

- ❖ ISITMA
- ❖ HAVA KOŞULLANDIRMA
- ❖ HAVALANDIRMA
- ❖ SU ŞARTLANDIRMA
- ❖ SU ARITIMI
- ❖ ENERJİ
- ❖ OTOMATİK KONTROL
- ❖ BİNA OTOMASYON

- ❖ İŞ YÖNETİMİ VE ORGANİZASYON
- ❖ MALİYE / FİNANS
- ❖ MÜHENDİSLİK GELİŞTİRME
- ❖ PAZARLAMA / SATIŞ
- ❖ HALKLA İLİŞKİLER / REKLAM
- ❖ EĞİTİM
- ❖ AR-GE
- ❖ KİŞİSEL GELİŞİM
- ❖ ÜRETİM
- ❖ İHRACAT / İTHALAT
- ❖ MÜŞTERİ HİZMETLERİ
- ❖ SERVİS HİZMETLERİ

Alarko Carrier San. Ve Tic. A.Ş.  
GOSB – Gebze Organize Sanayi Bölgesi  
Şahabettin Bilgisu Cad. 41480 Gebze / KOCAELİ  
[www.alarko-carrier.com.tr](http://www.alarko-carrier.com.tr)  
[info@alarko-carrier.com.tr](mailto:info@alarko-carrier.com.tr)

Erkan TUNCAY

## AMELİYATHANELERDE VERİLECEK EN AZ HAVA DEBİSİ VE LAMİNAR TAVAN UYGULAMASI

\* Yayın Tarihi: Ocak 2011

\* Yayınlayan: Tesisat Dergisi

\* Kaynak gösterilerek kısmen ya da tamamen yayınlanabilir.



## **Erkan TUNCAY**

Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.  
Bakım ve Süpervizyon Müdür Yardımcısı

1970 yılında Almanya'da doğdu. Kuleli Askeri Lisesi'nin ardından, 1997 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1998 yılında Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de çalışmaya Mümessillik Departmanı'nda başladı. 2003 yılında Çatı Tipi Paket Klimaların Ürün Yöneticisi görevine geldi. 2011 yılına kadar Sistem Klima Ürün yöneticisi olarak görev yaptı. 2011 Nisan ayından itibaren Satış Sonrası Hizmetler departmanında Bakım ve Süpervizyon Müdür Yardımcısı olarak görevine devam ediyor.

## **Ameliyathanelerde Verilecek En Az Hava Debisi ve Laminar Tavan Uygulaması**

06 Şubat 2010 tarihinde TTMD-Türk Tesisat Mühendisleri Derneği İstanbul Temsilciliği tarafından düzenlenen "Hijyenik Klima ve Sistem Uygulamaları" başlıklı seminerde, Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş. Bakım ve Süpervizyon Müdür Yardımcısı Erkan Tuncay'ın hijyenik klima santralleriyle ilgili yaptığı sunumun 1. Bölümünü sizlerle paylaşıyoruz.

### **Neden 2400 m<sup>3</sup>/saat Hava Gereklidir?**

DIN 1946/4 standartının 1999 yılı ve öncesi versiyonlarında bir ameliyathaneye verilecek toplam hava debisinin minimum değerinin 2400 m<sup>3</sup>/saat olması gerektiğini belirtir. Peki neden 2400 m<sup>3</sup>/saat hava gereklidir?

Bu sorudan hareketle yaptığım araştırmada çeşitli kaynaklarda çok amaçlı kullanılacak bir ameliyathanenin boyutunun 6 metre x 6 metre yüzey alanına 1 ve 3 metre tavan yüksekliğine sahip olması gerektiği belirtiliyor. Hesaplanırsa bu 108 m<sup>3</sup>'lük bir hacim demektir. Bir ameliyathanenin minimum hacmi en az bu kadar olmalıdır. Çok amaçlı kullanılacak böyle bir operasyon odasında gerçekleştireceğiniz hava değişim sayısında en az 20 hava değişimidir.

Küçük bir hesaplama ile genel amaçlı kullanılacak bir operasyon odası için gerekli olan havanın 2160 m<sup>3</sup>'ten daha az olmaması gerektiği ortaya çıkıyor.

