



**bu bir MMO
yayımdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Ameliyathane Odalarında Uygulanan Laminar Akımlı Modern Klima Sistemi

YÜKSEL KÖKSAL

SELNİKEL A.Ş.
İnönü Cad. 69/12
80090 TAKSİM-İSTANBUL

**AMELİYATHANE ODALARINDA UYGULANAN
LAMİNAR AKIMLI MODERN KLİMA SİSTEMİ**

Yüksel KÖKSAL

ÖZET

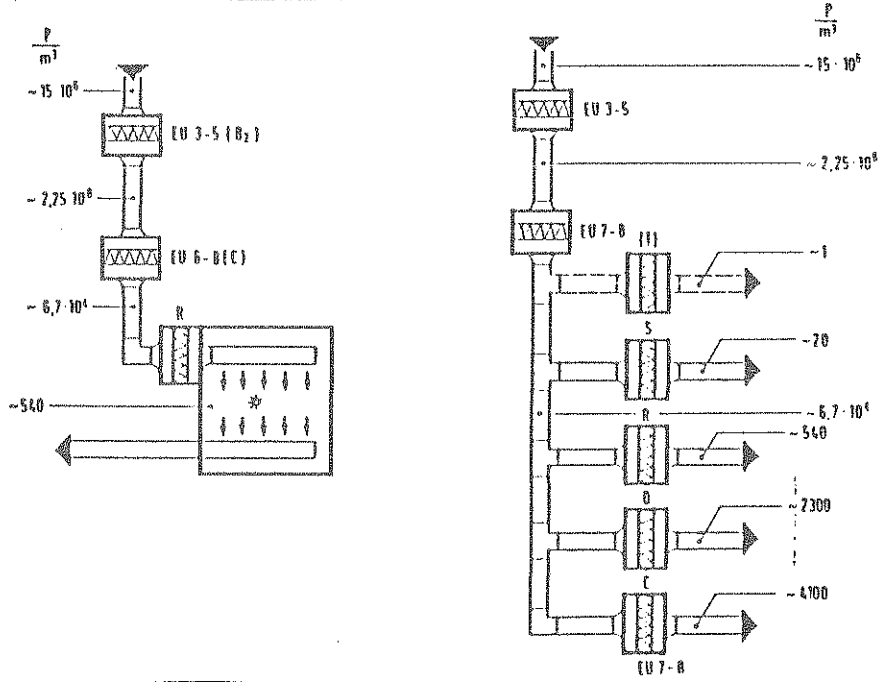
Bu bildiri de, hastanelerin ameliyathane odalarında steril hava şartlarını sağlayan laminer akımlı (Laminar flow) klima sisteminin önemi üzerinde durulacaktır. Tanıtılan bu modern veriş havası dağıtım sisteminin en önemli hususiyeti, düşük hava miktarlarına rağmen minimum hava kirlilik oranlarının gerçekleştirilebilmesidir.

Türkiye'de genel olarak hastanelerin ameliyathane ve yoğun bakım bölümlerinde sağlıklı, steril bir hava ortamının sağlanamamasından dolayı hastaların maruz kaldıkları tehlikelerin boyutları, gerek tıp doktorları, gerekse klima mühendisleri tarafından maalesef yeteri derecede değerlendirilememektedir.

Bundan dolayı memleketimizde birkaç hastanenin dışında modern anlayışa uygun ameliyathane odası steril klima sistemi olmadığı gibi, mevcut sistemlerin modernizasyonu yoluna gidilmesi için gerekli bilgi birikimi de genelde yaygın değildir.

Bir ameliyathane klima sisteminde çift cidarlı hijenik klima santralleri, sızdırmaz özel bağlantı flanşlı hava kanalları ve ameliyathane odası hava veriş dağıtım menfezlerinden önce havayı % 99.5 oranında temizleyebilen HEPA filtreler ile rahatlıkla çok steril hava sevki konvensyonel yoldan sağlanabilir.

