

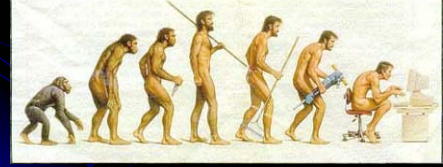
## YOĞUN BAKIM HAVALANDIRMALARI VE İZOLASYON ÜNİTELERİNDE HAVALANDIRMALAR



Yrd. Doç. Dr. Ertan TEKSÖZ  
GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Anesteziyoloji ve  
Reanimasyon Servisi, İstanbul

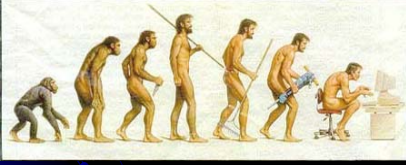
## KLİMA VE HAVALANDIRMA SİSTEMİ

- HEPA (High Efficiency Particulate Air) filtrelerin ilk prototiplerine özellikle II. Dünya Savaşının başlarında, 1938 yılında, gaz maskelerinde rastlamaktayız.



## KLİMA VE HAVALANDIRMA SİSTEMİ

- Günümüzdeki anlamda filtre ve klima-havalandırma sistemleri ise 1960' lı yılların ortalarında, mühendislik pratiğine yerleşmiştir.



## STERİL ALAN İHTİYACI

1. Enfeksiyon oranlarının giderek yükselmesi,
2. Ortama dış kaynaklı patojenlerin girişinin engellenme gereksinimi,
3. Zorunlu standartlar.

## Enfeksiyon kaynaklarının izlediği yollar

- Kötu sterilizasyon ve dezenfeksiyon (ortam, enstürman)
- Hastanın kendisi,
- İnsandan insana geçme yoluyla,
- **Çevreden dış hava yoluyla,**
- **\*Havalandırma sistemlerinin içinde üreyip çoğalma yoluyla.**

## STERİL ALAN İHTİYACI ?

- Ameliyat sonrası enfeksiyon nedeniyle hastane yatış ortalaması:
  - ABD' de 2 gün,
  - Avrupa topluluğunda 3 gün,
  - **Türkiye' de 13-14 gün.**
- Antibiyotik kullanımı (daha geniş spektrumlu olmak kaydıyla)
  - Avrupa topluluğunun 7,
  - ABD'nin **8 katı**

## STERİL ALAN İHTİYACI ?

Her hangi bir Ameliyathanenin havadan enfeksiyon kapma riskini 100 kabul edersek kurallarına uygun \* olarak yapılmış ameliyathanelerde bu oran %0,033'e düşüyor.

\*DIN 1946 (Alman standardı) ve GMP (iyi üretim uygulamaları prosedürü)

Ameliyat ve Yoğun Bakım ekibinin başarısızlıklarının büyük orandaki nedeni;

1. Klima havalandırma tesisinin yeterli olmaması,
2. İyi işletilmemesi
3. Tesisatın hijyene hizmet etmemesi (**kendisinin asıl kaynak olması**).

## SİSTEM

- **Tıbbi Ekibin**, tesisatın oluşturacağı hijyen konusunda **bilgilendirilmesi** gerekmektedir.
- Ancak bakım ve takip işi **profesyonel bir ekip** ile gerçekleştirilmelidir.
- Bu güne değin her şeyin hekim ve hemşireden oluşan ekip ve özellikle de idari görev üstlenenlere yıkılması tam bir hatadır.
- **Hekim ve hemşire** bu iş için yetişmiş spesifik **mühendis değildir**.

## SİSTEM

- Günümüzde ilaç, otomotiv ve bilişim sektörü sağlık sektöründen daha bilinçli
- Bu sektörlerde her başarısızlığın **parasal boyutu** büyük olduğundan konu ile ilgili bilinçlendirmiştir.
- Ameliyathanelere ve yoğun bakım ünitelerine dönüp baktığımızda ise, **???**



## SİSTEM

Dünyada bu konu ile ilgili standartlar vardır :

- DIN 1946 (Alman standardı),
- ISO 14644, BS 5295 (İngiliz standardı),
- Federal standart 209 (USFD 209) gibi

Bu standartları tamamlayıcı

- DIN EN 1886,
- Amerikan SMACNA,
- Avrupa birliği Eurovent
- GMP (iyi üretim uygulamaları prosedürü),
- SOP (standart operasyon prosedürleri) vb. prosedürler uygulanmaktadır.

