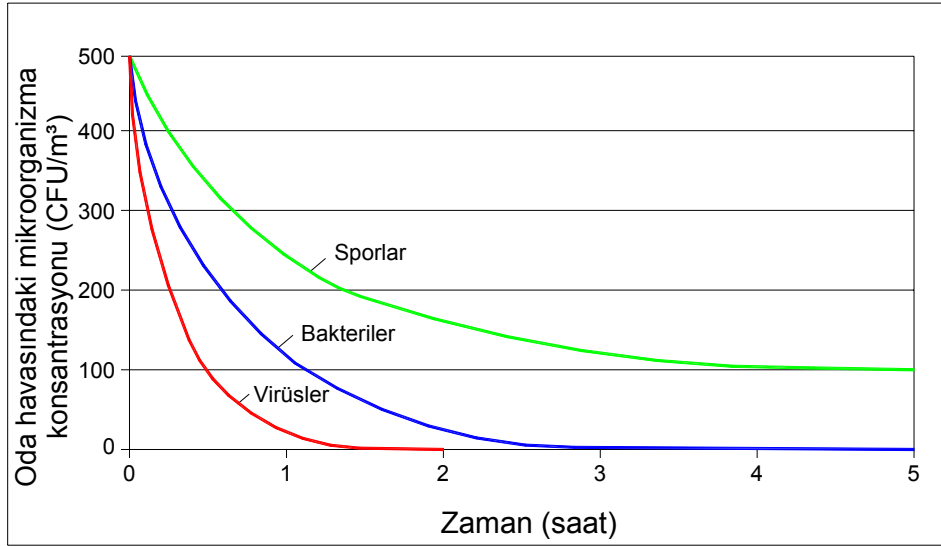
En önemli üç ana alternatif olan dış hava ilavesi, filtrasyon ve UV ışınlarının etkilerinin grafik olarak karşılaştırılması Şekil-11' de verilmiştir.



Şekil 11a. %25 dış hava ve saatte bir hava değişiminin odadaki başlangıç kirlilik konsantrasyonuna etkisi



Şekil 11b. Veriştir havasının %85 verimli bir filtreden geçirilerek verilmesi halinde başlangıç mikrobiyolojik kirliliğın azalma oranı



