

AMELİYATHANELERDE LAMİNER HAVA AKIŞI İLE DÜŞÜK MİKROP KONSANTRASYONU SAĞLANMASI

GİRİŞ

Ameliyathanelerdeki hava dağıtımı iç ortamda gerekli hava şartlarını sağlarken (ısı ve materyal yüklerini karşılamak) ,temel amaçta ;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 makale; ameliyathanelerde kullanılan laminer akış ünitelerinin aerodinamik ve hijyenik testlerinin DIN 4799/1'e uygun sonuçlarını içermektedir.

INTRODUCTION

While maintaining the requisite indoor air conditions (removal of heat and material loads),the air distribution in operating theatres must also perform the essential task of limiting the air-borne germ and anaesthetic gas concentration and other material loads in those zones requiring particular protection (operating zone and instrument table) ; the operating theatre lighting used to illuminate the incision area also plays a significant role in this area.

The following is a report on aerodynamic and hygienic tests on an air outlet for operating theatres,which performed more effectively than the requirements of DIN 4799/1/.

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 yedeğiştirmesini 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 ameliyet zonunda soğuk havanın direk düşmesini engellerken öte yandan akışı daha hassas yapar.

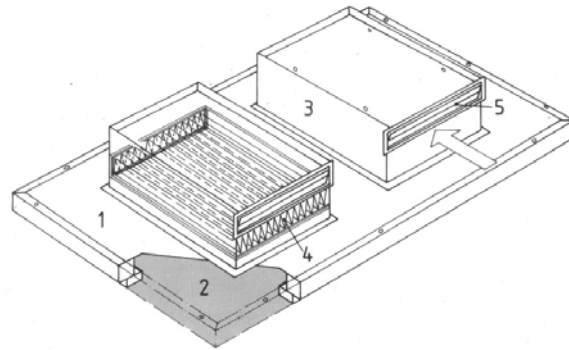
Laminer hava akışını bozan dış etkenler (engeller,havayı yönlendiren cihazlar veya insanlar) temiz havanın oda havası ile karışmasına neden olmakta ve ameliyet zonundaki mikrop ve partikül konsantrasyonunu hızla arttırmaktadır.Hava akışını bozan etkenler ise detaylı olarak ;ameliyat yapan ekibin fiziki 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 LAMİNER AKIŞLI HAVA VERİCİLERİ

Şekil 1'deki laminer akış ünitesi ,düşük türbülansa 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.



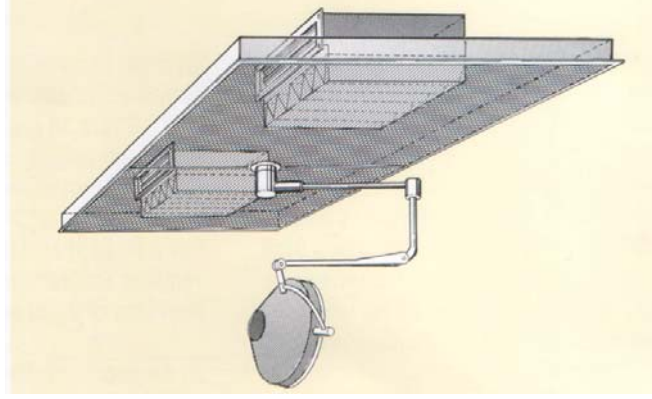
1. Dış Gövde
2. Hava Dağıtım Elemanı
3. Filtre Kutusu
4. HEPA Filtre
5. Shut-Off Damper

Şekil 1: Ameliyathanedeki Laminer Akış Ünitelerinin Şematik Dizaynı (Bölüntüsüz-Tek Parçalı Tip)

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).

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

Şekil 2: Laminer Akış Ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)

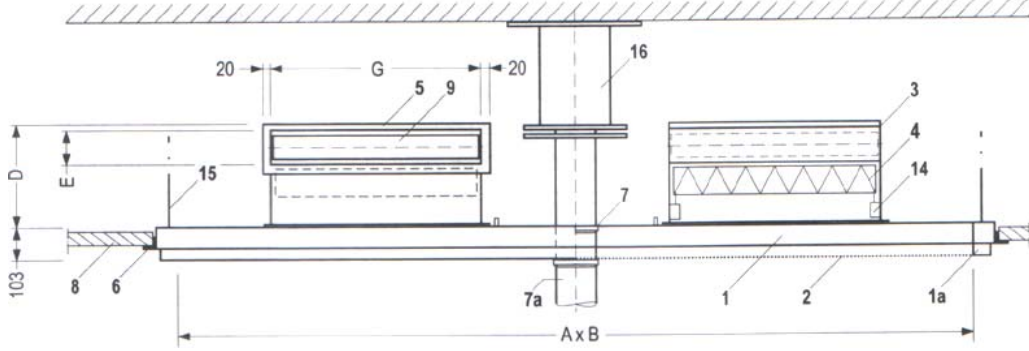


Şekil 3: Laminer Akış Ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)

