

## 16. TEMİZ ODALAR VE HASTANELER

### 16.1. TEMİZ ODALAR

Endüstriyel veya konfor amaçlı klima sistemlerinde ortamdaki sıcaklık, nem ve hava kalitesinin belirli sınırlar içinde olması istenir. Temiz oda klima sistemi denildiğinde bu parametrelere ek olarak oda basıncı, oda içindeki hava hızı ve bu hızın yönü çok önem kazanır.

Temiz odaların uygulama alanlarından olan hastane, ilaç fabrikası gibi yerlerde ortamdaki taneciklerin bir kısmının canlı olması ve canlıların bir kısmının da enfeksiyona neden olabilecek mikroorganizmalardan oluşması dolayısıyla tanecik kontrolü gerekirken, hassas optik malzeme veya bilgisayar yongası üreten bir fabrikada ise canlı/cansız her türlü tanecik kirlilik yaratarak, örneğin optik aletlerde görüntü bozukluğu, elektronik devrelerde tahribat yaptığı için kontrolü gerekir.

Temiz odalarda kontrol altında tutulmak istenen oda statik basıncı, uygulamaya göre çevresine göre daha yüksek veya daha düşük basınçta olabilir. Örneğin bir ameliyathanede, bir ampul dolmuş mahalinde veya bir mikrochip imalatında oda basıncı çevresine göre pozitif değerde tutularak, kontrolsüz havanın içeri girmesi engellenir. Bunun tersi de mümkündür, örneğin tüberkülozlu hastaların bulunduğu veya hormon üretilen bir odadaki basınç çevresine göre daha düşük basınçta tutularak, odadan dışarıya mikrop veya hormon gibi sakıncalı bir madde kaçması önlenir.

Kontrol altına almak istediğimiz tanecikler odaya dış havadan geldiği gibi klima sisteminin içinden, odadaki insanlardan ve odanın kendisinden yani odanın içindeki yapı elemanlarından, eşya ve teçhizatından ve en son olarak da odadaki üründen gelir. Mertebe olarak 0,5 µm' dan büyük taneciklerin adedi 1 m<sup>3</sup> atmosfer havasında 1 milyardan fazla iken, normal konfor kliması uygulanan bir odada 100 milyon civarında olabilir. Temiz oda dediğimiz zaman amaç; tanecik adedini, en kötü özellikteki bir temiz odada 3,5 milyon mertebesine, en hassas odalarda ise 35 adedin altına indirmektir.

Bir ortamın temiz oda haline getirilmesi çok pahalı bir işlemdir. Te-

miz odaların sınıflandırılmasında ana kriter, ortam havasında bulunacak tanecik çapı ve konsantrasyonudur. Havada bulunmasına izin verilebilecek tanecik çapı ne kadar küçük ve konsantrasyonu ne kadar az olursa, sistem de o kadar pahalıya mal olacaktır. Bu açıdan bakıldığında bir ameliyathane ile, bir hasta odasının farklı sınıflandırılması gerektiği ortadadır.

Temiz odalarla ilgili çeşitli ülkeler tarafından çıkarılan standartlar bulunmaktadır. Ancak hepsinin temeli 1963 yılında A.B. Devletlerinde çıkarılan "U.S. Federal Standart 209" dur. Daha sonra bu standart geliştirilerek 1988 yılında 209 D ve 1992 yılında SI birim sisteminde 209E' çıkarılmıştır. **Tablo 16.1'**de U.S.209E'ye göre temiz odaların sınıflandırılması (Klas) görülmektedir. Diğer ülkelerin standartları ile karşılaştırılması ise **Tablo 16.2'**de gösterilmiştir.

Temiz odaların klaslarının belirlenebilmesi için yapılacak ölçümlerde odanın kullanım durumunun da çok önemli olduğu anlaşılmış ve yanlış anlamalara ve karışıklıklara neden olmamak için Federal standart 209E' de 3 ayrı hal tanımlanmıştır. Sırasıyla bunlar her şeyin tamamlanmış (klima sistemi, duvar, asma tavan yer döşemesi vs.) ancak içeride ekipman ve personelin olmadığı durumda yapılan ölçüler (as build), buna ilaveten ekipmanın da yerine konması ile yapılan ölçümler (at rest) ve nihayet personel dahil üretim yapıldığı halde yapılan ölçümlerdir (operational). Bu tanımların gereksiniminden de anlaşılacağı gibi, çalışır halde Klas-100.000 ölçülen bir oda, durgun veya bitmiş halde Klas-10.000 olabilmektedir.

İlaç üretimi yapılan temiz odalarda yukarıda sözü geçen standartlara ek olarak, sistemin GMP (Good Manufacturing Practice) yani "İyi Üretim Teknikleri" denilen kurallara da uyması istenir. Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan ve 1997 yılında yayınlanan EU GGMP kurallarına göre, oda klasları **Tablo 16.3'**de görülmektedir. GMP kuralları ayrıca ortamdaki mikroorganizmaların adedine de sınır getirmiştir.

Hastaneler içinde temiz odalardaki genel kurallar geçerlidir. Çeşitli ülkelerde sadece hastanelere özgün standartlar da geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olanı DIN 1946/4 ve DIN 4799' dur. Burada çeşitli maksatlarla kullanılan hastane odalarındaki minimum hava

Klas		Anılan çapa eşit veya büyük maksimum tanecik adedi / m <sup>3</sup> veya ft <sup>3</sup>									
		0,1 µm		0,2 µm		0,3 µm		0,4 µm		0,5 µm	
SI	İngiliz	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ft <sup>3</sup> )
M 1		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	1.000	-	-	-	-	-	-	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 16.1. U.S. 209E'YE GÖRE TEMİZ ODA KLASLARI

USA 209 E 1992	ISO 14644-1 1997	Japan B 9920 1989	France X44101 1981	Germany VDI 2083 1990	UK BS 5295 1989	Australia AS 1386 1989	
	ISO Class 1	1					
	ISO Class 2	2		0			
1	<b>M 1</b>	ISO Class 3	3		1	C	0,035
10	M 2	ISO Class 4	4		2	D	0,35
100	M 3	ISO Class 5	5	4.000	3	E, F	3,5
1.000	M 4	ISO Class 6	6	-	4	G, H	35
10.000	M 5	ISO Class 7	7	4.00.000	5	J	350
100.000	M 6	ISO Class 8	8	4.000.000	6	K	3.500
	M 7	ISO Class 9			7	L	