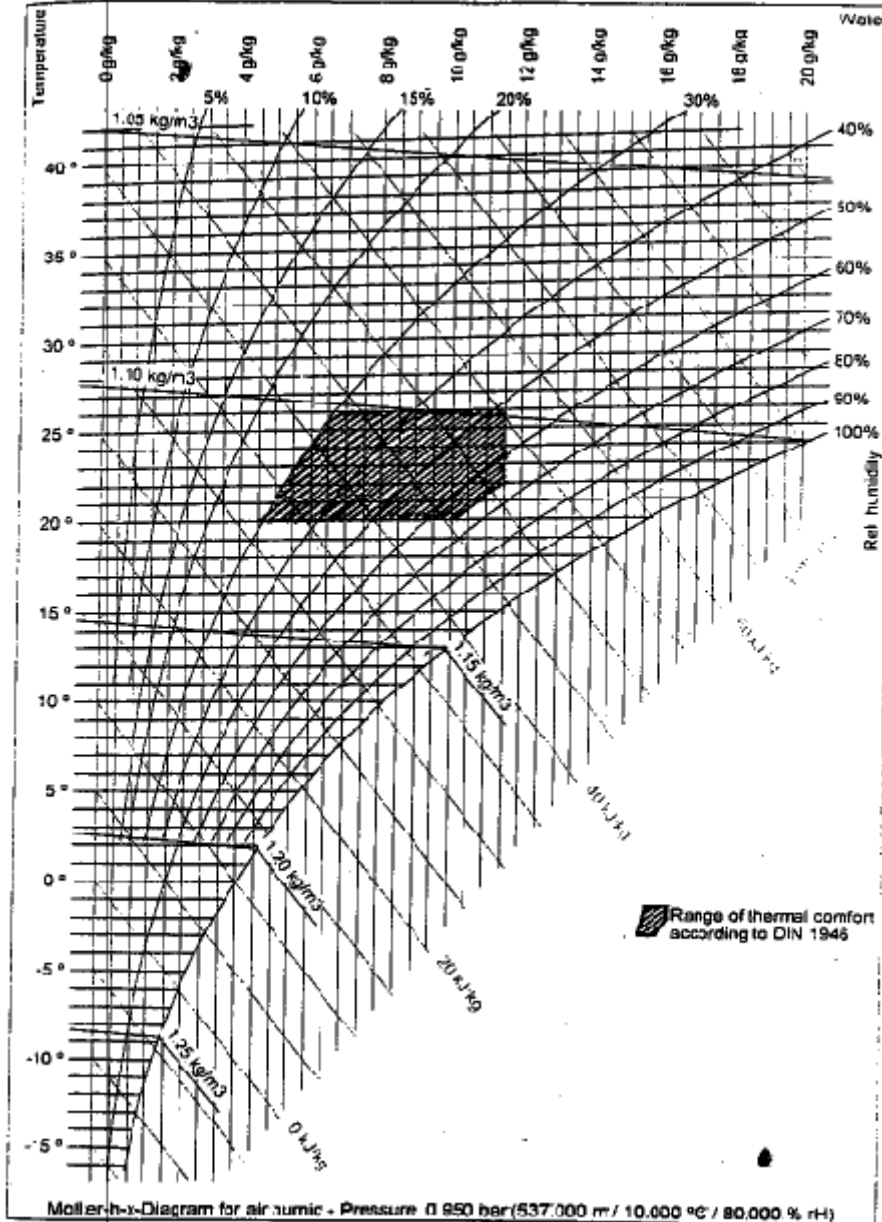
Şekil 11c. %25 dış hava oranlı dönüş havasına 25 mikrovat gücünde ultraviyole ışınlama sistemi uygulanması ile başlangıç mikrobiyolojik kirlenme oranının azalması

- %25 dış hava ve 1 hava değışimi ile başlangıçta 500 CFU/m³ olan kirlilik oranı 4h içinde bakteriler ve virüsler için sıfır, sporlar içinse dış hava spor oranı olan 100 CFU/m³ inmiştir. Ayrıca iç ortamda mikroorganizma üretmesi esas alınmıştır.
- ASHRAE normuna göre %80-85 atmosferik toz tutma esasına göre orta verimli bir hassas filtrenin %25 dış hava oranlı veriştir havasına olan etkisi gösterilmiştir. Burada filtrenin sporları tutma kabiliyeti görölmektedir.
- %25 dış hava oranlı dönüş havasına (1 hava değışimi) 25 mikrovat gücünde UV ışınlama sistemi uygulaması ile başlangıç mikrobiyolojik kirlenme oranınının 3h içinde sıfıra indiğı, sporların da fazla etkilenmedikleri ve dış hava spor seviyesine indiğı görölmektedir.

4. KAPALI MAHALLERDE TEKNİK KONFORUN SAĞLANMASI

ASHRAE' nin 1999 yılında çıkardığı "kabul edilebilir iç hava kalitesi için havalandırma sistemi" adlı en son standardında, iç hava kalitesi tarifi şu şekilde yapılmaktadır. Mevcut yasalara göre içinde zararlı madde oranı azami değerleri aşmamış kirletici maddeleri ihtiva eden ve bu havayı soluyan insanların en az %80' inin memnuniyetsizlik hissetmedikleri hava kalitesidir.

Hijyen ve sağlık açısından içinde insan bulunan odaların hangi sıcaklık ve bağıl nem değerlerinde olması gerektiği standartlarda verilmiştir.