## KLİMA

- **Klasik konfor klimasında** parametreler sıcaklık ve nemdir;
- **Temiz oda klimasında** sıcaklık, nem, canlı ve cansız kirleticiler, hava akış hızı ve yönleri, ortam basıncı gibi parametrelerin kontrolü gerekmektedir.
- Dolayısıyla sistem daha karmaşık hale gelmekte ve hijyenik klima ve havalandırma sistemi tam bir uzmanlık alanını oluşturmaktadır.

## PLANLAMA-I\*

- Hasta bakımı için gerekli olan parametreler nedir?
- Hasta, malzeme ve personel akışı nasıldır?
- Hasta bakımının diğer hasta/personel çevreye zararı olabilir mi?
- Öngörülen alan, istenen temiz oda klasını sağlamak için, kullanılan cihazları ve çalışan insan sayısı ile orantılı mı?
- Kirliliği malzeme ve atık akışı insana ve çevreye zarar vermeden nasıl düzenlenmelidir?

## PLANLAMA-II\*

- Duvar, tavan, aydınlatma ve yer sistemi nasıl oluşturulmalıdır?
- Tüm alanlarda kullanılacak olan malzemelerin yüzeyleri nasıl olmalıdır?
- Öngörülen alan için nasıl bir tesisat gereklidir?

\*Binanın proje aşamasında olmalıdır.

## Havalandırma Mühendisliğinde TEMEL FELSEFE

- Hastanenin diğer bölümlerinden kirliliği hava akımı olmamalıdır.

-Alan içinde sürekli steril hava değişimi ile yüksek veya **düşük** basınç sağlanması,

-Olabilecek kontaminasyonun dilüe edilmesi,

-Alan dışına havanın kontrollü çıkışı.

## SINIFLAMA

Temiz ve steril üretim alanları için dört temiz alan sınıfı:

- **Klas A:** Sterilitenin en yüksek derecede olmasını gerektiren bölgeler. Bu alanlara havanın 0,45 m/s +/- %20 laminar olarak basılması gereklidir.
- **Klas B:** Klas A bölgesini çevreleyen steril alanlar.
- **Klas C ve D:** Daha az kritik olan temiz alanlar, örneğin: soyunma ve dinlenme alanları.





Yoğun bakım ve izolasyon alanlarının tamamı bir bütün olarak düşünölmeli ve bu özellikleri kapsmalıdır:

- A. Duvar sistemi,
- B. Kapılar,
- C. Tavan ve Aydınlatma sistemi,
- D. Yer kaplaması,
- E. KLİMATİZASYON SİSTEMİ



## KLİMATİZASYON SİSTEMİ



- Sıcaklık ve bağıl nem, dar sınırlar içinde sabit tutulmak zorundadır.
- Sıcaklığın en fazla 21-24°C, bağıl nemin ise % 40'ı aşmamasında mikroorganizmaların hızlı bir şekilde üremelerini önlemek için fayda vardır.

## TEKNİK YAPI - 1

1. Sızdırmaz klape,
2. Ön filtre,
3. Ön ısıtıcı (gerekliğinde),
4. Dezenfeksiyon hücresi,
5. Soğutucu serpantin,
6. Dezenfeksiyon hücresi,

## TEKNİK YAPI - 2

6. Nemlendirici,
7. Vantilatör,
8. Susturucu,
9. İkinci basamak filtre (HEPA) olmalıdır.

## KLİMA CİHAZI

- **Sistemin kalbidir**
- **Belirli özellikleri olmalıdır:**
  1. Cihaz min. 2500 Pa basınca dek sızdırmaz olmalı,
  2. Çift cidarlı olmalı,
  3. İç yüzeylerin düz,
  4. Panellerin birleşimlerinin çıkıntısız olması gerekir.

