

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HASTANELERDE
AMELİYATHANELERİN HİJYENİK OLARAK
KLİMATİZE EDİLMESİ**

Mak.Müh. Kenan ÖZGÜR

F.B.E. Makine Mühendisliği Isı Proses Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı:Doç.Dr Eyüp AKARYILDIZ

İSTANBUL,2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SEMBOL LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
TEŞEKKÜR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. HASTANELERDE AMELİYATHANELERİN HİJYENİK İKLİMLENDİRİLMESİNE NEDEN İHTİYAÇ DUYULMAKTADIR?	3
3. HASTANELERDE AMELİYATHANELERİN HİJYENİK MEKAN OLARAK TASARLANMASI.....	4
4.AMELİYATHANELERDE MİMARİ TASARIM	6
4.1. Yer Kaplaması ve Duvar Sistemi.....	10
4.2. Kapılar	10
4.3. Tavan ve Aydınlatma Sistemi.....	10
5. ÇALIŞMA ORGANİZASYONU	12
6. AMELİYATHANELERİN HİJYENİK KLİMATİZASYONU İÇİN GEREKLİ EKİPMANLAR VE TASARIM İLKELERİ.....	14
6.1. AMELİYATHANE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ	17
6.1.1. Ameliyathane Klima Santrali	18

6.2. HAVALANDIRMA SİSTEMİ	38
6.2.1. Kanal Sistemi	40
6.2.2. Kanal Ekipmanları	41
6.2.2.1. Taze Hava Menfezleri	41
6.2.2.2. Susturucu	41
6.2.2.3. Değişken Debi Regülatörü	41
6.2.2.4. Sabit Debi Regülatörü	42
6.2.2.5. Laminer Akış Üniteleri	42
6.2.2.6. Hepa Filtreler	49
6.2.2.7. Menfezli Hepa Filtre Kutusu	50
6.2.2.8. Damperli Emiş Menfezleri	50
6.2.2.9. Fleksible Kanallar	51
6.2.2.10. Kanal İzolasyonları	51
6.2.2.11. Hava Sızdırmaz Damperler	51
6.2.2.12. Yangın Damperleri	51
6.2.3. Soğutma Sistemi	52
7. OTOMASYON SİSTEMİ	53
8. İŞLETMEYE ALMA VE TESTLER	54
9. SİSTEMİN PERİYODİK BAKIM	60
10. SONUÇ	61
KAYNAKÇA	62
ÖZGEÇMİŞ	63

SEMBOLLER:

CFU/m³: Mikrop konsantrasyonu

m³/m².s: Hava kaçak miktarı

m³/hm² : Hava kaçak oranı

n = defa/h: Hava değişim sayısı

U_o: Hesaplanan hava çıkış hızı

μ_s : Temiz bölgedeki (protected zone) kontaminasyon (kirlilik) derecesi

k_s : Korunmuş bölgedeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

k_r : Üflenen hava debisinde odadaki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

E_s: Havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonu

V_{zu}* : Referans hava debisi 2400 m³/h

V_{zu} : Gerçek hava debisi

E_{szul} : Korunmuş bölgedeki ve odanın hijyenik kalitesinin bir ölçüsü sayılan havadaki mikroorganizma konsantrasyonunun limit değeri

V_{zu min} : E_{szul}'u sağlanabilen minimum hava debisi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1:	Ameliyathane klima uygulaması	8
Şekil 2:	Temiz oda yapılaşmasında hassas noktalar	9
Şekil 3:	Mikroorganizma konsantrasyonuna bağlı olarak optimum veriş havasını belirleme.....	23
Şekil 4:	Mikroorganizma konsantrasyonuna bağlı olarak minimum ve optimum veriş havasını belirleme	24
Şekil-5:	Bir ameliyathanede konvansiyonel sistemle hava veriş ve emişi	25
Şekil-6:	Veriş hava menfezleriyle şematik hava akımı	25
Şekil-7,Şekil-8,Şekil 9:	Değişik hava menfezleri için şematik hava akımı	26
Şekil-10:	Ameliyat salonunun fonksiyonel olarak doğru yerleştirilmiş bir tasarımı	28
Şekil-11:	Ortopedik ameliyat salonu ile kalp-damar cerrahisi ameliyat salonlarının doğru yerleşimi	29
Şekil-12:	Ameliyat salonlarından birinin septik diğzerinin aseptik olduğu varsayımı ile ameliyathanelerin klima santralleri tarafından beslenmesi	30
Şekil-13:	Özel septik konumları nedeniyle kalp-damar cerrahisi ve ortopedik ameliyat salonlarının ayrı klima santralleri tarafından beslenmesi	31
Şekil 14:	Şemsiye tipi tavan ünitesi	33
Şekil 15:	Jet destekli türbülentli akım tavan ünitesi	33
Şekil 16:	Paslanmaz çelikten direkt laminer akım tavan ünitesi	34
Şekil 17:	Dönüşümlü hava ile çalışan laminer akım tavan ünitesi	34
Şekil 18:	Ameliyathanedeki laminer akış ünitelerinin şematik dizaynı (Bölüntüsüz-Tek Parçalı Tip)	43
Şekil 19:	Laminer akış ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)	44
Şekil 20:	Ameliyat masası aydınlatması entegre edilmiş laminer akış ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)	45
Şekil 21:	Laminer akış ünitesi boyutları	46
Şekil 22:	Laminer flow ünitesi elemanları	47
Şekil 23:	Tavanla aynı hizada monte edilmiş laminer akış ünitesi gövdesi	47
Şekil 24:	Tavan üstüne monte edilmiş laminer akış ünitesi gövdesi	48
Şekil 25:	Tavan içine monte edilmiş laminer akış ünitesi gövdesi	48
Şekil 26:	Laminer akış ünitesi tarafından oluşturulan hava akış örneği	49
Şekil 27:	Test düzeni	54
Şekil 28:	Ameliyat bölgesindeki alanda aydınlatma olmadığı durumdaki akış örneği.....	56
Şekil 29:	Laminer flow ünitesindeki istavroz altındaki kısma indüksiyonla ortam havasının karışması	58
Şekil 30:	2 kanatçıkla ortam havasının üfleme havasına karışmasının engellenmesi	59

TABLO LİSTESİ

Tablo 1:	Ameliyathanelerde hava akış yönleri.....	39
----------	--	----

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam süresince benden yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer tez danıőmanım Doç.Dr.Eyüp AKARYILDIZ'a baőta olmak üzere , bana bilgi ve birikimini aktaran İnşel İnş. Ltd. şti sahibi Dipl. İng. H. Metin KENTER'e ,ayrıca sevgili arkadaőlarım Murat KAHRAMAN ve Nilüfer GÜNGÖR'e çalıőmalarımda bana yardımcı oldukları için sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Ameliyat sonrası enfeksiyonların en az seviyeye indirilmesi ve ameliyatların daha başarılı olması için personelin disiplini, kullanılan malzemelerin steril olması, yer, duvar, tavan, kapılar ve aydınlatma sisteminin mikrop barındırmayacak şekilde tasarlanmasının yanı sıra steril iklimlendirme sisteminin ihtiyaca yönelik ve doğru seçilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Steril iklimlendirme sisteminin seçimi yapılırken ameliyathanede hangi ameliyatların yapılacağı, en fazla kaç kişinin ve hangi cihazların bulunacağı, ameliyatların ne kadar sürebileceği, hangi iklimlendirme şartlarının gerçekleştirilmesi gerektiği gibi soruların konunun uzmanları tarafından cevaplandırılması gereklidir. Bunun dışında son yıllardaki gelişmeler işletmecileri hastanelerdeki steril alanlarda daha fazla ekonomik olma yönünde düşünmeye zorlamaktadır.

Havanın temizliğinin yanı sıra yatırım ve özellikle işletme giderlerinin de planlanma safhasında göz önünde bulundurulması gereklidir. Modern ameliyathaneler bu nedenle personel, hasta, ekipman ve ameliyat yönteminin kendine özgü özelliklerine uygun olarak tasarlanmalıdır.

ABSTRACT:

In order to prevent post-operative infection risk from patients that undergo an operation several aspects have to be taken into account: besides a disciplined and prudent behavior of the staff, adequate sterile instruments, sterile floor, wall, ceiling, doors and lighting, an appropriate cleanroom air conditioning system is essential to guarantee particle-free air.

The choice of most convenient clean room air conditioning system depends on the kind of operations to be carried out, the number of staff working in the operating theatre, the equipment, and duration of the operation.

The best to know about these conditions are experts involved who should therefore in any case be consulted. On the other hand development during recent years forces hospitals not only to focus on optimal working circumstances in operating theatres but also to aim most economic solutions.

1.GİRİŞ

Ameliyathanelerde hastaların iyileştirilmesine yönelik yapılan operasyonların yanında en önde gelen gereklilik sürekli olarak hijyenin sağlanmasıdır. Bu da tıp ve teknik personelin yüksek standartlarda eğitimi, organizasyonu ve sorumluluğu yanında hastane binalarının ve yan tesislerin projelendirme ve konstrüksiyonunda hijyenik faktörlerin göz önüne alınabilmesi ile mümkündür. Burada ise özellikle HVAC sistemlerinin projelendirilmesi, tesis edilmesi, işletilmesi ve bakıma özel bir önem arz etmektedir.

Ameliyathanelerde klima sisteminin fonksiyonları sıcaklık ve nem kontrolünün yanı sıra havada taşınabilen mikroorganizma ve toz oranında, atık anestezi gaz ve kötü kokuların oranında önemli ölçüde azalma sağlamasıdır. Ameliyathane suitlerinde ise enfeksiyon risklerini düşürebilmek için ameliyat masasının üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonunu belirlenen limitlerin altında tutması ve odalar arasında gerekli hava akışının sağlanması gibi hijyenin sağlanması için gerekli hayati faktörler ancak iyi projelendirilmiş hijyenik klima sistemleri ile mümkün olmaktadır.

Herhangi bir ameliyathanede havadan enfeksiyon kapma riskini 100 olarak kabul edersek DIN 1946/4 standardına göre yapılmış ameliyathanelerde bu oran %0.033'e düşmektedir.

Ameliyathane iklimlendirmesi, hastanelerin mekanik tesisat projelerinin hazırlanmasında, üzerinde önemle incelenmesi gereken bir konudur.

Teknolojinin gelişen imkanları, temiz oda standartlarında, uluslararası boyutlarda yeni talep ve düzenlemeler getirmektedir.

Yurdumuzda hastanelerin işleyiş koşullarına, doğrudan ilgili olarak yasa ve yönetmelikler koyucu haklara sahip Sağlık Bakanlığı'nın hastane tasarımlarında, müşavir mühendislik kuruluşlarının uyması gerekli herhangi bir yönetmeliği bulunmadığından proje müellifleri kendi bilgi ve becerilerine göre hareket ederek, birbirinden tamamen farklı olabilecek prensiplerle hastane ve ameliyathane iklimlendirmesi tasarımı yapabilmektedir.

Isıtma, havalandırma, soğutma ve havayı şartlandırma sistemlerinin hastanelere tatbikatı her ne kadar hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için yararlar sağlasa da, konfor klimasında karşılaşılmayan birçok özel sorunları da beraberinde getirir.

Hastane klimasının diğer yapıların konfor klima sistemleri ile farklılığı;

- Yapı bölümlerinin bir çoğunda, içinde ve arasında hava hareketi kısıtlaması
- Havanın içindeki mikroorganizmaları, virüsleri, zararlı kimyevi ve radyoaktif maddeleri filtreleyerek tutmak veya havalandırma ile hava içindeki konsantrasyonunu azaltmak
- Birçok değişik fonksiyondaki bölümler için farklı sıcaklık ve nem miktarını sağlamak
- Bazı bölümlerde ortamın çok hassas şartlandırılmasını sağlamak.

Bu tez çalışmasında Genel Hastanelerdeki Ameliyathanelerin hijyenik olarak klimatize edilmesi konusu ele alınacaktır.

Hastane hijyeninin sağlanması, öncelikle mimari planlama ile steril olması gerekli bölümlerin diğer bölümlerle olan ilişkilerinin zorlanması, septik hastane bölümlerinin (İntaniye-Karantina, Septik Ameliyathaneler gibi) diğer bölümlerden yapı elemanları ile sızdırmazlık sağlanarak izole edilmesi ile sağlanır.

Hastane yapısının önemli bir özelliği, gerektiği şekilde mimari planlanması ve tesisat sistemleri tasarımı yapılmamış bir yapıda hastaları iyileştirirken, sağlıklı kişilere hastalık bulaştırılabilmektedir.

Mikroorganizmaların hastanelere geldiği ve/veya bu ortamda ürettiği üç önemli kaynak, insanlar tarafından yayılanlar, dış hava ile gelenler ve klima sistemi içinde üreyerek ortama yayılanlardır.

Dünyada steril alanların planlanması ile ilgili birkaç standart vardır.DIN 1946(Alman standardı), ISO 14644, BS 5295 (İngiliz standardı), Federal standart 209 (US FD 209) gibi standartlar ve bu standartları tamamlayıcı DIN EN 1886, Amerikan SMACNA Avrupa birliği Eurovent vb. gibi standartlar ile GMP (iyi üretim uygulamaları presedürü), SOP (standart operasyon presedörleri) vb.presödürler dünyada uygulanmaktadır. İnceleyip kendi standartlarımızı ve yönetmeliklerimizi hemen yarın oluşturmaya başlamamız devlet politikası olmalıdır.

2. HASTANELERDE AMELİYATHANELERİN HİJYENİK İKLİMLENDİRİLMESİNE NEDEN İHTİYAÇ DUYULMAKTADIR?

Hastanede meydana gelen enfeksiyon olayları ve bu olayların azaltılmasının gerekliliği en önemli nedendir,

Enfeksiyon oranlarını azaltmak:

Ülkemizde son zamanlarda hastane enfeksiyonu sebebiyle ölümlerin yaşandığına sıkça rastlanmaktadır. Hastane enfeksiyonu nedeniyle son yıllarda çoğunluğu bebek olmak üzere birçok insan hayatını kaybetmiştir. Sağlık Bakanlığı bunun üzerine hastanelerde enfeksiyon kontrol doktoru ve hemşiresi zorunluluğu getirmiştir. Oysa hastanelerde enfeksiyon kontrol komiteleri ilk olarak 20 yıl önce kurulmuştu. Ancak kurulan bu komitelerinin aktif olarak çalıştığı söylenemez.

Türkiye’de hastane enfeksiyonları ile ilgili olarak ilk çalışmalar 1985’te Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi’nde enfeksiyon kontrol komitesinin kurulması ve bir Enfeksiyon Kontrol Hemşiresi’nin görevlendirilmesi ile başladı.

Yönetmelik enfeksiyonu önlemede yeterli olmamaktadır. Çünkü bu yönetmeliğin nasıl uygulanacağına dair doktorların dahi bilgi yetersizliği bulunmaktadır. Bunun için sertifikalı eğitim programları düzenlenmeli, programın kullanımı için kurslar açılmalı, hemşireler ve doktorlar hastane enfeksiyonlarıyla ilgili kurslara tabi tutulmalıdır. Yani hastanelerin topyekün eğitim ve hijyen seferberliği başlatması gerekmektedir.

Hastane enfeksiyonu nedir?

Hastane enfeksiyonu, herhangi bir enfeksiyon hastalığı kuluçka döneminde olmayan ve enfeksiyonu bulunmayan hastada, hastaneye yatışından itibaren 48-72 saat sonra veya taburcu olduktan 10 gün sonrasına kadar geçen sürede enfeksiyon oluşması anlamına geliyor. Hastanelerdeki hijyen eksikliği, yoğunluk, havalandırma sisteminin iyi olmaması, hastane ortamında yoğun ve uygunsuz antibiyotik kullanımı hastane enfeksiyonu nedenlerinin başında geliyor. Ayrıca hastayı yaşatmak için başvuru sondası, kateter takılması gibi küçük cerrahi girişimler, ameliyatlara ve yoğun bakımda solunum cihazına bağlanma gibi tedaviler hastane enfeksiyonuna yakalanma riskini artırıyor. Hastanede bulunan bakteriler ve mantarlar yaraya bulaşıp kana karışıyor ve hastayı birkaç gün içerisinde ölüme götürebiliyor.

(Ref. ÜNAL, Serhat Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı ve Hastane Enfeksiyonları Kontrolü Derneği Gen. Sek. Prof. Dr. -Hastane Enfeksiyonları)

3.HASTANELERDE AMELİYATHANELERİN HİJYENİK MEKAN OLARAK TASARLANMASI

Hasta odalarının, doğrudan ve yeterli gün ışığı ile aydınlatılabilecek konumda, taban ve duvarlarının düzgün ve kolay temizlenebilecek nitelikte ve dezenfeksiyona elverişli olmaları şarttır.

Hasta odalarının kapı genişliği, en az 1 m 10 cm olarak; hasta odalarındaki tuvalet ve banyo kapıları dışa açılacak şekilde düzenlenir.

Birden fazla hasta yatağı bulunan odaların, hasta yatağı başına düşen asgari alan ölçülerine uygun olmak kaydıyla, gerektiğinde kullanılmak üzere raylı sistemle bölünebilir olmaları gerekir.

Doğrudan günışığı almayan, ziyaretçilerin ve hastane personelinin yoğun kullandığı, hastanın sıhhat ve istirahatını olumsuz yönde etkileyecek mekanlarda hasta odası olamaz.

Özürülüler için ilgili mevzuata uygun nitelikte, her hastanede asgari bir olmak kaydıyla ilave her otuz yatak için bir adet olmak üzere ayrı hasta odaları tesis edilir.

Hasta Başına Ayrılacak Alanlar

Özel hastanelerde yatacak hastalar için hasta odalarında hasta yatağı başına ayrılması gereken asgari alan ölçüleri aşağıda gösterilmiştir:

- a) Tek yataklı hasta odaları en az 9 m² ,
- b) Birden çok yataklı odalar, hasta yatağı başına en az 7 m²,
- c) Çocuk hastalar için ayrılmış olan odalar, hasta başına en az 6 m² ,
- d) Çocuğu ile lohusalar için tek yataklı odalar en az 12 m² ve birden çok yataklı odalar yatak başına en az 10 m²,
- e) Yoğun bakım üniteleri, yoğun bakım yatağı başına en az 12 m²,
- f) Yeni doğan yoğun bakım üniteleri , yoğun bakım yatağı başına en az 6 m²

Ameliyathaneler

Özel hastanelerde, cerrahi uzmanlık dallarının gerektirdiği en az 2 adet ameliyat salonu ile uyutma ve uyandırma üniteleri bulunur.

Ameliyathanelerin, aseptik ve septik müdahaleler için ayrı ayrı olması sterilizasyon şartlarını taşıması gerekir.

Ameliyathanenin duvar, tavan ve zeminlerinin, dezenfeksiyon ve temizlemeye uygun anti-bakteriyel malzemeler kullanılarak yapılmış olması şarttır.

Kardiyovasküler cerrahi ameliyathanelerinin cerrahi müdahale uygulanan alanının asgari 45 m² ve tavan yüksekliğinin 3 m 50 cm;

diğer ameliyathanelerin cerrahi müdahale uygulanan alanının asgari 30 m² , tavan yüksekliğinin 3 m 50 cm ve ameliyathane içerisinde bulunan koridor genişliğinin en az 2 m olması gerekir.

Ameliyathanelerde yarı ve tam steril koridorlar oluşturulur ve kadın ve erkek personel için ayrı ayrı düzenlenmiş giyinme ve soyunma odaları bulunur.

Ameliyathanenin tam steril alanlarında dışa açılan pencere ve kapı bulunmaması ve bu alanın, hijyenik klima sistemi ile havalandırılması şarttır.

Sadece cerrahi dallar dışındaki uzmanlık dallarında hizmet verecek olan özel dal hastanelerinde, ameliyathane bulunması zorunlu değildir .

(Ref. T.C. Sağlık Bakanlığı Özel Hastaneler Yönetmeliği)

4.AMELİYATHANELERDE MİMARİ TASARIM

Ameliyathanelerde Klima Sistemine Uygun Mimari Özellikler

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, shaft büyüklükleri ve yerleri, cihaz yerleşim mahalleri, hava kilitlerinin yerleri mutlaka uzman klima tesisat tasarımcısının tavsiyesi ve onayı ile tespit edilmelidir. Ameliyathanenin yeri 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 m² arasında olabilir. Ciddi ameliyathanelerde yapılacak 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 2) yerleştirilebilmesi ve hava kanal bağlantılarının kolayca yapılabilmesi için, hava kapasitelerine bağlı 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 m 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 1’de yan yana bulunan iki ameliyathanedeki biri için ön görülen klima sistemi görülmektedir. Her ameliyathanenin 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 çalışması sırasında kimyasal tahribata uğramamaları gerekir.

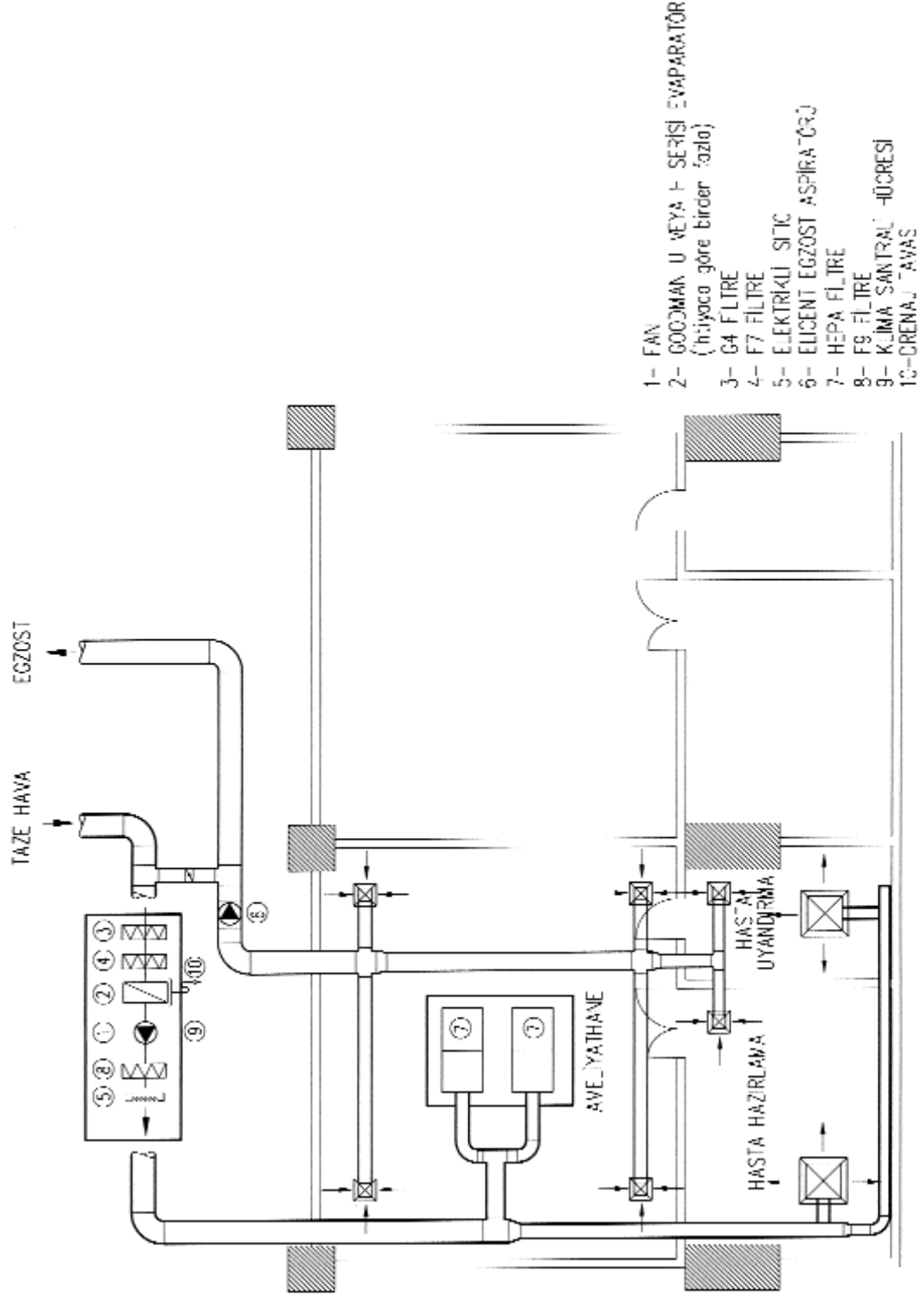
Yer döşemesi olarak anti-statik, anti-bakteriyel aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip kondüktif PVC veya epoksi kaplama esaslı malzeme tercih edilmelidir. Gerekmesi halinde ayrıca topraklama da istenebilir.