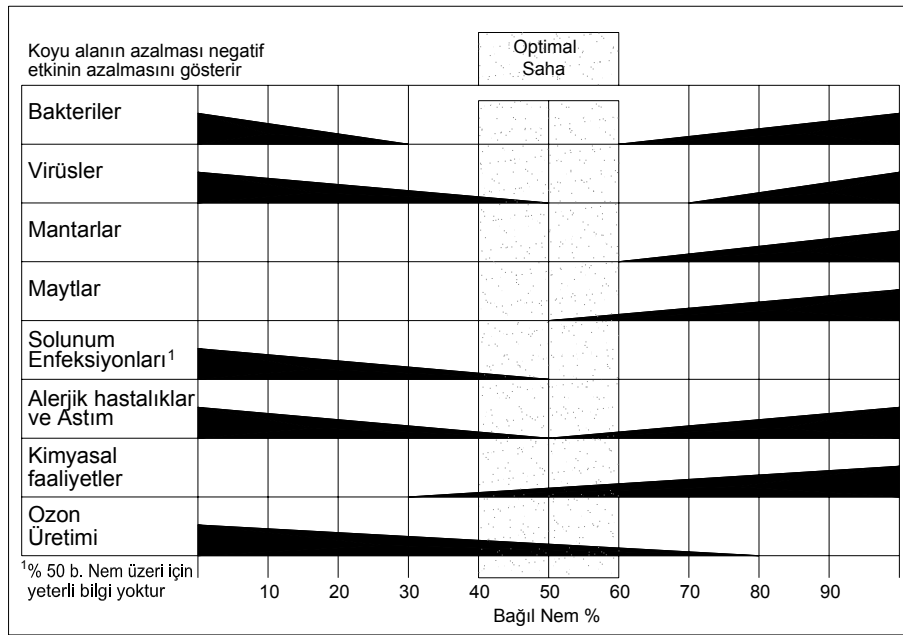
Şekil 12.

Alman DIN 1946' ya göre verilen termik konfor şartlarına göre sıcaklıklar 20-26°C arasında, bağıl nem de %30 - %65 arasında olabilmektedir (Şekil-12). Mutlak nem değeri ise max. 11,5 gr/kg hava olarak sınırlandırılmıştır.

Yine aynı DIN' de çalışan insanların faaliyet durumlarına ve giysilerine göre tespit edilmiş, operatif sıcaklık olarak tanımlanan mahal sıcaklıklarının dış hava sıcaklığına göre değişim sahası belirtilmiştir.

Termik konforun tanımı bu standartta şu şekilde yapılmıştır: Oda içinde bulunan insanlar hava sıcaklığını, nemini, hava hızını ve odayı çevreleyen yüzeylerin sıcaklığını optimal olarak hissediyorsa, o halde termik konfor sağlanmış demektir.

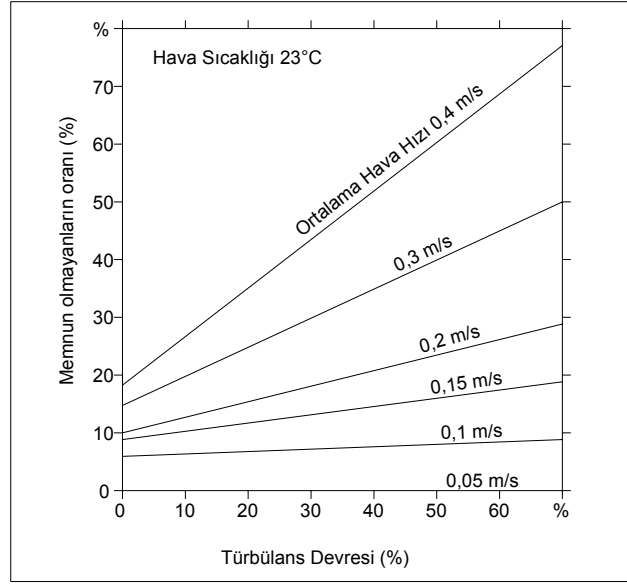
Kapalı mahallerde havanın kalitesi ve termik konforu, insanların aktivite durumlarına, giysilerine, mahalde bulunma sürelerine, yapı ve dekorasyon malzemelerinin özelliklerine ve insan yoğunluğuna bağlıdır.