1989 yılında yayınlanan DIN 1946/4'te deneylerden ortaya çıkan sonuçlar şunu gösteriyor ki aslında 2160 m<sup>3</sup>/saat hesaplama ile bulunan hava miktarı yeterli olmakla birlikte uygulamada bir ameliyathaneye verilecek hava debisinin en az değerinin 2400 m<sup>3</sup>/saatten az olmaması gereklidir.

2160 m<sup>3</sup>/saat ve 2400 m<sup>3</sup>/saat hava debileri aslında farklı bir noktadan da kontrol edilebilir. Örneğin laminar tavan üreticilerinin ilk ürettikleri en küçük laminar tavan boyutu 1.2 metre x 2.1 metre boyutlarındaydı. Buna göre;  $1.2 \times 2.1 \times 0.24 \times 3600 = 2177 \text{ m}^3/\text{saat}$  hava debisi bulunur ki bu değer 2160 m<sup>3</sup>/saat değerini doğrulamaktadır.

Benzer şekilde hesap 1.2 metre x 2.4 metre boyutlarındaki bir laminar tavana uygulanırsa;  $1.2 \times 2.4 \times 0.24 \times 3600 = 2488 \text{ m}^3/\text{saat}$  hava debisi bulunur. Bu değerde 2400 m<sup>3</sup>/saat değerini doğrulamaktadır.

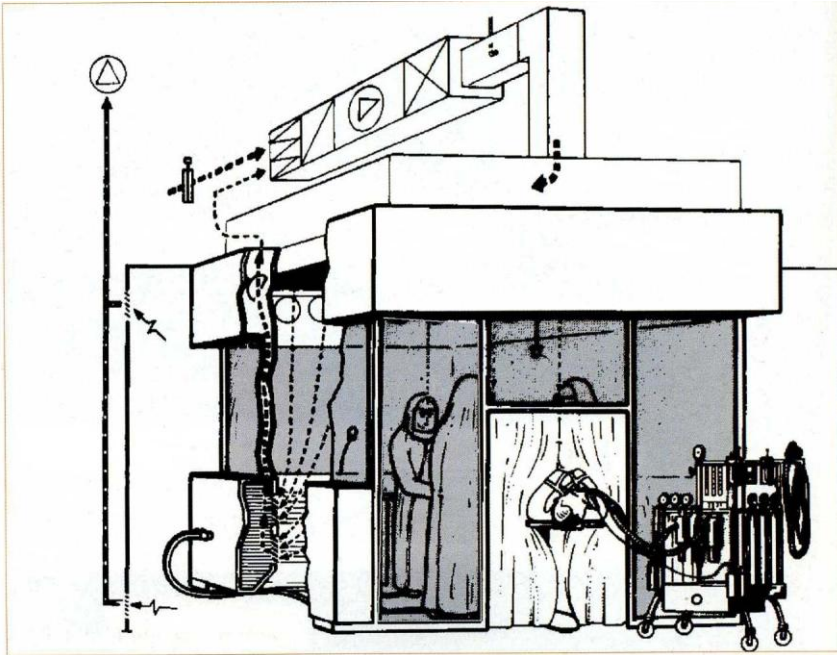
Laminar tavanların ilk üretildiğinde kullanılan 1.2 x 2.1 metre boyutları bilahare terk edilerek minimum değer olarak 1.2 x 2.4 metre boyutları kabul edilmiştir. Günümüzde bu değer bile kullanılmamakta, çok daha büyük laminar tavan alanları tercih edilmektedir.