Tablo 16.2. ÇEŞİTLİ STANDARTLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Klas	Müsaade Edilebilir Maksimum Tanecik Adedi / m <sup>3</sup>			
	Durgun(**)		Çalışır	
	0.5 µm	5 µm	0.5 µm	5 µm
A	3.500	0	3.500	0
B (*)	3.500	0	350.000	2.000
C (*)	350.000	2.000	3.500.000	20.000
D (*)	3.500.000	20.000	Tanımlanmamış (***)	Tanımlanmamış (***)

Tablo 16.3 EU GMP Guide (1997): STERİL ÜRÜNLER İMALİ İÇİN KLAS TANIMI

- (\*) B,C,D klaslarına erişmek için gerekli hava değişim sayısı odanın büyüklüğü, teçhizat ve personel sayısına bağlıdır. A,B,C klaslar için hava sisteminde uygun HEPA filtreler bulunmalıdır.
- (\*\*) Durgun demek, temizlikten 15-20 dakika geçtikten sonraki insansız durumdur.
- (\*\*\*) Tanecik ve mikrobiyolojik gözlem için uyarı ve tedbir limitleri saptanmalı ve düzeltici tedbirler işletme talimatlarında bulunmalıdır.

debileri, taze hava miktarları, sıcaklıklar gibi parametreler ile klima ekipmanlarında olması gereken özellikler açık bir dille anlatılmaktadır.

Temiz odalarla, bitişiklerinde bulunan diğer temiz odalar veya dış ortamla olması gereken basınç farklılıkları U.S 209B ve diğer ülke standartlarında belirtilmiştir. Buna göre pratikte uygulanan basınç farkları Tablo 16.4'de görülmektedir.

Genel olarak temiz odalarda hava dağılımı a) pahalı, ama ideal olarak kabul edilen laminer ve b) ucuz bir çözüm olan türbülanslı akış olmak üzere ikiye ayrılır. Laminer akışta akış çizgileri birbirine paraleldir ve hız yaklaşık olarak her yerde aynıdır. Paralel akış çizgileri önüne bir engel çıktığı zaman, ona çarparak engel etrafında dönüp tekrar paralel hale gelirler. Türbülanslı akış, isminden de anlaşılacağı gibi düzensiz bir akıştır, akım çizgileri rastgele dağılmıştır.

Yapılan bir deneyde, aynı kirlilik oranındaki laminer ve türbülanslı akış önüne konan mikroorganizma üretme kaplarında, laminer akışta kaba yapışan mikroorganizmalar ile sıfır kirlilik (kontaminasyon) ölçülürken, türbülanslı akışta % 64 ve 200 ölçülmüştür. Buradan

Uygulama	Statik basınç farkı (209B)	Pratikte
Genel	Çevresi ile oda arasında 12 Pa minimum basınç farkı	10 –25Pa
Temiz oda ile kirlenmemiş bölüm arası	Minimum 12 Pa basınç farkı	10 -25 Pa
Kirlenmemiş bölüm ile az kirlenmiş bölüm arası	12 Pa basınç farkı	10 –25 Pa
Az kirlenmiş bölüm ile soyunma mahalleri arası	2,5 Pa basınç farkı	2-10 Pa

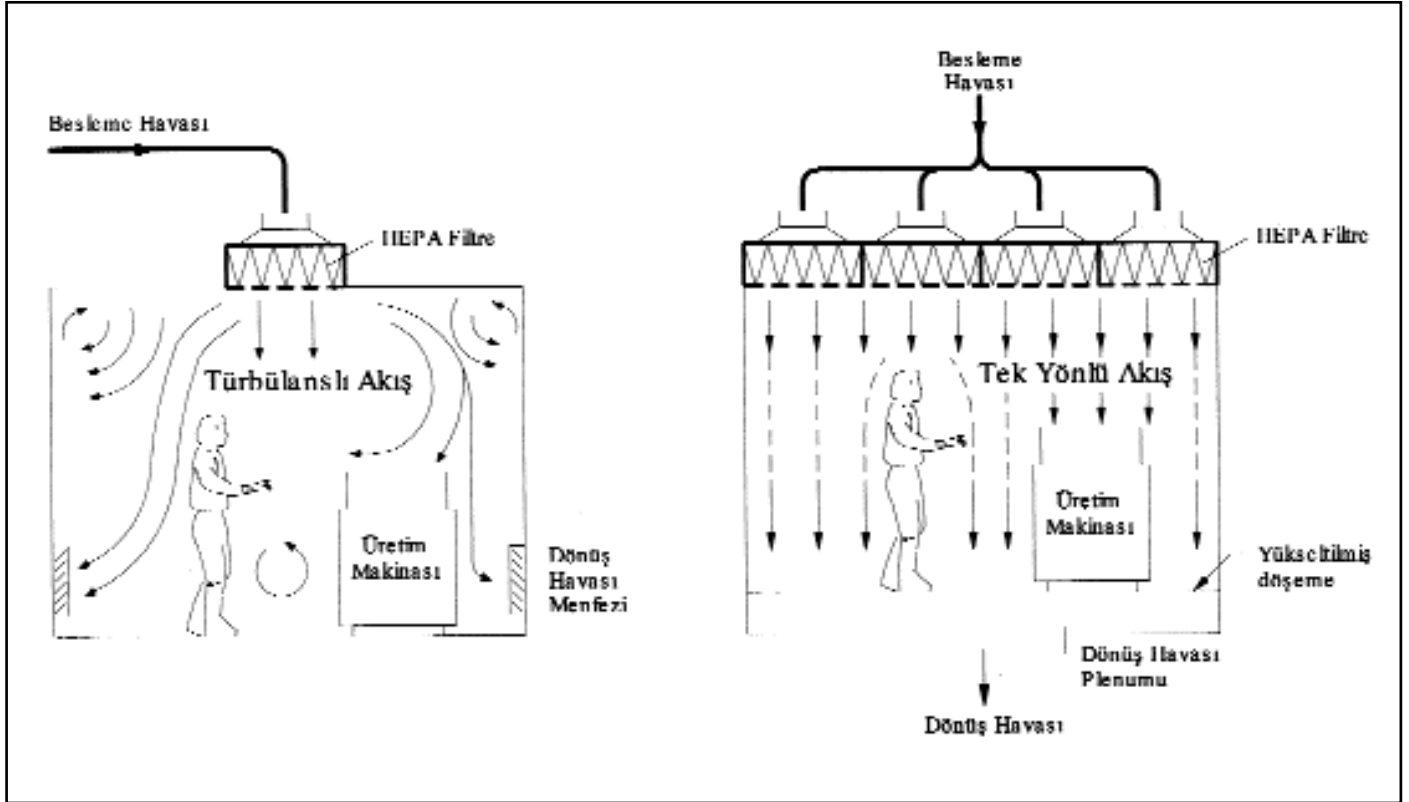
Tablo 16.4. ODALAR ARASI STATİK BASINÇ FARKLARI (209B)

ameliyathanelerde hiç olmazsa ameliyat masalarının üzerinde muhakkak laminer akış olması gerektiği saptanmıştır. Şekil 16.5' de türbülanslı (a) ile laminer (b) bir odada hava dağılımı şematik olarak gösterilmiştir.