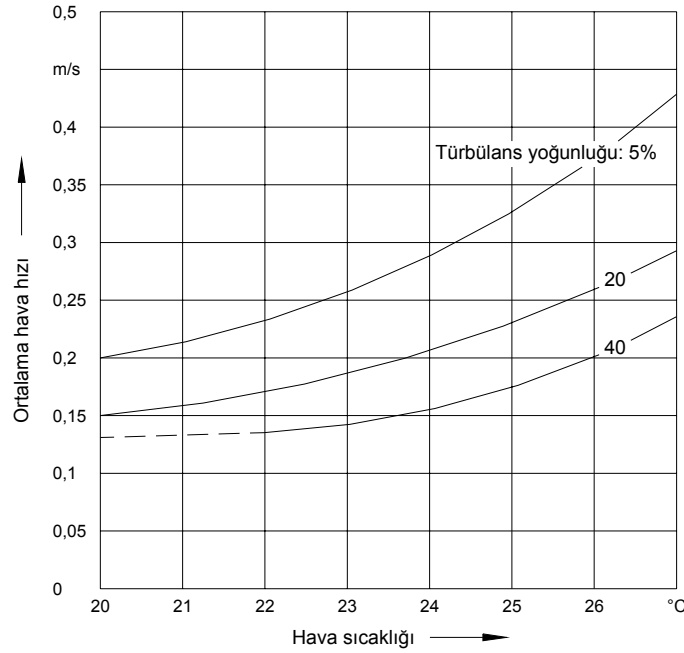
Şekil 13. Sağlık yönünden mahallerde sağlanması uygun olan optimal bağıl nem sahası

Şekil-13' de sağlık yönünden mahallerde sağlanması uygun olan optimal bağıl nem sahası verilmiştir. Bağıl nemi %65' den fazla olan ortamlarda insan vücut sıcaklığının kontrolü zorlaşmakta, bu yüksek nem oranı bakterilerin, mantarların ve alerji yapan ev tozları (maytların) üremesini teşvik etmektedir. Uzun vadede oda nem oranlarının yüksek seyretmesine müsaade etmemek gerekir.

Mahal hava kalitesine tesir eden önemli bir parametre de insanların bulunduğu yerlerdeki hava hızıdır. Hava hızının 0,15 - 0,20 m/s seviyelerinin üzerinde olduğu yerlerde türbülans derecesine bağlı olarak şikayetler artmaktadır (Şekil-14). Tasarım sırasında dikkat edilecek en önemli unsurlardan biri havayı düşük hava hızlarında ve homojen olarak odaya sevk etmektedir. Düşük üfleme ve oda sıcaklıklarında yüksek hava hareketleri, özellikle oturan insanlar üzerinde çok olumsuz etkiye bulunur. Şekil-15, mahal içerisindeki hava hızlarının konfor sahasında kalınabilmesi için hava sıcaklık ve türbülans yoğunluğu ile olan bağlantısını göstermektedir.



Şekil 14. Değişik hava hızları ve türbülans derecelerinde memnun olmayan insanların sayısı



Şekil 15. Mahal içerisindeki hava hızlarının konfor sahasında kalabilmesi için sıcaklık ve türbülans yoğunluğuna olan bağlantısı

Gerek sağlık gerekse hijyen için iç hava kalitesinin sağlanabilmesinin en önemli parametresi şüphesiz ki mahale verilecek temiz, taze dış hava miktarıdır. Mahallerdeki mikroorganizma sayısının azaltılmasındaki öncelikli ve en iyi yöntemlerin başında, odaya verilecek hava miktarının ve hava değişim sayısının artırılması gelmektedir.