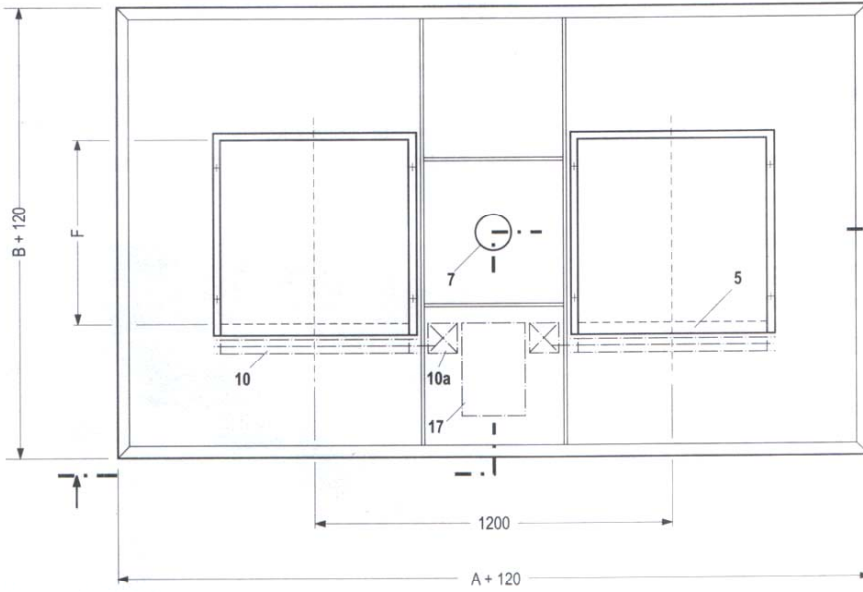


Şekil 4: Ameliyat Masası Aydınlatması Entegre Edilmiş Laminer Akış Ünitesi (Bölüntülü – İki Parçalı Tip)

Standart laminer akış üniteleri genişlikleri ;1,4 mt,1,8 mt,2,2 mt,2,4 mt uzunlukları ;2,4 mt ve boyuta bağlı yükseklikler ise 385 mm veya 405 mm 'dir.



Şekil 5: Laminer Akış Ünitesi Boyutları



Şekil 6: Laminer Akış Ünitesi Boyutları

1. Gövde
- 1a. Çerçeve
- 1b. Perfore metal sac
2. Hava çıkış elemanı
3. Filtre gövdesi
4. HEPA filtre
5. Kanal Bağlantı Parçası
6. Tavan bağlantı profili
- 6a. Son Çerçeve
7. Aydınlatma montajı için açıklık
- 7a. Aydınlatma
8. Asma tavan
9. Shut-off damper
- 9a. Servomotor
10. Dış shut-off damper (opsiyonel)
- 10a. Dış servomotor
11. Sızdırmazlık çerçevesi
- 11a. Test kanalı
- 11b. Kuru sızdırmazlık
12. Sızdırmazlık ölçüm noktası
13. Basınç ölçüm noktası
14. Basınç kontakt noktası
15. Askı
16. Aydınlatma sisteminin tavana bağlantısı
17. 10 nolu shut-off damper kullanır ise gerekli olan gözetleme kapağı

TEKNİK VERİLER

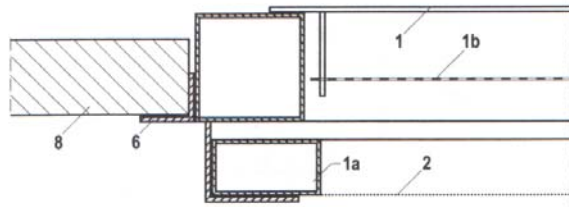
Boyutlar		1	2	3	4
A	mm	2400	2400	2400	2400
B	mm	1400	1800	2200	2400
D	mm	385	385	405	405
E	mm	160	160	180	180
F	mm	787	787	940	940
G	mm	635	787	787	940
Filtre Hücresi ¹⁾					
Genişlik	mm	610	762	762	915
Uzunluk	mm	762	762	915	915
Yükseklik	mm	110	110	110	110
Hava Debisi		500-	640-	780-	860-
\dot{V}	l/s	650	860	1050	1140
	m ³ /h	1800- 2400	2300- 3100	2800- 3800	3100- 4100
Hava Çıkış Hızı ²⁾	u m/s	0.15-0.20			
Filtre Hücresinin Basınç Kaybı ³⁾	Δp_t Pa	143	147	150	135