Klima santralına 15.10^6 partikül/m³ olarak giren havanın 3 kademeli filtrasyon sistemi ve (T) tipi Hepa filtreler ile ameliyathane odasına 1 partikül/m³ olarak sevk edilebileceği şekil 1'de görülmektedir.



Şekil (1) 3 Kademeli veriş havası filtrasyonu

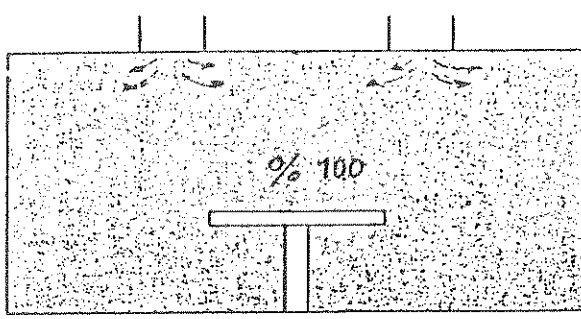
Ancak, klima sisteminin en can alıcı özelliği hastaya asıl mikrobu yayan ameliyat ekibinin solunum yoluyla çıkardıkları bu partiküllerin hastayı etkilemeden sistem vasıtasıyla dışarıya atılabilmesidir.

Ameliyathane odasında kişinin yaptığı işe, işin şekline ve iş kıyafetine bağlı olarak kişilerin yaydıkları partikül sayısı büyük iniş çıkışlar yapabilir. Neşredilen bu partiküller içinde asıl tehlikeli olan kısmı mikroorganizma ve mikroplardır. Ameliyathane odalarındaki hava kalitesini belirlemek için kirlenme endeksi terimi getirilmiştir. Bir kişinin saatte ortalama 140.000 partikül ürettiğini kabul edersek ve ameliyat ekibinin 7 kişiden teşekkülü varsayımı ile saatte toplam 1.000.000 tanecik ve mikrop ameliyat odasına yayılır. Odaya 10.000 m³ hava verilirse dışarıya atılan egzost havasının 1 m³'de 100 mikrop bulunur. Eğer, hastanın üzerindeki havada 1 mikrop ölçülürse kirlenme endeksi % 1 olarak kabul edilir.

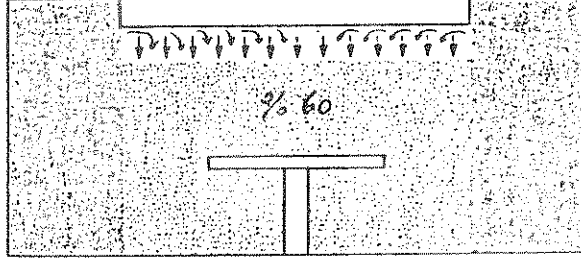
Ameliyathane odasına gönderilen şartlandırılmış havanın dağıtımına göre,

1. Konvensyonel turbulans akımlı hava veriş,
2. Perfore tavan ile hava veriş,
3. Laminer akımlı klima tavanı hava veriş,

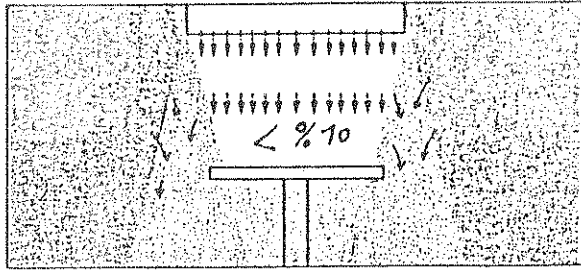
şekli olarak kirlenme endeks durumunu şekil 2'de inceleyelim.



