



bu bir MMO  
yayıdır

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

## Hastanelerde (HVAC) Isıtma, Havalandırma ve Klima Sistemleri

**ÖMER DEMİREL**

ALARKO  
SAN. ve TİC. A.Ş.

# HASTANELERDE HVAC -ISITMA HAVALANDIRMA VE KLİMA- SİSTEMLERİ

Ömer DEMİREL

## ÖZET

Hastanelerde tedavinin yanında en önde gelen gereklilik hijyenin sürekli sağlanmasıdır. Bu ise tıp ve teknik personelin yüksek standartlarda eğitimi, organizasyonu ve sorumluluğu yanında hastane binalarının ve yan tesislerin projelendirme ve konstrüksiyonunda hijyenik faktörlerin gözönüne alınabilmesi ile mümkün olmaktadır. Burada ise özellikle HVAC sistemlerinin projelendirilmesi, tesis edilmesi, işletilmesi ve bakımı özel bir önem arz etmektedir.

Hastanelerde klima sisteminin fonksiyonları sıcaklık ve nem kontrolünün yanısıra havada taşınabilen mikro-organizma 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 belirleyen limitlerin altında tutması ve odalar arasında gerekli hava akışının sağlanması gibi hijyenin sağlanması için gerekli hayati faktörler ancak iyi projelendirilmiş klima sistemleri ile mümkün olmaktadır.

Bu bildiri hastanelerde klima sistemlerinin dizaynı, havada taşınabilen parçacıklar yoluyla enfeksiyon riskine bağlı olarak, besleme havasının ve oda havasının değişik seviyelerdeki sterilitesine göre oda class ları; besleme havasının 1. , 2. , ve 3. kademe filtrasyonu; taze hava oranları; besleme hava debileri; resirküle hava kullanımı; odalararası hava akışı ve bunu sağlamak için kullanılan hava debisi kontrol cihazları; gürültü seviyeleri; hava kanalları; hava sızdırmaz damperler; yangın damperleri kullanımı; klima santrallerinde aranılan hijyenik faktörler ve santral konfigürasyonu; hijyenikliği sağlamak üzere tesis edilecek hava kilitleri; ameliyathanelerde kirlenme faktörü ve laminar akımlı sistemler; ameliyathanenin normal kullanma saatleri dışındaki çalışması gibi konular tartışılacaktır.

## GİRİŞ

Hastanelerdeki HVAC sistemlerinin dizaynı DIN 1946/4 sayılı Alman standardında tanımlanmıştır. Hastanelerde uygulanacak klima sistemleri, sadece ameliyathanelere değil Tablo-2 'de belirtilen tüm odalarda uygulanır, bunlardan başlıcaları

### 1-TEŞHİS VE TEDAVİ DEPARTMANLARI

- 1.1 Ameliyathaneler ve ameliyathaneye bitişik koridor, steril malzeme depoları,yıkama odaları, ön odalar ve malzeme odaları,uyanma odaları,
- 1.2-Doğumhaneler, doğumhane koridorları,ameliyathaneleri acil ameliyathaneye direkt bağlı odalar,
- 1.3-Endoskopi
- 1.4-Psikoterapi
- 1.5-Diğer bölgeler ve acil servis ameliyathaneleri ve ameliyathaneye direkt bağlı hacimler. radiodiagnostik

## 2-BAKIM ALANLARI

- 2.1-Yoğun bakım, acil tedavi, enfeksiyonlu hasta odaları, koridorlar
- 2.2-Özel bakım odaları, koridorlar, acil tedavi odaları
- 2.3-Tecrit odaları, ön odaları, koridorlar
- 2.4-Prematüre bebek bakım odaları, yan odalar, koridorlar
- 2.5-Neonatal bakım odaları
- 2.6-Bebek bakım odaları
- 2.7-Genel bakım alanları
- 2.8-Diğer departmanlar

- 3.1-Dispanserler, steril odalar, diğer odalar, koridorlar
- 3.2-Stenilizasyon, ön/son strelizasyon odaları, steril malzeme depolama alanları
- 3.3-Yatak işlem departmanları
- 3.4-Çamaşırhane
- 3.5-Patoloji
- 3.6-Laboratuvarlar/mikrobiyolojik, kimyasal, histolojik
- 3.7-Değiştirme odaları/Tuvaletler, banyolar
- 3.8-Diğer Departmanlar.