1) Her iki filtre hücresi boyutu; H14 sınıfı, DIN EN 1822-1'e uygun

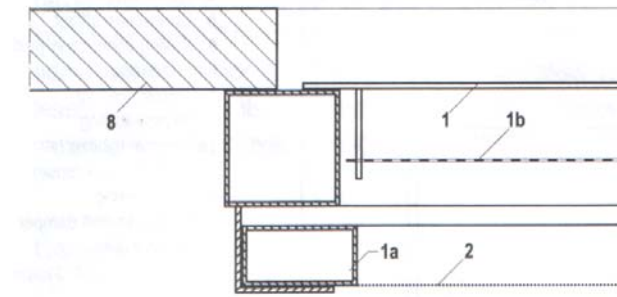
2) AxB boyutuna bağlı

3) Kirlenmemiş filtre hücresi başlangıç basınç kaybı. Son basınç kaybı başlangıç basınç kaybının iki katına çıktığında filtrelerin değiştirilmesi tavsiye edilir..

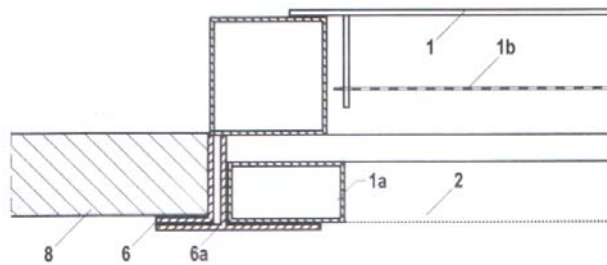
Laminer akış ünitelerinin ön yüzeyleri ,HEPA filtrelerin kolaylıkla değiştirilebilmesi ve gövdenin dezenfeksiyonunun yapılabilmesi için kolayca sökülebilir yapıdadır.Bu üniteler tavanla aynı hizada (Şekil 7), tavanın üzerinde (Şekil 8) veya içerisinde kalacak şekilde (Şekil 9) monte edilebilirler.



Şekil 7: Tavanla Aynı Hizada Monte Edilmiş Laminer Akış Ünitesi Gövdesi (8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)



Şekil 8: Tavan Üstüne Monte Edilmiş Laminer Akış Ünitesi Gövdesi (8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)



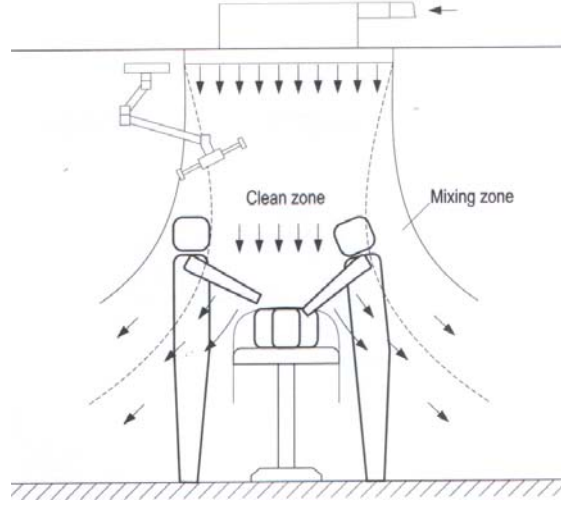
Şekil 9: Tavan İçine Monte Edilmiş Laminer Akış Ünitesi Gövdesi (8-asma tavan,6-tavan bağlantı profili)

LAMİNER AKIŞ ÜNİTELERİNİN AEORODİNAMİK YAPILARI

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 zonuunun 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 10: Laminer Akış Ünitesi Tarafından Oluşturulan Hava Akış Örneği

AEORODİNAMİK TESTLER

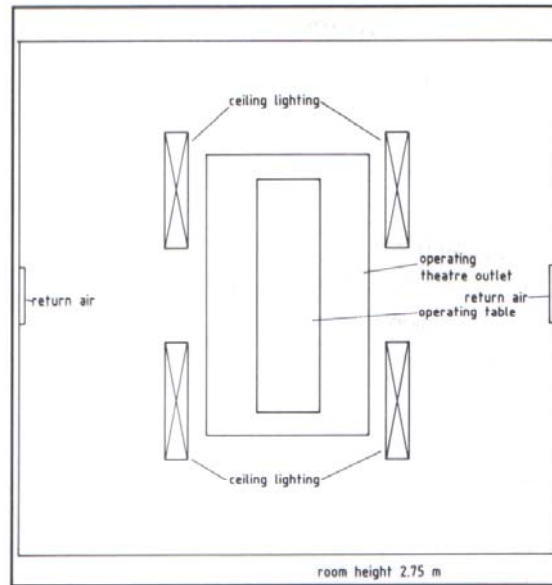
Aeorodinamik test için;laminer akış ünitesi 'temizlik sınıfı 10,000' olan temiz oda içerisine yerleştirildi.'Temizlik sınıfı 10,000' US FEDERAL STANDART 209D'de " ft³(2,83168 x 10⁻² m³) 'de $\geq 0,5 \mu\text{m}$ çapındaki tanecikler en fazla 10,000 adet bulunabilir "anlamına gelmektedir.