Temiz odalarda kullanılan klima sistemlerinde istenen özelliklerin başında havanın odada sağlanması arzu edilen klasa göre taneciklerden arınmış olarak içeriye sevk edilmesidir. Bu ise havanın çeşitli kademelerde filtrelerden geçirilmesi ile sağlanabilir. İstenmeyen bazı gazların ve kokuların giderilmesinde kullanılan aktif karbonlu filtreler ile farklı bir prensibe göre çalışan elektrostatik filtreler dışında, klima sisteminde kullanılan filtreleri Tablo 16.6' daki gibi gruplandırmak mümkündür.

İstenilen klas hassaslaştıkça sistemde kullanılacak filtre verimi de artar. Örneğin Klas-100.000 bir temiz oda için santral içine sırasıyla konacak EU3-EU7-EU9 filtre grubu yeterli olabilirken, Klas-10.000 bir temiz odada en son noktada, yani tavan difüzörünün altında yukarıda sözü geçen santral filtrelerine ek olarak HEPA filtreler gerekir.

Her bir temiz odaya gönderilecek hava debisinin saptanmasında, iki önemli kriterin aynı anda sağlanması gerekir. Bunlardan birincisi oda yükünün (makine, aydınlatma ve insanlardan gelen ısı yükleri ile oda duvar, tavan, döşeme ve pencerelerinden olan ısı kazançları) karşılanması için gerekli şartlandırılmış minimum hava debisinin odaya sevkidir. İkincisi ise odada istenen klasın sağlanması için gerekli minimum hava değişim sayısıdır. Hava değişim sayısı arttıkça, oda içinde ölü bölgelerin bulunma ihtimali azaldığı gibi, hava-



Şekil 16.5. AKIŞ ŞEKLİNE GÖRE HAVA DAĞILIMI

Ön filtreler (kaba filtreler EU1-EU4)
Hassas filtreler (EU5-EU9)
Mutlak veya HEPA filtreler (EU10-EU13)
Ultra filtreler (EU14)

Tablo 16.6. FİLTRE GRUPLARI

nın saatte filtrelerden geçme sayısı arttığından, daha kısa sürede daha temiz bir ortam elde etmek mümkün olabilmektedir. Güncel standartlarda hava değişim sayısı ile ilgili kesin rakamlar bulunmamasıyla birlikte, GMP kurallarının bir önceki versiyonunda belirtildiği gibi, durgun halde Klas D yani Klas-100.000 odada saatte minimum 20 değişim istenirken, tavanı tamamen HEPA filtreler ile kaplı 3m yüksekliğinde Klas-10 bir odada hava değişimi saatte 540 kez olabilmektedir.

Genel olarak hava değişimi; birinci kriter de dikkate alınarak, tasarımcının tecrübesi, kullanıcının isteği, işin ekonomikliği ve odada bulunan kişi sayısı, makine cinsine bağlı olarak tayin edilmektedir. Temiz odalarda kullanılan yapı malzemeleri örneğin duvar kaplamaları, asma tavan, yer döşemesi nasıl özenli olarak toz tutmayan, derzi olmayan, aşınmayan, korozyona dayanıklı malzemelerden seçilmeye çalışılıyorsa; klima sisteminde kullanılan bütün malzemelere de özen gösterilmelidir. Kanallar muhakkak sızdırmazlık testi yapılarak monte edilmeli, montaj esnasında kirlenmemeleri için özel itina gösterilmelidir. Klima sisteminde kullanılan klima santrallerinin de özel imalat olması gerekir. Tablo 16.7'de böyle bir santraldan genellikle istenen özellikler görülmektedir.

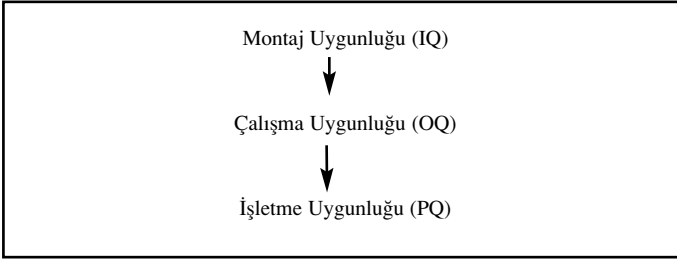
Temiz odaların yapımı esnasında montajın ilk anından başlayarak

- 1) Çift cidar konstrüksiyon, kapalı profillerden yapılmış,
- 2) İç cidar, tavan ve yan yüzler galvaniz, döşeme paslanmaz sac,
- 3) Oksitlenecek veya korozyona uğrayacak ve sterilizasyondan zarar görecektir malzeme kullanılmamış,
- 4) Santral içinde keskin köşe, civata, somun başı, aralık v.s. bulunmayan,
- 5) Kontrol ve temizlik için fan, filtre, nemlendirici, soğutma serpantinleri için aydınlatma ve kapı bulunan,
- 6) Fan tamamen galvaniz sacdan mamul veya epoksi boyalı tercihen seyrek kanatlı veya serbest fan, dışarı çıkarılabilir tip,
- 7) Serpantinler seyrek hatveli, bakır boru-alüminyum kanat,
- 8) Damla tutucular kolay temizlenebilir ve çıkarılabilir,
- 9) Drenaj tavaları sökülebilir tip paslanmaz sacdan mamul, eğimli ve içinde su kalmayacak şekilde yapılmış,
- 10) Damperler sızdırmaz, alüminyumdan mamul, contalı,
- 11) Santral hava kaçaklarına karşı sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve B-Klass,
- 12) Filtre çerçeveleri sızdırmaz, EN 1886' ya göre sızdırmazlık test sertifikasına haiz ve F9- Klass olmalıdır.

Tablo 16.7. HİJYENİK KLİMA SANTRALI ÖZELLİKLERİ

işletmeye alınmasına kadar bir belgeleme prosedürü söz konusudur. Üretimin sağlıklı yapılabilmesi için gereken bütün proseslerin ve prosedürlerin tasarımı olduğu şekilde fonksiyon gösterdiğini ispatlayan bu tam ve detaylı dokümantasyon işlemine validasyon denil-

mehtir. Validasyon da kullanılan bütün malzeme ve ekipmanların özellikleri belgelendiği gibi, bir çok parametre de **Tablo 16.8'de** görüldüğü gibi ölçüldü, işveren ve işi yapan arasında yapılan tutanaklarla saptanmaktadır.