Tablo-4' de ASHRAE standardına göre çeşitli mahaller için verilmesi gereken şahıs başına veya alan m^2 başına min. dış hava miktarları verilmiştir.

Alman DIN 1946 göre olan değerler Tablo-5' de görülmektedir. Mesela ofis odalarında şahıs başına en az ASHRAE' ye göre 36; DIN 1946' ya göre 40 m^3/h dış hava sevk etmek gerekmektedir.

Aslında, özellikle son yıllarda insan sağlığına verilen değerin çok artması ile bu miktarlar 80-100 m³/h gibi değerlere ulaşmaktadır. Mahallerde verilen dış havanın 2-3 hava değişimi sağlaması halinde iyi kaliteli hava değerleri tespit edilmiştir.

Tablo 4. ASHRAE 62-1999 Standardına göre havalandırma tesisatlarında esas alınacak dış hava miktarları

Uygulama	100 m ² için tahmin edilen max. insan sayısı	Dış Hava İhtiyacı	
		L/sn insan	L/s m ²
Kuru temizleme, Çamaşırhane			
Ticari çamaşırhane	10	13	
Ticari kuru temizleme	30	15	
Yiyecek ve İçecek Servisi			
Yemek odaları	70	10	
Kafeterya, fast food	100	10	
Bar, kokteyl salonları	100	15	
Mutfaklar (pişirmeli)	20	8	
Garajlar, Servis İstasyonlar			
Kapalı garajlar			7.5
Araba tamir garajları			7.5
Oteller, Moteller, Yatakhaneler			
			L/s oda
Yatak odaları			15
Oturma odaları			15
Banyolar			18
Lobiler	30	8	
Konferans odaları	50	10	
Toplantı odaları	120	8	
Yatakhaneler	20	8	
Kumarhaneler	120	15	
Ofisler			
Ofis odaları	7	10	
Kabul mahalleri	60	8	
Telekomünikasyon merkezleri	60	10	
Konferans odaları	50	10	
Halka Açık Mahaller			
			L/s m²
Koridorlar ve çevre odalar			0.25
WC' ler veya pisuarlar		25	
Soyunma odaları			2.5
Sigara içilen mahaller	70	30	
Asansörler			5.0

Tablo 5. DIN 1946 Kasım 2' ye göre şahıs başına ve m²' ye göre dış hava miktarları

Oda Tipi	Misal	Dış Hava Miktarları	
		Şahıs başına m ³ /h	m ² alan başına m ³ / (m ² .h)
Çalışma mahalleri	Tek ofis odaları	40	4
	Açık ofis odaları	60	6
	Laboratuvarlar	-	-
Toplantı odaları	Konser salonu, tiyatro, konferans salonu	20	10-20
Kültürel maksatla kullanılan odalar	Okuma odaları	20	12
	Seminer odaları	30	15
Halka açık mahaller	Satış mağazaları	20	3-12
	Restoranlar	30	8
	Müzeler	-	-