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 11: Test Düzeni

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

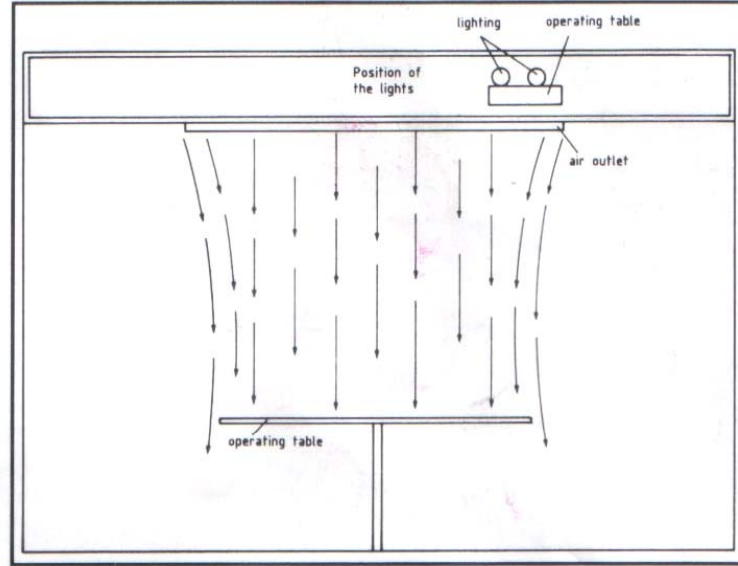
Ameliyat masası aydınlatması olarak testlerde BERCHTOLD TUTTLINGEN firmasının imalatı olan 'CHROMOPHARE C570/570'kullanılmış,aydınlatma bütün testlerde açık olarak tutulmuştur .Lambanın maksimum yüzey sıcaklığı 43°C dir.

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 değerlendirmek mümkün olmuştur.

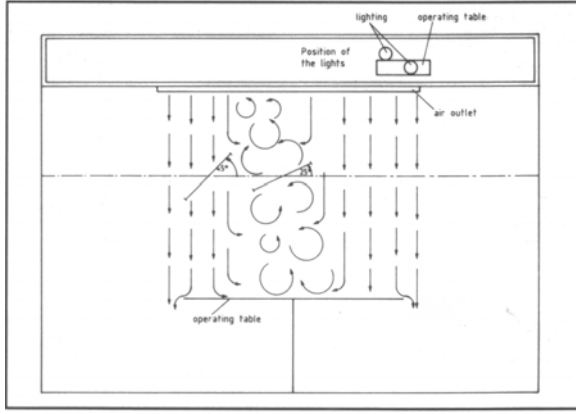
Hız ölçümleri sonucunda ortalama hava çıkış hızından maksimum %15 sapma görülmüştür.

Ameliyat masası aydınlatmasının yerleşimi ve açısına bağlı olarak , cerrahi müdahalenin yapıldığı alanda farklı akış karakteristikleri oluşmuştur.Ameliyat masası aydınlatması , laminer 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.

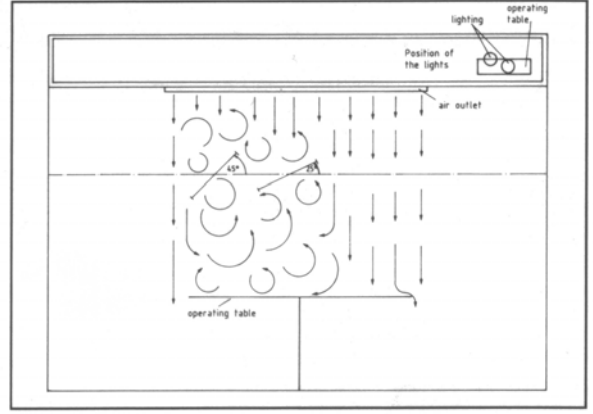


Şekil 12: Ameliyat Bölgesindeki Alanda Aydınlatma Olmadığı Durumdaki Akış Örneği

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



Şekil 13: Ameliyat bölgesindeki alanda aydınlatma olduğundaki hava akış örneği



Şekil 14: Ameliyat bölgesindeki alanda aydınlatma olduğundaki hava akış örneği

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 , ≥ 0,5 µm ve 29 parçacık/ft³ , ≥ 0,5 µm 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 , ≥ 0,5 µm (Laminer akış ünitesinin altında 1 adet aydınlatma lambası mevcut)