**Tablo 16.8.** Validasyon aşamaları. Ölçülen parametreler: Hava debileri ve hava hareketleri, filtre sızdırmazlığı, mikroorganizmalar, sıcaklık, bağıl nem, tanecik adedi ve odalar arası basınç farkları

Görüldüđü gibi temiz odaların ve bunların klima sistemlerinin tasarımını ve yapımı çok özen ve tecrübe ister. Temiz oda klimasının, bu işin önemini kavrayan işçi ve mühendisler kullanılarak yapılması gerekmektedir. Hata yapılması halinde microchip üreten bir fabrikada ürün tamamen işe yaramaz duruma gelebilirken, bir ameliyathane veya bir ilaç fabrikası olması halinde bir veya birçok insan hayatına mal olabilmektedir.

## 16.2. AMELİYATHANELERDE KLİMA SİSTEMİNE UYGUN MİMARİ ÖZELLİKLER

Ameliyathane odaları klima sisteminin en önemli görevi, oda içerisindeki partikül sayısını en aza indirmek, ameliyat edilen hastanın enfeksiyon kapmasını engellemek, hastanın ve ameliyat ekibinin termik konforunu sağlamaktır. Hastane mimarisinde uzmanlaşmış mimar, hijyen konusunda ihtisas sahibi bir doktor, hastane yöneticisi ve mekanik tesisat proje müellifinin ortaklaşa yapacakları görüşmelerden sonra karara varılacak prensipler doğrultusunda mimari proje hazırlanmalıdır. İyi bir hastane iklimlendirme sistemi, uygun olmayan bir mimari projeye optimal olarak kesinlikle tatbik edilemez. Asma tavan yükseklikleri, şaft büyüklükleri ve yerleri, cihaz yerleşim mahalleri, hava kilitlerinin yerleri mutlaka uzman klima tesisat tasarımcısının tavsiyesi ve onayı ile tespit edilmelidir.

Ameliyathane yer seçilirken, ısı kayıp ve kazançlarını minimumda tutabilmek için bunlar binanın çekirdek bölümünde ve ara katlarda yer alacak şekilde planlanmalıdır ve ameliyathanelerin bulunduğu steril bölgede kesinlikle asansör öngörülmemelidir. Ameliyathane taban alanı genellikle yapılacak ameliyathanelerin özelliklerine göre 25-45 m<sup>2</sup> arasında olabilir. Ciddi ameliyathanelerin yapılacağı ameliyathanelerde hastayı enfeksiyonlardan korumak için etrafında bir hava perdesi yaratılır. Bunu sağlayan ise ameliyat masasının hemen üstüne konan laminer akış ünitesidir. Asma tavan içerisinde yer alacak laminer hava akımlı hava dağıtım plenumlarının (**Şekil 16.9**) yerleştirilebilmesi ve hava kanal bağlantılarının kolayca yapılabilmesi için, hava kapasitelerine bağıl olarak, 50-80 cm arasında bir asma tavan arası yüksekliğe ihtiyaç bulunmaktadır. Dolayısıyla ameliyat odalarında, tesisat projesini yapacak mühendislerle danışarak, tavan yüksekliklerini 3,2-3,5 metre olarak tasarlamak gerekir.

Normal apartman katı yüksekliklerini kabul ederek yapılacak bir mimari proje, klima sisteminin arzu edilen verimlilikte çalışmasını engeller.

Laminer akımlı ameliyathane tavan plenumuna normal olarak iki kanal bağlantısı yapılır. Ancak zorunluluk halinde asma tavan yüksekliğini azaltabilmek için dört kanal bağlantısı da yapılabilmektedir. **Şekil 16.9'da** yan yana bulunan iki ameliyathane için ön görülen klima sistemi görülmektedir. Her ameliyathane için müstakil bir klima santrali tarafından beslenmesi istenen ideal şartların sağlanması yönünden tercih edilir. Ancak ekonomik gerekçelerle benzer karakterde iki ameliyathane için bir santral kullanılması yoluna da gidilebilir. Mimari planlamada hastanın ameliyathane odasına girmeden önce bir hasta hazırlama odasına alınacağı, ameliyattan sonra da hasta uyanma odasına geçirileceği rasyonel bir akış yöntemi içinde düşünülmelidir.

Genel olarak ameliyathane odalarında kullanılacak yapı malzemelerinin toz ve mikrop tutmayacak, toz çıkarmayacak yüzeylere sahip olmaları ve dezenfeksiyon ameliyesi sırasında kimyasal tahribata uğramamaları gerekir.

Yer döşemesi olarak antistatik, antibakteriyel aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip kondüktif PVC veya epoksi kaplama esaslı malzeme tercih edilmelidir. Gerekmeye halinde ayrıca topraklama da istenebilir.