1. Konvensyonel turbulans akımlı hava verışı



2. Perfore tavan ile hava verışı



3. Laminar akımlı klima tavanı hava verışı

Şekil (2) Hava dağıtım şekilleri

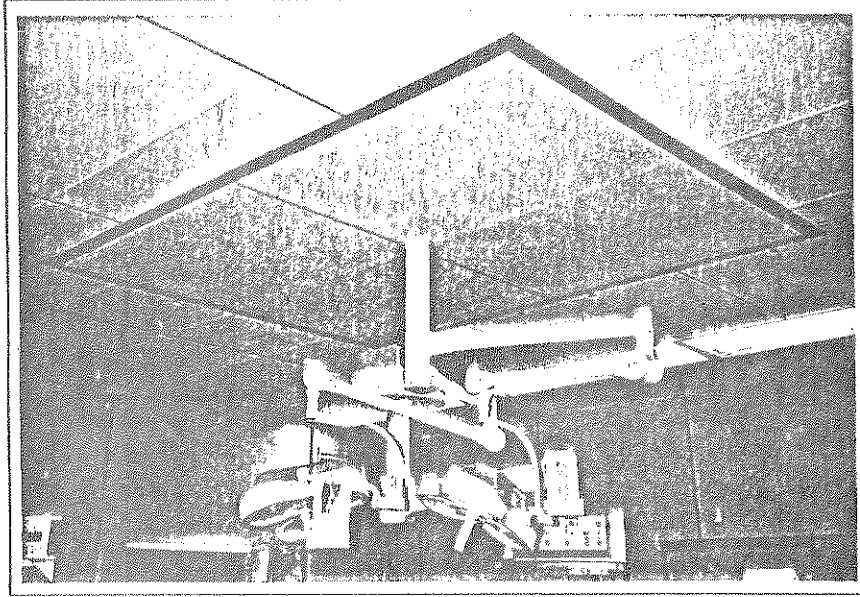
1. Konvensyonel anemostat veya menfezler ile hava dağıtım şeklinde, oda içerisinde her yerde turbulanslı karışım akımı hakimdir. Dolayısıyla mahal içinde üretilen mikroplar olduğu gibi ameliyat masasındaki hastaya intikal eder. Bu durumda kirlenme endeksi % 100'dür.

2. Perfore-delikli plenumlu tavan ile hava dağıtım ile kısmen bir iyileşme sağlanmış olmasına rağmen burada kirlenme endeksi % 60 civarındadır. Hava, tavan deliklerinden aşağıya inerken indüksiyon ile turbulans yarattığından tam düzgün hava akımı sağlanamaz.

3. Laminar akımlı tavan hava dağıtıcılarında ise 0,15 - 0,25 m/s gibi düşük hava hızları ile sağlanan düzgün hava akımı ile ameliyat ekibinden yayılan mikroorganizmalardan 0,5 μ ve daha büyük olan tanecikler hastaya geçmeden hava akımı ile aşağıya alınıp götürüldükleri için, bu sistemde kirlenme endeksi % 10'dan daha az olabilmektedir.

Laminar akımlı tavan hava dağıtıcıları ameliyat masasının tam üzerine gelecek şekilde yerleştirilir. Laminar akım dağıtım plenumunun altına gelen kısımdaki mevcut havayı iterek, yani onun yerini alarak aerodinamik bakımdan kontrollü steril hava akımı yarattığı için ayrıca bir iç kabine ihtiyaç göstermez. Bu şekilde sistem ilk yatırım maliyetinin düşük

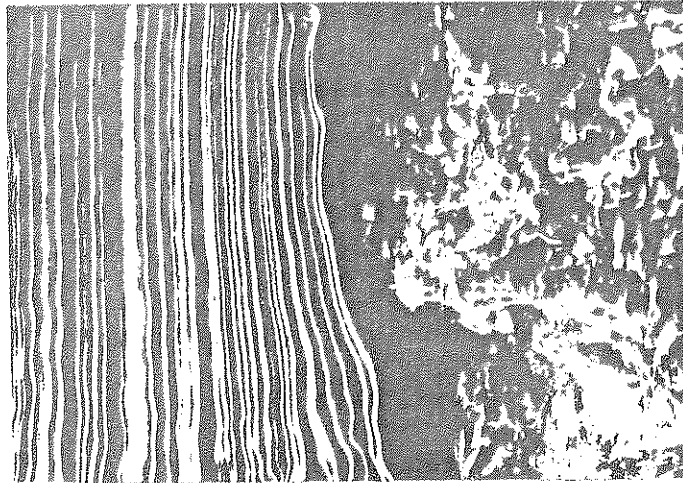
olması nedeniyle de tercih görmektedir. Düşey hava akımı ile aşağıya itilen mikrop ve tanecikler döşeme ve/veya tavan menfezlerinden dışarıya atılırlar. Ameliyathane içinde yaratılan artı hava basıncı ile temiz hava alanına çevreden ve dışarıdan kirli havanın sızmasına mani olunur.