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 anti-bakteriyel, anti-statik 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.

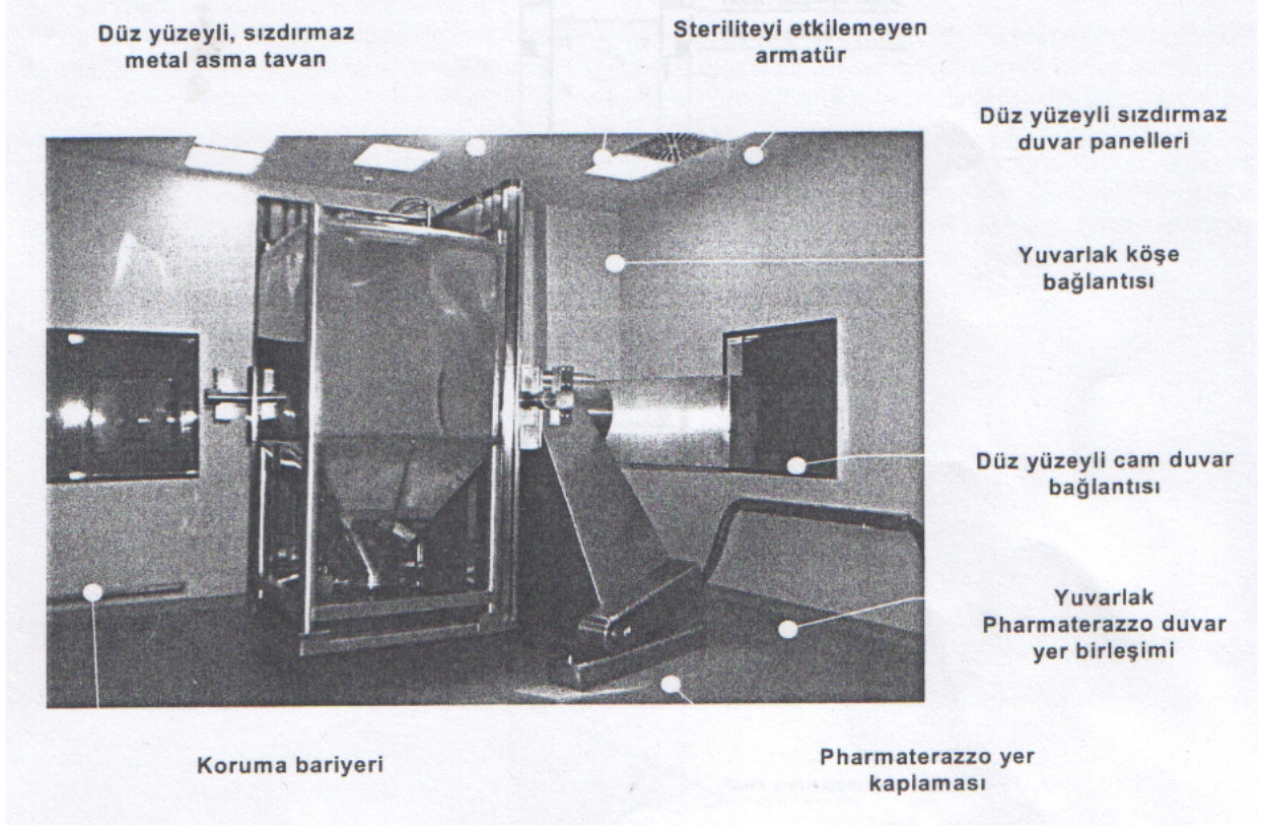
Tavan panelleri, filtre bakımı ve dezenfeksiyon işlemleri için açılabilir modüllerden oluşabilir. Panellerin üzerinde mikrop, bakteri gibi mikroorganizmaların yaşayamaması için mikrop öldürücü özelliğe sahip kaplamalar da geliştirilmiştir.

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



Şekil 1: Ameliyathane klima uygulaması(ref. Isısan-Temiz Odalar ve Hastaneler)
 Ameliyathane klima uygulaması

Ameliyathaneler oluşturulurken yer, duvar, tavan, kapılar, pencereler ve aydınlatma için kullanılan malzemeler de büyük önem taşımaktadır. Bunların kolay dezenfekte edilebilmesi dezenfeksiyon maddelerine, darbeye, sürtünmelere dayanıklı olması, toz tutmaması ve üzerlerinde mikroorganizmaların üremesine sebep olacak kaplama, pürüzler ve aralıkların olmaması gereklidir. Özellikle duvar,tavan, aydınlatma sistemlerinin ve kapıların uygulamasında özel bir itina gereklidir. Aksi takdirde iklimlendirme sistemi ile odalar arası basınç farklarını sağlamak çok güçtür.



Şekil 2 : Temiz oda yapılaşmasında hassas noktalar

4.1.Yer Kaplaması ve Duvar Sistemi

Yer kaplaması;çizilmeye,aşınmaya mikropların üreyeceği aralıkların oluşmasına en yatkın yüzeydir,çünkü üzerindeki hareketlilik oldukça yoğundur.Yer kaplaması yapılırken oldukça iyi bir seçim yapılmalı ki daha sonra oluşacak olumsuzlukları gidermek önemli derecede işlerin aksatır.

Duvar kaplaması;sızdırmaz, dezenfeksiyon malzemelerine karşı dayanıklı,mikrop üremesine izin vermeyecek şekilde,yangına karşı dayanıklı olması gereklidir.

4.2. Kapılar

Kapı sistemi kurulurken seçilecek olan malzemenin yukarıda duvar için belirtilen istekleri karşılması gereklidir.Yukarıda sıralananların dışında kapılar için ayrıca dikkat edilmesi gereken konuları da aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Kapıların üzerinde kapı dilinin girdiği yerde bakteri ve mantar üremesine olanak verecek girinti ve oyukların kesinlikle olmaması,
- Menteşe ve kapı tokmağı gibi malzemelerin olanaklar elverdiğince az aşınan malzemelerden seçilmesi,
- Hava kilitlerinin kapılardan biri açık iken diğerinin kapalı olmasını sağlayacak bir düzenek ve akustik ve/veya optik uyarı sistemlerinin bulunması,
- Kapıların yüksek temiz oda klasına olanaklar elverdiğince en az seviyede etkileyecek bir şekilde açılıp kapanması,
- Kapılar duvar ile aynı kalınlıkta olamıyor ise ,yüksek temiz oda klasının olduğu bölümde çıkıntı yapmayacak şekilde tasarlanması,
- Kapılardan sinek ve böceklerin girmesinin önlenmesi,
- Köşelerin ve girintilerin kolayca temizlenecek ve dezenfekte edilebilecek şekilde oluşturulabilmesi,
- Basınç farklılıkları olan bölgeler arasındaki kapıların kolayca kapanmasını sağlayacak önlemlerin alınması,
- Olanaklar elverdiğince kayar kapıların kullanılmaması, gereklidir.

4.3. Tavan ve Aydınlatma Sistemi

Tavan sistemi de duvar sistemi ile aynı özelliklere sahip olmalıdır. Sızdırmazlığın güvenilir bir şekilde sağlanması burada özellikle dikkat edilmesi gereken bir konudur çünkü asma tavan arası sistem kurulduktan sonra ulaşılması, temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi oldukça zor, ama mikroorganizmaların gelişmesine elverişli olan bir bölgedir. Asma tavan sistemi kurulurken özellikle steril alanlarda asma tavan arasında bulunan tesisat sisteminin bakımının asma tavan arasında yapılmasının faydası vardır. Bunun için asma tavan sisteminin üzerinde yürünebilir şekilde tasarlanması, HEPA filtrelerinin ve aydınlatma armatürlerinin steril

alanlardaki şartlara zarar vermeden asma tavan arasından veya temiz oda tarafından değiştirilmesinin sağlanması gereklidir.

Ameliyathane tavan üniteleri dezenfeksiyon, montaj ve servis kolaylığı sağlayacak şekilde dizayn edilmiş olmalı ve havanın mikroorganizma konsantrasyonu ile ilgili ihtiyaçlarını temin etmelidir. Yarı türbülanslı akımlı üfleme sistemi tam yükte ameliyathane masası üzerinde partikül sayısının düşürülmesini sağlamalıdır.

Hava dağıtım kutuları DIN 4301 standardına uygun V2A sınıfında paslanmaz çelik malzemeden imal edilmeli ve tam sızdırmazlık sağlanmalıdır.

Üflemede hava dağılımını sağlayacak bölüm püskürtme ve silme yoluyla dezenfekte edilebilir, perfore paslanmaz çelik laminizatör kullanılabilir. Laminizatör akan havanın alın hızı 0,25 m/s dolaylarında olmalıdır. Filtreler laminizatör çıkarıldıktan sonra oda içinden kolayca ulaşılabilir ve değiştirilebilir tipte olmalıdır.

Hava akım üniteleri en az 2400 m³/h hava basılacak şekilde seçilir.

(Ref. KENTER ,Metin Dipl. Ing. Weiss Klimatechnik GmbH - BARTZ Horst Gr. Dipl. INg. Weiss Klimatechnik GmbH-TAB Özel Sayısı/ Temiz Oda Tekniği)

5. ÇALIŞMA ORGANİZASYONU

Hastanelerde çeşitli amaçlarla kullanılan tüm alanların sadece görünüş açısından temiz olması yeterli olmaz, mikroorganizmaların ve mikroorganizmalarla bulaşmış her şeyin o alandan uzaklaştırılması, kötü koku kaynaklarının yok edilmesi, temizlik maddelerinin yüzeylerden arındırılması, haşerelerin önlenmesi ve kaza etmenlerinin de ortadan kaldırılması gerekir. Ancak belirtilen bu durumların sağlanmasıyla hijyenik bir ortam oluşturulabilir. Hijyenik bir ortam oluşturmada gerekli olan temizlik hizmetlerinin en iyi şekilde yönetilmesi gerekir. Yönetimin en önemli araçlarından bir tanesi de iş etüdüdür. İş etüdü, metod etüdü ve iş ölçülmesi olmak üzere iki teknikten oluşur. Metod etüdü işin yapım yolu, iş ölçülmesi ise işin yapım süresi ile ilgilidir. Sistematik olan iş etüdü tekniği ile, etüd edilen işlemi etkileyen tüm faktörler incelenebildiği, işle ilgili tüm hatalı ve yanlış olan kısımlar ortaya çıkarılıp, düzeltilebildiği için, temizlikle ilgili her işin mevcut yapım yolundaki sağlığı tehdit eden unsurların incelenmesi ve ortadan kaldırılması mümkün olur.

Temel amacı insan sağlığını koruma ve iyileştirme olan hastanelerde yapılan tıbbi tedavinin iyi sonuç vermesi için temiz, insan sağlığı açısından zararlı olan organizmaların ortadan kaldırıldığı ideal koşulların sağlanması gerekir. Çünkü hasta olan kişinin sağlıklı olan kişiye göre direnci daha düşüktür. Sağlıklı insana zarar vermeyen mikroorganizmalar hastanede hastalık nedeni olabilir ve hastalara zarar verebilir. Hastane enfeksiyonları; hastaların rahatsızlıklarının ve hastanede kalış sürelerinin uzamasında, hastane maliyetinin artmasında ve yatak işgalinde de etkili olduğu için önemlidir. Mikroorganizmaların çok tehlikeli olanları da dahil olmak üzere bir çok çeşidi, bir çok insanın olduğu hastanelerde bulunmaktadır. Hastaların kaldığı ve tedavilerinin yapıldığı alanların, hastaların enfeksiyon kapmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Hastane enfeksiyon kontrolündeki gerçek, mikrobiyolojik zararlılardan arındırılmış çevrede hastanın kalmasını sağlamaktır.

Hastanın sağlık koşullarına uygun bir çevrede kalabilmesi için gerekli olan temizliğin, bilimsel olarak yürütülmesi gerekir. Hastanın 24 saatini geçirdiği hastanedeki yer döşemesi, duvar, mobilya v.b. gibi hastanın yakın çevresi, yanlış yöntemler uygulanmadıkça enfeksiyon açısından risk oluşturmamaktadır. Uygulanan yöntemlerin sistemli olmasıyla hastalar enfeksiyona karşı korunabilmektedirler. Aksi takdirde hasta çevresindeki çeşitli yüzeylerle temizleme solüsyonu ve ekipmanlar mikroorganizmaların gelişmesi, potansiyel patojenlerin yayılması açısından çok uygun olmaktadır. Patojen mikroorganizmalarla bulaşmış temizlik ekipmanları ve solüsyonunun temizliği yetersiz olan hasta tedavi alanlarında veya yiyecek hazırlama alanlarında kullanılması, o bölgelerin belki görünüş açısından temiz olmasını sağlayabilir, fakat mikrobiyolojik açıdan temiz olmasını sağlayamaz. Bir yerin tam temiz olabilmesi için sadece görünüş açısından temiz olması yeterli olmamakta, mikroorganizmaların, mikroorganizmalarla bulaşmış her şeyin o alandan uzaklaştırılması, kötü koku kaynaklarının yok edilmesi, temizlik maddelerinin yüzeylerden arındırılması ve haşerelerin önlenmesi de gerekmektedir. Ayrıca temizlikte kaza etmenlerinin önlenmesi de önemli bir konudur. Temizlik, sadece yukarıda belirtilen kirlilik durumları olduğunda yapılmamalı, sürekli ve düzenli olarak yapılmalıdır. Ancak belirtilen bu durumların sağlanmasıyla hijyenik bir ortam oluşturulabilir. Hijyenik bir ortam, hastanede enfeksiyon riskini ortadan kaldırma açısından önemli olduğu gibi, hasta ve personele moral sağlama ve hastanenin imajını yükseltme açısından da önemlidir.

Hijyenik bir ortam için gerekli olan temizlik, belli kural ve yöntemlerle istenen standard kalitede ve zamanda yerine getirilmelidir. Bunun için de hizmetin en iyi şekilde yönetilmesi

gerekir. Yönetimin en önemli araçlarından bir tanesi de iş etüdüdür. İş etüdü teknikleri işi gerçekleştirmenin en iyi yolunu bulmak , gerekli malzemeyi ve araçları standard hale getirmek, belirlenmiş bir verimlilik düzeyinde çalışmak üzere eğitilmiş bir iş görenin işi yapması için gerekli zamanı saptamak ve standard metodun uygulamaya geçirilmesini sağlamak üzere işi ve işin yapıldığı koşulları incelemek amacıyla kullanılan tekniktir. İyileştirme çalışmaları olarak da tanımlanabilen iş etüdü tekniklerinin uygulanması sırasında, görev, girdi, çıktı, iş akışı, çalışan kişi, üretim yada çalışma aracı ve çalışma koşulları olarak tanımlanan iş sisteminin öğeleriyle ilgili eksiklikler ve aksaklıklar saptanır. İnceleme sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek iş sistemi yeniden düzenlenir. İnceleme sırasında çalışanın iş yapabilme gücü ve ihtiyaçları da göz önünde bulundurulur. Böylece işin iyileştirilmesi sağlanmış olur.

Personel

Yukarıda değinilmiş olan önlemlerin yanı sıra, steril alanın optimum tasarımı için gerekli uygun bir iş akışının, burada çalışan personelin de buna uygun olarak davranması ile mümkün olabileceği unutulmamalıdır. Deri, saç ve makyajları ile insanlar doğal olarak en büyük “partikül dağıtıcısı”dırlar. Partikül oluşumunu etkileyen en önemli etken de hareketlerin türüdür. Bu problemin önüne, personelin steril alanlardaki davranışlarla ilgili destekleyici ve amaca yönelik bilgilerin verilmesi ve özellikle de steril alanlara uygun giysilerin giyilmesinin zorunlu kılınması ile geçilebilir.

Yani optimum hava değiştirme ile ilgili sorun yalnızca steril alan mühendisinin değil, personelinin uygun biçimde motive etmesi gereken kullanıcının da angajmanını gereksinir. Ameliyathanelerde çalışacak personel ameliyathaneye girmeden önce el ve yüzünü yıkayarak temizlemeli ve bu işlem için deriyi yumuşatıp nemlendirecek lanolinli sabun kullanılmalı ve gerekirse yıkamadan sonra lanolinli losyon sürünmelidir. Deri soyulması ve dökülmesine neden olacağı için solventlerle ve deterjanlarla elin temizlenmesinden kaçınılmalıdır. Personelin makyaj malzemesi veya herhangi bir cilt ilacı kullanmalarına müsaade edilmemelidir.

Normal günlük yaşantıda giyilen elbiseler birer tanecik üreticileri olmalarının yanında mikroskopik olarak incelendiklerinde aynı zamanda taneciklerin geçmesine izin veren gözenekli bir yapıya sahiptirler. Bunun başlıca nedeni bu giysilerin pamuk veya yün gibi tabii elyaflardan yapılmış ve bunlara dikilmiş olmalarındandır. Örneğin pamuklu kumaştan yapılan bir elbise pamuk çırçır, harman, hallaç gibi makinelerden bazı ara işlemlerden geçtikten sonra büküm makinelerinde elyaflar bir araya getirilir. Elyafı bir arada tutan genellikle büküm sonucu oluşan sürtünme kuvvetidir. Bu şekilde oluşan iplik bir gerilmeye maruz kaldığı zaman veya sürtünmeler sonucu kopar veya hav oluşur ve bunun sonucu ortama sürekli tanecik yayar. Ayrıca tabii elyaftan yapılmış bu giysilere toz veya polen gibi tanecikler kolayca yapışarak ameliyathane açısından kirli hale gelmesine neden olurlar.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı ameliyathanelerde sentetik veya insan yapısı elyaflardan yapılmış özel giysiler tercih edilir. Bunlar ekstrüzyon yoluyla naylon, polyester, dacron gibi polimer malzemelerden elde edilen çok ince sürekli elyafların bükümü sonucu elde edilir. Bu cins iplikler çok sağlam oldukları gibi sürtünme ile hav oluşturmazlar, kolay ve sık dokunmaya da uygundur. Böylece vücut derisinden çıkan taneciklerin de ortama yayılması önlenmiş olur.

(Ref. YERTUTAN, Canan Doç. Dr. Hacettepe Üniversitesi Ev Ekonomisi Bölümü - Hastanelerde Çalışma Organizasyonu)

6. AMELİYATHANELERİN HİJYENİK KLİMATİZASYONU İÇİN GEREKLİ EKİPMANLAR VE TASARIM İLKELERİ

Genel Tasarım İlkeleri

Ameliyathane Suitlerinde Hvac Sistemi

Ameliyathanelerde klima sistemi aşağıdaki dört fonksiyonu yerine getirmelidir:

- Ameliyat masasının üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda (korunmuş bölgelerde) havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonunu belirlenen limitlerin altında tutmalıdır.
- Odalar arasında gerekli hava akışını sağlamalıdır.
- İnsanların bulunduğu bölgede, atık anestezi gaz konsantrasyonunu ve diğer malzeme yüklerini belirlenen limitler içinde tutmalıdır.
- Oda şartlarını devam ettirmelidir(ısı ve malzeme yüklerini almalıdır).

Besleme Hava Debisi

Tecrübeler göstermiştir ki karışık akımlı bir ameliyathanede sterilite sağlayabilmek için minimum 2400 m³/h besleme hava debisi gereklidir. Bu debide havadaki mikroorganizma konsantrasyonu, referans mikroorganizma konsantrasyonunu verir (KBE/M3 veya CFU-colony forming units/m³). Süpürmeli akımlı (laminer flow) sistemlerinde bu referans mikroorganizma sayısı, korunmuş bölgede kirlenme faktörü (μ_s = contamination factor) kadar düşük debi ile sağlanabilir.

$$\mu_s = k_s/k_r \text{ (korunmuş bölgedeki kirlenme faktörü)}$$

k_s :Korunmuş bölgedeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

k_r : Üflenilen hava debisinde odadaki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

E_s : Havada taşınabilen mikroorganizma konsantrasyonu

$$E_s = k_s/k_r^* = \mu_s \cdot k_s/k_r^* = \mu_s \cdot V_{zu}^*/V_{zu}$$

k_r^* : Odada V_{zu}^* debisindeki referans mikroorganizma konsantrasyonu

V_{zu}^* : Referans hava debisi 2400 m³/h

V_{zu} :Gerçek hava debisi

$$V_{zu \text{ min}} : 2400 \mu_s/E_{szul}$$

E_{szul} : Korunmuş bölgedeki ve odanın hijyenik kalitesinin bir ölçüsü sayılan havadaki mikroorganizma konsantrasyonunun limit değeri

$V_{zu \text{ min}}$: E_{szul} 'u sağlanabilen minimum hava debisi

Ancak $V_{zu \text{ min}}$ ancak ampirik olarak tespit edilebilmektedir.

Sistem eğer karışık akımlı ise $\mu_s = 1$ olarak kabul edilir. Ancak μ_s 'in 1'den az olduğu DIN 4799'da belirtilen testler yapılarak bulunmalıdır. Korunmuş bölgede havadaki mikrop konsantrasyonu için limit değerler aşağıda verilmiştir :

- a) A tipi ameliyathaneler için 2/3. Bu ameliyathanelerde özellikle yüksek seviyelerde sterilite gereklidir. (Bu ameliyathanelere örnek olarak, transplastasyon, açık kalp ameliyatları, ortopedi ameliyatları, plastik cerrahi vs. verilebilir.)
- b) B tipi ameliyathaneler için 1. Bu ameliyathanelerde özellikle yüksek seviyelerde sterilite gereklidir.

Hangi ameliyathanelerin özellikle yüksek seviye veya yüksek seviyede sterilite gerektirdiğinin sorumluluğu hijyenistlere aittir.

$E_{szul} = 2/3$ olan minimum değer, pratikte, ancak etkili bir süpürme akımlı havalandırma sistemi yani laminar akımla sağlanabilmektedir ($\mu_s < 2/3$).

Bu nedenle havalandırma sistemleri için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır.

- a) A tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi süpürmeli akımlı olmalıdır.
- b) B tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi karışık akımlı veya laminar akımlı olmalıdır.

Havalandırma sistemi aynı zamanda ameliyat ekibinin ve hastanın da konforunu sağlayabilmelidir. Laminar akımlı havalandırma sistemi kullanılmadığında odadaki mikrop sayısı içerideki ekibin sayısına ve disiplinine bağlı olarak 100 ile 500 CFU/m³ aralığında olmaktadır.

Laminar akımlı bir havalandırma sisteminde ise yara civarında bu sayı 10 CFU/m³ seviyelerine inmektedir.

Ameliyathane içerisindeki havadaki mikrop sayısı 200 CFU/m³ seviyelerinden 20 CFU/m³ seviyelerine indiğinde ise bu mikroplardan kaynaklanan enfeksiyonlar % 50 oranında azalmaktadır.

Ameliyat sırasında korunmuş bölgedeki hava içerisinde müsaade edilen maksimum mikrop sayısı 20 CFU/m³ tür.