78 parçacık/ft³ , ≥ 0,5 µm (Laminer akış ünitesinin altında 2 adet aydınlatma lambası mevcut)

36 parçacık/ft³ , ≥ 0,5 µm (Laminer akış ünitesinin altında 1 adet aydınlatma lambası mevcut)

74 parçacık/ft³ , ≥ 0,5 µm (Laminer akış ünitesinin altında 2 adet aydınlatma lambası mevcut)

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

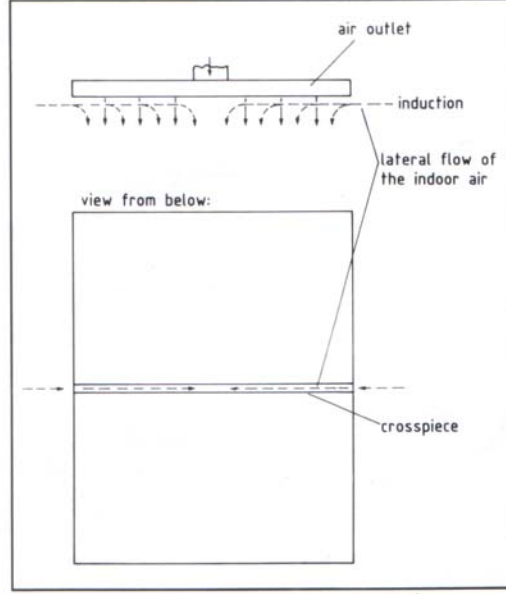
1)Ameliyat masası aydınlatması hava akışına karşı en az direnci gösterebilmesi için minimum alanı kaplıyacak şekilde yerleştirilmelidir.Lambanın dik olarak yerleştirilmesi cerrahi müdahalenin yapıldığı alandan uzakta olmayı sağladığından dolayı avantajlıdır.

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.

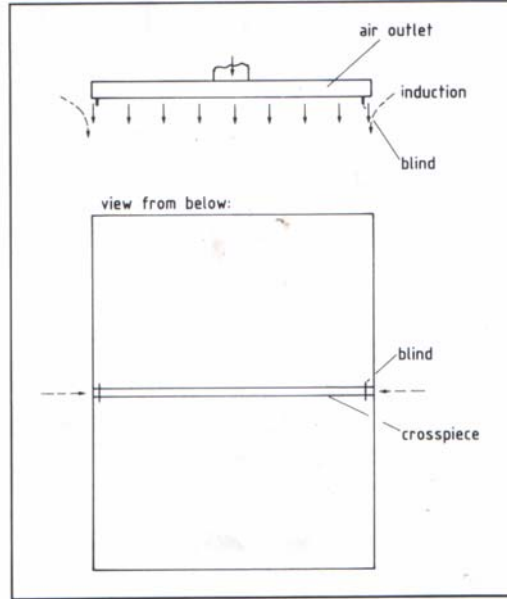
Ameliyat lambasının laminer akış ünitesinin içine (ortasına) montaj edilebilmesi için ünite 2 parçalı olarak imal edilir."Crosspiece (istavroz)" in laminer akış ünitesinin yüzeyine monte edilmesi " crosspiece" genişliğince hava akışının kesilmesine yol açmaktadır.

Şekil 15'dende 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 15

Yukarıda açıklanan iki küçük kanatçık ile yapılan çözümün, laminar akış ünitesi üfleme bölgesi ile ortam havası arasındaki basınç farkının dengelenmesini ve ortam havasının üfleme havasına karışmasının engellediği gözlemlenmiştir. (Şekil 16)



Şekil 16

"Crosspieces" lerin kenarlarından ortam havasının indüksiyonunu engellemek için kullanılan 2 küçük kanatçık, patente alınmış bir çözümdür.

Aerodinamik testler; laminar 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 sağlar. 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.

HİJYENİK TESTLER

Laminer çıkış ünitesinin hijyenik testi DIN 4799/1'e göre gerçekleştirilmiştir.Testler LÜBECK MEDICAL Üniversitesi hijyen enstitüsü tarafından ,AACHEN Üniversitesi kliniğindeki ameliyathanede yapılmıştır.Ameliyathane ölçüleri; 7,0 mt x 5,9 mt ,yüksekliği 3mt'dir. 2,4 mt x 1,8 mt ebatlarındaki laminer çıkış ünitesi , tavanla aynı hizada olacak şekilde monte edilmiştir.

2000 mm x 550 mm x 900 mm boyutundaki ameliyat masası, laminer akış ünitesinin merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir.DIN 4799'a uygun ameliyat masası aydınlatması kullanılmıştır.