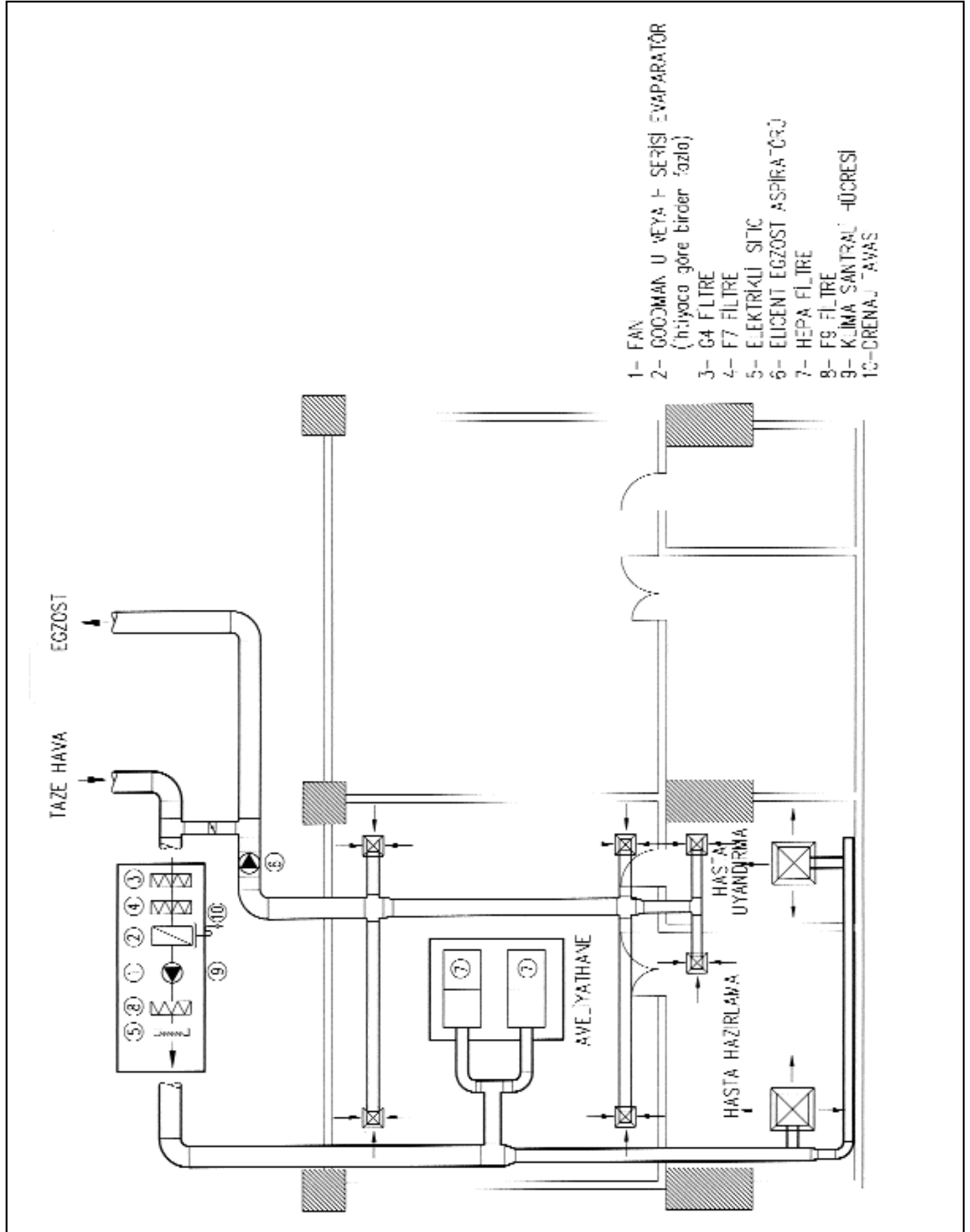
Duvarlar ve tavan modüler tip olarak alüminyum veya çelik konstrüksiyon taşıyıcı sisteme monte edilecek panellerden yapılır. Duvar malzemesi olarak toz çıkarması ve derz yerlerinde bakteri üretmesinden dolayı seramik tercih edilmemelidir. Duvar panellerin yüzeyleri antibakteriyel, antistatik dezenfeksiyon sıvılarına mukavim boya kaplı galvaniz sac olabileceği gibi paslanmaz çelik de olabilir. Panellerin içi ses ve ısı kaybına karşı kaya yünü gibi yanmaz izolasyon malzemesi ile kaplıdır. Ayrıca paneller, kablo gibi tesisat malzemelerinin geçebileceği boşluklar içerebileceği gibi kanal ve tesisat boru geçişleri için şaft boşlukları temin edecek şekilde düzenlenebilirler. Tavan panelleri, filtre bakımı ve dezenfeksiyon işlemleri için açılabilir modüllerden oluşabilir. Panellerin üzerinde mikrop, bakteri gibi mikroorganizmaların yaşayamaması için mikrop öldürücü özelliğe sahip kaplamalar da geliştirilmiştir.

Ameliyathane kapıları sürmeli, ayak ve diz darbesi ile açılabilen ancak manuel olarak da çalışabilecek yapıda olmalıdır. Kapılar ameliyathane iç malzemesi ile aynı malzemeden olmalıdır. Kapılar 2 saat yangına dayanıklı olmalıdırlar. Kapıların üzerinde gözetleme camı konulabilir. Steril sahalar girişte veya hijyen uzmanının tavsiyesine göre diğer başka yerlere giriş - çıkışta otomatik kumandalı, sürgülü iki kapılı hava kilit sistemi ön görülmelidir.

## 16.3. HASTANELERDE KARANTİNA VE YOĞUN BAKIM ODALARI TESİSATI

İzolasyon odaları "Bulaşıcı" veya "Koruyucu" olarak sınıflandırılabilir. Bulaşıcı (karantina odası), koruyucu (steril oda) olarak bilinir. Karantina odaları bulaşıcı hastalık taşıyan hastaların kapatılması için kullanılır. Oda dışına virüs ve bakteri yayılmasını engellemek için negatif basınç uygulanır. Tüberkülozun tekrar ortaya çıkmasıyla, bu tip oda dizaynı çok daha önem kazanmaktadır. Karantina odaları için aşağıdaki şartlar geçerlidir:

Her 30 akut tedavi yatağı için en az bir karantina odası olmalıdır.



Şekil 16.9. AMELİYATHANE KLİMA UYGULAMASI

Her karantina odasında sadece 1 hasta yatağı olmalıdır. Odaya giriş hastalara ait bölümlerden ayrı bir alandan olmalı; ellerin yıkanması, giyinme, temiz ve kirli malzemelerin depolanmasına müsaade edecek şekilde dizayn edilmelidir. Giriş bölümü kapalı bir antre şeklinde olabilir ama bu şart değildir. Tek bir antre bir çok karantina odasına hizmet verebilir. Karantina odaları minimum 12 m<sup>2</sup>, Antre minimum 2 m<sup>2</sup> olmalıdır.

Steril odalar enfeksiyonlara karşı bağışıklığı az olan hastaların (Kemik iliği transferi, organ nakli, yanık ve kan kanseri (lösemi) hastaları) kapatılması için kullanılır. Bakteri ve virüs girişini engellemek için pozitif basınç kullanılır.