Şekil (3) Bir ameliyathane odasında uygulanmış laminer akımlı klima tavanı

Dünya'da ameliyathane klimasında düşey hava akımlı, düşük türbülanslı tavan tipi hava dağıtımli klima sistemleri 20 yıldan beri çeşitli varyasyonları ile kullanılmaktadır.

Enerji tasarrufu anlayışındaki değişiklikte veriş havasını en az düzeye indirip klima sistemini ucuzlatacak laminer akımlı klima tavanları son yıllarda çok önemli populerite kazanmışlardır.



Şekil (4) Solda laminer, sağda türbülanslı hava akımı görülmektedir.

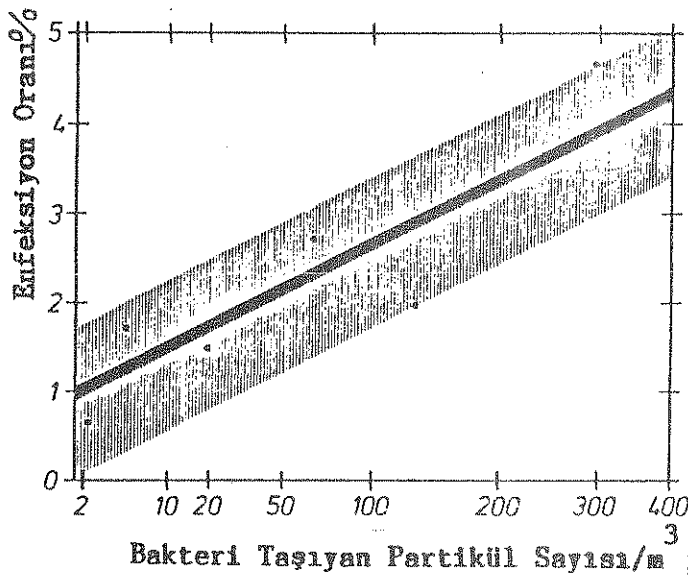
Modern anlayıştaki steril ameliyathane odaları uygulamalarının ilk yıllarında kullanılan hava miktarları 10.000 m³/h gibi yüksek değerlerde oldukları için bu sistemler hem ilk yatırım tutarları, hem de işletme masrafları yönünden bir hayli külfetli idiler. Bu nedenle, bazı firmalar veriş havası miktarını minimuma indirebilmek için ameliyathane masasının ve ameliyatla direkt ilişkili ekibi içine alacak kabinlerin yapımına gittiler. Bu sistemde anestezi uzmanları ve bazı asistanlar kabin dışında kaldılar. Ancak tavan, taban ve duvarları özel yapılmış bu kabinler yüksek yatırım maliyetlerini getiriyordu.

Zamanla gelişen teknoloji ile birlikte, ameliyat masasında m³ havada 10 adetten (CFU - Koloni meydana getiren Ünite) daha az mikrobu sağlayabilen ve 2000-3000 m³/h gibi çok düşük klima veriş havası ile çalışabilen laminer akımlı klima tavanları uygulamada müstesna yerini aldı. Bu şekilde yüksek aseptik ortamlar yaratılırken klima sisteminin yatırım ve işletme maliyetleri de minimuma indirilebildi.

Ameliyat sırasında kullanılan aletler ne kadar steril olursa olsun ortam havasının steril olmaması halinde hastanın mikrop kapması ihtimali ortaya çıkar. Hastanın ameliyattan sonra enfeksiyon kapması durumunda ortaya çıkabilecek komplikasyon ve maddi zararlar steril hava ortamının önemini ortaya koymuştur. Bu konu ile yakından ilgilenmemiş olan doktorlar enfeksiyon riskinin kaynağını bilemiyebilirler.