Taze Hava Miktarı

Üçüncü kademe filtrasyon yapıldığında besleme havasındaki mikro-organizma konsantrasyonu, resirküle hava besleme havası ile karıştırılsa dahi ihmal edilebilir olmaktadır. Ancak artık anestezi gazları ve dezenfektan buharları filtrelerde filtre edilemezler, bunlar ancak taze hava alınmak suretiyle konsantrasyonları düşürebilirler.

Ameliyathanelerde minimum taze hava miktarı 1200 m³/h olmalıdır. Bu hava debisi anestezi sisteminin bulunduğu bölgedeki atık anestezi gaz konsantrasyonunu zehirlilik limitinin altına düşürmektedir.

Ameliyathanenin Normal Kullanma Saatleri Dışındaki Çalışması

Ameliyathaneler için normal çalışma saatleri dışında da her zaman Tablo-1’de verilen odalar arası hava akışı sağlanmalıdır, sistem 24 saat çalışmalıdır. Üfleme ve egzost kanallarında hava akışı gerekmiyorsa branşmanlar hava sızdırmaz damperlerle (TROX JZ L/M veya AKE serisi) kapatılmalıdır.

Kapılar, servis pencereleri, flaplar vs. odalar kullanılmadığı zaman da sıkıca kapatılmalıdır. Normal çalışma saatleri dışında soğutma ve nemlendirme durdurulabilir. Ameliyathane suitlerinde hava akışı ancak acil bakım ve onarım işi sırasında kesilebilir. Ancak bu süre mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Bu amaçla sürekli çalışmayı görebilecek sayaçlar sisteme monte edilebilir.

Pozitif basınçlı odalarda besleme fanı stop ettiğinde egzost fanı otomatik olarak durdurulmalı yan mahallerdeki hava akışı tersine dönmüş bir hale getirilmemelidir. Normal çalışma saatleri dışında besleme fan debileri %50 oranında düşürülebilir.

Hava Üfleme Metodunun Seçilmesi

Temizlik Klası A olan bölümlerde hava akımının laminar ve 0,45 m/s +/- %20 olması tavsiye edilmektedir. Temizlik Klası B ve C olan bölgelerde ise hava menfez önü HEPA Filtrelerden geçirildikten sonra yüksek karışım menfezleri ile steril alana üflenir . Yüksek karışım oranlı hava basma metodu, az partikül içeren hava ile partikül yoğunluğunun azaltılmasından oluşur. Temiz karışım havasının, odadaki hava ile mümkün olduğu kadar hızlı karışımı için ön koşul, akışkan tekniği açısından, alışıl gelmiş menfezler yerine havanın mümkün olduğu kadar yüksek karışım derecesini sağlayan menfezlerle üflenmesidir. Bu menfezlerin içindeki kanatçıkların ayarlanabilir olması, havanın hijyenik ortamın gerektirdiği gibi üflenmesini sağlamak açısından önemlidir. Yüksek karışımlı hava akımının kullanıldığı bölgelerde partikül yoğunluğunun azaltılması için gerekli hava miktarının hesaplanması, genelde beklenen partikül emisyon oranından ve buna bağlantılı olarak mikroorganizma sayısından yola çıkılarak yapılır. Ayrıca GMP dolayısıyla ISO 14644 gibi kurallarda da gerekli olan hava değişim katsayıları ile ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur. Hava üfleme metodu seçilirken esas olarak aşağıdaki hususlara dikkat etmek gereklidir.

- Hijyenik ortamın hangi amaçla kullanılacağını belirlemek
- Hijyenik ortamda bulunan insanların zarar görmesini engellemek
- Çalışan insanların hijyenik ortamı kirletmesini önlemek
- Hava yoluyla çapraz bulaşma tehlikesini ortadan kaldırmak

(Ref. HİÇSÖNMEZ, Akdeniz Mak. Müh., II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Hastanelerde Ameliyathane İklimlendirmesi ve Sergisi)

6.1.AMELİYATHANE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ

Ameliyathane İklimlendirmesi Ve Ameliyathanelerde Klima Kullanımı

Ameliyathane iklimlendirmesi, konfor iklimlendirmesinde önemsenmeyen bazı konuların titizlikle ele alınmasını gerektirir. Servislerin farklı sıcaklık ve nem gereksinimi, servisler arasındaki hava sirkülasyonunun basınç farkı yaratılarak önlenmesi, tedavi sürecinde ortaya çıkan mikroorganizmalar ve kimyasal artıkların havadan temizlenmesi ve duruma göre steril hava koşullarının sağlanması, kısaca hastalık ve tedavisi için uygun havanın verilmesi gerekir.

Ameliyathane içindeki hava, toz vs. yanında mikroorganizmalarla kirlenmiş durumdadır. Taze hava, kirliliği azaltan bir faktördür. Havalandırma sistemi uygun projelendirilerek, içeride pozitif basınç yaratılarak, dışarıdan filtre edilmemiş havanın girmesi önlenir. Dış hava içeriye göre daha temiz bir ortamdan alınmalıdır.

Uygun olmayan hava koşulları, bakterilerin üremesine neden olur. Bazı bakteriler, bağıl nemi fazla hava koşullarında daha uzun süre yaşarlar.

Orta büyüklükte bir hastanede, ameliyathane acil durumlar dışında 8-12 saat arasında kullanılır. Enerji ekonomisi sağlamak amacı ile kullanma saatleri dışında, hava miktarının azaltılması istenir. Bu durum genel basınç dengesini bozabilir.

Ameliyathanelerde Hvac Sisteminin Fonksiyonları

Ameliyathanelerde klima sistemlerinin fonksiyonları;

a) Sıcaklık / nem kontrolü

b) Mikroorganizma ve toz oranında atık anestezi gaz oranında kötü kokuların oranında önemli ölçüde azalma sağlamasıdır .

İklimlendirme sisteminin görevi, hijyenik alanın gerektirdiği sıcaklık ve nem oranlarının sağlanmasının yanında, steril alana partikülden arındırılmış hava üfleme ve +/- basınç ayarlarını sağlamak, insan ve ekipmanların sebep olduğu ısı yükünün alınmasını, personelin ve hastaların temiz hava ihtiyacının karşılanmasını, proses atık havasının uzaklaştırılmasını, çapraz bulaşmanın engellenmesini, mikroorganizma sayısının düşürülmesi ve personelin rahat bir ortamda çalışıp konsantrasyonunu uzun süre korumasını, en az işletme masrafı ile sağlamaktır.

Steril alanın çalıştırılmasında gerekli olan enerji giderlerinin en düşük seviyeye indirilebilmesi için, ortam şartları elverdiğince çevrim havası ile çalıştırılmalıdır. Çevrim havası ile çalışan sistemlerde çapraz bulaşmanın emin bir şekilde önlenmesini sağlamak için kullanılacak olan filtre klasının kademelerinin ve kalitesinin buna göre seçilmeleri gerekmektedir.

Gece ve hafta sonlarında yani steril alanlarda hiç kimsenin bulunmadığı ve çalışma süreci nedeniyle partiküllerin ortaya çıkmadığı durumlarda hava miktarı, sistemin çalışması, yalnızca basınç değerlerinin değişmemesini sağlamaya yönelik olduğundan hava debisi ve otomatik kontrol sadece basınç farklılıklarını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır. Odalar arasındaki basınç farkının 10-15 Pa civarında olması gereklidir.

Aynı kural taze hava içinde geçerlidir. Taze hava steril alanlarda çalışan kişiler için gereklidir ve dışarı atılan atık havanın, ki buna artı basınç da dahildir, yerini alır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu hava debisi düşürüldüğü zaman otomatik debi regülatörleri ile kanaldaki havanın oransal olarak ayarlanmasıdır. Eğer bu ayar tam olarak yapılmazsa steril alandaki basınç kontrolü bozulur. Ayrıca odalar arasındaki basınç farklılığı kapıların açılıp kapanmasından en az seviyede etkilenecek şekilde tasarlanmalıdır.

Steril alanların iklimlendirilmesi ile ilgili isteklerde, yani sıcaklığın ve bağıl nemin kontrolünde, üretimin gerektirdiği şartlar dikkate alınır. Bazı hallerde üretimin türü ile ilgili nedenlerden sıcaklık ve bağıl nem, dar sınırlar içinde sabit tutulmak zorundadır. Eğer böyle bir talep söz konusu değilse, sıcaklığın 21-24°C, bağıl nemin ise %40'ı aşmamasında küf, mantar ve mikroorganizmaların hızlı bir şekilde üremelerini önlemek için fayda vardır.

6.1.1. Ameliyathane Klima Santrali

Sistemin iyi çalışması için klima cihazının seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmesinde fayda vardır:

- Klima cihazları DIN 24194 klas III'e göre en az 2500 Pa basınca kadar sızdırmaz olmalıdır.
- Serpantinlerin üzerinden mikrop tutmayan bir kaplamanın olması, özellikle soğutucu serpantin üzerinde mikroorganizmaların oluşmasını en az seviyeye indirir.
- Isıtıcı ve soğutucu serpantinlerin kanatçık aralarındaki mesafenin kesinlikle normal klima cihazlarında olduğundan daha geniş olması gereklidir.
- Yoğuşma ve nemlendirici tavası, fan, filtre ve serpantin kızakları muhakkak paslanmaz çelikten olmalıdır.
- Nemlendiricilerin buharlı olması mikrop üremesini engelleyeceği için faydalıdır.
- Vantilatör, filtre sisteminin basınç kaybı yükselirken hacim akışı çok az değiştiğinden, geriye kıvrımlı vantilatörlerde olduğu gibi, mümkün oldukça dik bir karakteristiğe sahip olmalıdır.
- Vantilatörlerin direk tahrikli motorlu yani kayışsız ve salyangoz hücresiz seçilmesinde fayda vardır. Bu hem vantilatör bölümünde mikroorganizma birikimini engeller hem de cihazın içinin temizlemesi ve dezenfeksiyonunda büyük kolaylık sağlar.

Hücre içi cidarlar dış cidarları 1 mm galvaniz sac malzemeden imal edilmiş olup, paneller alüminyum çekme profilden imal edilen karkaslar arasına tam sızdırmazlık sağlayacak şekilde ve gömme olarak yerleştirilmelidir. Ses ve ısı izolasyonu cidarlar arasına yerleştirilen DIN 4102 A1 klasında yanmaz malzemeyle sağlanmalıdır. Bütün santral hücrelerinin birleşim yerlerinin ve cihazın tüm iç yüzeyinin toz barınmasını önlemek için çıkıntısız olmasına özellikle dikkat edilmelidir.

Bütün bataryaları bakır boru alüminyum kanat olup, kanatçıklar arasındaki mesafenin en az 2-4 mm olmasına dikkat edilmelidir.

Genellikle normal klima cihazları steril bölgelerin iklimlendirilmesinde kullanıldığı zaman, sistemdeki filtreler kirlendiğinde artan basınç, havanın cihazdan sızarak gitmesi gereken yere, yani steril bölgeye ulaşmamasına neden olmaktadır. Bu da zamanla steril bölgede mikrop sayısının artmasına, odalar arasındaki basınç farklarının bozulmasına, yani sistemin işlevliliğini yavaş yavaş kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu durum genellikle cihaz devreye alındıktan 1-2 yıl sonra kendisini göstermeye başlamaktadır. Bu aşamada kullanıcı, sistemi kurandan hiçbir şey talep edemez. Bu durumda tek çare ön filtrelerin ve HEPA filtrelerin sık sık değiştirilmesi, çalışmanın durması, steril alanların kirlenmesi, validasyonun yapılmasıdır. Tüm bu işlemlerin getireceği harcamalar ve kayıplar yatırım sırasında yapılacak fazla harcamayla karşılaştırılmaz.

Sızdırmazlığı işletme sırasında da sağlamak için aşağıda sıralanan parçalar cihaz imal edilirken yerleştirilmelidir.

1. Filtre ve vantilatör hücrelerinde gözetleme camı, komple kablolandırılmış şalterli aydınlatma sistemi,
2. Emme ve üfleme hücrelerinde fleksibel kanal bağlantısı yaylı dönüşümlü ve motorlu sızdırmaz damper,
3. Filtre bölümlerinde kontaklı manometre ve paslanmaz çelik kızak,
4. Soğutucu bölümünde hijyenik, havanın geri dönüşünü engelleyen toplu sifon, flanş,paslanmaz çelik kızak,
5. Vantilatör bölümünde frekans konvertörü, fark basınç sensörü, korumalı kablo, termik motor koruyucu kontaktör, komple kablolandırılmış tamir şalteri, paslanmaz çelikten kızak,koruma ızgarası.

Ameliyathanelerde aşağıdaki koşulların sağlanması tavsiye edilir.

1. 20-24 °C arasındaki değişken sıcaklık sağlanabilmesi.
2. En az % 50 ve en fazla % 60 izafi nem sağlanması.
3. Aseptik ameliyathaneye etrafındaki hacimlere nazaran % 15 daha fazla hava vererek ameliyathane pozitif basınç yaratılması (septik ameliyathanelerde tersi).
4. Sistemde diferansiyel basınç ölçer temin ederek odaların basınçlarının ölçülebilmesinin sağlanması.
5. Duvar, tavan, döşeme ve kapıların geçirmezliğinin sağlanması.
6. Termometre ve nem ölçer temin edilerek, kolayca izlenebilecek bir yere monte edilmesi.
7. Kademeli filtreleme ve filtre randımanlarının sağlanması.
8. Tüm tesisatın yangın normlarına (NFPA standart 99-87, Health Care Facilities) uygun olmasının sağlanması.
9. Havanın tavan seviyesinden verilmesi, egzost veya dönüş havasının iki karşı duvardan tercih edilmek üzere en az iki yerden emilmesi, egzost veya dönüş menfezlerinin alt kenarının en az 75 mm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmesi, veriş menfezlerinin havayı birkaç yöne fırlatacak şekilde seçilmesi, duvar veya induction tipi veriş menfezi kullanılması.

10. Hava kanallarının veriş menfezi ucunda en az % 90 randımanlı filtreler kullanılmadığı takdirde, hava kanarlı akustik malzemeler ile sese karşı kaplanmamalıdır.
11. Hava kanallarının püskürtme tip (sprey tip) malzemelerle ses veya yangına karşı izole edilmesi halinde izolasyon malzemesi, mantar üremesine karşı ilaçlanmalıdır.

Sıcaklık, nem ve hava basıncını izleme ve ayarlama merkezi, ameliyathane sorumlusunun masasına monte edilmelidir.

Bunlara ilave olarak ameliyathanelerde atık anestezi ve toksik gazların belirli limitler içinde kalması istenir.

Ameliyathanelerde en büyük miktarda bakterilerin ameliyat ekibinin çalışmalarında hasıl olduğu tespit edilmiştir.

Ameliyathanelerde yapılan çalışmalarda, hava dağıtım sisteminin endüstriyel temiz odalarda olduğu gibi, havanın tavandan verilerek aşağı doru hareket ettirilmesi ve karşılıklı iki yan duvardan ye seviyesine yakın bir yerden emilerek egzost edilmesinin hava içindeki istenmeyen maddelerin istenilen seviyelerde tutulması en efektif yol olduğu saptanmıştır. Tavanın tamamını, yarısının “perfore plate” delikli levhalardan yapılması veya tavan tipi difuserlerle üflenmesi başarılı olarak kullanılmaktadır.

Acil ameliyathaneler haricindeki hastanenin ana ameliyat salonları günde 8-12 saat çalışırlar. Ameliyathanelerin çalışmadığı sürelerde klima sistemlerinin durması halinde dışardan içeriye hava hareketinin önlenmesi imkansızdır. Şu halde ameliyathanelerin klima sistemlerini devamlı çalıştırmak gerekir, ancak enerji tasarrufu yapabilmek için ameliyathane klima sistemleri hava miktarını azaltacak mekanizmalarla donatılmış olmalıdır(kademeli hızda motorlar gibi). Ancak azaltılmış veriş havası ile de ameliyathanede (+) basınç sağlanmalıdır. Şu halde etraftaki odalardan emilen hava miktarı aynı oranlar içinde azaltılabilmeli ve steril ameliyathane koşullarından emin olunmalıdır.

Ameliyathane odalarında normal egzost fanlarının yanında ayrıca anestezi atık gazların toplanması için ayrı bir egzost fanı veya özel vakum sistemi temin edilmelidir. Yanıcı olmayan anestezi gazların atılması için tıbbi vakum sistemi de kullanılabilir. Bu nedenle bir veya daha fazla vakum prizi anestezi makinalarının hortumlarına bağlamak üzere temin edilmelidir.

Ameliyathaneler için Dizayn Kriterleri

Sıcaklık : 20-24 °C

Nem Oranı : Minimum % 50, maksimum % 60

Hava Veriş Şekli : Tavandan

Havanın Toplamış Şekli : a) Karşılıklı iki duvardan tabana yakın bir yerden
b) 1/3 tavana yakın 2/3 tabana yakın bir seviyede

Hacim Basınçlandırması : % 15 fazla hava verilerek

Temiz oda teknolojisinde genel olarak çevresi ile temiz oda arasında $\Delta P = 12$ Pa minimum basınç farkı sağlanır. Temiz oda ile kirlenmemiş bölüm arası; $\Delta P = 12$ Pa (min).Kirlenmiş bölüm ile az kirlenmiş bölüm arası; $\Delta P = 12$ Pa. Az kirlenmiş ile kirli bölüm arası; $\Delta P = 2,5$ Pa (11)

Havanın Hızı : 0,8- 0,25 m/s (K= 0,2 m/s optimum)

Havanın Temizlenmesi : 3 kademeli filtreleme ile;
1. kademe (ön filtre) : Class EU 4 veya daha iyisi
2. kademe (hassas filtre) : Torba filtre class EU 7 veya daha iyisi
3. kademe (yüksek randımanlı) : HEPA class S ve class R

Karışım Havası : Her ameliyathane için bireysel santral projelendirilmesi halinde (EVET)
Bir santral ile birden fazla ameliyathane beslenmesi halinde, ameliyathaneler aynı gruptan (yani septik veya aseptik gruplar) olsa da (HAYIR)

Taze Hava Miktarı : Minimum $V_1 = 1200$ m³/h

Veriş Havası Miktarı : Karışım havalı sistemlerde steril ortam sağlayabilmek için minimum veriş havası miktarı 2400 m³/h ve bu miktardaki havanın içindeki mikroorganizma konsantrasyonu ise referans değerdir. Laminer akımlı sistemlerde bu referans mikroorganizma konsantrasyonu, ameliyathanenin korunmuş bölgesindeki kirlenme faktörü (μ : contamination factor) kadar düşük debide sağlanabilmektedir.

$$V = 2400 \mu_s / \Sigma s \text{ (m}^3/\text{h)}$$

V: minimum karışım havası miktarı (m³/h)

μ_s : Korunmuş bölgedeki kirlilik faktörü

Σs :Korunmuş bölgedeki, mikroorganizma konsantrasyonunun limit değeri

A Tipi Ameliyathanelerde : (Özel yüksek derecede sterillik istenir. Organ plantasyonu, açık kalp ve kemik ameliyatları)
 $\Sigma s = 2/3$

B Tipi Ameliyathanelerde : (Yüksek derecede sterillik istenir)

$$\Sigma s = 1$$

Veriř havası miktarı kirlilik derecesine göre dūřürülebilir.İdeal karışım havası miktarında $\mu=1$ dir. Őekil 3 ve Őekil 4 de hava kirlilik faktörü μ ve mikroorganizma konsantrasyonuna bağlı olarak minimum ve optimum veriş havasını tayin diyagramları verilmektedir.

Maksimum gürültü seviyesi : 40 dB

Güvenlik : 1- Ameliyathane ve yan mahallerini besleyen klima santralleri elektrik kesintilerine karşı bir jeneratör sistemine bağlanarak çalışmaları güvence altına alınmalıdır.

2- Veriş ve egzost fanları akuple çalıştırılarak, arıza halinde basınç dengesinin bozulmasına imkan verilmemelidir.

3- Ameliyathanelerin çalışmadığı sürelerde hava veriş ve egzost sistemi hava kanallarında hız

$V_{\min}=2$ m/s olacak Şekilde hava miktarı azaltılarak devamlı çalıştırılmalı ve bu Şekilde

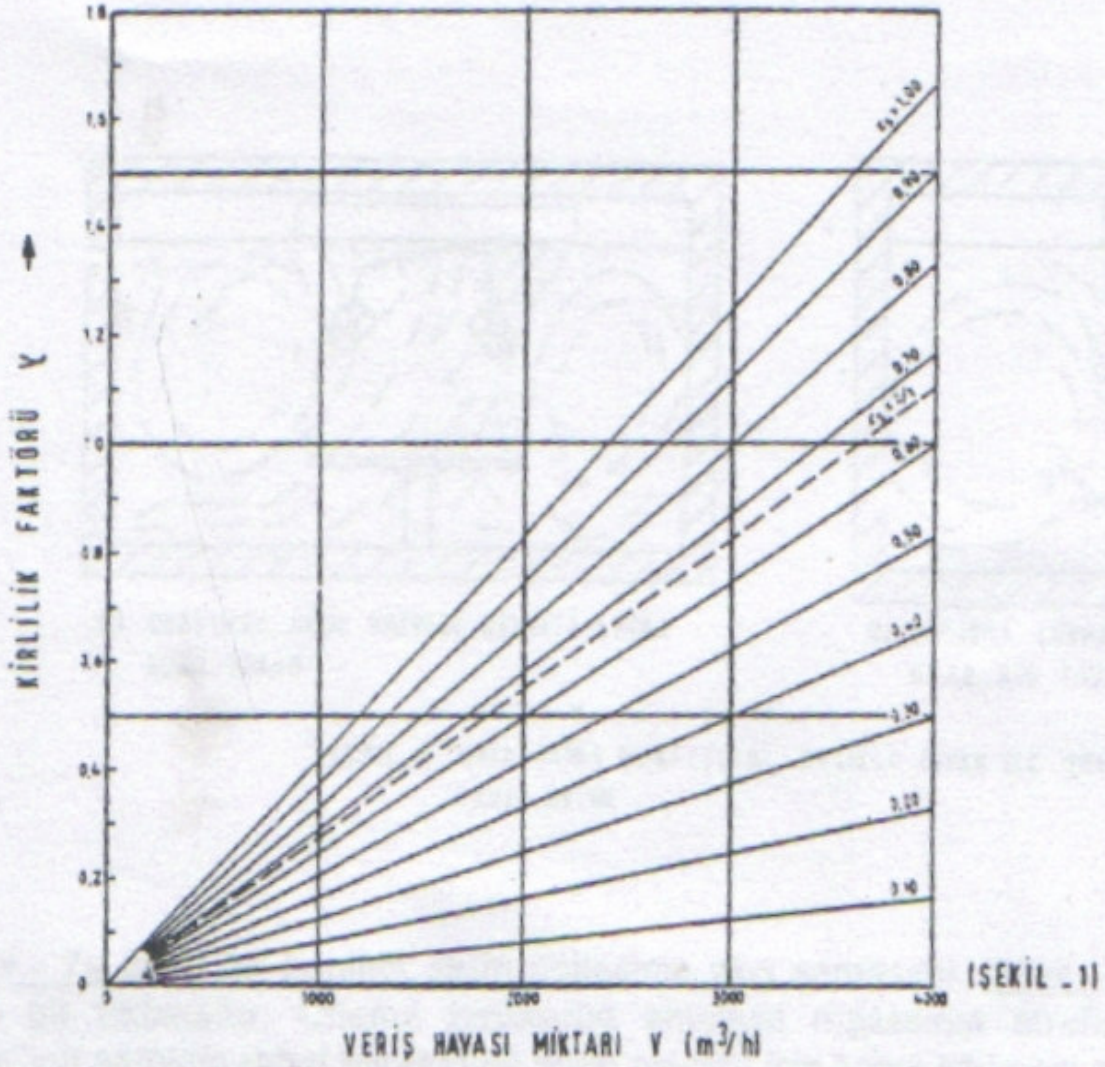
mikroorganizmaların ameliyathanelere sızmaları önlenmelidir.