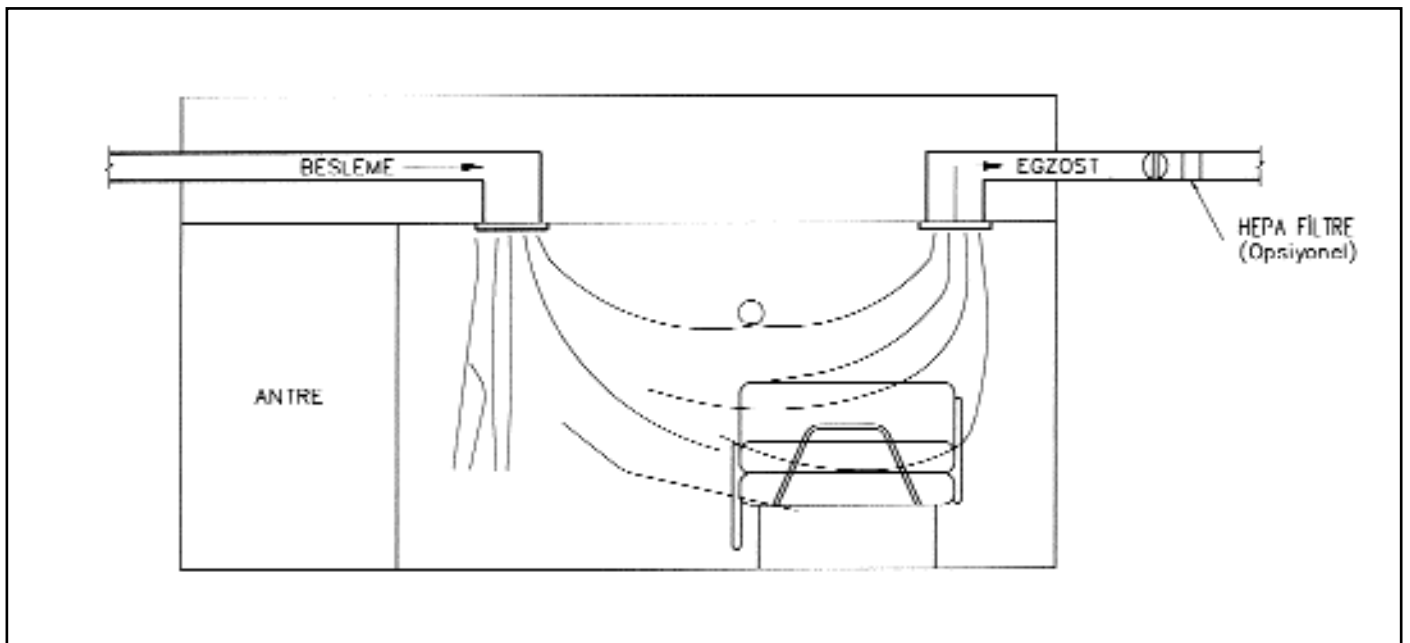
### 16.3.1. Karantina odası hava akışı

Sağlık kuruluşları için genel havalandırma oranları bir saatteki hava değişim miktarı ile belirtilir. ASHRAE ve AIA, konfor ve koku kontrolü açısından hastane odalarında ve karantina bölümlerinde minimum 6 hava değişimi önermektedir. Bu veya bir başka hava değişim sayısının solunum yoluyla bulaşan hastalıkların yayılmasını etkin bir biçimde azaltıp azaltmadığı değerlendirilememiştir. Son derece yüksek hava değişim sayısı ile yürütülen bazı deneylerde mikrobakteriyel olmayan organizma konsantrasyonlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Sağlık merkezlerinin olası en iyi hava değişimine sahip olacak şekilde dizayn edilmesi tavsiye edilir.

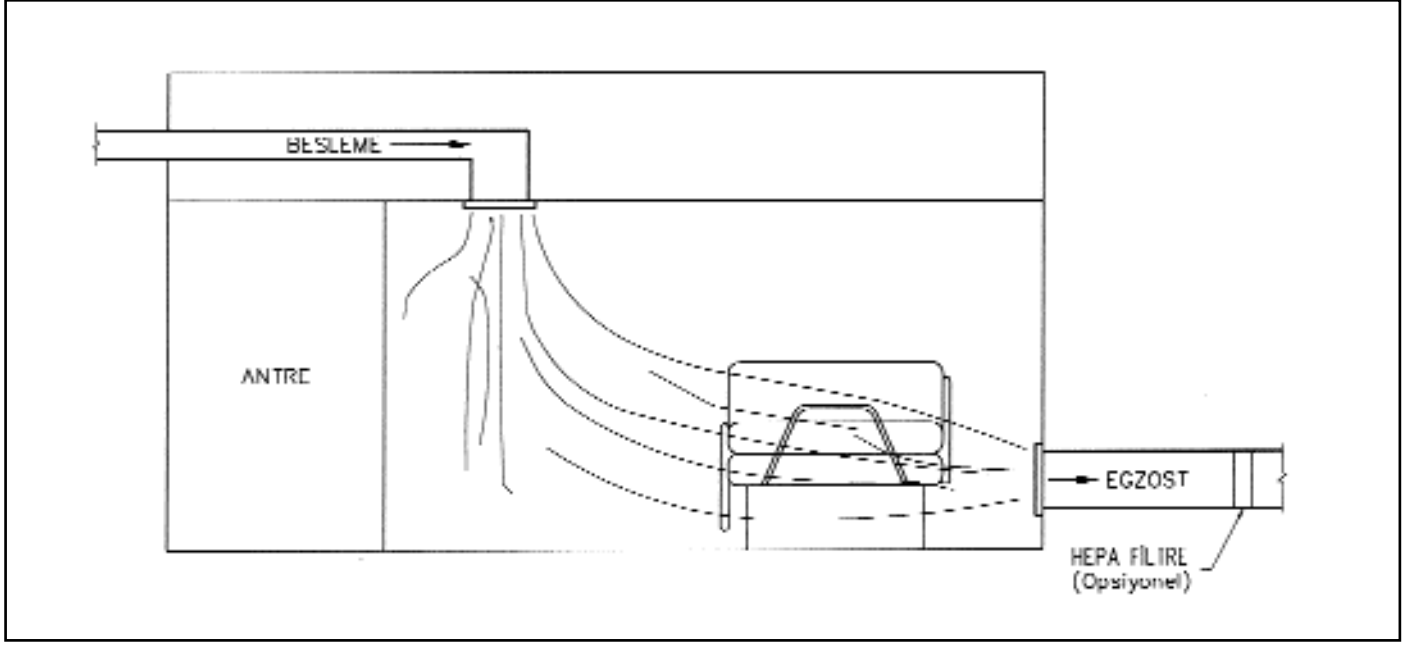
Gerçekte oda içindeki tüm hava öngörülen değişim sayısı kadar değiştirilmeyecektir. Bunun sebebi odadaki hava akışı biçimidir. Etkin bir havalandırma için, oda havası emiş ve beslemesi, hava akışı odayı süpürecek şekilde ayarlanmalıdır. Böylece, oda içinde durgun bölgeler oluşması; emiş ve besleme arasında kısa devre oluşması engellenir (Bakınız Şekil 16.10, 16.11 ve 16.12).

- Arzu edilmeyen hava akımlarının oluşmaması için havanın emiş yapmayan tip difüzörlerle beslenmesi sağlanmalıdır. (Delikli yüzeyler veya laminer akışı dağıtıcılar birer alternatiftir.)
- Emiş menfezleri zemine yakın yerleştirilmeli ve emiş hızları yüksek tutulmalıdır.