Türkiye'de maalesef istatistikî bilgiler de genelde mevcut olmadığı için konunun önemi yaygın olarak bilinmemekte, yalnız son yıllarda açık kalp ameliyat odalarında steril klima sistemlerinin uygulanmasının mutlaka gerekli olduğu bilinci gelişmektedir. Aslında sadece kalp ameliyatlarında değil, kemik, mafsâl ameliyatlarında, organ nakli, ağır yanık tedavilerinde ve daha birçok aseptik ameliyatlarda laminer akımlı klima tavanlarının kullanılması gerekmektedir.

Bir İngiliz-İskandinav araştırma grubunun İngiltere ve İsveç'te 19 hastanede yaptıkları kalça kemiği ve diz kapağı ameliyatları geçiren 8000 hastanın raporlarının incelenmesi sonucunda tespit ettikleri, ameliyat sonrası enfeksiyon oranı ile ameliyathane odası havası kirlilik oranı arasındaki ilişki şekil 5'de verilmiştir. 5 sene süren böyle bir çalışma sonucunda ortaya konulan husus, ameliyathane odalarında m³ havada bakteri taşıyan partiküllerin artması ile enfeksiyon oranının doğru orantılı olarak arttığı gerçeğidir.

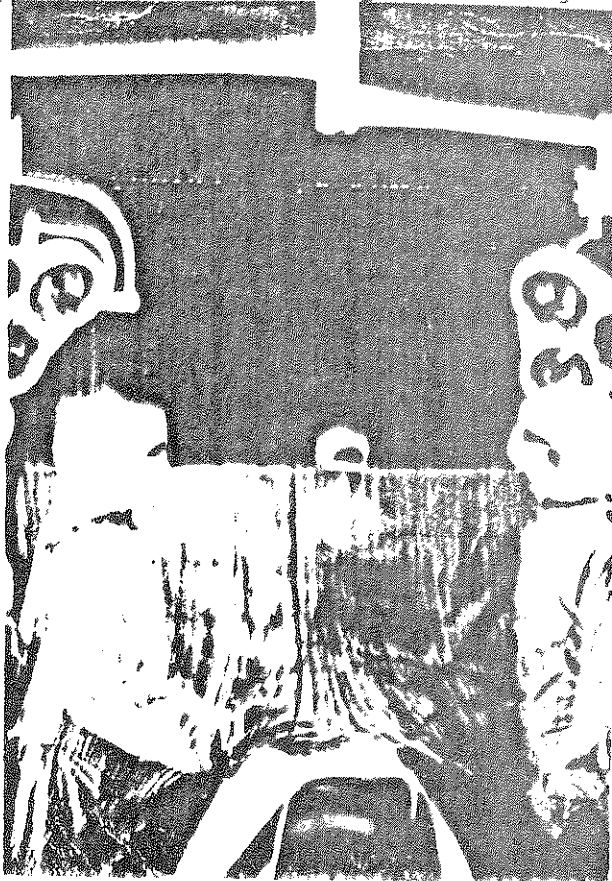


Şekil (5) Kemik ameliyatlarında tespit edilen havadaki bakteri sayısı ile enfeksiyon oranı arasındaki ilişki.

Odadaki m³ havada 400 bakterinin olması halinde % 4,5 olan enfeksiyon oranı, 20 bakteri olması durumunda % 1,5'a düşmektedir. İnsan hayatının söz konusu olduğu böyle bir konuda en küçük positif sayısal değerleri bile hassasiyetle dikkate almak gerekir.

Türkiye'de, mevcut şartlar gözönüne alınırsa enfeksiyon oranlarının kat kat yüksek çıkabileceğini varsaymak yanlış olmaz.