### Laminar Tavan Uygulamasının Doğuşu

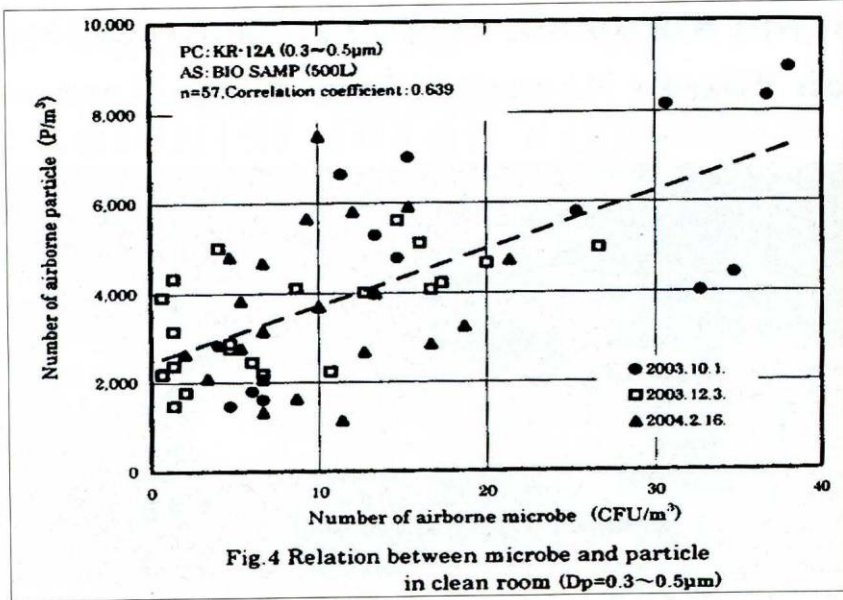
1960'lı yılların başında İngiltere Wigan'daki Wrightington hastanesinde görevli bir cerrah olan Doktor Charnley, iyi bir doktor olmasına rağmen hastalarının %9'unu ameliyat esnasında kapılan enfeksiyondan kaybediyor. Yaşadığı bu durum kendisini çok rahatsız ediyor ve buna bir çözüm üretmek istiyor. 1969 yılında Doktor Charnley tarafından hazırlanan raporda ise kendisinin gerçekleştirdiği kalça kemiği ameliyatlarında bulaşan enfeksiyonların laminar akımlı tavan ve koruma kıyafetleri kullanılmasıyla %9'dan %1'e indiğini bildiriyor.

Doktor Charnley'in bu mucizevi çözümü bulmasına bir temiz oda üreticisi olan Hug Howard ile birlikte yürüttüğü proje sayesinde erişiliyor. Bu konuda ilk olarak Green House (Sera) adı verilen ve kendileri tarafından patenti alınan bir sistem geliştiriyorlar. Laminar tavanların ilk başlangıcını oluşturan ürün, aslında Avrupa ile Amerika arasında laminar tavan konusundaki bir farklılık oluşmasının nedenini de açıklamış oluyor.

Laminar tavan yerine türbülans akımlı sistemi kullanan ameliyathanede ulaşılabilecek temizlik seviyesi Klass 10.000 (ISO 7) sınıfında olabilir.



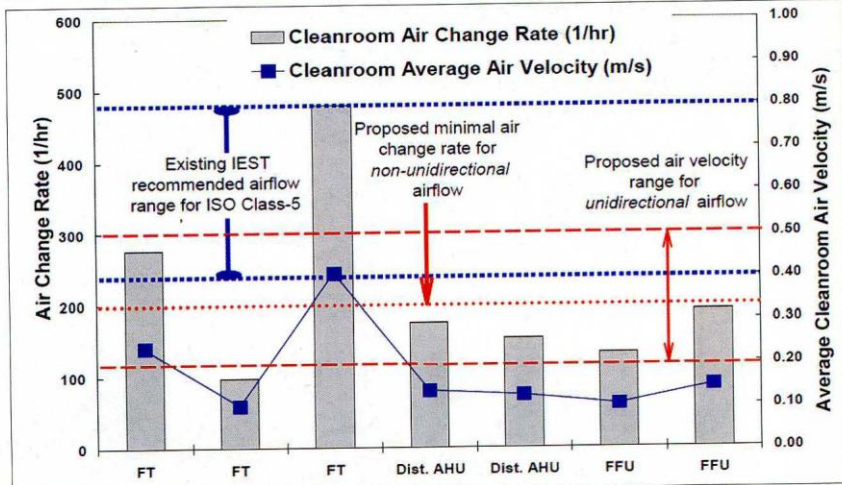
Klass 10.000, bir oda için referans ölçü olan  $0.5 \mu\text{m}$  boyutundaki partikülden bir  $\text{m}^3$  havada en fazla 352.000 adet olabileceği belirtilmektedir. Partiküllerin virüs ve bakteri taşıma riskinden dolayı bu sayı oldukça önemlidir. Partikül konsantrasyonunu ne kadar azaltırsak, riski de aynı oranda azaltmış oluruz. Japonya’da yapılan bir araştırma mikrop sayısı ile havadaki partikül sayısının ilişkisini göstermesi açısından çok önemlidir.