## TEKNİK ÖZELLİKLER -1

1. Serpantin ve vantilatörler temizleme amacı ile dışarı çıkarılabilmeli,
2. Serpantinlerin üzerinde hava hızı 2,5m/s'den az,
3. Serpantin üzerinde antibakteriyel bir kaplama,
4. Serpantinlerin kanatçıkları arasındaki mesafe normal klimalardan daha geniş olmalı,
5. **Kompresör ve nemlendiricinin tavası paslanmaz çelikten olmalıdır,**

## TEKNİK ÖZELLİKLER -2

- 6.Vantilatörler, akıma direnç oluşturan ön ve HEPA filtrelerin direncini yenebilecek ve uygun akım sağlayabilecek rezervde,
- 7.Vantilatör motoru 'direk tahrikli' (hijyen ve kolay bakım avantajı),
- 8.Vantilatör motoru üzerinde 'frekans konvertörü' (Filtrelerdeki kirlenmeye paralel gelişen direnç artışı nedeniyle) bulunmalıdır.

## UYGUNSUZ KLİMA PERFORMANSI -1

### Ortalama 1 yıl sonra

- Pahalı donanımın (HEPA) erken ve sık değişimi,
- Bakım esnasında steril alanın kullanılmaması (ek işgücü ve mali kayıp).

## UYGUNSUZ KLİMA PERFORMANSI -2

### Bakımı yapılmaz ise;

- Artan direnç nedeniyle hava akımı sağlanamaz,
- Steril ortamdaki partikül sayısı artar ( kirlenme, enfeksiyon riski),
- Birim enerji tüketiminin artışı,
- Cihazın yanmasına neden olabilir.

## HEPA FİLTRELER

**İşlevi:** Hava içindeki partiküllerin hava hareketleriyle ayrıştırılmasıdır.

**Yapı:** Kağıt benzeri, ince cam fiber tabakalar. Tabaka araları, en büyük partikül çapından daha büyüktür, filtre içindeki hava akımı 1-2 cm/sn.

## PARTİKÜLLERİN KAYNAĞI

1. Dış Kaynaklı: Doğal yapıdaki rüzgar ile yayılan toz, polen, bakteri, virüs ve mantarlar. Sanayi ve teknolojiye bağlı kirlenme ile ortalama 10 milyon ile 10 milyar arası 0.5 µm parçacık yayılır.
2. Steril alanın içinde bulunan cihaz ve **insan** kaynaklı: Kumaşlar ve insan ile dakikada 1.000 bakteri ve mantar ile çapı 0,3 µm olan 100.000 adet partikül yayılmaktadır.

## FİLTRASYON MEKANİZMASI

**1.Kesişme etkisi:** Fiberlere çok yakın geçen partiküller tutulur.

**2.Atalet etkisi:**  $1 \mu\text{m}$ ' den büyük partiküllerin hareket akış yönü, kütle moment etkisiyle saptırılır ve partiküller fiberlere yakın bir rotaya oturtulur veya fiberlere direk çarptırılır.

**3.Difüzyon etkisi:**  $1 \mu\text{m}$ ' den küçük partiküller etrafındaki gaz molekülleri ile sabit çarpışmaları sonucunda, parçacıklar düzensiz-difüzyonel harekete yönelirler ve cam fiberlere çarpar.

- HEPA filtreler teknik olarak iki ayrı yapıda tasarlanır ve belirli yerlerde kullanılır:

**1.Plaka filtreler:** Tavan uygulamaları için tasarlanmışlardır,  $0,3-0,5 \text{ m/sn}$ ' lik yüzey akım hızına sahiptir.

**2.Filtre hücreleri:** Zig zag yerleştirilmiş filtre plakaları,  $2 \text{ m/sn}$ ' lik yüzey akım hızına sahiptir.

## HEPA FİLTRE SINIFLANDIRILMASI

(DIN 24184' e göre performans sınıflandırması)

Verimlilik sınıfı (%) <sup>*</sup>	Minimum ayırma verimliliği
Q	85
R	98
S	99,97
T	99,9995

\*  $0,3-0,5 \mu\text{m}$  çaplı partiküller

## KULLANIM ÖMRÜ

- Multifaktöriyeldir:
  1. Koruyucu ön filtrelerin kalitesi ve servis bakımları,
  2. Dış havanın kirlilik derecesi,
  3. Steril ortam kaynaklı partikül sayısı,
  4. Resirküle edilen hava miktarı,
  5. Sisteminden geçen total hava miktarı.