Konvasyonel tipte (türbülans akımlı) havalandırma sistemi ile klimatize edilen bir ameliyathanede ($n=20$ defa/h hava değişimi) ile veriş havası miktarının $V=1800$ m³/h olması halinde, mikrop konsantrasyonu ameliyat esnasında ortalama 200 CFU/m³ olarak ölçülmektedir.

Tavandan asılı havalandırma ünitesi ile klimatize edilen ameliyathanede aynı hava miktarı ile ameliyat masası üzerindeki hastanın yanında mikrop konsantrasyon değeri 20 CFU/m³ olarak tespit edilmekte yani % 10 mertebesine azaltılmaktadır. Őayet hava miktarı olan 1800 m³/h iki katı arttırılarak 3600 m³/h'e çıkarılırsa bu durumda mikrop konsantrasyonu 10 CFU/m³'e inmektedir. Yapılan testler sonucunda; ortamında 200 CFU/m³ mikrop konsantrasyonu bulunan bir kemik ameliyatı yapılan bir ameliyathanede hastanın enfeksiyon kapma oranı %3,5 iken mikrop konsantrasyonu 10 CFU/m³'e indirildiğinde hastanın enfeksiyon kapma oranı % 1,5'e çekilmektedir. Bu değeri 5 CFU/m³'e indirmek enfeksiyon kapma oranında çok ufak değişiklikler meydana getirdiğinden ancak veriş havası miktarını çok arttırdığından, gereksiz görülmektedir.

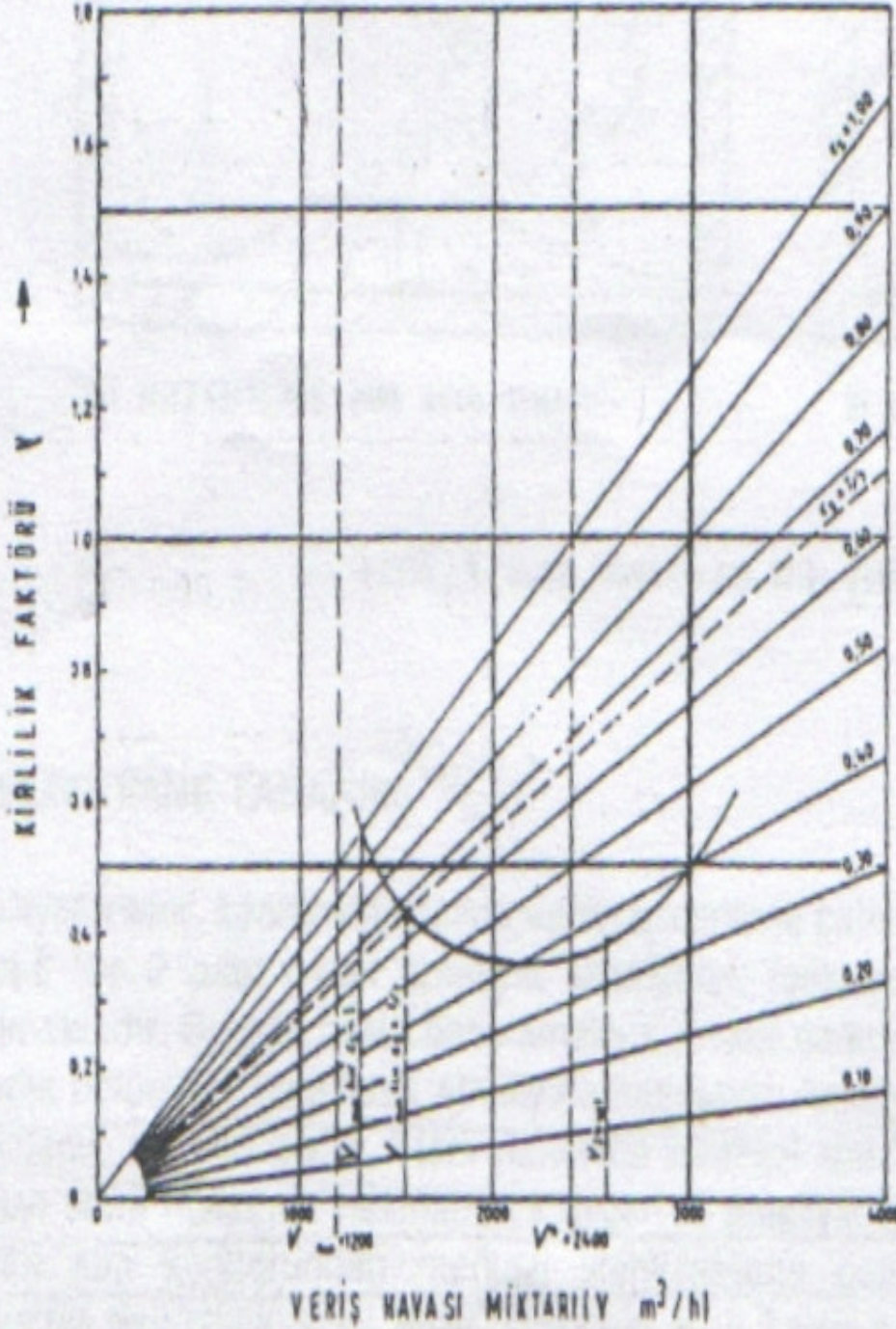
(Ref. DEMİREL, Ömer Mak. Müh. -Alarko-Carrier A.Ő.-II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Hastanelerde HVAC Sistemleri)

MİKRO ORGANİZMALARIN KONSANTRASYONUNA BAĞLI OLARAK
OPTİMUM VERİŞ HAVASI MİKTARININ TAYIN EDİLMESİ



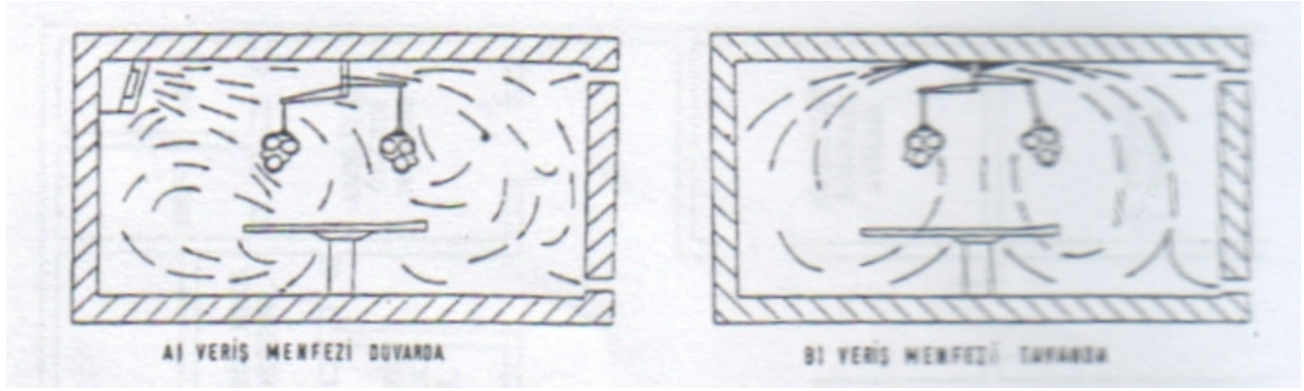
Şekil 3 : Mikroorganizma konsantrasyonuna bağlı olarak optimum veriş havasını belirleme(ref. ASHRAE 1991 Applications Handbook Chapter7 Health Facilities)

MİKRO ORGANİZMALARIN KONSANTRASYONUNA BAĞLI OLARAK
MİNİMUM VE OPTİMUM VERİŞ HAVASI MİKTARININ TAYİNİ



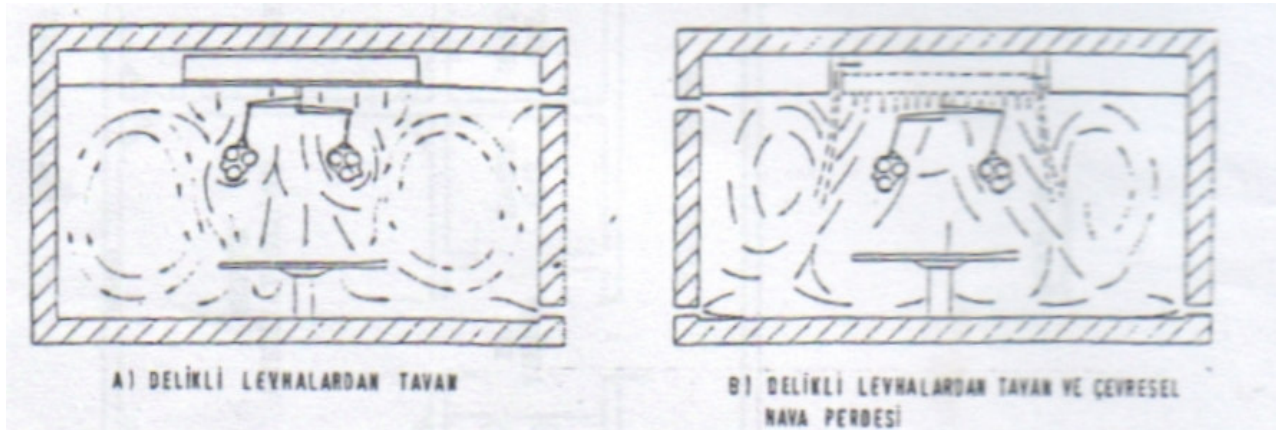
Şekil 4 : Mikroorganizma konsantrasyonuna bağlı olarak minimum ve optimum veriş havasını belirleme(ref. ASHRAE 1991 Applications Handbook Chapter7 Health Facilities)

Ameliyathane içindeki hava kontrol sistemleri

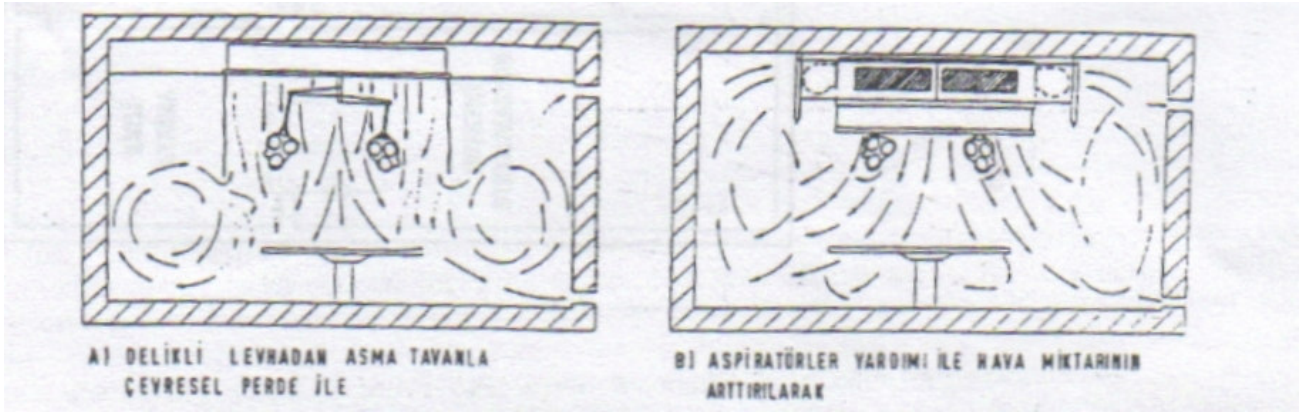


Şekil-5 :Bir ameliyathane konvansiyonel sistemle hava veriş ve emişini göstermektedir.

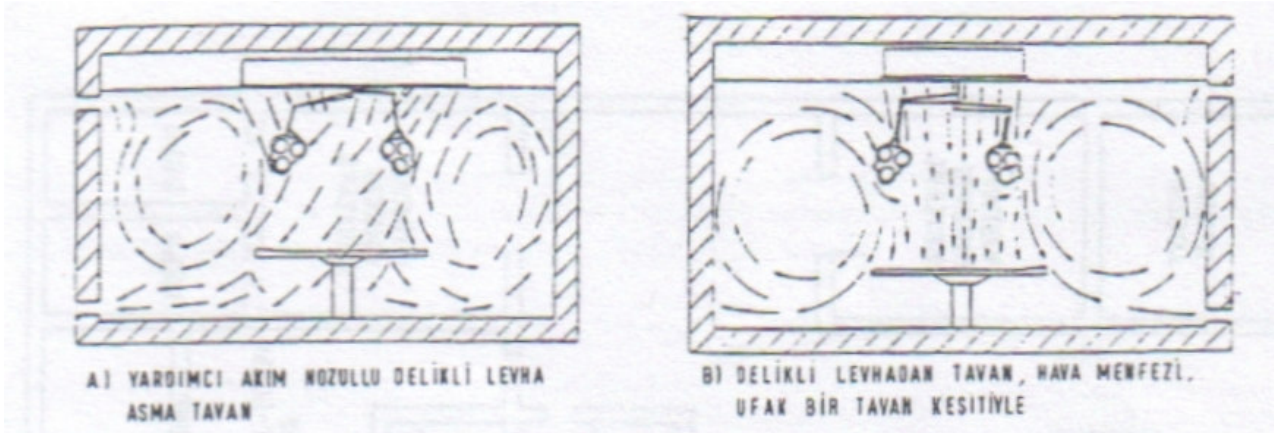
Tipik olarak hava debisi $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ ve hava değişim sayısı $n = 20$ defa/h olarak verilebilir. Her iki şekilden de görüleceği gibi hava ameliyathanenin içinde türbülanslı bir akım ile dolaşmaktadır.



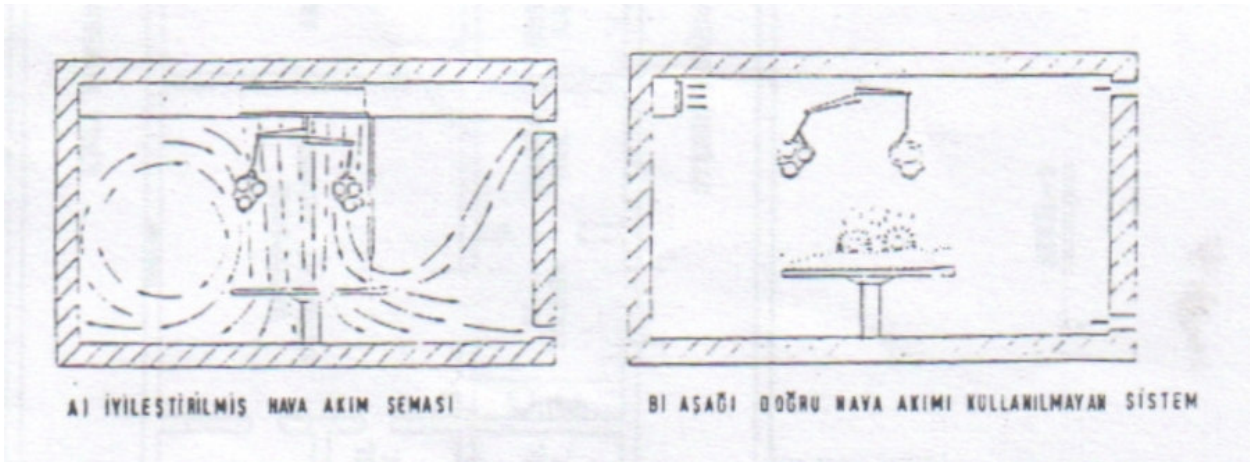
Şekil-6 : Perfore ameliyathane tavanlarında (delikli levhadan yapılmış) hava veriş ve emişi şematik olarak gösterilmektedir. **Şekil-6a** da takriben 3×3 m perfore bir tavandan hava $0,005-0,10$ m/s düşük bir hızla aşağı doğru üflenmektedir. Bu durumda üfleme havasının dışında oluşan hava akışı veriş havası ile karışabilir. **Şekil - 6b** de bu hava akımını stabilize etmek için perfore delik çaplarını büyütürük hava miktarı $3500 \text{ m}^3/\text{h}$ 'e çıkarılmıştır.



Şekil-7 Şekil-8 ve Şekil-9 de değişik hava veriş ve emiş şekilleri şematik olarak gösterilmektedir. Şekil-7b de hava çıkış hızı $V = 0,50 \text{ m/s}$, veriş havası $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ 'ye ulaşmaktadır (işletme maliyeti yüksek).



Şekil-8 da perfore asma tavan ile beraber ek akım nozulları koyarak akımın yanlardaki türbülanslı bölgeden izole edilmesi sağlanmıştır.

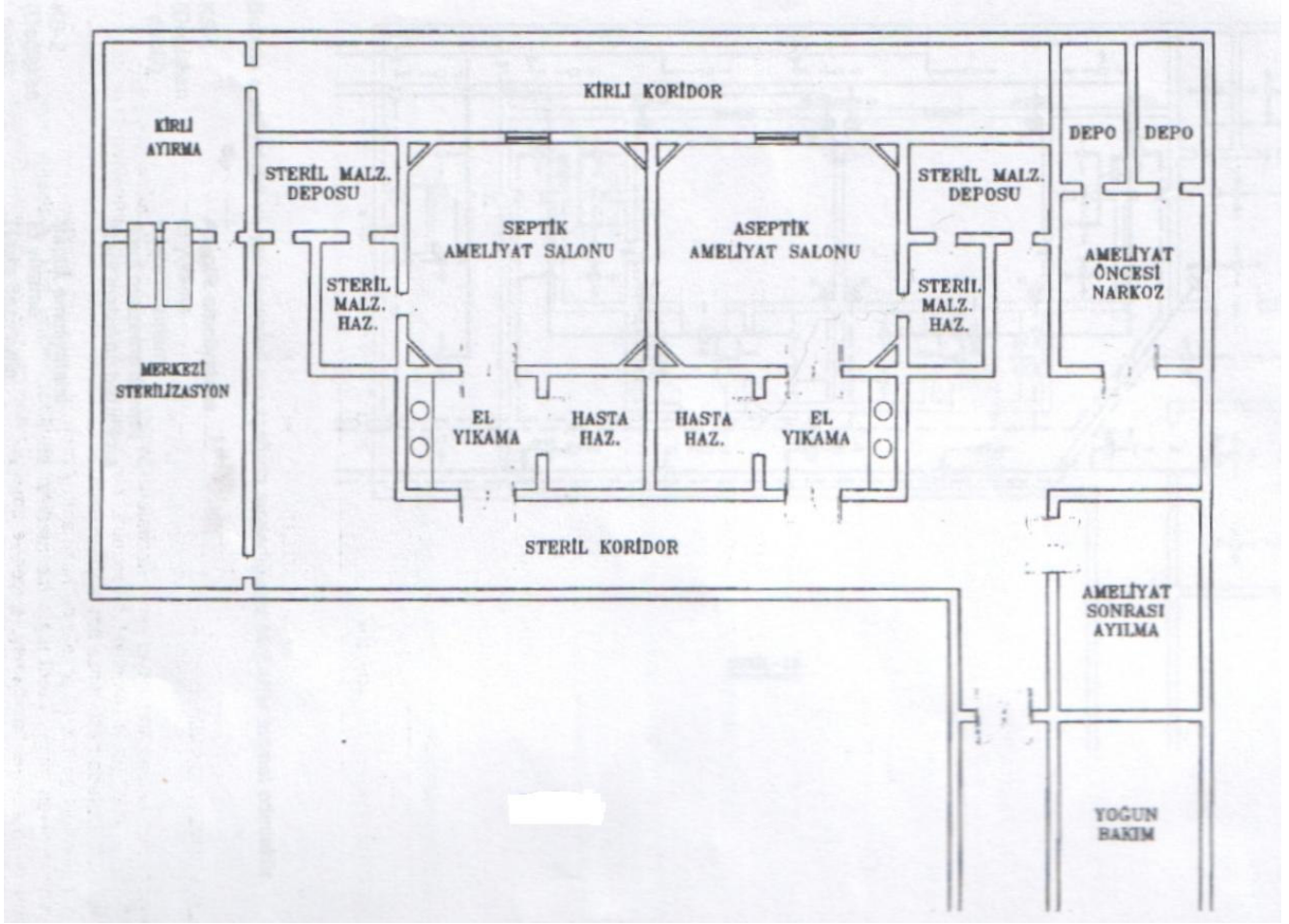


Şekil-9a ideal bir laminer akım ünitesinin akış şemasıdır. Şekil-9b havanın tavadan verilmediği yeni bir tatbikattır. Üfleme havasının ameliyat masasının etrafından verilmesi

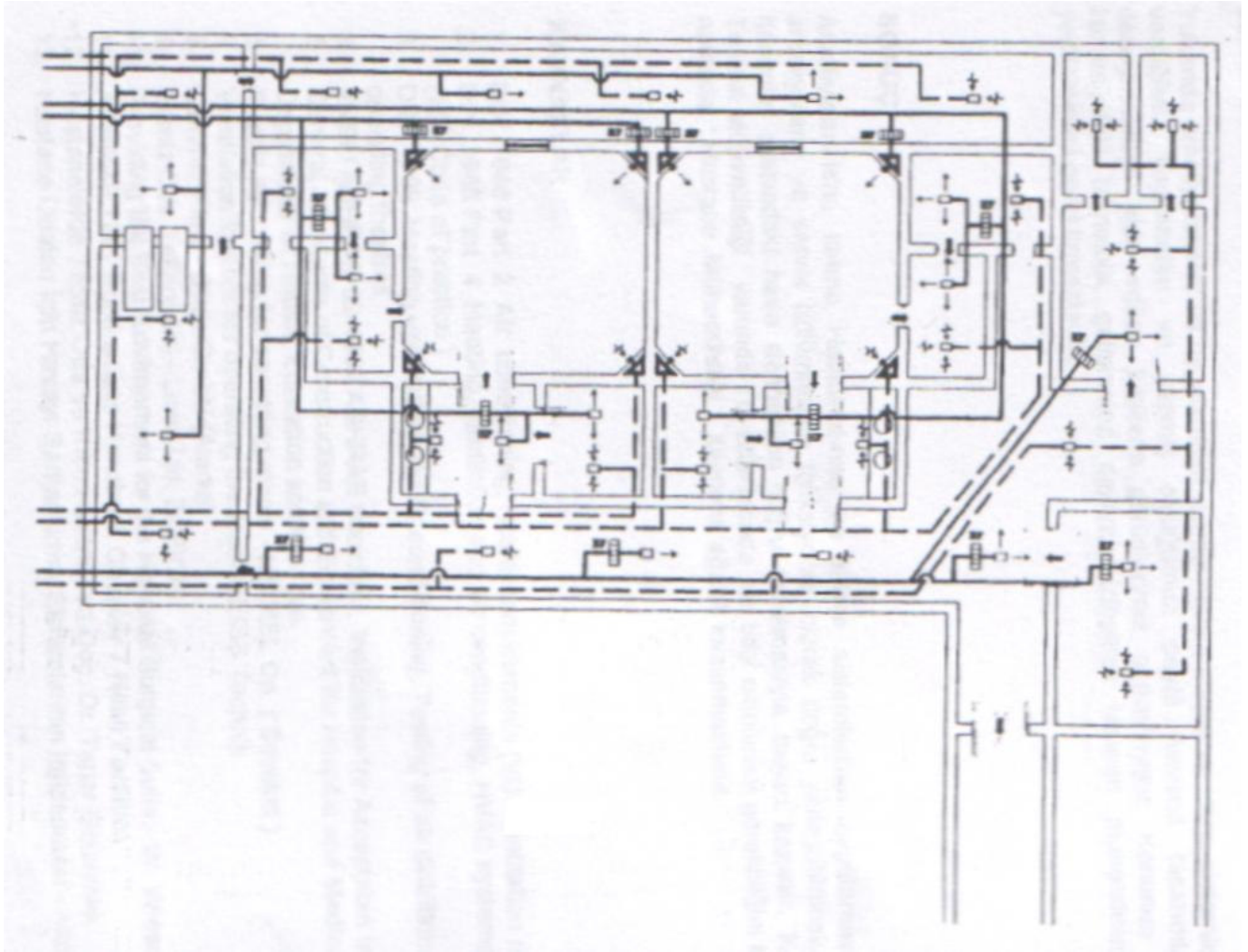
öngörülmektedir. Ameliyat ekibinin rahat hareketine mani olacağı için kabul edilmesi zor olacaktır.