5. İYİ BİR İÇ ORTAM KALİTESİNİN SAĞLANMASI

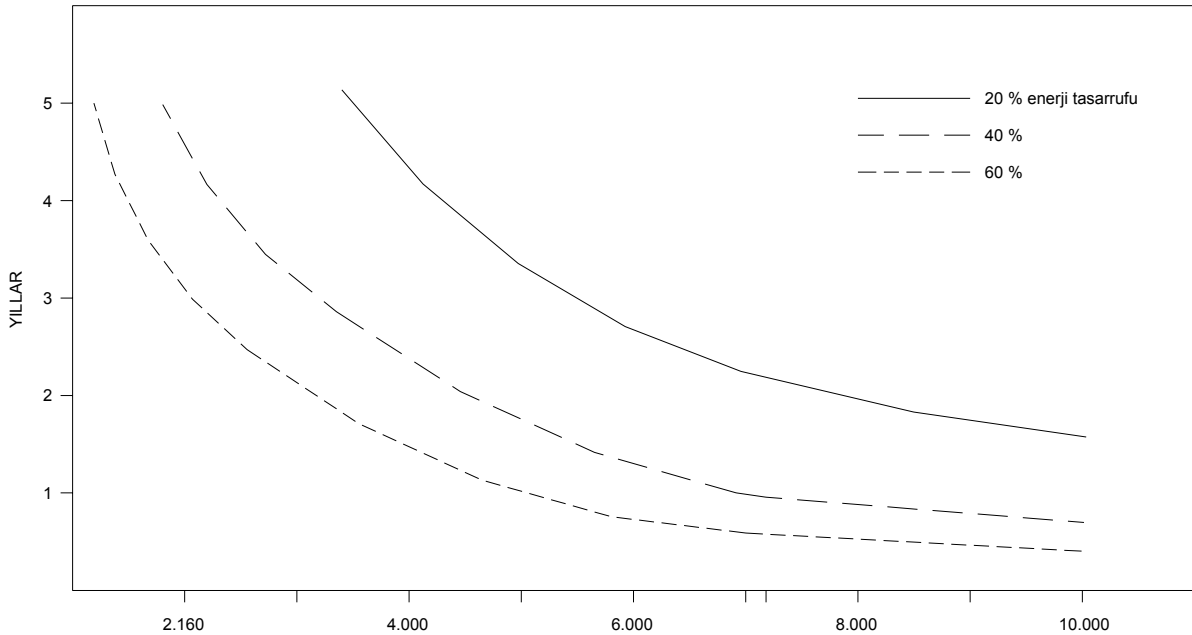
Başlıklar halinde iyi bir iç ortam hava kalitesi yaratabilmek için dikkate alınabilecek tedbirleri sıralarsak:

5.1 Klima Tesisatı Yönünden

A. Tasarım Safhasında Alınabilecek Tedbirler

İç hava kalitesini düşürme pahasına yapılacak yatırım ve enerji tasarrufu yanlış bir uygulamadır. Çünkü, yapılan araştırmalar ortaya koymuştur ki iç hava kalitesi ve dolayısıyla insan sağlığı, ekonomik yönden enerji sarfiyatı ile aynı değere sahiptir. Esas olan hüner, iç hava kalitesini yükseltirken enerji tasarrufu da sağlayabilmektedir. Bu nasıl sağlanır?:

- Doğru ve gerçekçi iç oda ve dış ortam proje değerlerini tespit ederek,
- Doğru ve uygun yerlerden taze hava alışıını temin ederek,
- Klima santralında havayı çok iyi filtre edecek 2-3 kademeli hassas filtreler ön görerek,
- Mahal içinde efektif ve verimli bir hava dağıtım sistemi uygulayarak; yani source flow (kaynak akımı) displacement flow, (deplasmanlı akım) gibi yeni sistemler uygulayarak, daha az taze hava ile asıl ihtiyaç olan yerlerde konforu temin etmeye yönelerek,
- Egzoz edilen iç odanın enerjisinden ısı geri kazanımı ile istifade ederek,
- Mahal içerisindeki kirletici parametrelere göre sevk edilen hava miktarlarını kontrol ederek; mesela CO₂ sensörleri ile gerektiği kadar havayı değişken debili olarak mahale sevk edecek hava dağıtım sistemleri uygulayıp enerji tasarrufu sağlayarak Şekil-16' da ihtiyaca göre değişken debili bir sistemde sağlanan enerji tasarrufu verilmiştir.
- Mahal içinde doğru ve uygun hava akışıını, uygun seçilmiş menfez, anemostat, düşe gibi elemanları kullanarak,
- Mahallerdeki gerekli hava veriş ve atış miktarlarını doğru olarak balanslıyarak,
- Ortamda bulunan kirletici kaynaklardan doğrudan, direk olarak egzoz yapıp, verimli bir şekilde kirleticilerin mahale yayılmalarını önleyerek,
- Mümkün olduğu kadar aynı karakterdeki odaların konfor kontrol sistemini müstakil olarak yaparak,
- Klima tesisatı elemanlarının hijyenik tipte olmasını öngörmek suretiyle sağlanabilir. Bunlara burada sıralanamayan daha birçok tedbir eklenebilir.