## KANAL SİSTEMİ

- Kanal sistemi hazırlanmış steril havanın alana taşındığı steril ortamlardır. Çap ve uzunluk, açılanma ve diğer özellikler tamamen mühendislik boyutu olup ayrı bir planlama içermektedir.
- Kanal sistemi planlanırken mümkün olduğu kadar az enerji tüketilmesine dikkat edilmelidir.

## HAVA AKIM ŞEMASI

- Sistemin en önemli işlemlerden birisidir.
- Ortamın veya ortamların dönüşümlü ve/veya taze hava kullanımı,
- Klima sayısı, düzenleri ve aralarındaki etkileşim tam bir mühendislik işlemi olup,
- Hava kanallarının çapı ve mesafesi gibi konular sistem etkinliği için son derece önemlidir.

## HAVA ÜFLEME METODUNUN SEÇİLMESİ

- Temiz oda klasını belirlemek,
- Hastanın personele zarar vermesini önlemek,
- Personelin hastaya zarar vermesini önlemek,
- Hava yolu ile çapraz bulaşma tehlikesini ortadan kaldırmak,

## HAVA ÜFLEME METODUNUN SEÇİLMESİ

- Temizlik sınıfı A olan bölümlerde hava akımının laminer ve  $45 \text{ cm/s} \pm \% 20$  olması tavsiye edilmektedir.
- Temizlik sınıfı 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.

- Hijyen kategorisi yüksek olan Yoğun Bakım Ünitelerinde, hava akımı yüksek debili, türbülant ve basınç pozitifdir.
- İzolasyon ünitelerinde sistem aynı olup basınç negatiftir.





## HAVA GİRİŞİ (AKIMI)

1.Turbulant Akım:

2.Direk Laminer Akım:

3.Dönüşümlü hava ile çalışan Laminer Akım:

## TURBULANT AKIM

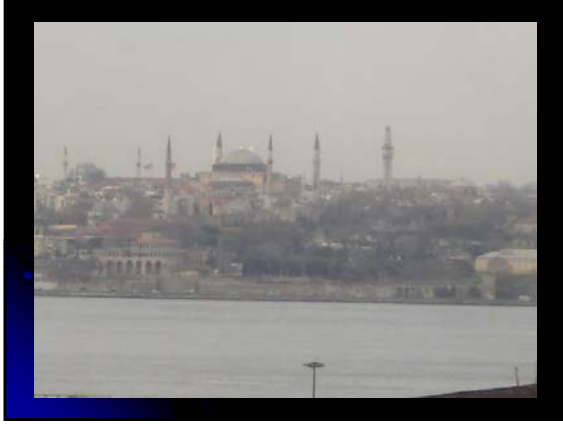
-Alan büyüklüğü sistem kuruluşunu etkiler. Küçük veya tavanı alçak alanlarda akım 'şemsiye tarzı'; daha büyük alanlarda ise 'jet destekli tavan ünitesi' kullanılır.

-Hava akımı alan ortasına yönlendirilerek buradaki partikül sayısı diğer alanlara oranla daha düşük seviyeye indirilir.

-*Şemsiye tarzı sistemde*, hava alanın bir duvarının üst kısmından alana yönelir, alanı sirküle ederek karşı duvarda bulunan alt ve üst menfezlerden emilir.

-*Jet destekli tavan ünitesinde*, akım kaynağı tavanda.





### Enfeksiyon kaynaklarının izlediği yollar

- Kötü sterilizasyon ve dezenfeksiyon (ortam, enstürman)
- Hastanın kendisi,
- İnsandan insana geçme yoluyla,
- **Çevreden dış hava yoluyla,**
- \*Havalandırma sistemlerinin içinde üreyip çoğalma yoluyla.

### TEŞEKKÜRLER