Ameliyathane Tasarımı

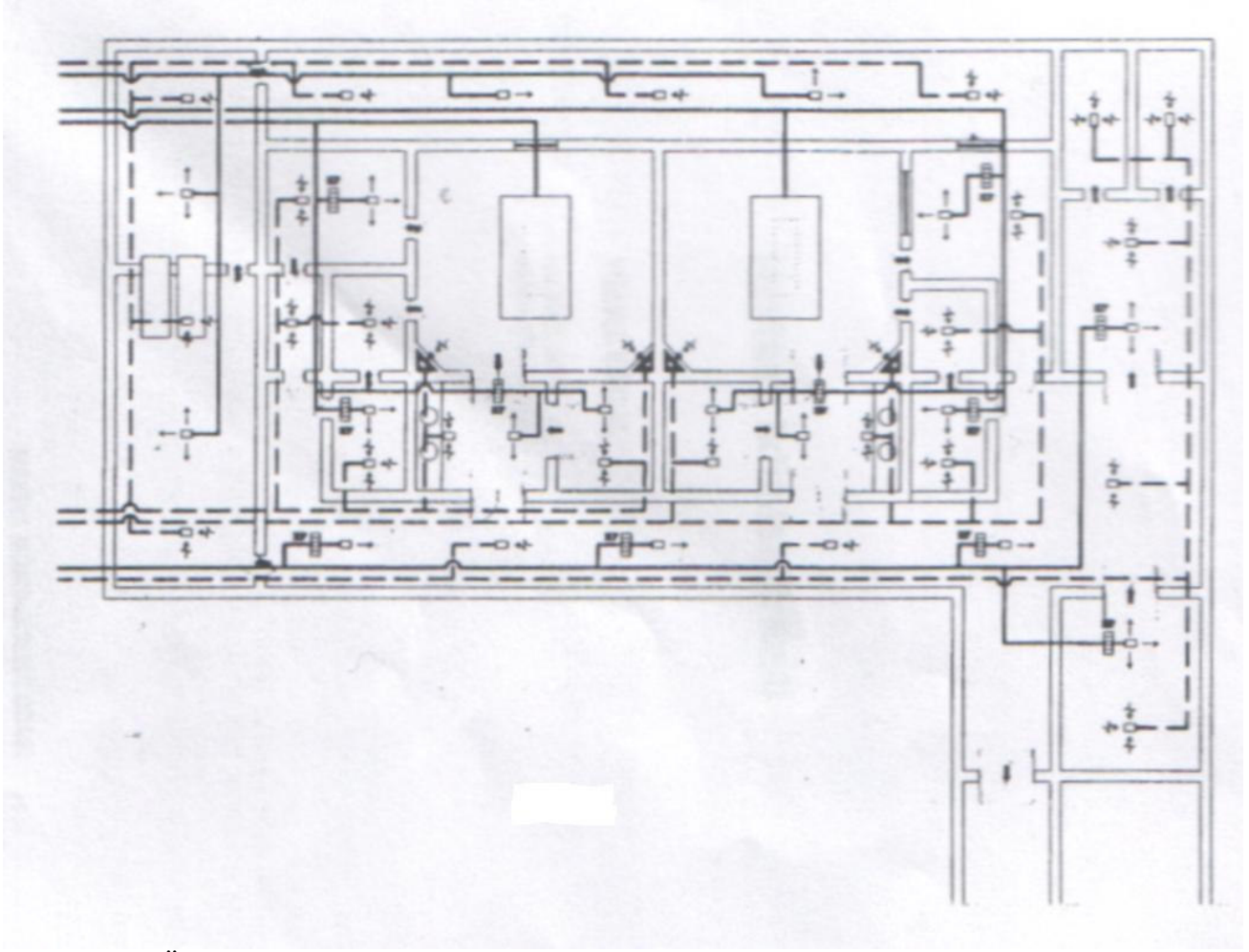
Ameliyathaneler, kendilerine servis veren hacimlerle birlikte mimari projelerde doğru tasarlanmalıdır. Şekil-10 de iki adet genel ameliyat salonunun, fonksiyonel olarak doğru yerleştirilmiş bir tasarımı verilmektedir. Burada hasta önce ameliyat öncesi narkoz bölümüne alınarak bayıltılır. Buradan hasta hazırlık bölümüne getirilerek ameliyata hazırlanır. Ameliyat ekibi steril elbiseler ile el yıkamaya gelir, temizlenir, eldiven giyilir. Steril malzeme merkezi sterilizasyondan, steril malzeme deposuna gelir, oradan steril malzeme hazırlamaya geçer ve ameliyat öncesi ameliyat salonuna götürülür. Ameliyat kirlileri kirli koridorundan merkezi sterilizasyona getirilir. Sterilizasyon işleminden sonra steril malzeme deposun sevk edilir. Ameliyat olan hasta ameliyat sonrası ayılmaya gelir, daha sonra gerekiyorsa yoğun bakıma, gerekmiyorsa hasta yatak odasına gönderilir.



Şekil-10 : Ameliyat salonunun fonksiyonel olarak doğru yerleştirilmiş bir tasarımı



Şekil-12 : Ameliyat salonlarından birinin septik diğerinin aseptik olduğu varsayımı ile ameliyathanelerin klima santralleri tarafından beslenmesi



Şekil-13 : Özel septik konumları nedeniyle kalp-damar cerrahisi ve ortopedik ameliyat salonlarının ayrı klima santralleri tarafından beslenmesi

Burada da klima santrallerinin hizmet ettiği hacimler aynıdır.

Hava Akım Şeması

Tüm steril alan iklimlendirme sisteminin nasıl çalışacağı tespit edilirken ilk önce ameliyathane ve steril alanın içinde kalan diğer odalardaki ısı yükü analizinin yapılması gerekir. Bundan sonra ameliyathane sayısına göre, dönüşümlü hava, % 100 taze hava veya bu ikisinin karışımı olacak bir sistemin planlanması gerekir. Hangi sistemin nasıl kullanılacağına tespitinde ameliyathanelerin sayısı büyük rol oynar. Dönüşümlü hava, bir klima cihazı sadece bir ameliyathane için öngörülmüşse uygulanabilir. İki veya daha fazla ameliyathane bir klima cihazı üzerinden havalandırılacaksa, iklimlendirmenin işletme açısından daha maliyetli olan % 100 taze hava ile yapılması gerekir. Bir hastanede bütün ameliyathane ve steril bölgelerin sadece bir klima cihazı üzerinden iklimlendirilmesinin kesinlikle yapılmaması gerekir, çünkü sistemdeki basit bir arıza bütün sistemin çökmesine neden olur. Bu hem hastanın sağlığı, hem de hastaneye getireceği mali kayıplar açısından oldukça sakıncalıdır.

Hava akım şemasının üzerinde hangi sistemle çalışıldığı, kaç klima cihazı kullanılacağı ve konfigürasyonları, kanal ekipmanları, hava debileri, hangi kanal sisteminin, hangi alanları havalandırdığı gibi bilgilerin olması gereklidir.

Hava Girişi

Yer, hijyen kategorisi, mekan oluşturma, insan ve malzeme akış analizi, iklim koşulları, hava akım şeması, klima cihazlarının iç düzeni ve sayısı tespit edildikten sonra; kullanıcı, mimar ve steril alan mühendisi, artık, korunacak steril alanda gereken partikül kontrolünü sağlayacak olan hava akım türü ile ilgilenmek durumundadır.

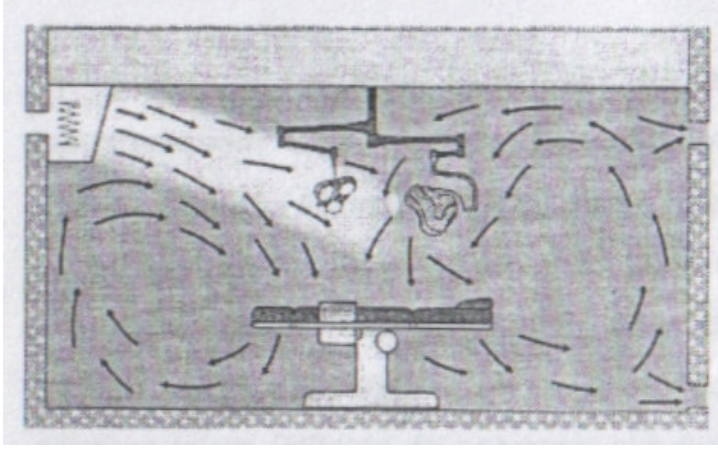
Hijyen kategorisi düşük olan steril koridorlar, sterilizasyon bölümü, hasta hazırlama vs. gibi alanlarda hava HEPA filtrelerinden geçirildikten sonra yüksek karışım menfezleri ile steril alana üflenir. Özellikle düşük hijyen kategorisindeki steril alanlarda kullanılan türbülentli akış, az partikül içeren hava ile partikül yoğunluğunun azaltılmasından oluşur. Temiz karışım havasının, odadaki hava ile mümkün olduğu kadar hızlı karışımı için ön koşul, akışkan tekniği açısından, alışlagelmiş menfezler yerine, yüksek karışım derecesini sağlayan menfezlerle üflenmesidir. Yüksek karışımlı hava akımının kullanıldığı steril alanlarda partikül yoğunluğunun azaltılması için gerekli hava miktarının hesaplanması genelde, azami ve sabit bir partikül emisyon oranından yola çıkılarak düşünülen, götürü kıstaslarla yapılır ve dikkate alınır.

Hijyen kategorisi daha yüksek olan yoğun bakım ünitelerinde de hava akımı türbülentli seçilir, yalnız burada hava debisinin daha yüksek olmasına dikkat edilir.

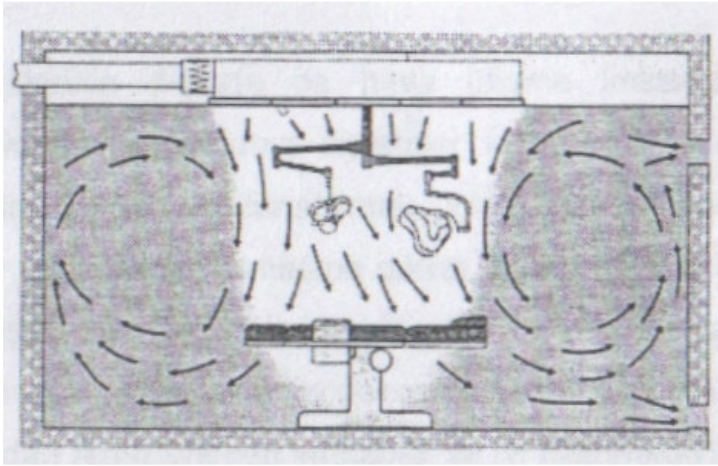
Ameliyathanelerde ise, karşımıza genellikle aralarında bir seçime gitmemizi gerektiren üç alternatif çıkacaktır .

Türbülentli Akım. Bu tip hava akımı genellikle infeksiyon tehlikesinin yüksek olmadığı ameliyathanelerin yapılacağı ameliyathanelerde kullanılır. Hava, küçük ameliyathanelerde şemsiye tipi (*Şekil 14*), büyük ameliyathanelerde ise jet destekli tavan ünitesi (*Şekil 15*) ile ameliyathane masasına yönlendirilir. Bu şekilde ameliyathane masasındaki mikrop sayısı, ameliyathane tamamına oranla biraz daha alt seviyeye indirilebilir. Aynı zamanda ısı yükü odada çalışan sağlık personelinin ve hastayı rahatsız etmeden alınabilir. Şemsiye tipi tavan ünitesi aynı zamanda tavan

seviyesi düşük olan ameliyathaneler için idealdir. Sözkonusu iki sistem de kullanılırken havanın yapılacak olan ameliyatın çeşidine göre nasıl ve nereden üflemesi gerektiği; havanın hangi hızla ve odaya nazaran kaç derece ısı farkı ile üfleneceği çok iyi analiz edilmelidir.



Şekil 14: Şemsiye tipi tavan ünitesi



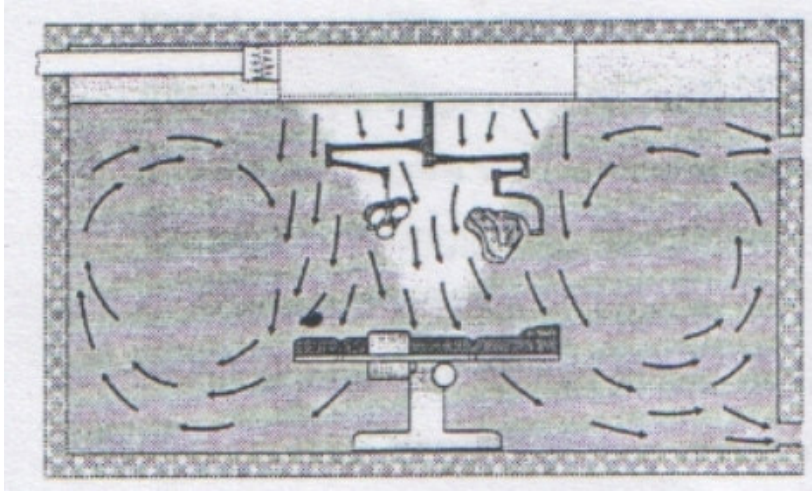
Şekil 15: Jet destekli türbülentli akım tavan ünitesi

Direkt Laminer Akım. Bu sistemde hava ameliyathanelerdeki kritik bölgeye, partiküllerin tanımlanmış olan yatay veya düşey akış yolunda doğrudan alandan dışarı itilmesini öngörmektedir (Şekil 16). Bu tür hava girişi, düşük karışımli itilme akışı “laminer akım” olarak adlandırılır. Bu tür hava giriş yöntemi ile ilgili en önemli kriter, itilme akış etkisine ucu ucuna ulaşılabilmeyi garanti eden, minimum bir akış hızıdır. Bu da, hava gereksinimini mümkün olduğunca aza indirgeyebilmek için yan koşulların hassas bir analizini zorunlu kılmaktadır. Örneğin, ameliyata en fazla kaç kişi katılacak, cihazlar ne kadar ısı veriri ve nasıl yerleştirilebilme olanağı vardır. Bu tip hava üflemesi yapılırken odaya üflenen havanın ısısı

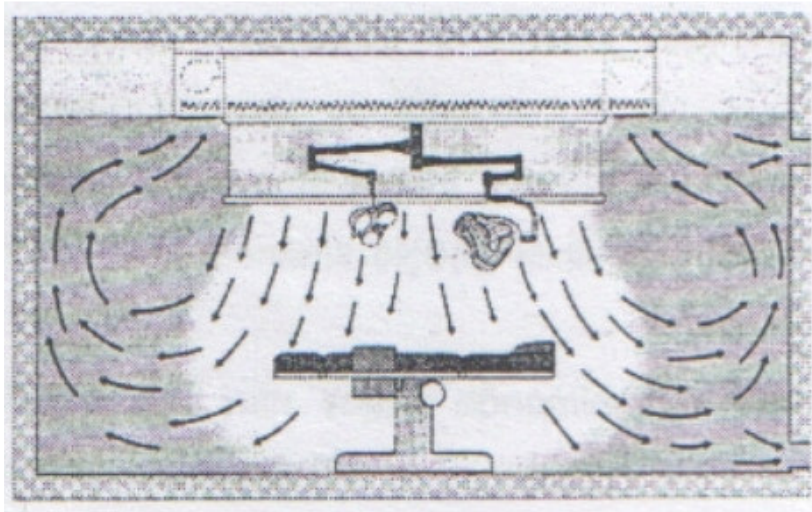
ile odanın içindeki havanın ısısı arasındaki farkın en düşük düzeyde olması gerekir. Eğer hava gerektiğinden fazla soğuk üflenirse, üflenen hava ile odadaki havanın arasındaki yüksek farktan ötürü, özellikle uzun ameliyatlarda cerrahların omuzlarının tutulması söz konusudur. Bu yüzden

ısı farkının düşük, dolayısı ile hava debisinin yüksek olması gerekir. Direk olarak ameliyat masasının yanında çalışan insanların ve kullanılan cihazların da bu laminer akımın içinde kalmasına ayrıca dikkat edilmelidir. Bu şekilde çapraz kontaminasyonlar önemli ölçüde engellenir.

- *Dönüşümlü hava ile çalışan Laminer Akım.* Bu sistem en kritik ameliyatların yapıldığı steril alanlarda (örneğin kalça eklem yeri) kullanılır. Bu durumda çok yüksek hava debisi gerekli olduğundan, havanın kanal sistemi ile steril alana götürülmesi oldukça zordur. Bu yüzden ameliyathane tavan üniteleri içine yerleştirilmiş olan vantilatörlerle resirküle hava kullanılarak yüksek debiler elde etme olanağı bulunmaktadır (*Şekil 17*). Tabii ki gerekli olan taze havayı bu sisteme getirmeyip, bu havayı tekrar dışarı atmamak gerekir.



Şekil 16: Paslanmaz çelikten direkt laminer akım tavan ünitesi



Şekil 17: Dönüşümlü hava ile çalışan laminer akım tavan ünitesi

Yukarıda sayılan hava üfleme çeşitlerinin dışında da hava üfleme imkanları bulunmaktadır ama pratikte genellikle saydığımız sistemler kullanılmaktadır. Tavan ünitesi

seçiminde malzemeyi uzun zaman kullanabilmek için her tarafının dezenfeksiyon maddelerine dayanıklı paslanmaz çelikten olmasına dikkat edilmelidir. Paslanmaz çeliğin dışında maliyeti daha düşük olan polyester laminizatör ve/veya boyalı sacdan yapılmış tavan üniteleri bulunmaktadır. Sık sık temizliği ve dezenfeksiyonu yapılması gereken tavan üniteleri de polyester olduğundan temizlenirken yırtılabilir ve iyi işlenmediyse bir süre sonra gevşeme yapar. Bu malzemenin tekrar temininin maliyeti yüksektir.

Ön ve HEPA filtrelerinde sadece partikül tutma oranı değil, filtrenin temiz durumundaki basınç kaybının minimum seviyede olması sistemin uzun ömürlü olması açısından çok önemlidir. HEPA filtrelerinin her değiştirilişinde sistemin durması gerektiği bunun da steril alanın kapatılması ve sonra da etraflı bir şekilde temizlenmesinden doğacak olan mali kayıpların gözardı edilmemesi gerekir.

Ameliyathanelerde kesinlikle dikkat edilmesi gereken konulardan biri de emme menfezlerinin lif tutacak şekilde seçilmesidir.

Hava giriş çeşitlerinin yanı sıra, ameliyathanelerden hava emerken dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Ameliyathanelerde havanın tamamı kesinlikle aşağıdan emilmemelidir. Diğer steril alanlarda bu mümkündür.

Hava Hazırlama

Steril alanın çalıştırılmasında gerekli olan enerji giderlerinin en düşük seviyeye indirilebilmesi için, tüm sistem prensipte çevrim havası ile çalıştırılmalıdır. Yalnız bu bazı durumlarda yatırım masraflarını yükselttiğinden % 100 taze hava ile çalışan sistemlerin de kurulabileceği yukarıda belirtilmiştir. Hava miktarı, gece ve hafta sonlarında, yani steril alanda hiç kimsenin bulunmadığı ve çalışma süreci nedeniyle partiküllerin ortaya çıkmadığı durumlarda, sistemin çalışması yalnızca artı basıncın tutulmasını sağlamaya yönelik olduğundan, hava debisi ve otomatik kontrol sadece artı basıncı koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Aynı kural taze hava için de geçerlidir. Taze hava steril alanda çalışan kişiler için gereklidir ve dışarı atılan atık havanın, ki buna artı basınç da dahildir, yerini alır. Bu şekilde ameliyathanelerin kullanılmadığı zamanlar enerji tasarrufu sağlama olanağı bulunmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu hava debisi düşürüldüğü zaman, otomatik debi regülatörleri ile kanaldaki havanın oransal olarak ayarlanmasıdır. Eğer bu ayar tam olarak yapılamazsa, steril alanlardaki artı basınç kontrolü bozulur.

Personel için taze hava oranı, yürütülmekte olan işle bağlantılı olarak, kişisel taze hava gereksinimine uygun olarak tayin edilmelidir. Bunun ötesinde, uygun yüksek basıncın sürekliliğini sağlamak için gerekli olan hava miktarının hesaplanmasında, kapı, pencere ve diğer kapatma yüzeylerinin sızdırma oranları konusunda hassas bir analiz yapılması gerekliliğine dikkat edilmelidir. Örneğin “toplam hava miktarının %10'u” gibi standart değerler, deneyimlere göre, uygulamaların büyük bir bölümü için çok yüksektir. Çünkü temiz odaların özel duvarları ve tavan sisteminin sızdırmazlığı, normal duvar ve tavanlara oranla çok daha fazladır. Gerçekten

gereksinilen taze hava miktarının titiz bir biçimde hesaplanması, steril alana sevk edilen taze havanın hazırlanması için harcanan enerjinin en alt seviyede tutulması için çok önemlidir. Bu enerji, taze havanın yazın neminin alınması ve kışın ise nemlendirilmesi için gerekli olan enerjinin tasarrufudur ve kesinlikle küçümsenmemesi gerekir. Burada sıralanan özelliklerin dışındaki detaylar klima cihazı bölümünde ayrıca belirtilmiştir.

(Ref. HİÇSÖNMEZ, Akdeniz Mak. Müh., II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Hastanelerde Ameliyathane İklimlendirmesi ve Sergisi)

SİSTEMİN GENEL TARİFİ

Hava İletimi :

Ameliyathanelerin önündeki steril koridor, sterilizasyon, sterilizasyon deposu , doktor dinlenme odası ve soyunma bölümlerine hava hepa filtrelerden geçirildikten sonra, yüksek karışım menfezleri ile ortama üflenir.

Ameliyathanelerde, hava HEPA filtresinden geçirildikten sonra ameliyathanenin üst tarafından hava akım ünitesi ile ameliyat masasının üzerine yarı düşey akış yönünde ve yarı türbülanslı olarak üflenir.

Havayı hazırlamak için hijyenik şartlara uygun bir şekilde imal edilmiş iklimlendirme cihazı bina içinde ameliyathanelerin yanında bir mahale yerleştirilir. İklimlendirme cihazı sızdırmaz olmalıdır. Cihaz çift cidarlı olup, dezenfeksiyonunun kolay ve güvenilir bir şekilde yapılmasını sağlamak için panellerin birleşim yerleri çıkıntısız olmalıdır. Serpantilerin kolayca temizlenmesini sağlamak amacıyla serpantinlerin üzerindeki hava hızı (cihaz alın hızı değil) teknik odadaki yerleşim şartları elverdiğince 2,5 m/s'yi geçmemelidir. Hava klima cihazının içinde gerektiği gibi hazırlandıktan sonra (hava karışım hücresi, önfiltrleme ,ısıtma, dezenfeksiyon hücresi, soğutma, nemlendirme ve 2. basamak filtrleme) steril bölgeye gönderilir. İşletmenin ekonomik olmasını sağlamak ve hava debisinin filtrelerin kirlenmesi ile bağlantılı olarak düşmesini, dolayısıyla hava değişim katsayısının değişmesini önlemek için iklimlendirme cihazlarına frekans konvertörleri yerleştirilmelidir. Cihazın emme ve basma taraflarına yerleştirilen ses yutucularla vantilatörün yaydığı ses dalgaları DIN 1946/4 normunda istenen gürültü seviyesine kadar çekilecektir.