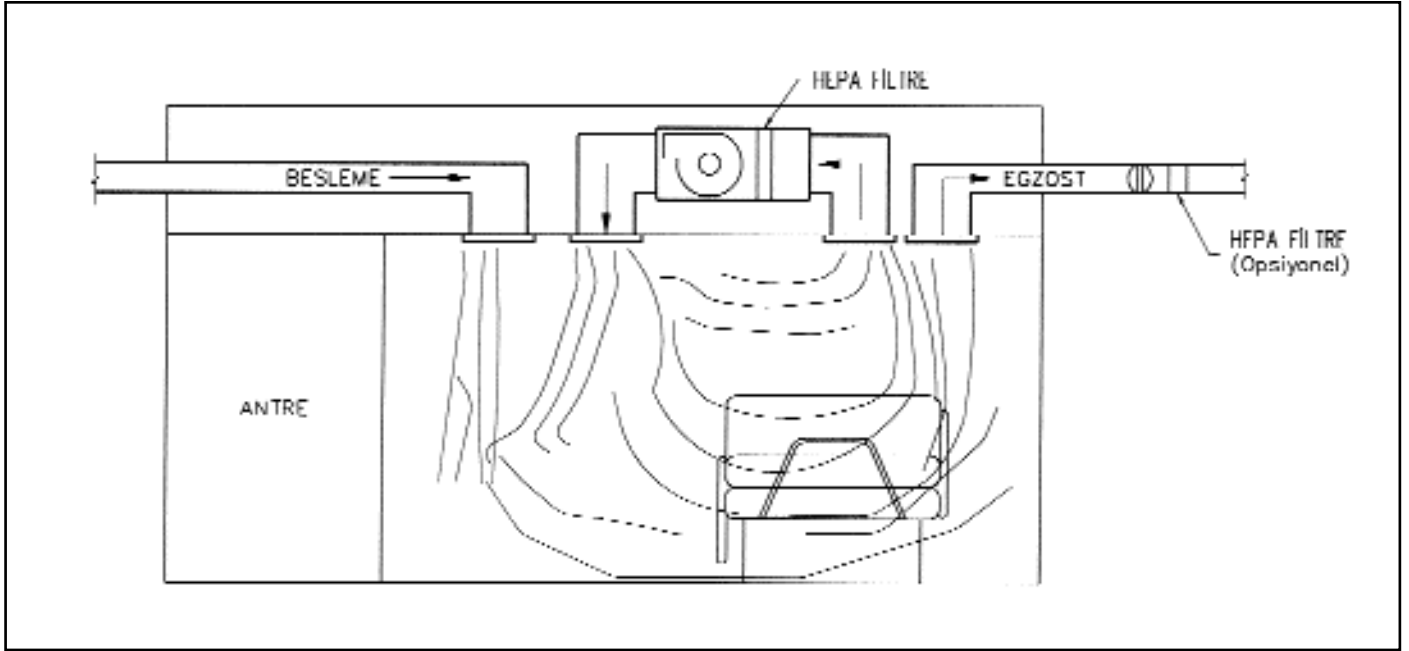
- Havanın emilebileceğinden çok daha uzağa “atılabileceğini” unutmamalıdır.
- Hastaya yönlenebilecek direkt hava akımlarından kaçınılmalıdır.
- Efektif havalandırma miktarı, besleme havası akış biçiminin odanın tüm bölgelerindeki havayı ne derece iyi karıştırabildiğiyle ilgilidir.
- Havanın akış biçiminin etkinliğiyle ilgili bir “karışım faktörü” kullanılır.
- Bu faktör mükemmel karışım için 1, yetersiz karışım için 10’dur.
- Hesaplanan HDK, karışım faktörüyle çarpılarak gerçek HDK değeri kullanılır.
- Karışım faktörü en hassas olarak deneysel ölçüm yapılarak belirlenir.
- Bu ölçüler karantina odasının ve sistemlerinin devreye alınması sırasında yapılmalı ve göz önünde bulundurulmalıdır.
- Hava önce sağlık personelinin çalışacağı alandan, daha sonra enfeksiyon kaynağından geçecek şekilde emilmeli ve egzoz edilmelidir.
- Genel hava akış biçimi sağlık personelinin hasta ile egzost menfezi arasında kalmayacağı bir biçimde dizayn edilmelidir.
- Binadaki hava akış yönleri daha temiz bölgeden kirli bölgelere doğru olmalı, yani
  - Bekleme salonlarından bakım odalarına
  - Koridorlardan hasta odalarına doğru
- Ameliyat veya cerrahi müdahale odaları gibi pozitif basınç altında bulundurulmuş bölgelerde öksürmeye veya solunum yollarını tahriş edecek, dolayısıyla aksırmaya sebebiyet verecek uygulamalardan kaçınılmalıdır.
- Negatif basınç, besleme havasından % 10 veya 90 m<sup>3</sup>/h fazla hava egzoz edilerek elde edilebilir.
- Oda içindeki negatif basınç havalandırma sisteminin çalışma şeklindeki ufak değişimlerle veya kapıların açılıp kapanmasıyla değişikliğe uğrayabilir.
- Negatif basıncın değeri çok küçüktür ve çok zor ölçülebilir.



Şekil 16.10. TÜM EGZOZU ATMOSFERE ATAN KARANTİNE ODASI HAVA AKIŞ BİÇİMİ



Şekil 16.11. DUVARDAN EGZOZLU KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞI



Şekil 16.12. RESİRKÜLE EDİLMİŞ HAVALI KARANTİNA ODASI HAVA AKIŞ BİÇİMİ

- Açık kapı veya kapı altı aralığı gibi boşluklarda oluşan hava akış hızıyla, değişken basınç arasında direkt ve öngörülebilir bir bağlantı vardır.
- Bu bağlantı önemlidir çünkü düşük hava hızları, düşük basınç değişimlerine nazaran çok daha hassas ölçülebilir.
- Dinamik ortamlarda 0,1 mmSS'ndan düşük basınç değişimlerini ölçmek çok zordur. Ama 0,1 m/s gibi çok düşük hızlar hassasiyetle ve kolaylıkla ölçülebilir.
- Anlaşılacağı gibi karantina odalarında basınç farklılıkları yerine hava akış hızlarının ölçülmesi tercih edilir.
- karantina odalarındaki negatif basınç, günlük olarak aşağıdaki şekilde izlenmelidir:

- Duman tüpü kullanarak hava akış yönünün gözlenmesi
- Oda içi ve odayı çevreleyen alan arasındaki basınç farkının ölçülmesi

Bir karantina odası VAV beslemeli ve egzozlu klima havalandırma sistemi ve bunun basınç kontrolü Şekil 16.13'de görülmektedir.