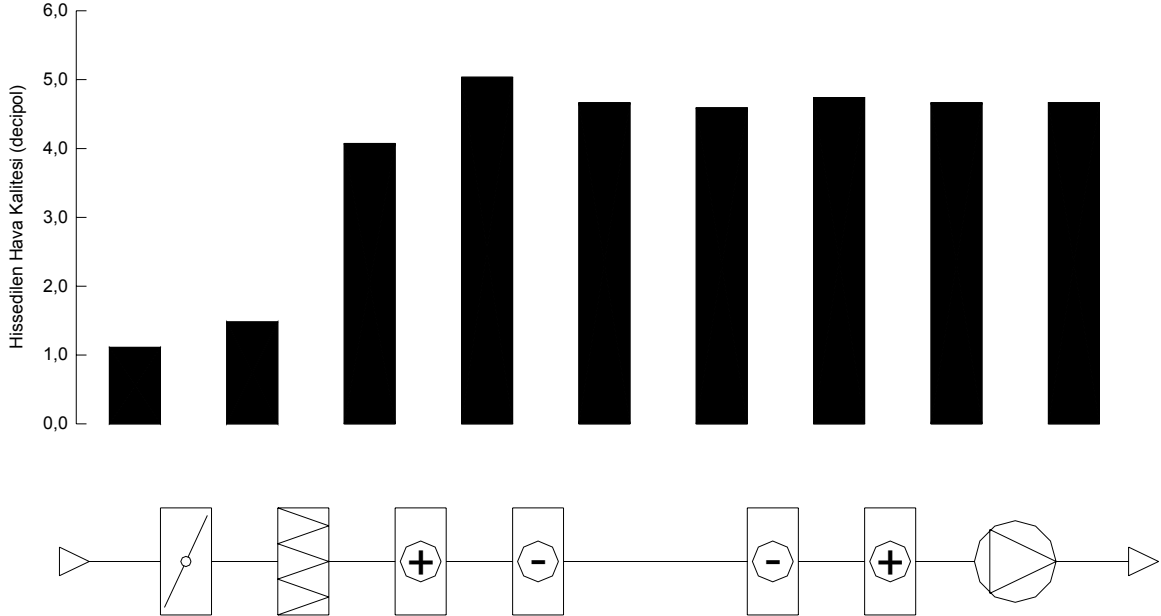


Şekil 16. İhtiyaca göre değişken debili bir sistemde sağlanan enerji tasarrufu

B. Uygulama, Bakım ve İşletme Yönünden Alınabilecek Tedbirler

- Klima santrallerini çift cidarlı, hijyenik tipte seçmek, kolay ve rahat temizlenebilir olmasına dikkat etmek, özellikle ısıtıcı, soğutucu serpantinlerin her iki taraflarından da temizlenebilir olmalarını ön görmek. Soğutucu yoğuşma tavaında su kalmayacak tedbirleri almalı.
- Sacdan hava kanallarının yağsız ve temiz olarak monte edilmelerini sağlamak
- Hava filtrelerini mutlaka ön görülen max. basınç farklarında değiştirmek, ayrıca üzerlerinde nemden dolayı küf, mantar, bakteri ve benzeri mikroorganizma üremiş ise filtreleri derhal değiştirmek,
- Mümkün mertebe havuzlu su nemlendiricisi kullanmamak,
- Havalandırma kanallarının temiz ve kuru kalmasına dikkat etmek, kanalların içine susturucu amaçlı yalıtım maddesi koymamak,
- Soğutma kulesine şartlandırılmış iyi kalitede su ilavesi yaparak, havuz suyunun temiz kalmasını ve kullanılmadığı zaman havuzun kurutularak muhafazasını sağlamak,
- Periyodik bakımı hiç aksatmadan yapıp sıkı takip etmek.