Giriş havası, G3,F5,F9 ve H14(HEPA) sınıfı filtrelerle çok ince tozlardan arındırılır. Filtreler, bakımı kolay ve güvenilir olacak şekilde yerleştirilmelidir. Yedek filtre stoğunu düşük tutmak için aynı büyüklükte ve aynı marka filtreler yerleştirilir. Sistemde enerji harcamasını en düşük seviyede tutmak ve bakım masraflarını en aza indirmek amacıyla tüm filtrelerin seçiminde başlangıç basınç kaybı en düşük olanlar dolayısıyla uzun ömürlü olanlar tercih edilir. G3 filtresi hemen taze hava kanalının girişine konular ve yıkanabilir olmalıdır. Yerleştirilecek ön filtreler kesinlikle yırtılmayacak özellikte sentetik malzemedan olmalıdır ve sistem açılıp kapandığında kesinlikle silkelenip partikül dolayısıyla mikroorganizma oranının geçici olarak yükselmesine sebep olmamalıdır. Filtre malzemesi yırtılmayı önlemek için muhakkak çerçevenin içine kaynaklanmalı, ayrıca filtre malzemesi de birbirine kaynaklanmış olmalı, cam elyafında imal edilmiş olan dikişli filtreler yırtılma tehlikesi ve sağlığa zararlı olduğu için kullanılmamalıdır. Her HEPA filtresinin iki tarafında da muhakkak koruma ızgaraları bulunmalı ve çerçeveleri küf üremesine olanak vermeyen malzemedan olmalı, MDF veya sunta kesinlikle kullanılmamalıdır. HEPA filtrelerin tek tek ölçümü yapıldığına dair belge verilmelidir.

Kanal sisteminin planlanmasında enerji harcamalarını ve kanal sisteminin geçtiği bölgelerde oluşabilecek ses seviyesini düşük tutmak için kanal içi hava hızının olanaklar elverdiğince 6 m/s'yi geçmemesine dikkat edilmelidir. Her ameliyathanenin girişine isteğe göre ısıyı ayarlamak için zon ısıtıcı ve ses seviyesini 40 dB(A) 'le düşürmek için ameliyathane girişine

ve çıkışına susturucu yerleştirilmesi öngörülür. Ameliyathane hava kanalı girişine ve çıkışına ayrıca hava debi ayar cihazları konarak geceleri ve ameliyathanelerin tümü kullanıldığı zaman, hava debisinin düşürülmesi sağlanmalıdır. Kanal sistemi fabrikasyon kendinden flanşlı sızdırmaz olup, silikon kullanımı en düşük seviyeye indirilmelidir.

Ameliyathanelere üflenen hava, emiş kanallarında lif birikmesini önlemek için lif tutucu menfezler üzerinden emilir.

Hava miktarı DIN 1946/4'e göre içerideki tahmini ısı yük gözönüne alınarak tespit edilir. Bütün steril bölgelere verilecek hava için 1 adet klima cihazı öngörülür.

Artı basınç oluşturulurken , steril bölgedeki tüm kapıların analizi yapılmalıdır. Steril bölge ile dışarı arasında en az 10 Pa basınç farkı bulunmalıdır. Böylece iklimlendirme sistemi ile dış ortamdan girecek ve ameliyathanelerin koşullarını ve mikroorganizma oranını etkileyebilecek kirli hava sızıntıları en düşük seviyeye indirilmelidir.

6.2 HAVALANDIRMA SİSTEMİ

Taze Hava Oranları Ve Üfleme Hava Debileri

Havada taşınabilen mikroorganizma sayısını daha da düşürebilmek ve/veya ısı balansını devam ettirebilmek için besleme hava debisinin, taze hava oranları ile hesaplanan hava debisinden daha fazla olması gerekebilir. Eğer besleme hava debisi ile taze hava arasındaki fark resirküle hava ile kompanse edilemiyorsa taze hava miktarı artırılır.

Resirküle Hava Kullanımı

a) Aynı oda ve aynı zondaki odalardan egzost yapıldığında bu hava resirküle havası olarak kullanılabilir (Örneğin bir ameliyathane suiti)

b) Resirküle taze hava gibi 1. ve 2. kademe filtrelerden geçirildiğinde kullanılabilir.

Odalar Arası Hava Akışı

Hastanelerde verilen hijyen standardını devam ettirebilmek için havanın steril odalardan daha az steril odalara akışı sağlanmalıdır.

Klima sistemi dizayn edilirken besleme/egzost hava debilerinin uygun şekilde ayarlanması ile odalarda pozitif/negatif basınç oluşturulur ve aradaki debi farkı önceden belirlenmiş, (örneğin kapı etrafındaki boşluklar) yollarla akar. Ancak bu boşluklar çok küçük olmalıdır, aksi takdirde bu hava akış şeması devam ettirilemez. Bu nedenle kapı, flap, servis kapakları ancak kısa sürelerle açık kalabilecek şekilde projelendirilmelidir. Servis kapakları veya kapıların sık sık açılıp kapandığı odalarda hava kilitleri yapılmalıdır.

Hava kilitleri aşağıda belirtilen yerlerde uygulanır:

a) Class 1 odalarda Class 2 odalar arasında

b) Açık hava ile Class 1 odalar arasında

c) Aynı Class taki odalar arasında hijyenistler isterse örneğin ameliyathane ile yoğun bakım üniteleri arasında.

Hava kilitleri giriş ve çıkış kapılarının aynı anda açılmasını engelleyen bir mekanizma ile oluşturulur. Kapının açılması sırasında parçacık transfer oranının minimize edilmesi açısından kayar kapılar tavsiye edilir.

Odalar arasında 15 Pascal lık bir basınç farkı ideal olmaktadır. Bu değer en az 10 Pa, en çok 30 Pa olabilir.

Projelendirmede tek kanatlı bir kapı için 100 m³/h hava akışı odada yeterli bir hava sızdırmazlığı için gereklidir.

Kapılardaki boşluk yanlarda ve iki kanat arasında en fazla 2mm, üstte max 3mm, döşemede max 4mm olmalıdır ve normalde basit bir mekanizma ile kendiliğinden kapanır olmalıdır.

Tablo 1: Ameliyathanelerde Hava Akış Yönleri 4)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Aseptik Ameliyathane	Saepitik Ameliyathane	Yıkama Odası	Giriş Holü	Çıkış Holü	Cihaz Odası (direkt ameliyathane)	Tedarik Holü/-steril malzeme deposu 5)	Ortak tedarik holü/steril malzeme ve dezenfekte edilmiş cihaz deposu	Ameliyathane koridoru	Cihaz hazırlama, temiz	Cihaz hazırlama, kirli	Steril malzeme hazırlama, sterilizasyondan sonra	Steril malzeme hazırlama, sterilizasyondan önce	Narkoz etkisinden uyanma	Personel odası	Temizlik malzemeleri deposu	Personel soyunma, iç temiz oda	Personel soyunma, iç kirli oda	Tuvaletli personel soyunma, dış kirli oda	Hastanenin diğer bölümleri	Taze Hava
1	Aseptik Ameliyathane																				
2	Septik Ameliyathane																				
3	Yıkama Odası	←	↑																		
4	Giriş Holü	←	↑	O																	
5	Çıkış Holü	←	↑	O	O																
6	Cihaz Odası (direkt ameliyathane)	←	↑	↑	↑	↑															
7	Tedarik Holü/-steril malzeme deposu 5)	↑	↑																		
8	Ortak tedarik holü/steril malzeme ve dezenfekte edilmiş cihaz deposu	←	↑																		
9	Ameliyathane koridoru			←	←	←	←	←	←												
10	Cihaz hazırlama, temiz					O	←	←	↑												
11	Cihaz hazırlama, kirli								←	←											
12	Steril malzeme hazırlama, sterilizasyondan sonra	↑	↑				O	↑	↑	↑											
13	Steril malzeme hazırlama sterilizasyondan önce								←		O	←									
14	Narkoz etkisinden uyanma								←												
15	Personel odası								←												
16	Temizlik malzemeleri deposu								←	←	O	←	O								
17	Personel soyunma, iç temiz oda								↑												
18	Personel soyunma, iç kirli oda								←									↑			
19	Tuvaletli personel soyunma, dış kirli oda																	↑	↑		
20	Hastanenin diğer bölümleri											←	←	←	←			↑	↑	↑	
21	Taze Hava	←	←				←	←	←	←	←	←	←	←	←						

Oklar odanın komşu odalara göre hava akış yönünü gösterir.

O 'ın anlamı: Her iki yöne hava akışı istenmiyor.

Örnek:1. sütun "aseptik ameliyathane"

3. satır "yıkama odası"

Ok yönü, hava akışının aseptik ameliyathaneden yıkama odasına doğru olduğunu gösterir.

4) Deneyimlere göre gerekli hava akış yönünü emniyete almak için istenilen oda sızdırmazlık şartlarında yaklaşık 20 m³/ (metre aralık uzunluğu*h) hava debisi yeterli olacaktır.

5) Ameliyathaneye doğrudan servis penceresi ile bağlantılı

6.2.1 Kanal Sistemi

Kanal sistemi planlanırken mümkün olduğu kadar az enerji tüketilmesine dikkat edilmelidir. Özellikle hijyenik alanlarda enerji tasarrufunu sağlayan ek yatırımlar, kendilerini genel olarak kısa süre içerisinde amorti ederler. Aşağıda bazı müdahale parametreleri hakkında önemli noktalara değinilmektedir.

Kanal sistemi steril alanın dolaşım sistemidir. Bu nedenle, konseptin hazırlanmasında bu noktada mümkün olduğu kadar az enerji tüketilmesine dikkat edilmelidir. Özellikle enerji tasarrufunu sağlayan ek yatırımlar, kendilerini genel olarak kısa süre içinde amorti ederler.

Söz konusu her steril alan kanal sisteminde, fitreler basınç kayıplarını karşılayabilmek için, hava hacim akışı ile ilgili en uygun sevk ve ayar olasılığının seçilmesi gerekir.

Temiz ve steril alanlar için kurulan iklimlendirme sistemlerinde hava nakli nedeniyle oluşan enerji giderlerinin en düşük seviyeye indirilmesi, basınç kayıplarının azaltılması ile sağlanır. Bununla ilgili önlemlere aşağıdaki örnekler verilebilir:

- Kanal sistemi için mümkün olan en büyük kesitin seçilmesi,
- Susturucuların, ızgara ve ayar kapaklarının büyük boyutlarda seçimi,
- Kanal içi hava hızının 5m/s'yi geçmemesine dikkat edilmesi,
- HEPA filtrenin son basamak olarak kullanıldığından Eurovent2/2 klas C'de tarif edilen şartların (test basıncı 2000 Pa) yerine getirilmesinin istenmesi,
- Kanal sisteminde gerekli yerlere temizleme ve dezenfeksiyon kapakları konulması,
- Kıvrımlı esnek bağlantıların kullanımından olanaklar el verdiğince kaçınılmalı, kullanılmasının kaçınılmaz olduğu durumlar da ise bunların uzunluğunun 1,5-2m'yi geçmemesine ve kolay dezenfekte edilebilmesine dikkat edilmesi,
- Montajı biten bölümlerin ağızları kapatılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Enerjiden tasarruf ettirmesi açısından da, yılın soğuk dönemlerinde dış hava hazırlama için bir ısı geri kazanım sisteminin öngörülebilir.

Klima sisteminin, işletme sırasındaki muhtemel bir arızası nedeniyle ortaya çıkabilecek hasarları önleyebilmek için, konsept hazırlığı sırasında sistemin çalışmasında önemli olan parçalarının yedekli planlanmasına dikkat edilmelidir. Bir steril alan kullanıcısı, sistem arızasının olası riskleri ve bunu sonuçları hakkında mutlak şekilde aydınlatılmalıdır.

Hava kanallarında özel kesitler aerodinamik prensiplerde dizayn edilmeli, parçacık birikmesi ve lokal negatif basınç alanlarının oluşturularak dış havanın kanala kontrolsüz infiltrasyonu önlenmelidir. 3. kademe filtreden sonra kanal kullanıldığında iç yüzeyler kolayca temizlenebilecek ve dezenfektanların silinebileceği şekilde projelendirilmelidir.

Kanalların sızdırmaz flanşlı yapılması tercih edilir. Değişik classlardaki oda havalarının birbirine karışmaması istendiğinden besleme ve egzost kanalları hava sızdırmaz damperlerle ayrılmalıdır.

Servis kanalları, çift duvarlar veya tavan boşlukları gibi yapısal boşluklar besleme veya egzost havasının dağıtımını amacıyla inşa edildikleri şekilde kullanılmamalıdır.

6.2.2 Kanal Ekipmanları

6.2.2.1 Taze Hava Menfezleri

Taze hava emiş menfezi toprak zemine yakın yerde mikroorganizma ve toz bulunduğundan toprak zeminden en az 3 m yüksekte olmalıdır. Aynı zamanda düz çatı ve diğer yatay yüzeylerden de yeterli uzaklıkta olmalıdır. Emiş menfezi için genel bir yükseklik vermek, farklı iklim şartları ve bina yapılarının farklı olması nedeniyle mümkün değildir.

Egzost gazları mümkün olduğu kadar çatı üzerinden atmosfere atılmalıdır. Yüksekliği, konumu ve egzost menfezinin yapısı, kendi binası ve komşu binalara zarar vermeyecek ve rüzgar etkisi ile egzost havasının tahliyesi mümkün olacak şekilde belirlenmelidir.

6.2.2.2 Susturucu

Susturucuların hava akışına bakan yüzeyleri aşınmaya karşı mukavim ve su emmeyecek şekilde dizayn edilmelidir. Taze hava tarafındaki susturucular 1. kademe filtreden sonra ve fanadan önce konulmalıdır. Üfleme havası susturucuları ise 2. kademe filtreden önce monte edilmelidir.(9)Üfleme havası susturucuları klima cihazlarından çıkan ses seviyesini düşürerek bu şekilde kanal sistemi ve asma tavan üzerinden odalara gidecek olan ses seviyesini indirirler.

Bu tip susturucular ameliyathaneler ve yoğun bakım ünitelerinin üzerine konarak, debi regülatörlerinden gelen ses seviyesini DIN 1946/4 'te istenen seviyeye indirmektedir.

6.2.2.3 Değişken Debi Regülatörü

Değişken hava debisi kontrol ünitelerinin kontrol damperleri DIN 1946 normuna uygun hava sızdırmaz nitelikte konularak hava kanallarına hava sızdırmaz damper görevi yaparlar. Bu sayede klima sisteminin durması veya elektrik kesintisi olması durumunda Değişken hava debisi kontrol ünitelerinin damperleri otomatik olarak kapanırlar ve bina içindeki havanın hijyenik kalitesini bozacak bir şekilde kanallardan hava akışını engellemektedirler.

6.2.2.4 Sabit Debi Regülatörü

Sabit hava debisi üniteleri hastane ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde düşük hava debisi ve düşük diferansiyel basınç gerektiren odalarda sabit hava akışı sağlamak için hava kanallarında kullanılmaktadır. Sabit hava debisi üniteleri sabit debi kontrolünü kontrol panosundan sağlamak amacı ile dampere tahrik sağlayacak servomotor ve elektronik kontrol sistemine sahiptir. Kontrol kanadı teflon veya cam plastik bilyalı rulmanlar ile yataklanmalıdır. Kanaldan geçen havanın kinetik enerjisi ile çalışan cihazlar DIN 24145 ve DIN 24146 normlarına uygun olmalıdır. Sabit hava debisi ünitelerinde ses yutucu izolasyon, flanş ve karşı flanş bulunur.

(Ref. KENTER, H. Metin Türkiye Tesisat Mühendisleri Birliği 6.Uluslararası Havalandırma ve Teknoloji Sempozyumu 3-5 Mayıs 2004 İstanbul- Steril ve Temiz Üretim Alanlarının Tasarımında, Tesisat Mühendisi Açısından Dikkat Edilmesi Gereken Konular -- Dipl. İng.)

6.2.2.5 Laminer Akış Üniteleri

Ameliyathanelerde Laminer Hava Akışı İle Düşük Mikrop Konsantrasyonu Sağlanması

Ameliyathanelerdeki hava dağıtımını iç ortamda gerekli hava şartlarını sağlarken (ısı ve materyal yüklerini karşılamak), temel amaç da; mikroorganizma ve anestezi gaz konsantrasyonlarının sınırlandırılması ve diğer materyallerin yüklerinin kısmi koruma bölgelerinde (ameliyat zonu ve tıbbi malzeme masası) azaltılmasını sağlamaktır. Ameliyat masası aydınlatması bu bölgede etkili bir rol oynamaktadır.

Bu kısımda; ameliyathanelerde kullanılan laminer akış ünitelerinin aerodinamik ve hijyenik testlerinin DIN 4799/1'e uygun sonuçlarını içermektedir.

Ameliyathanelerde mikrop ve parçacık konsantrasyonunu azaltmak için, daha önceden iklimlendirilmiş hava, son kullanım noktasında HEPA filtrelerden geçirilerek ortama verilir.

Hava dağıtım sistemi ameliyathanedeki hava kalitesi için önem taşımaktadır. Bu amaç doğrultusunda laminer akışı sağlayacak veya ortamda en az türbülansı oluşturacak hava dağıtım cihazları geliştirilmiştir. Hava dağıtıcıları ortamdan daha düşük sıcaklıktaki havayı ameliyat bölgesine vererek kirli havanın egzost menfezlerine doğru yer değiştirmesini sağlar. Ayrıca içerdikleri HEPA filtreleri ile mikrop ve partikülleri tutarak ameliyat bölgesine verilmesini engeller.

Laminer akış, karakteristiğinden ötürü herhangi bir engelle veya ısı farkı ile karşılaştığı zaman türbülansa girmektedir. Bununla birlikte düşük hızlı hava verilmesi, bir yandan ameliyat zonunda soğuk havanın direk düşmesini engellerken öte yandan akışı daha hassas yapar.

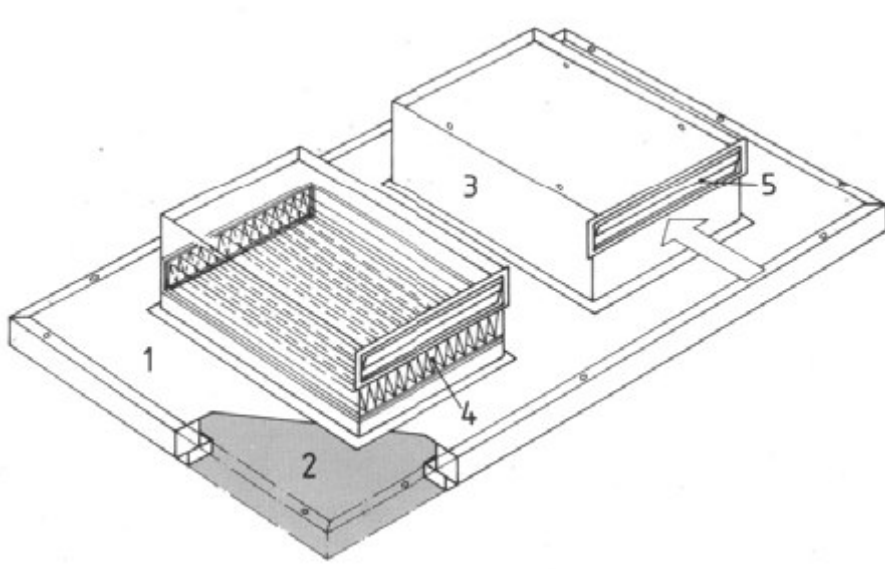
Laminer hava akışını bozan dış etkenler (engeller, havayı yönlendiren cihazlar veya insanlar) temiz havanın oda havası ile karışmasına neden olmakta ve ameliyat zonundaki mikrop ve partikül konsantrasyonunu hızla arttırmaktadır. Hava akışını bozan etkenler ise detaylı olarak ameliyat yapan ekibin fiziki ve termal etkileri ile ameliyathanedeki konumları, tıbbi cihazlar ve ameliyat malzemelerinin konumları, ameliyat masası lambası konumu ve termal etkisi olarak sayılabilir.

Ameliyatı gerçekleştiren ekibin ameliyat esnasındaki konumu ile, ameliyat masası aydınlatması hava akış zonunda türbülans oluşmasına neden olur. İnsanlardan yayılan ısı yükleri azaltılamaz. Ameliyat masası aydınlatmasının ve tıbbi cihazların hava akışında oluşturduğu türbülans aerodinamik dizayn iyileştirilerek azaltılabilir.

İyileştirmedeki amaç; kararlı, laminer soğuk havanın direk düşmesine olanak vermeyen hava akışlı, türbülansa mümkün olduğu kadar az sebebiyet veren ameliyat masası aydınlatması ile kombine olmuş, mikrop ve partikülleri ameliyat zonundan deplase eden ameliyat sistemi elde etmektir .

Düşey Laminer Akışlı Hava Üniteleri

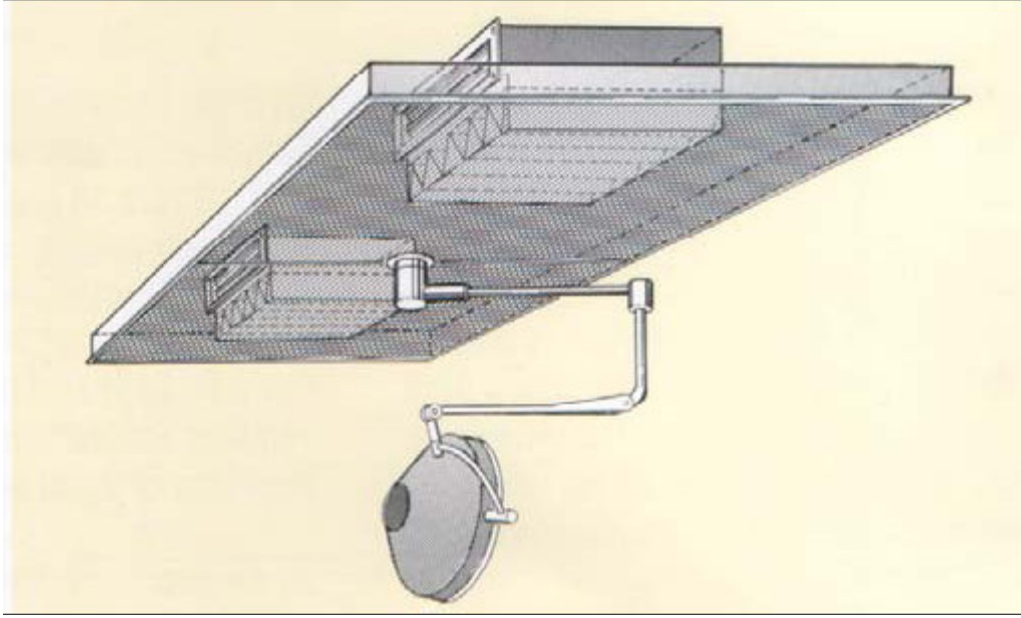
Şekil 18'deki laminer akış ünitesi ,düşük türbülansla hava akışı sağlayabilen,dikdörtgen tipte, paslanmaz çelik veya fırınlanmış toz boyalıdır.Bu cihazlar ayrıca iki ayrı bağlantı kutusunda HEPA filtrelere ve hava sızdırmaz shut-off damper'lere ,ince gözlü laminer polyester'den oluşan hava dağıtıcı ön yüzeye sahiptirler.



Şekil 18: Ameliyathanedeki laminer akış ünitelerinin şematik dizaynı (Bölüntüsüz-Tek Parçalı Tip)

1. Dış Gövde
2. Hava Dağıtım Elemanı
3. Filtre Kutusu
4. HEPA Filtre
5. Shut-Off Damper

Laminer akış üniteleri , ameliyat masası aydınlatma konumuna göre iki parçalı veya tek parçalı olabilir.Eğer aydınlatma ,laminer akış ünitesinin üzerine entegre edilirse laminer akış ünitesi iki parçadan oluşur.(Bölüntülü tip).Eğer aydınlatma ünitenin dışında tercih edilir ise ünite tek parçalıdır.(Bölüntüsüz tip).