Ameliyathane havalandırmasındaki egzost sistemi kısaca şöyledir:Dönüş havası ortamdaki yüke bağlı olmak üzere değişmekte fakat 25°C-26°C'dir.Egzost havası üfleme havasının maksimum %80'i mertebesindedir ve egzost havasının 3 te 2'si döşemeden ,geri kalanı tavana yerleştirilen menfezlerden egzost edilmiştir.

Laminer akış ünitesi alanı dışındaki ,ortam hava sıcaklığı ile üfleme havası sıcaklığı arasındaki fark 2 K 'dır.Mahal iç yüzey ortamı sıcaklıkları (duvar,döşeme,tavan) dönüş havası sıcaklığına eşit olmaktadır.

Testler bölüntülü (2 parçalı) ve bölüntüsüz (tek parça) laminer çıkış üniteleri üzerinde yapılmıştır.

Ölçümler ; DIN4799 'a göre iki ısı yükü (kazancı) ile yapılmıştır.(\dot{Q} =3000 W, \dot{Q} =1500 W).

Isı yüklerini simule edecek şekilde (gerçeğini laboratuvar ortamında temsil edecek şekilde) 8 adet manken,2 adet lamba ,2 ünite tıbbi cihaz eşdeğerleri bulunmaktadır (Şekil 17).



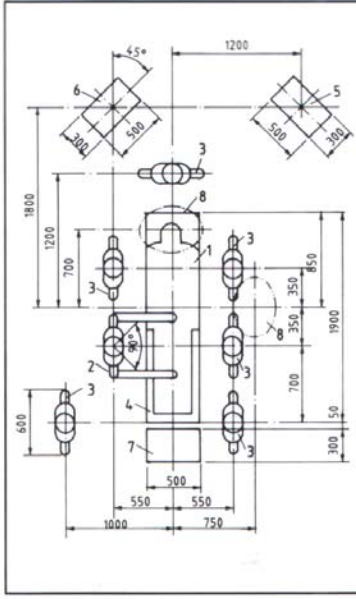
Şekil 17

Mankenlere yerleştirilen tüpler aracılığı ile toplam 0,28l/sn N₂O odaya gönderilmiştir.

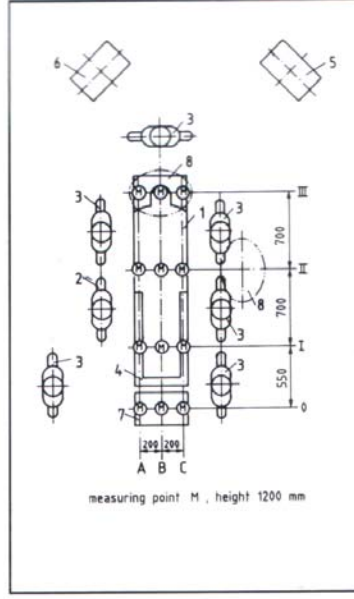
12 adet ölçüm noktası ameliyat masası ve cihazlarının etrafında tespit edilmiştir. Gaz analiz cihazı her bir deney için yerleştirilirken egzostun sürekli olması dikkate alınmıştır.

Gaz konsantrasyonları ölçümlerine ilave olarak ,sıcaklık ve hız ölçümleri de yapılmıştır.

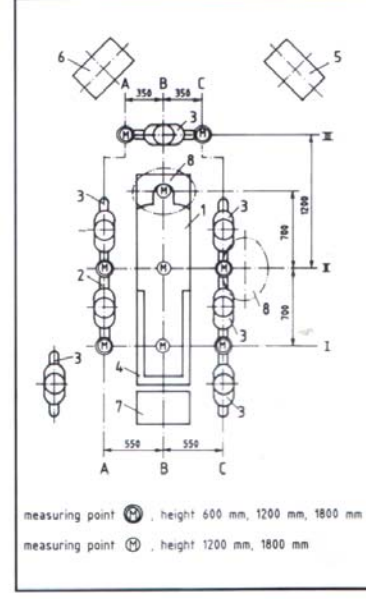
Test için ameliyathanenin yerleşimi Şekil 18'da , N₂O ölçüm noktaları Şekil 19'de ,sıcaklık ve hız ölçüm noktaları Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 18



Şekil 19



Şekil 20

1. Hasta
2. Cerrah
3. Ameliyat personeli
4. Ameliyat masası, 850 mm yüksekliğinde
5. Monitör, 1600mm yüksekliğinde
6. Anestezi Cihazı, 1200 mm yüksekliğinde
7. Tıbbi cihaz masası, 1100 mm yüksekliğinde
8. Ameliyat masası aydınlatması (Lamba alt yüzeyi döşeme seviyesinden 2000mm yukarıda)

ÖLÇÜM CİHAZLARI

Aşağıdaki ölçü cihazları kullanılmıştır.