### 16.3.2. HEPA Filtre Kullanımı

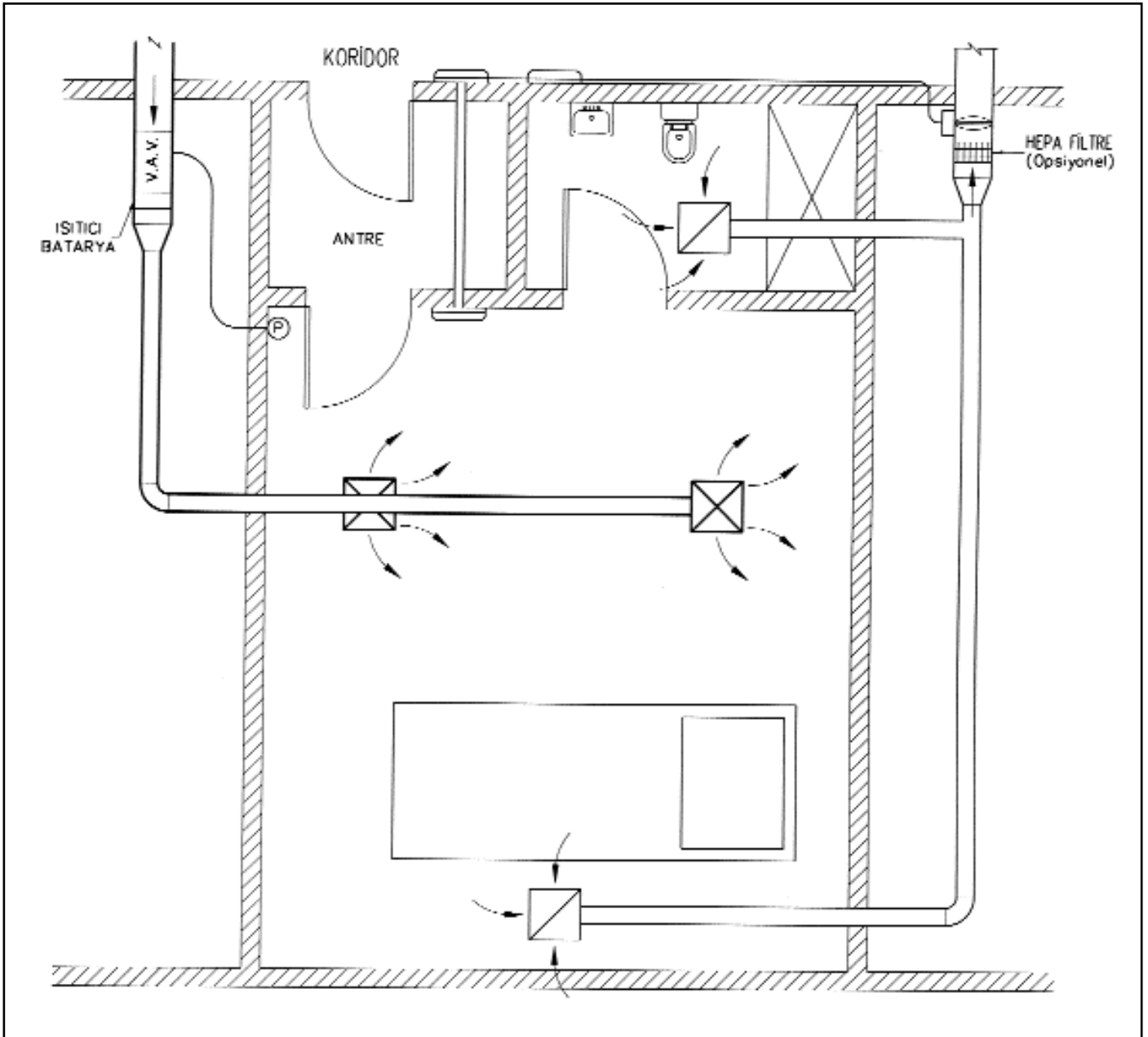
- Hepa filtre diğer havalandırma sistemlerini destekleyen bir hava temizleme metodu olarak kullanılabilir. A Tipi Hepa filtreler 0,3 mikron ve daha büyük boyuttaki partikülleri % 99,97 oranında tutabilmektedir.
- Hepa filtrelenmiş havanın resirkülasyonu oda içindeki havanın bir

kanalla emilerek hepa filtreden geçirilmesi ve tekrar odaya verilmesi (Bakınız Şekil 16.12) şeklinde olabilir. Bu teknik aşağıdaki durumlarda kullanılabilir:

- Eğer genel bir havalandırma sistemi yoksa.
  - Eğer havalandırma sistemi yeterli hava değişimini sağlayamıyorsa.
  - Eğer mevcut havalandırmaya veya basınç düzenlemesine dokunmadan hava temizleme miktarı artırılmak isteniyorsa.
- Dış ortama atılan havanın hepa filtreden geçirilmesi
    - Hava, korumalı odadan direkt olarak dışarıya atılıyorsa çok gerekli değildir.
  - Ek bir emniyet olarak kullanılabilir.
  - Atılan havanın tekrar sisteme emilmesi riski var ise kullanımı düşünülmelidir.
  - Montaj, Bakım ve gözlemlene
    - Filtre montajı filtreler arası ve filtre çerçeve arası kaçakları en-

gelleyecek şekilde olmalı.

- İlk montajda, filtre temizliği veya değişiminden sonra kantitatif DOP testi uygulanmalıdır. Bu 6 ayda bir tekrarlanmalıdır.
- Filtrelerin durumunu gözlemek ve değiştirilecekleri zamanı belirlemek için sisteme manometre veya diğer basınç algılayıcı bir cihaz yerleştirilmelidir.
- Filtrelere giden kanallara "mikroplu hava" yazılı etiket yapıştırılmalıdır.
- Bir kez kullanılıp atılabilir ön filtrelerin takılması HEPA filtre ömrünü % 25 artırabilir. % 90 genişletilmiş yüzeyli kullan-at ön filtre takılması durumunda ise HEPA filtre ömrü % 90 artırılabilir.
- Hepa filtre yeri ve montajı bakım yapılan alana veya havalandırma sistemine mikrop bulaştırmayacak şekilde seçilmeli ve yapılmalıdır. Bakım, solunum maskesi takan yetkili personel tarafından yapılmalıdır.



Şekil 16.13. İZOLASYON ODASI VAV BESLEME VE EGZOZLU KLİMA SİSTEMİ BASINÇ KONTROLÜ