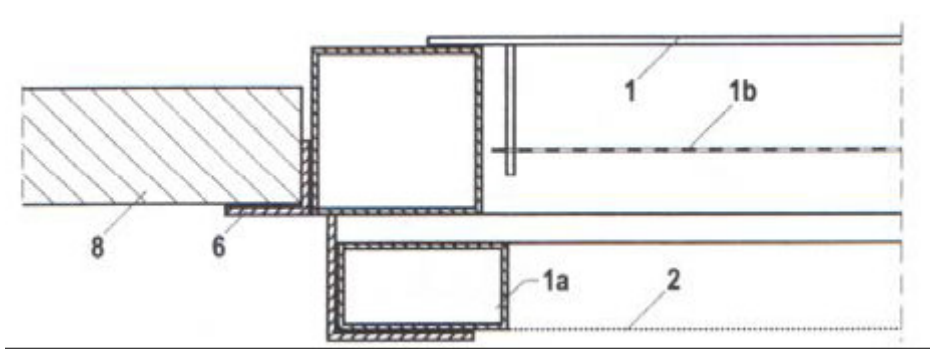
Şekil 19: Laminer akış ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)



Şekil 20: Ameliyat masası aydınlatması entegre edilmiş laminar akış ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)

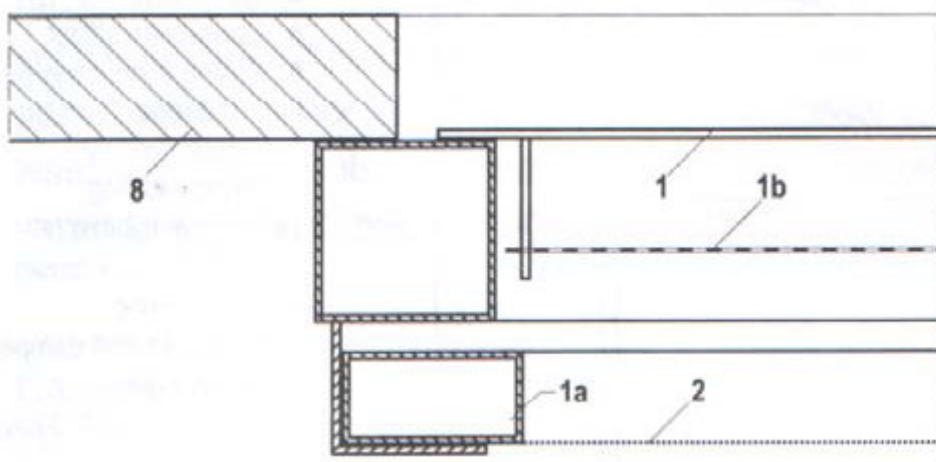
1. Dış Gövde
- 1a. Dış Çerçeve
2. Hava Dağıtım Elemanı
3. Filtre Kutusu
4. HEPA Filtre
5. Kanal Bağlantı Parçası
6. Tavan Bağlantı Profili
7. Ameliyat Masası Aydınlatma Pasajı
8. Ameliyat Masası Aydınlatması

Laminer akış ünitelerinin ön yüzeyleri ,HEPA filtrelerin kolaylıkla değiştirilebilmesi ve gövdenin dezenfeksiyonunun yapılabilmesi için kolayca sökülebilir yapıdadır.Bu üniteler tavanla aynı hizada (Şekil 23), tavanın üzerinde (Şekil 24) veya içerisinde kalacak şekilde (Şekil 25) monte edilebilirler.



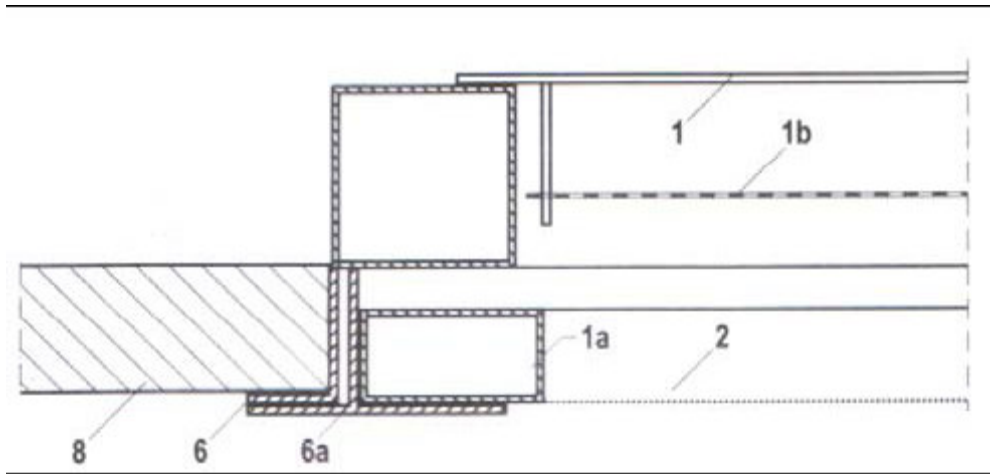
Şekil 23: Tavanla aynı hizada monte edilmiş laminar akış ünitesi gövdesi (ref. ISISAN-Temiz Odalar ve Hastaneler)

(8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)



Şekil 24: Tavan üstüne monte edilmiş laminer akış ünitesi gövdesi (ref. ISISAN-Temiz Odalar ve Hastaneler)

(8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)



Şekil 25: Tavan içine monte edilmiş laminer akış ünitesi gövdesi (ref. ISISAN-Temiz Odalar ve Hastaneler)

(8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)

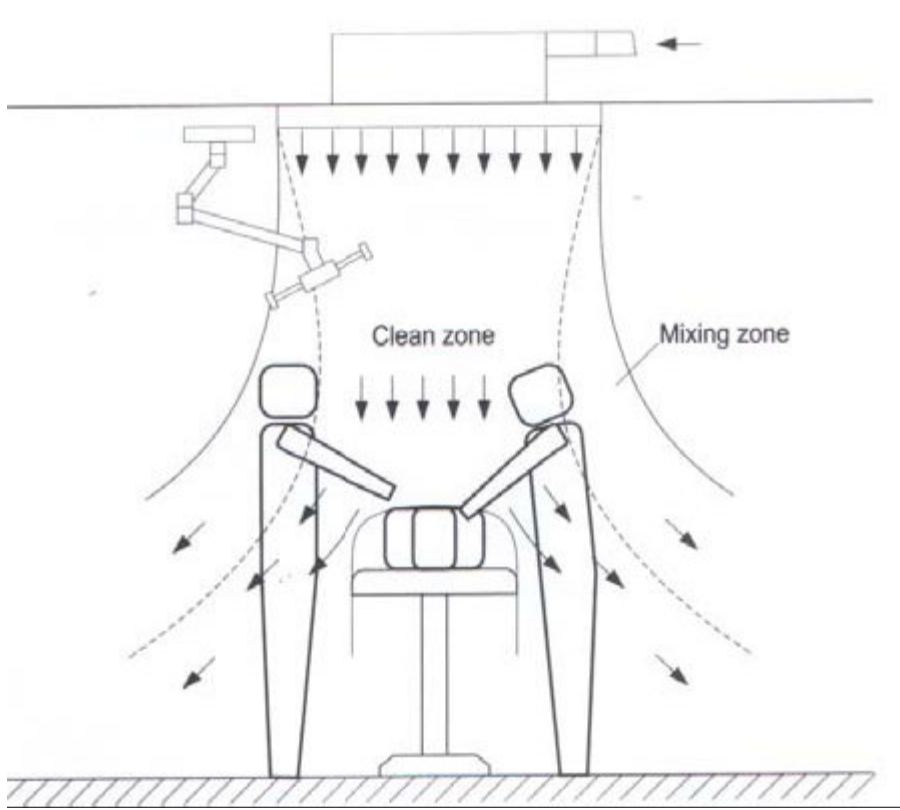
Laminer Akış Ünitelerinin Aerodinamik Yapıları

Hava atış mesafesi içerisinde , soğuk ve laminer havanın hızı, düşeyde aşağıya doğru artmasına rağmen ,akış laminer kaldığı sürece konforsuzluk etkisi oluşturmamaktadır.0,15m/sn hava çıkış hızında aşağı doğru laminer akış düzgün olarak sağlanır.Üfleme havası sıcaklığı, ortam

sıcaklığının 0,5 ila 4 K aşağısında olmalıdır.İzotermal durumlarda veya ılık üfleme havasında akış laminer değildir. Ayrıca ortam havası ile karışacağından amaca ulaşamaz.

Ameliyat masası çevresinde temiz zon (clean zone) olarak adlandırılan laminer akışa sahip bölge oluşturulurken,bu bölgenin ortam havası ile temasta bulunduğu bölgede ise üfleme

havası ile ortam havası engellenemez bir şekilde karışmakta ve 'Mixing Zone' (Karışım Zonu) oluşmaktadır.Çünkü ameliyat masası etrafında herhangi bir asılı perde vb.ekipman ile ayırma yapılamamaktadır.Ameliyat zonunun 0,5 mt çevresinde filtrelenmiş ve partikülsüz besleme havasının sağlandığı kontrol edilmeli ve 'mixing zon'un bu bölgede olması engellenmelidir. Bununla beraber 1,4 mt genişliğindeki laminer akış ünitesi kullanıldığı takdirde ,ameliyat masasının 0,5 mt çevresinde filtrelenmiş , partikülsüz hava sağlanmaktadır.'Mixing Zone' bu alanın dışında kalmaktadır.



Şekil 26: Laminer akış ünitesi tarafından oluşturulan hava akış örneği
(Ref. Isısan-Temiz Odalar ve Hastaneler)

6.2.2.6 Hepa Filtreler

Hepa ve Ulpa filtrelerinde ayırma aracı olarak kağıt benzeri son derece ince cam fiberler kullanılır. Filtre içindeki hava hızı 1-2 cm/s civarındadır. Önerilen Hepa filtre alın hızı ise 0,45 m/s civarındadır. HEPA filtre alüminyum seperatör ve filtre kağıdından meydana gelmektedir.

ULPA (Ultra Low Penetration Filters) filtreler verimlilikleri 0,3 µ partikül için %99,999 ile %99,99995 arasında değişmektedir. Hijyenik ortam uygulamalarında diğer klasik HVAC ekipmanları (hava kanalları, klima santralleri gibi) yanısıra HEPA filtrelerin önemi çok büyüktür. HEPA ve ULPA filtrelerin ayırma verimlilikleri DIN 24184 veya ASME N510'a uygun olarak 0,3 ile 0,5 µm çapında partikül üreten DOP (Diocid Phalate) jeneratörü veya parafin yağı jeneratörü kullanılır.

HEPA filtreler H14 klasında , dezenfeksiyon malzemelerine dayanıklı plastik çerçeveli, kirli ve temiz taraflarında koruma ızgaralı olmalıdır. Neopren contaları kesinlikle eklemeli olmamalıdır. Filtreler %100 neme ve 90 °C 'ye kadar dayanıklı olmalıdır. GMP şartlarına uygun olarak her filtrenin ayrı ayrı EN 1822 'ye göre test edildiklerine dair sertifikası olmalıdır. Filtrenin temiz halde basınç kaybı 600 m³/h de en fazla 105 Pa olmalı ve bu imalatçı tarafından belgelenmelidir.

Filtre seçimi yapılırken aşağıda yazılı olanlara dikkat edilmelidir :

- Filtrelerin başlangıç basınç kayıplarının en düşük seviyede olması hem işletme masraflarının düşük olmasını sağlamak hem de filtreler, özellikle HEPA filtreler değiştirilirken steril alanın kirlenmesi ve çalışmanın durmasına sebep olacak kayıpların önlenmesi açısından çok önemlidir,
- Torba filtrelerin yırtılma olasılığı en düşük seviyede olan, sistem devreye girdiği zaman ve işletme sırasında en az şekilde silkelenen malzemelerden imal edilmiş olmasında fayda vardır.
- Cam elyafından imal edilmiş torba filtreler kolayca yırtıldıklarından ve sağlığa zararlı olduklarından kullanılmamasında fayda vardır.
- Özellikle HEPA filtrelerin üretimden sonra tek tek testinin yapıldığına dair belge alınmalıdır. Bu aynı zamanda hazırlanacak olan dokümanlar için de gereklidir.

6.2.2.7 Menfezli Hepa Filtre Kutusu

Hava terminal kutuları filtre sabitleme mekanizmasına sahip ve hava sızdırmaz özellikte olmalıdır. Çalışma şartlarının izlenebilmesi için cihaz üzerinde fark basınç manometre bağlantı

uçları , filtre girişinde ise test aerosolu tatbik etmek üzere nozul bulunmalıdır. Kutulara adapte edilecek menfezler karışım oranı yüksek ve havayı odaya çevrimli olarak üfleyen tipte olmalıdır. Menfez üzerindeki hava yönlendiricileri ayarlanabilir olmalıdır.

6.2.2.8 Damperli Emiş Menfezleri

Menfezlerin kanatlarının yerleşim şekli yatay hava emişine imkan sağlamalıdır. Menfez kanatçıkları toz tutmayacak ve mikrop üremesine olanak vermeyecek antibakteriyel evsafıta fırın boyalı olmalıdır.

6.2.2.9 Fleksible Kanallar

Ameliyathane odaları için yüksek hijyen şartları dikkate alınarak DIN 1946/4 'e uygun olarak dizayn edilmiş , metal aksamı Cr-Ni paslanmaz çelik , silme ve püskürtme yoluyla dezenfekte edilebilen yüksek lif tutma özelliğine sahip Cr-Ni paslanmaz çelikten ince tel dokulu olmalıdır. Lif tutuculara monte edilmiş olan damperler odadan emilen havanın ve odadaki basıncın ayarlanmasını sağlar.

6.2.2.10 Kanal İzolasyonları

Basma kanalları kauçuk esaslı izolasyon malzemesi ile kaplanır.

6.2.2.11 Hava Sızdırmaz Damperler

Aç-Kapa hava sızdırmaz damperler özellikle filtreler değiştirilirken havalandırma sistemlerinin dağıtım kollarına tek tek hava akışını kesmek amacıyla kullanılmakta olup, DIN 1946 normuna uygun bir şekilde hava sızdırmaz niteliktedir. Böylece klima sisteminin durması veya elektrik kesintisi olması durumunda bu damperler otomatik olarak kapanmakta ve kanallarda bina içindeki havanın hijyenik kalitesini bozacak şekilde hava akışı oluşmasını engellemektedir. Aç-Kapa hava sızdırmaz damperler DIN 24145 ve DIN 1946/4 e uygunluk sertifikasına haizdir. Aç-Kapa hava sızdırmaz damperlerin muhafaza gövdesi ve bağlantı elemanları galvaniz sacdan imal edilmiş olup, damper mili rulman yataklıdır. Aç-Kapa hava sızdırmaz damperlerin muhafaza gövdesinden sızan hava akışı VDI 3803 ve DIN 24194 normlarına uygun olmalıdır. Cihazlar maksimum 1500 Pa'a kadar kanal basıncında çalışabilmekte olup hava kaçak oranı VDI 3803 ve DIN 24194 standartlarına uygun olmalıdır. Aç-Kapa hava sızdırmaz damper ünitelerini kontrol panosundan açıp kapamak dolayısı ile steril ortamı revizyon kapağını açıp kapatarak kirletmemek için, damperlerine tahrik sağlayacak servomotor ve elektronik kontrol sistemine sahip olmalıdır. Aç-Kapa hava sızdırmaz damperlerin hepsinde flanş ve karşı flanş bulunmalıdır.

6.2.2.12 Yangın Damperleri

3. kademe filtreden sonra yangın damperleri konulmasına izin verilmemelidir. Class 1 odalarda besleme kanallarına konulan yangın damperleri egzost fanları ile koordineli

çalıştırılmalıdır. Yangın damperleri kapattığında egzost fanı aynı anda ve bitişik zonlardan bakteri taşınımı engellenmelidir.

(Ref. İnşel İnş. Ltd. Şti- Göz Kliniği Hijyenik Klima Uygulaması Teknik Şartnamesi)

6.2.3 Soğutma Sistemi

Hijyenik klima santralleri soğutma grubunda klorine içermeyen HFC-22 soğutucu akışkan kullanılır. Nümerik kontrol ve elektronik genleşme valfleri ile donatılır ve bina dışına uygun yere montajı yapılır.

Kondenserler; alüminyum finleri içine kurulmuş yardımcı soğutucuları olan kaynaksız bakır tüplere mekanik olarak bağlanmalıdır.

Soğutucu akışkan devreleri ; her devre bir veya daha fazla kompresör, filtre kurutucu, birleşik nem göstergesi ve gözetleme camı, su tarafı kapama/ boşaltma vanası, termostatik genleşme valfi veya gelişmiş soğutucu akışkan akış kontrolü bulunur.

(Ref.Alarko Carrier A.Ş. Yayını -Carrier Soğutma Grupları Teknik Kataloğu)

7. OTOMASYON SİSTEMİ

Hijyenik Klima Santralinin kumanda dolabı tesisin çalışması için gerekli tüm aç/kapa ve ayar düzenine sahip olmalıdır. Giriş gücü tüm kullanıcı gereksinimi karşılayacak düzeyde sağlanmalıdır. Kumanda dolabı , besleme, vantilatör, motor kumandası, genel kumanda otomatik ayarları , odaların ayrı ayrı ısı ayarını yapmasını sağlamalıdır. Otomatik kontrol sistemi yukarıda tarif edilen tüm işlemleri ve sistemin kusursuzca çalışmasını sağlamak için tesisat odasına bir panoya adapte edilmelidir. Ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinin ısıları ve nem oranları istendiği takdirde her kısım içinde bulunan panolar üzerinden belirli limitler içinde değiştirilebilmelidir.

Ameliyathane duvarına gömme olarak monte edilebilen, 2 mm kalınlığında satine DIN 4301 Paslanmaz çelik kapaklı, kontrol düğmeleri dezenfeksiyon maddelerine dayanıklı özel membranlı, ameliyathane tarafında olmayan bölümü 1. sınıf toz veya nem barındırmayan elektrostatik toz boyalı enaz 1 mm kalınlığında galvanize sacdan imal edilmeli, kolayca monte edilebilmeli, silme veya püskürtme yoluyla dezenfekte edilebilmelidir. Ameliyathane panosu ameliyat esnasında istenen ısı, nem ve basınç ayarlarını yapabilmesi için mevcut otomasyon sistemine, ameliyat lambasına , negatoskopa, çevre aydınlatmasına, merkezi müzik yayın sistemine bağlanabilmelidir. Panonun teknik özellikleri aşağıda sıralandığı gibi olmalıdır.

Kontrol Sistemi Teknik Özellikleri

Ameliyathane panosunun tüm işlevleri mikroişlemci kontrollü olmalıdır. Mikroişlemci kontrol sistemi ile sinyali otomatik kontrol sisteminden gelen :

- Mahal sıcaklık,
- Mahal nem,
- Mahal fark basınç farkını,

Aynı anda gösteren iç aydınlatmalı 2 satırlı alfa nümerik LCD ekran bulunmalıdır.

4 yönlü ayar membranlı düğmelerle mahal sıcaklık , mahal nem, mahal fark basınç ve HEPA filtre kirlilik basıncı alarm değerlerinin ayrı ayrı ayarlanması, (45 sn içinde ayar modundan tekrar ölçüm moduna otomatik olarak geçme özelliği ve ayar düğmesi üzerinde ayar modunda olduğunu gösteren Led indikatör) verilen değerlerin kolayca anlaşılması için gösterge üzerindeki değerlerin hemen yanında ok işareti belirtilmelidir.

Sıcaklık, nem ve mahal basıncı verilen değerlerinin dışına çıkılması durumunda LCD ekran üzerindeki her değerlerin hemen yanında yukarıya ya da aşağıya doğru beliren ok işareti ve de sesli ışıklı ikaz lambası bulunmalıdır. Sesli alarm tek düğme ile geçici olarak ertelenebilmelidir. (Üzerindeki özel Led İndikatör yardımıyla işlemin belirlenmesi yanıyor açık/aktif)

Sıcaklık, nem ve mahal fark basıncı otomasyondan gelen 0-10 Volt DC ölçüm sinyallerinin hesaplanarak ekranda gösterilmesi ve istenilen değerlerin otomasyona gönderilmesi olanaklı olmalıdır.

8.İŞLETMEYE ALMA VE TESTLER

Aerodinamik Testler

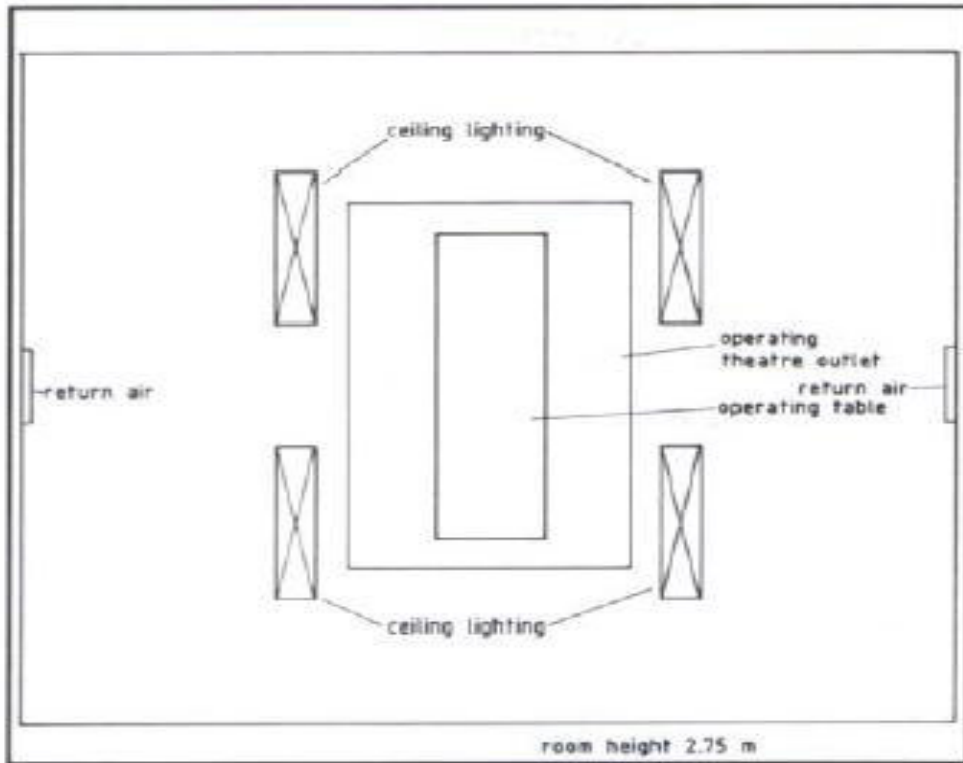
Aerodinamik test için;laminer akış ünitesi ‘temizlik sınıfı 10,000’ olan temiz oda içerisinde yerleştirildi.’Temizlik sınıfı 10,000’ US FEDERAL STANDART 209D’de ‘ $3 \times 10^{-2} \times 10^3$ ft (2,83168 x 10⁻² m) ‘de $\geq 0,5 \mu\text{m}$ çapındaki tanecikler en fazla 10,000 adet bulunabilir ‘ anlamına gelmektedir.

Testlerde 1,4 mt genişliğinde , 2,4 mt uzunluğunda bölüntülü (2 parçalı) ve ameliyat masası aydınlatması entegre edilmiş laminer çıkış ünitesi kullanılmıştır.