Şekil 1.

Tablo 1. Havadaki Maksimum Partikül Sayısı (her bir  $\text{m}^3$  havada belirtilen boyuta eşdeğer veya daha büyük partikül sayısı)

ISO Sınıfı	Partikül Boyutu					
	$> 0.1 \mu\text{m}$	$> 0.2 \mu\text{m}$	$> 0.3 \mu\text{m}$	$> 0.5 \mu\text{m}$	$> 1 \mu\text{m}$	$> 5 \mu\text{m}$
ISO Sınıf 1	10	2				
ISO Sınıf 2	100	24	10	4		
ISO Sınıf 3	1,000	237	102	35	8	
ISO Sınıf 4	10,000	2,370	1,020	352	83	
ISO Sınıf 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
ISO Sınıf 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
ISO Sınıf 7				352,000	83,200	2,930
ISO Sınıf 8				3,520,000	832,000	29,300
ISO Sınıf 9				35,000,000	8,320,000	293,000



Şekil 2.

Şekilden de anlaşılacağı üzere 4000 partikül konsantrasyonundaki bir  $\text{m}^3$  hava  $0.3\text{-}0.5 \mu\text{m}$  boyutundaki mikropların  $10 \text{CFU}/\text{m}^3$  oluşmaktadır. DIN 1946/4,1999 versiyonu ve eskilerinde Klass 1 sınıfı bir ameliyathane için CFU seviyesinin  $10 \text{CFU}/\text{m}^3$  değerini geçmemesi gerektiği belirtilir. Buna göre toplam partikül seviyesinin  $4000 \text{partikül}/\text{m}^3$ 'ten az olması gereklidir. Aksi halde  $10 \text{CFU}/\text{m}^3$ 'ü sağlamak mümkün olmayacaktır.

Tablo 1’de gösterildiği üzere  $0.5 \mu\text{m}$  boyutundaki partikül sayısı ISO 5 bir ortamda sağlanabilmektedir. Eğer belirtilen orandaki partikül dolayısıyla CFU değerini aşmak istemiyorsak, bizim ISO 5 (Klass 100) bir temiz oda temin etmemiz gerekir. Bunu temin etmek için ameliyathanenin tüm havasını Şekil 2’ye göre 250 seferin üzerinde değiştirmek gerekir.

$108 \text{m}^3$  hacminde bir ameliyathane için bunu yaparsak;  $27.000 \text{m}^3/\text{saat}$  gibi oldukça yüksek bir değer çıkar. Bunu yapmak mümkündür ama pratik bir çözüm değildir. Bunun yerine daha akılcı bir çözüm olan hastanın bulunduğu alana odaklanmak fikri ki bu fikir Sir Charnley tarafından Sera olarak uygulanan yöntemdir, laminar tavanları yaratmıştır. Buna göre  $1.2 \times 2.4$  boyutunda bir laminar tavanın 3 metre yüksekliğindeki alanın havasını 250 kere değiştirmek için

en az  $1.2 \times 2.4 \times 3 \times 250 = 2160 \text{ m}^3/\text{saat}$  hava gereklidir. Zaten biz  $1.2 \times 2.4$  metre boyutlarındaki bir laminar tavandan  $2400 \text{ m}^3/\text{saat}$  hava geçirdiğimiz için aslında laminar tavanın altında bu istediğimiz ISO 5 sınıfını yakalamış (aseptik çekirdek) ve bu alanın dışında kalan ameliyathanenin diğer alanında da 20 hava değişimini sağladığımız için ISO 7 seviyesini korumuş oluyoruz.

Ayrıca, laminar tavan kullanarak hasta ile HEPA filtereden çıkan hava arasında laminar akıştan dolayı herhangi başka bir partikülün karışmasına izin vermediğimiz için riskleri minimum seviyeye indirmiş oluyoruz. Günümüz standartları artık hastanın yanında, ameliyat ekipmanlarının bulunduğu masa ve ameliyat ekibinin de birer CFU kaynağı olabileceği düşüncesiyle laminar tavan alanını  $3.2 \times 3.2$  metre boyutlarına çıkardı. Benzer hesaplar yapıldığında yaklaşık  $9000 \text{ m}^3/\text{saat}$  debilerine çıkmak gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu debilerin nasıl sağlanacağını ayrı bir makale konusudur.