-Değişken optik dalga uzunluklu,spectral infra-red gaz analiz cihazı ;Tip Miran 1A,Foxborro ,USA imalatı,CAST,USA tarafından üretilen donanım cihazı olan emme pompası ile.

-Hot-wire (Sıcak tel) anemometre ve rezistanlı termometre ;Thermo-Air I,Schildknecht,İSVİÇRE

-IR Termometresi,Tip 320,Everest USA

-4 konduktör circuit,1/5 DIN sıcaklık ölçüm ünitesi,Tip Therm 5200,AMR imalatı

-Hava hızı,basınç,basınç farklılıkları hassas ölçüm cihazı,Tip 2295-2,AMR imalatı

TEST PARAMETRELERİ

4 test yapılmıştır.Testlerde mahaldeki ısı yükü ve laminer akış ünitesi tipi (Bölüntülü,bölüntüsüz) değiştirilmiştir.

Ana test parametreleri Tablo1'de verilmiştir.

Test no.	\dot{Q} W	Hava çıkış elemanı	U_o m/s	Δv K
1	3000	Bölüntülü(iki parçalı)	0.15	2
2	1500	Bölüntülü(iki parçalı)	0.15	2
3	3000	Bölüntüsüz(tek parçalı)	0.15	2
4	1500	Bölüntüsüz(tek parçalı)		

Tablo 1: Test Parametreleri U_o =Hesaplanan hava çıkış hızı, Δv = İç hava ile üfleme havası arasındaki sıcaklık farkı

HİJYENİK TESTLERİN SONUÇLARI

Tüm testlerde DIN 1946 Bölüm 4'e uygun olarak ;

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

ε_s : Havadaki izafi mikroorganizma konsantrasyonu , belirlenmiştir.

$$\mu_s = \frac{\bar{k}_s}{\bar{k}_R}$$

\bar{k}_s : Temiz bölgedeki (protected zone) ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

\bar{k}_R : Ameliyathanedeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu (bu da dönüş havasındaki ortalama mikroorganizma konsantrasyonuna tekabül etmektedir)

Ameliyathanedeki mikroorganizma konsantrasyonu yapılan testlerde N₂O tarafından simüle edilmesine rağmen ,kirlilik derecesi aşağıdaki formülden elde edilmiştir.

$$\mu_s = \frac{\bar{k}_{i,s} - \bar{k}_{i,Zu}}{\bar{k}_{i,Ab} - \bar{k}_{i,Zu}}$$

$\bar{k}_{i,s}$: Temiz bölgedeki (protected zone) ortalama N₂O konsantrasyonu

$\bar{k}_{i,Zu}$: Üfleme havasındaki ortalama N₂O konsantrasyonu

$\bar{k}_{i,Ab}$: Dönüş havasındaki ortalama N₂O konsantrasyonu

$$\varepsilon_s = \frac{\bar{k}_s}{\bar{k}_R} = \mu_s \cdot \frac{\bar{k}_R}{\bar{k}_R^*} = \frac{\dot{V}_{zu}^*}{\dot{V}_{zu}}$$

\bar{k}_R^* : Ameliyathanedeki \dot{V}_{zu}^* debisindeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

\dot{V}_{zu}^* : 667 lt/sn referans üfleme hava debisi

\dot{V}_{zu} : Gerçek üfleme havası debisi (lt/sn)

DIN 1946/4/2 'ye göre relativ mikroorganizma konsantrasyonu aşağıdaki gibidir;

$\varepsilon_s \leq 1$; Çok düşük mikroorganizma konsantrasyonu istenen ameliyathanelerde

$\varepsilon_s \leq 2/3$; Kısmi olarak düşük mikroorganizma konsantrasyonu istenen ameliyathanelerde

Deneylerdeki referans debi,gerçek üfleme havası debisiyle aynı olduğunda sonuç olarak μ_s (kirlilik derecesi) , ε_s (relativ mikroorganizma konsantrasyonu) ile aynıdır.

Test sonuçları Tablo 2 ve 3 'de verilmiştir.

Test No	Şekil 19'daki ölçme noktalarına göre											
	AO	BO	CO	AI	BI	CI	AII	BII	CII	AIII	BIII	CIII
1	390	100	200	70	50	100	40	15	40	80	50	50
2	400	120	230	120	90	110	20	50	30	20	20	20
3	370	25	370	15	25	25	25	25	50	50	50	70
4	390	40	390	20	40	40	20	5	20	20	20	20

$\bar{k}_{i,Zu} = 70$ ppm, $\bar{k}_{i,Ab} = 500$ ppm

Tablo 2: Temiz Bölgedeki (Protected Zone) Ortalama N₂O Konsantrasyonu, $\bar{k}_{i,s}$ (ppm)

Tablo 3 (Temiz bölgedeki ε_s : relativ mikroorganizma konsantrasyonu tablosu) kullanılarak deney sonuçları okunabilir.Tablodaki değerler ortalama değerlerdir.Örneğin Test No 1'de AI 'den CIII'e kadar olan tüm noktaların aritmetik ortalaması ; ε_s :0,13,Test No 2'de ε_s :0,10, Test No 3'de ε_s :0,09 ve Test No 4'de ε_s :0,05 'dir.