Üfleme havası sıcaklığının oda sıcaklığından düşük olmasından dolayı; aerodinamik açıdan ,en az değişiklik gösteren 1,4 mt genişliğindeki laminer çıkış ünitesinin kullanılması en uygundur.1,4 mt genişliğindeki laminer akış ünitesi kullanıldığında ,akışın,ameliyat masası üzerindeki korunmuş zondaki etkisi çok kuvvetlidir.

Üfleme havasının ameliyat masasına laminer akışını,laminer akış ünitelerinin ameliyat masası aydınlatmasından dolayı parçalı olması ve laminer çıkış ünitesi üzerindeki aydınlatma engeller.

Laminer çıkış ünitesi 6,64 mt x 4,6 mt x 2,75 mt boyutlarındaki odanın merkezine , tavanla aynı hizada olacak şekilde yerleştirilmiştir.2000 mm x 350 mm x 850 mm boyutlarındaki ameliyathane masası laminer çıkış ünitesinin altına yerleştirilmiştir.Egzost menfezleri ise döşemeden 300 mm yukarıya monte edilmiştir.



Şekil 27 : Test düzeni

Bu testde; hava çıkış alanındaki hız dağılımı ,akışın laminaritesi,ameliyat zonundaki parçacık sayısı ve ameliyat masası aydınlatmasının akış zonundaki etkileri araştırılmıştır.

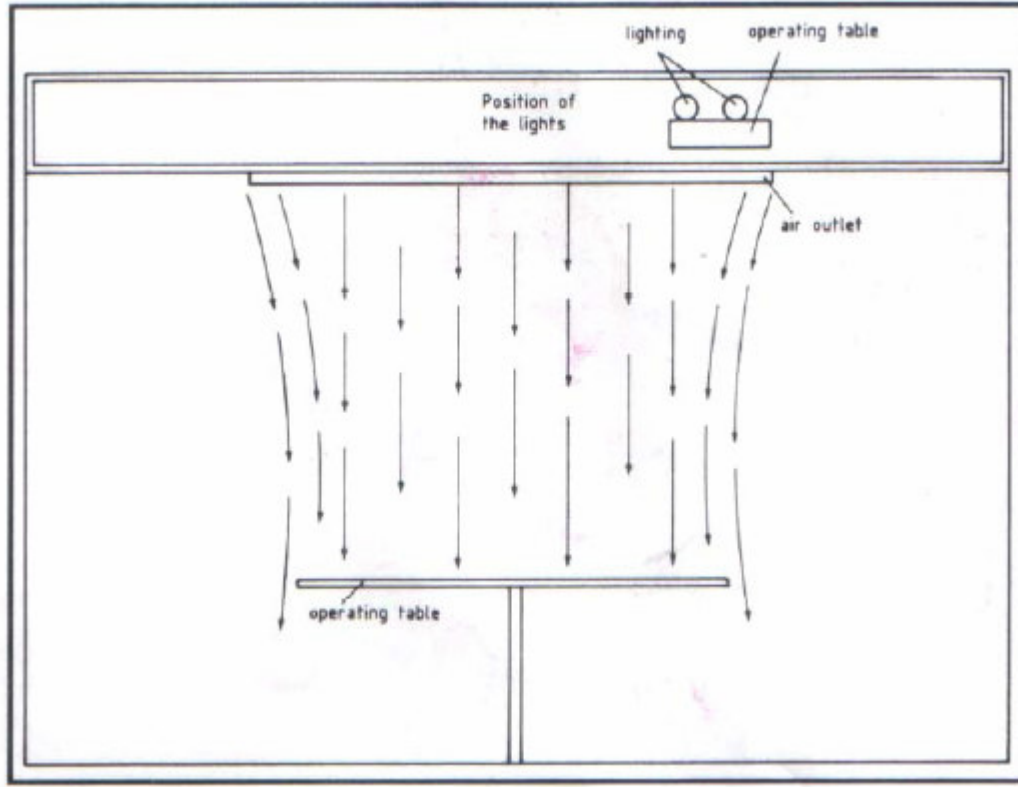
Ameliyat masası aydınlatması olarak testlerde BERCHTOLD TUTTLINGEN firmasının imalatı olan 'CHROMOPHARE C570/570' kullanılmış,aydınlatma bütün testlerde açık olarak tutulmuştur .Lambanın maksimum yüzey sıcaklığı 43°C dir.

Hızı ölçmek için 'LAMBRECHT,Type 643 ' anemometre (sıcak telli) kullanılmıştır.Parçacık konsantrasyonu 'KRATEL (Partoscope A/R with isokinetic suction probe)' optik parçacık sayıcı tarafından ölçülmüştür.

Ameliyat masasının üstündeki ve altındaki ısınmış metal tel gliserin ile boyanmıştır.Gliserin buharlaştığında , hava akış şeklini gösteren beyaz duman oluşmaktadır.Böylelikle akış görünür yapılarak nitel olarak değerlendirilmek mümkün olmuştur.

Hız ölçümleri sonucunda ortalama hava çıkış hızından maksimum %15 sapma görülmüştür.

Ameliyat masası aydınlatmasının yerleşimi ve açısına bağlı olarak , cerrahi müdahalenin yapıldığı alanda farklı akış karakteristikleri oluşmuştur.Ameliyat masası aydınlatması , laminar çıkış ünitesinin dışına yerleştirildiğinde , sadece aydınlatma taşıyıcı kollarının hava çıkış alanında olması durumunda,filtre edilmiş üfleme havasının düz ve sürekli bir akışla ameliyat masası üzerine aktığı gözlenmiştir.Lambanın bu konumunda parçacık ölçümleri yapıldığında ameliyat masası üzerindeki besleme havasında standartlarında altında parçacık konsantrasyonuna rastlanmıştır. Baş ve ayak hizasında parçacık sayısında artma gözlenmiştir.Fakat US FEDERAL STANDART 209D'ye göre temizlik sınıfı 100 sağlanmaktadır.



Şekil 28: Ameliyat bölgesindeki alanda aydınlatma olmadığı durumdaki akış örneği

Diğer testlerde; ameliyat masasına 1.aydınlatma lambası ile beraber , hava akış bölgesine 2.lamba yerleştirilmiş ve ölçümler yapılmıştır.Ölçüm sonucunda akışın lamineritesinin bozulduğu ve parçacık konsantrasyonunun arttığı gözlenmiştir.Bu etki lamba tamamen eğimli olmadığında veya az eğimli olduğunda artmıştır.

Operasyon zonunda parçacık sayıcılardaki farklar hava akışındaki 1 veya 2 ‘den fazla eğimli ameliyat masası aydınlatması olması durumunda diğerlerine nazaran daha düşüktür;

27 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ ve 29 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ bu farklar açı azaldıkça artmaktadır.

Son olarak yapılan testlerde ise hava akış bölgesinde, 2 adet aydınlatma lambasının kullanılması parçacık konsantrasyonunun , 1 lambaya göre iki katından daha fazla artmasına sebep olmuştur.

Farklı açı ‘lar denendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir.

32 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (Laminer akış ünitesinin altında 1 adet aydınlatma lambası mevcut)

78 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (Laminer akış ünitesinin altında 2 adet aydınlatma lambası mevcut)

36 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (Laminer akış ünitesinin altında 1 adet aydınlatma lambası mevcut)

74 parçacık/ft³ , $\geq 0,5 \mu\text{m}$ (Laminer akış ünitesinin altında 2 adet aydınlatma lambası mevcut)

Aeorodinamik test sonuçlarına göre , ameliyathane masası aydınlatmasının yerleşiminde şu tavsiyeler yapılabilir:

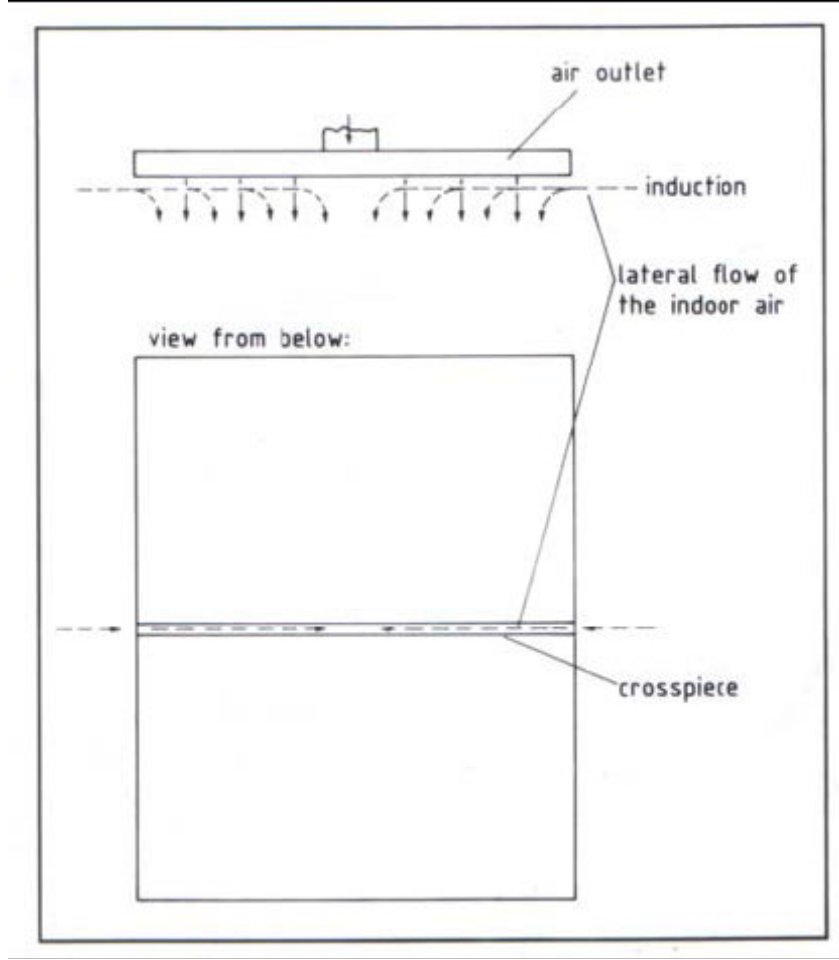
1)Ameliyat masası aydınlatması hava akışına karşı en az direnci gösterebilmesi için minimum alanı kaplıyacak şekilde yerleştirilmelidir.Lambanın dik olarak yerleştirilmesi cerrahi müdahalenin yapıldığı alandan uzakta olmayı sağladığından dolayı avantajlıdır.

2)Ameliyat masası lambaları ; yerleştirilirken hava akış bölgesinde mümkün ise 1 adet lambanın bulunması gerekmektedir.

3)Laminer akış ünitesinin altına yerleştirilmesi gereken ameliyathane lambası, direk ameliyat yapılan bölgenin üzerinde olmamalıdır.Böylelikle türbülans oluşması temiz bölgede (clean zone) engellenecektir.

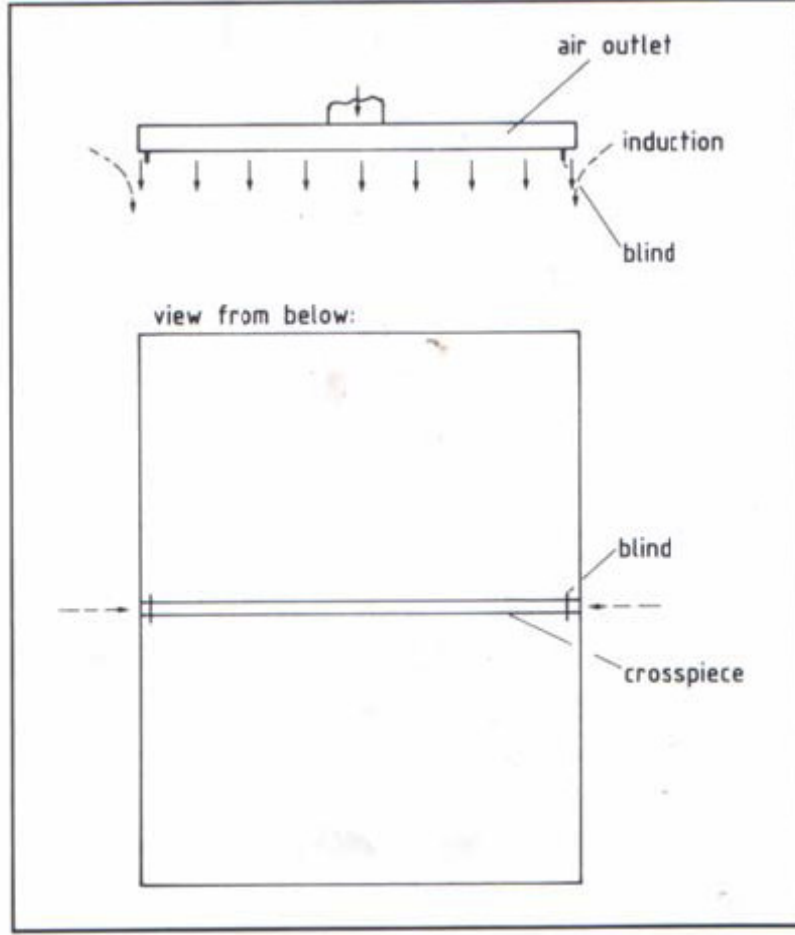
Ameliyat lambasının laminar akış ünitesinin içine (ortasına) montaj edilebilmesi için ünite 2 parçalı olarak imal edilir.''Crosspiece (istavroz)'' in laminar akış ünitesinin yüzeyine monte edilmesi '' crosspiece'' genişliğince hava akışının kesilmesine yol açmaktadır.

Şekil 29'de görülebileceği üzere bu durum ''crosspiece'' altındaki kısma, (hava akışının olmamasından kaynaklanan) indüksiyonla ortam havasının karışması görülmektedir. Bunu engellemek için ''crosspiece'' in dış kenarlarına indüksiyonu kesici iki küçük kanatçık konulmaktadır.Bu çözüm hijyenik koşullar göz önüne alındığı zaman pratik bir çözüm olarak kabul edilmemektedir.



Şekil 29 : Laminar flow ünitesindeki istavroz altındaki kısma indüksiyonla ortam havasının karışması(ref. US Department of Health, Educaiton and Welfare -General Standart of Construction and Equipment for Hospital and Medical Facilities)

Yukarıda açıklanan iki küçük kanatçık ile yapılan çözümün,laminer akış ünitesi üfleme bölgesi ile ortam havası arasındaki basınç farkının dengelenmesini ve ortam havasının üfleme havasına karışmasının engellediği gözlemlenmiştir.(Şekil 30)



Şekil 30 : 2 kanatçıkla ortam havasının üfleme havasına karışmasının engellenmesi(ref. US Department of Health, Education and Welfare -General Standard of Construction and Equipment for Hospital and Medical Facilities)

“Crosspieces” lerin kenarlarından ortam havasının induksiyonunu engellemek için kullanılan 2 küçük kanatçık,patente alınmış bir çözümdür.

Aerodinamik testler;laminer akış üniteleri ve araştırmalar sonucunda dizayn edilen ameliyat masası lambalarının birleşiminin , hava akışı olarak ve ameliyat masası üzerindeki parçacık konsantrasyonu açısından iyi sonuçlar elde edildiğini göstermektedir.

Ameliyat masası lambasının düşük ısı yükü , yüksek aydınlatma verimi,hava sızdırmazlığına sahip gövdesi hava akışında pozitif etki oluşturmaktadır.

150 W aydınlatma kapasitesi ile (220 VA max.bağlantı yükü ile) 75,000 lux aydınlatma sağlanır.Yüzey sıcaklıkları maksimum 43°C olmak üzere düşük seviyelerde kalır ve böylelikle hava akışı etkilenmez.

Aydınlatma lambasının geometrisinin yanında aydınlatma yüzeyi de hava akışını etkiler.Hava akışının herhangi bir bozulmaya rastlamadan lambanın etrafında sirküle edebilmesi için lambada düzgün yüzeyler,mümkün olduğu kadar az ve yumuşatılmış köşeler kullanılmaktadır.Ayrıca bu düzenlemeler aydınlatmanın dezenfeksiyonu içinde önemli olmaktadır.

(Ref. Krantz Komponenten Applied System Solutions -Ameliyathanelerde Laminer Hava Akışı ile Düşük Mikrop Konsantrasyonu Sağlanması)

9. SİSTEMİN PERİYODİK BAKIMI

Her teknik sistemde olduğu gibi, steril alan sisteminin de kesintisiz ve sorunsuz çalışmasının sağlanması için belli aralıklarla bakımının yapılması garanti edilmelidir. Buna, periyodik bakım programlarının hazırlanması, bakım aralıklarının tespit edilmesi ve uzun bekleme süresini önlemek için yedek parça deposunun hazırlanması dahildir. Çok uzun kullanma süreleri, kirlenme nedeniyle hava direncini artırır ve böylece vantilatör ve soğutma gücü için gerekli enerji tüketimi de birlikte artar.

Klima tesisatının elemanlarını santral hücrelerinin ve havalandırma cihazlarının temizliği dışında filtrelere de çok önem verilmelidir. Filtrenin periyodik bakımı, filtrenin aşırı dolması durumunda değişmesi kadar kaçınılmazdır. Bakım, ortaya çıkan veya çıkacak arızalara zamanında müdahale edebilecek kadar sık zaman aralıklarında yapılmalıdır. Zaman aralıkları yerel çalışma saatlerine bağlıdır. Filtrenin doluluğunu gösteren giriş ve çıkış arasındaki basınç farklıdır.

İşletmeci tarafından ayrıca yapılması gereken diğer konular;

-Filtre değişiminden sonra toz filtresinin sızdırmazlığı ve sıkı olarak oturduğu kontrol edilmelidir.

-Hava akış yönünün doğruluğu, filtre dirençleri ve hava debisi de dikkate alınarak kontrol edilmelidir.

Hijyenik Kontrol:

İşletmeci tarafından yapılması gerekenler:

-Hijyenik kontrolü her yıl yaptırmak.

-Her filtre değişiminden sonra partikül sayımı ve hava mikroorganizma konsantrasyonunun ölçülmesini sağlamak.

-Tamiratlardan sonra hijyenik etkiler nedeniyle hijyenistin görüşlerini almak. Kontroller sırasında özellikle nemlendirici ve buna bağlı elemanlarda mikrobiyolojik araştırma da yapılmalıdır.

Klima tesisleri için belirlenmiş kabul kontrollerinin dışında aşağıdaki gibi hastaneye özel teknik kabul kontrolleri tavsiye edilir.

(Ref. Hastanelerde Klima Tesisatı ve Havalandırma Esasları- DIN 1946/4)

10.SONUÇ

Bu çalışma ülkemizde önemli bir sorun olan ameliyathanelerdeki şartlandırma havası kaynaklı enfeksiyonların önlenmesine yönelik olarak bilgilendirme amaçlı ilk tez olma özelliği taşımaktadır.

Günümüzde ülkemizde split klimalı ameliyathanelerde operasyonlar gerçekleştirilmektedir, bu da hastaların enfeksiyon kapmalarına neden olmaktadır.Gelişmiş ülkelerde hastane enfeksiyonları neredeyse yok denecek kadar az iken ülkemizde hala ameliyathane enfeksiyonu kaynaklı ölümler hiçte küçümsenecek düzeyde değildir.Bu konuda bir an önce gerekli iyileştirme çalışmalarının başlatılması ve bu çalışmaların sıkı bir şekilde denetlenmesi bir devlet politikası olmalıdır.

Yatırım aşamasında yapılacak olan etraflı çözümlenme, işletme giderlerinin düşük tutulmasını sağlayarak, fazladan yapılacak yatırım giderlerinin kısa sürede geri dönüşümünü de beraberinde getirebilmektedir. Çoğu zaman göz ardı edilen bu noktanın hijyenik ortamdaki iklimlendirme sisteminin günün 24 saati ve senenin 365 günü çalıştığı dikkate alınacak olursa, ihtiyaca yönelik planlanmış olan bir iklimlendirme sisteminin özellikle işletmeler için ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarır. Yatırım yaparken ucuz sistem ve malzeme almak en geç 1-2 sene içinde yatırım harcamalarının çok üzerinde işletme masraflarına ve hastane işletme verimliliğinde azalmaya yol açacağından, rekabet ortamına önemli ekonomik yaralar alınmasına sebep olacaktır. Steril alanların sadece iklimlendirme açısından ele almayıp ; duvar, kapı, pencere, zemin kaplamasını aydınlatma ile bir bütün olarak görmenin önemle belirtilmesi gerekliliğini ve bu yüzden de bu alanların planlama ve özellikle malzeme seçimi ve uygulama aşamasında özel olarak ele alınıp steril alan yapımı işinin uzmanı olan firmalara verilmesinin gereklidir. Steril üretimde temizlik klasını işletmeye alırken sağlamak zor değildir, ama özellikle büyük bir yatırım yapıldığı zaman mikroorganizmaların bu alanlara yerleşip üremesini önlemek ancak bütünsel bir planlama ile,yüksek kaliteli ve uzun ömürlü malzeme seçimine bağlıdır.

Özellikle ameliyathane iklimlendirme tesisinin asıl önemli görevi,teknik konfor şartlarının yerine getirilmesinin yanında,hijyenik hususlara mutlaka dikkat edilerek ve hava sterilizasyonunun tam ve mükemmel bir şekilde sağlanmasıdır.Uluslararası standartlarda verilen hijyeniklik değerlerine ulaşılabilmesi ancak uzman bir ekibin çalışması ile mümkündür.Bu uygulamaların ülkemizde yaygınlaştırılması insana verdiğimiz önemle birebir ilişkilidir.

KAYNAKÇA

Alarko Carrier A.Ş. Yayını -Carrier Soğutma Grupları Teknik Kataloğu

ASHRAE 1991 Applications Handbook Chapter7 Health Facilities

DEMİREL, Ömer Mak. Müh. -Alarko-Carrier A.Ş.-II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Hastanelerde HVAC Sistemleri

Hastanelerde Klima Tesisatı ve Havalandırma Esasları- DIN 1946/4

HİÇSÖNMEZ, Akdeniz Mak. Müh., II. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Hastanelerde Ameliyathane İklimlendirmesi ve Sergisi

ISISAN-Temiz Odalar ve Hastaneler

İnşel İnş. Ltd. Şti- Göz Kliniği Hijyenik Klima Uygulaması Teknik Şartnamesi

Krantz Komponenten Applied System Solutions -Ameliyathanelerde Laminar Hava Akışı ile Düşük Mikrop Konsantrasyonu Sağlanması

KENTER, H. Metin Türkiye Tesisat Mühendisleri Birliği 6.Uluslararası Havalandırma ve Teknoloji Sempozyumu 3-5 Mayıs 2004 İstanbul- Steril ve Temiz Üretim Alanlarının Tasarımında, Tesisat Mühendisi Açısından Dikkat Edilmesi Gereken Konular -- Dipl. İng.

KENTER ,Metin Dipl. Ing. Weiss Klimatechnik GmbH - BARTZ Horst Gr. Dipl. ING. Weiss Klimatechnik GmbH-TAB Özel Sayısı/ Temiz Oda Tekniği

Procedural Standarts for Certified Testing of Cleanrooms. National Environmental Balancing Bureau

T.C. Sağlık Bakanlığı Özel Hastaneler Yönetmeliği

US Department of Health, Educaiton and Welfare -General Standart of Construction and Equipment for Hospital and Medical Facilities

ÜNAL, Serhat Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı ve Hastane Enfeksiyonları Kontrolü Derneği Gen. Sek. Prof. Dr. -Hastane Enfeksiyonları

YERTUTAN, Canan Doç.Dr.Hacettepe Üniversitesi Ev Ekonomisi Bölümü - Hastanelerde Çalışma Organizasyonu

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	01.06.1979
Doğum Yeri	Bulgaristan
Lise	1995 - 1997 Bayrampaşa Sağmalcılar Lisesi
Lisans	1998 - 1999 YTÜ İngilizce Hazırlık 1999 - 2003 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü (Isı-Proses Anabilim Dalı)
Yüksek Lisans	2003-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü (Isı-Proses Anabilim Dalı)