Şekil-17' de Finlandiya' da bir klima santralında her bir elemandan sonra yapılan kirlilik testinde 1 desipol olan başlangıç değerinin, 4-5 kat arttığı saptanmıştır. En önemli kirlenmenin de filtrede tespit edildiği görülmektedir [4].



Şekil 17. Bir klima santralının her elemanından sonra hissedilen hava kalitesi

SONUÇ

Uzun yıllardan bazı ülkelerinde klima sistemlerinden kaynaklanan şikayetler ve memnuniyetsizlikler onların kamuoylarını meşgul etmektedir. İyi tasarlanmış klima tesisatlarından kaynaklanan iç hava kalitesizliğinin yarısı tesisattan geliyorsa, diğer yarısı da binanın mimari tasarımından, kullanılan yapı ve dekorasyon malzemelerinden, ortamdaki teçhizattan çıkan kirleticilerden ve en önemlisi insanlardan kaynaklanmaktadır.

Dolayısıyla bir klima tesisatı, tasarımdan bakımına kadar mutlaka ciddi olarak ele alınması gereken bir konudur. Ayrıca mimarların da iç hava kalitesini bozan ve hasta bina sendromuna neden olan parametrelerden bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ASRAE Temel EI Kitabı (FUNDAMENTALS) “Havada Bulunan Kirletici Maddeler”, TTMD yayını, 1997
- [2] N. Bahnfleth, Heating / Piping / Air Conditioning, 1998
- [3] ASRAE Temel EI Kitabı “İç mahallerde çevre sağlığı”, 1997
- [4] O.Seppanen, TTMD IV. Uluslararası Sempozyumu, 2000

ÖZGEÇMİŞ

Yüksel KÖKSAL

1969 yılında Almanya Aachen Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi ısı tekniği bölümünden Mak. Yüksek Mühendisi olarak mezun olmuştur. 1970 yılı sonuna kadar Almanya’da Heinrich NICKEL GmbH firmasında klima tekniği konusunda çalışmıştır. Türkiye’ye döndükten sonra özel firmalarda Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima ve Proses mühendisliği konularında şef mühendis, teknik müdür, genel müdür ve teknik koordinatör olarak 30 yıl çalıştıktan sonra halen serbest teknik müşavirlik yapmaktadır. Klima ve ısıtma konularında proje, imalat ve uygulama sahalarında tecrübe kazanmıştır. Bazı ilk uygulamaların gerçekleştirilmesinde önemli katkıları olmuştur. Bunların arasında modüler tip klima santralleri, radyal vantilatörlü soğutma kuleleri, kapalı devre su soğutma kulesi, sessiz çalışan 3 devirli fan-coil cihazları, endüstriyel tip ağır konstrüksiyonlu vantilatörler, talaş transport vantilatörleri ve sistemleri, split tipi hava soğutmalı kondenserli paket tipi klima cihazları, yüksek basınçlı indüksiyon cihazları, mutfak tezgâh altı tipi tam otomatik doğal gazlı kat kaloriferi sayılabilir. Makine Mühendisleri Odası ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. ISKID’in onursal üyesi ve Onur Kurulu genel sekreteridir. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) danışmanlarına dahildir.

Son olarak Tübitak ve TTGV’ nin desteklediğini özel bir firmanın hijyenik klima ve temiz oda projesinde danışmanlık görevini yürütmüştür.

Kendisi evli olup bir çocuk sahibidir. İngilizce ve Almanca bilmektedir.