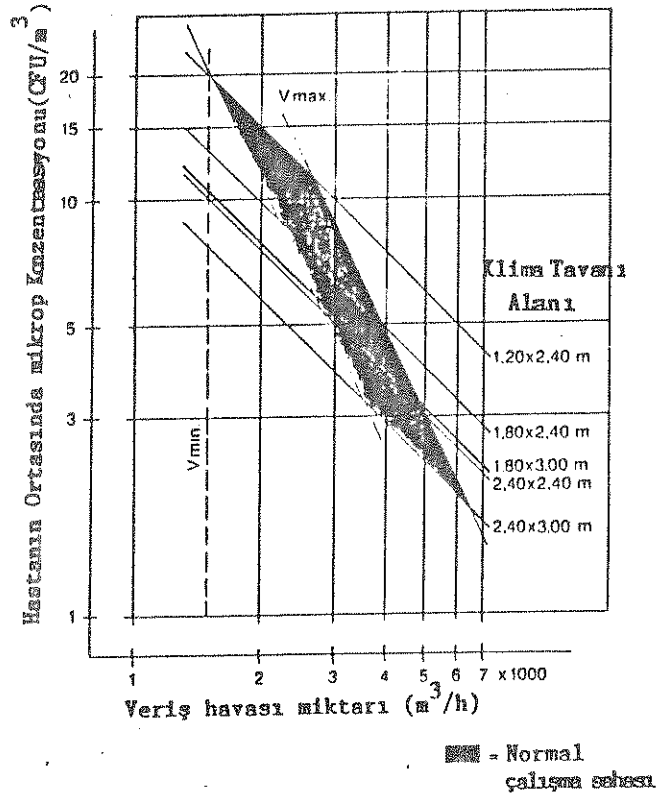
Şekil 6 Laminar akımlı klima tavanından havanın nasıl ip gibi aşağıya indiği ve hasta çevresinde mikrop birikimi (sedimentasyon) yapmayacak bir yol izlediği görülüyor.



Şekil (6) Uygulamadaki laminar karakterli düşey hava akımı

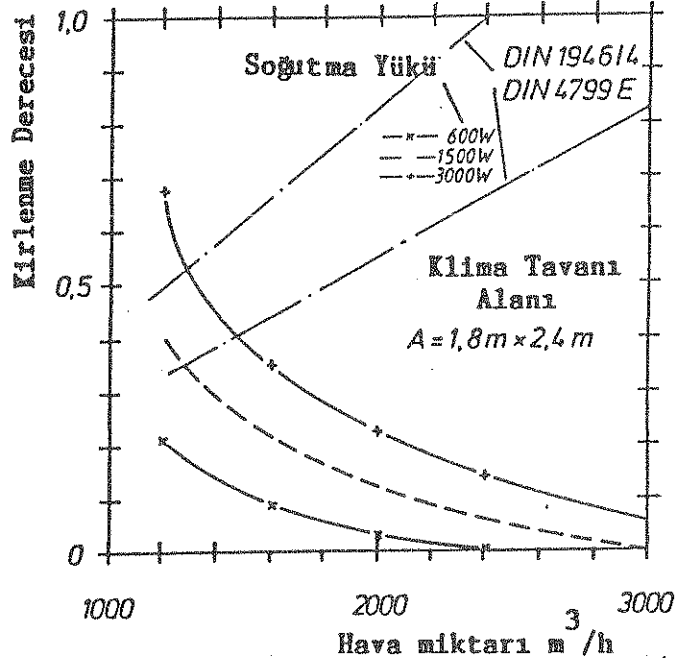
Laminar akımlı klima tavanları ile yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda en uygun hava hızının 0,15-0,25 m/s, üfleme sıcaklığının ise tkr.21°C olduğu ve bu şekilde gerek hastada, gerekse ameliyat ekibinde hava ceryanı veya düşük hava sıcaklığı yönünden bir rahatsızlık ortaya çıkmadığı tespit edilmiştir. Alman normları ameliyat odaları için en az 1200 m³/h taze hava ihtiyacını ön görüp, resirküle sistemlere de cevaz vermesine rağmen, toksik narkoz gazlarının kullanılması halinde % 100 dış hava ile çalışan klima sistemleri tercih edilmiştir.