Test No	Şekil 19'daki ölçme noktalarına göre											
	AO	BO	CO	AI	BI	CI	AII	BII	CII	AIII	BIII	CIII
1	0,91	0,23	0,47	0,16	0,12	0,23	0,09	0,04	0,09	0,19	0,13	0,13
2	0,89	0,27	0,51	0,27	0,20	0,24	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04
3	0,86	0,06	0,86	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12	0,16	0,12	0,16
4	0,91	0,09	0,91	0,05	0,09	0,09	0,05	0,01	0,05	0,04	0,05	0,05

Tablo 3: Temiz Bölgedeki (Protected Zone) Relativ Mikroorganizma Konsantrasyonu, ϵ_s

Yukarıdaki değerler gösteriyorki kısmi düşük mikroorganizma konsantrasyonu sınıfının (DIN 1946/4/2 $\epsilon_s \leq 2/3$) yakalanması için gerekli olan ϵ_s :0,67 değeri %93 tutturulmaktadır.

Hijyenik testler sonucunda laminer akış ünitelerinde hava çıkış hızı yaklaşık 0,15 m/sn olduğunda, stabil ve laminer hava akışı sağlanmaktadır.

Laminer akış bölgesindeki bozulmalar ameliyat masası lambalarının yatay yerleştirilmesinden ,yukarı yönlü hava akışlarının oluşmasından ve ameliyathanedeki deplaseli hava akışlarının olmamasından kaynaklanmaktadır.

0,1-0,2 m/sn arasında hava hızları kullanıldığında , ortalama hava hızı değeri olarak kullanılan 0,4 m/sn hızda elde edilen hasta çevresindeki tam ve kısmi yükler daha azdır.

Cerrahi operasyon geçiren hastanın üzerine laminer akış ünitesi tarafından gönderilen havada yaklaşık olarak 5CFU/m³ /3/4/ mikroorganizma konsantrasyonu kabul edilebilirken ,aseptic ameliyathanede ki ortam havasında ise mikroorganizma konsantrasyonu 100 ile 200 CFU/m³ arasında bulunmaktadır.

SONUÇ

Laminer akış ünitesi, u:0,15 m/sn çıkış hızında ,düşey yönde düşük türbülanslı ve çok düzgün akış karakteristiğine sahip,deplase olan akış sağlamaktadır.

Aerodinamik testler göstermektedir ki ,akış alanı içindeki ameliyat masası lambasının etkisi lokal olarak kalmaktadır.Test sonuçlarına dayanılarak laminer akış ünitesi altına yerleştirilecek lambalar için tavsiyelerde bulunulabilir.

DIN 4799'a uygun hijyenik testler hava hızı 0,15 m/sn iken, standart mikroorganizma konsantrasyon değerlerinin %90 oranında karşılandığı görülmüştür.

REFERANSLAR

1.DIN 4799 Room ventilation

Air distribution for operating theatres-Test June 1990

2.DIN 1946/4 Room ventilation

Ventilation plants in hospitals (VDI-Association of German Engineers –ventilation regulations),December 1989

3.Test Report on a double-unit air distribution system according to DIN 4799 (air distribution system for operating theatres),Hygiene Institute at Lübeck Medical University, July 1992

4.Test Report on a single-unit air distribution system according to DIN 4799 (air distribution systems for operating theatres,Hygiene Institute at Lübeck Medical University, July 1992

YAZARLAR HAKKINDA

Dipl.-Eng.F.Masuhr is a research engineer in the development department at KRANTZ Construction Engineering,AACHEN ,GERMANY

Dipl.-Eng.R.Keller is a research assistant in the Hygiene Institute at Lübeck Medical University,LUBECK,GERMANY

Dipl.-Phys.W.Eisele is product manager at Berchtold Medizin Technik/Elektronik,TUTTLINGEN,GERMANY

ÇEVİREN HAKKINDA

Aylin GÜLPINAR;

1973 yılında Gaziantep'te doğdu. 1995 (Şubat) yılında Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. SAMKO ve TOKAR A.Ş firmalarında hakediş&kesin hesap , proje mühendisi olarak çalıştı.2002 yılından itibaren EMO TEKNİK TESİSAT Malz.Taah.Tic.ve San.Ltd.Şti'nde HVAC departmanında Sistem Çözüm ve Satış Mühendisi olarak çalışmaktadır.