Şekil 7'de mikrop konsantrasyon oranına bağlı olarak laboratuvarlarda tespit edilmiş veriş havası miktarı gösterilmiştir. Burada normal çalışma sahası koyu renk ile belirtilmiştir.



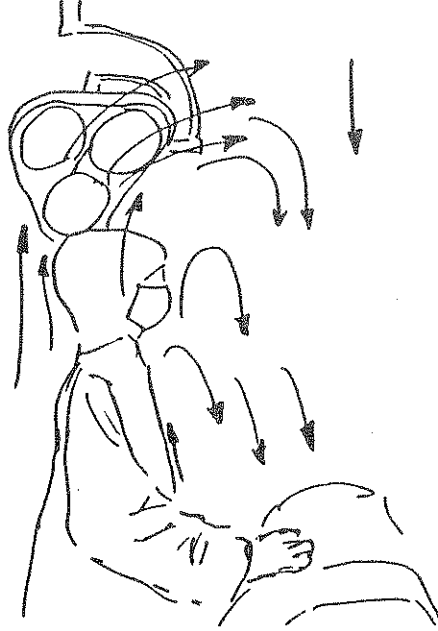
Şekil (7) Mikrop konsantrasyonuna bağlı olarak veriş havası miktarı (Değerler hasta ve ameliyat ekibinin 300.000 CFU/h mikrop ürettiği esasına dayanmaktadır.)

Şekil 8'de veriş havası miktarına göre ameliyathane odasındaki soğutma yüküne bağlı olarak elde edilen havanın kirlenme derecesi verilmiştir. Burada 2500-3000 m³/h veriş havası miktarlarında soğutma yükünün etkisinin azaldığı görülmektedir.



Şekil (8) Veriş havasına ve soğutma yüküne bağlı olarak kirlenme derecesi

Uygulamada laminer akıma engelde en önemli etkenin ameliyathane lambası olduğunu görürüz. Lambanın verdiği ısı vasıtasıyla yarattığı serbest konveksiyon akım, laminer akımı bozmaya çalışır. Dolayısıyla burada lambanın büyüklüğü ve yeri de çok büyük önem arzeder. En uygun durum lambanın mümkün mertebe çok spotlu, küçük çaplı ve ameliyat ekibinin arkasında yer almasıdır.



Şekil (9) Ameliyat lambasının yarattığı serbest konveksiyon akımın laminar akıma tesiri

KAYNAKLAR

1. Dr.-Ing. K.Fitzner (1987), Klimatechnisches Laboratorium H.NICKEL GmbH, Vorteile der Laminarströmung
2. Dr.-Ing. K.Fitzner (1988), Klimatechnisches Laboratorium H.NICKEL GmbH, Laminare und turbulente Strömung in Reinraeumen.
3. Dr.-Ing. K.Fitzner (1990), HLH Bd 41 Nr.4 Zuluftdecken für Operationsraeumen.
4. Prof.Dr.Med.J.Beckert (1984), Medical University Lübeck Institute of Hygiene, Test report on a ceiling-hung air supply system for operating rooms.

ÖZGEÇMİŞ

1944 yılında doğdu. Lise eğitimini Ankara kolejinde 1962 yılında bitirdi. Almanya Aachen Teknik Üniversite'si Makina Fakültesi Isı Tekniği bölümünden 1969'da Mak.Yük. Mühendisi olarak mezun olduktan sonra Almanya'da H.Nickel firmasında Hava ve Klima tekniği konusunda çalıştı. 1970'de Türkiye'ye döndüğünde SELNİKEL A.Ş.'de göreve başladı. Isıtma, Havalandırma, Klima, Tesisat ve Proses Mühendisliği konularında çalıştı. Halen, Selnikel, Gersel ve Raysel firmalarının da dahil olduğu HIZIROĞLU HOLDİNG A.Ş.'de Teknik Koordinatörlük görevini yürütmektedir. Evli ve bir çocuk babası olup, Almanca ve İngilizce bilmektedir.