Hastanelerde, tedavinin yanında en önde gelen gereklilik hijyenin sürekli sağlanmasıdır. Bu ise tıp ve teknik personelin yüksek standartlarda eğitimi organizasyonu ve sorumluluğu yanında hastane binalarının ve yan tesislerinin projelendirme ve konstrüksiyonunda hijyenik faktörlerin gözönüne alınabilmesi ile mümkün olmaktadır. Burada ise özellikle HVAC sistemlerinin projelendirilmesi, tesis edilmesi, işletilmesi ve bakımı özel bir önem arz etmektedir.

## HVAC SİSTEMİNİN FONKSİYONLARI

Hastanede klima sistemlerinin fonksiyonları

- a) Sıcaklık /nem kontrolü
- b) Mikro-organizma ve toz oranında atık anestezi gaz oranında kötü kokuların oranında önemli ölçüde azalma sağlamasıdır.

## ODA KLASLARI

Hastanelerde havada taşınabilen parçacıklar yoluyla enfeksiyon riskine bağlı olarak besleme havasının ve oda havasının düşük seviyelerde sterilitesi aranır.

Hastanelerde bu odalar iki sınıfa ayrılır:

- a) Class 1 odalar: Yüksek veya çok yüksek seviyede sterilite gerektiren odalar
  - b) Class 2 odalar: Normal seviyede sterilite gerektiren odalar.
- Hangi odaların hangi Class'ta olduğu yine DIN 1946/4 Tablo-2 de verilmiştir.

## HAVA FİLTREASYONU

Parçacık ve mikro-organizma kirlenmesine karşı, besleme havasının birkaç kademede filtrasyonu gereklidir.

Class 2 odalarda iki kademeli filtrasyon

Class 1 odalarda ise üç kademeli filtrasyon gereklidir.

- a) 1. kademe filtre :EU4 veya daha iyi (TROX F753)
- b) 2.kademe filtre :EU7 veya daha iyi, tercihen EU9 (TROX Minipleat F759)
- c) 3.kademe filtre :Class S veya Class R filtre  
(HEPA filtre) (TROX F652+....)

Tablo-2 DIN 1946'ya göre Hastahanelerdeki Temiz Oda Özellikleri ( DIN 1946/4 TABLO 2 )

NO	Hastahanedeki Bölüm, Zon veya Oda Cinsi	3	4		6	7			10	
			Oda Grubu	Klima sistemi gereksinim nedeni		Oda klima şartları				
				Konfor		Enfeksiyon önleme	Sıcaklık			Bağıl Nem
Minimum Taze hava (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> )	Min (°C)	Max (°C)	Bağıl Nem		Maximum Ses Şiddeti dB (A)					
1	Teşhis ve Tedavi Bölümleri									
1.1	Ameliyathane	I	+	+		22	26	+	40	
1.1.2	Ameliyathanelere bitişik odalar									
1.1.2.1	Steril malzeme temin edilen depo ve koridorlar	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.1.2.2	Lavabo, ameliyat önc. ve son. bekleme od. ile ilgili teçhizat od.	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.1.3	Diğer oda ve koridorlar	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.1.4	Kendine gelme odası	I	+	+	30	22	26	+	35	
1.2	Doğumhane									
1.2.1	Doğum koşulları	II			15	24			40	
1.2.2	Doğum oda ve koşulları	II			10				40	
1.2.3	Ameliyathane	I	+	+		22	26	+	40	
1.2.4	Acil ameliyathane ile direkt bağlı odalar									
1.2.4.1	Steril malzeme temin edilen dep. ve kor. od.	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.2.4.2	Lavabo, ameliyat önc. ve son. bekleme od. ile ilgili teçhizat od.	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.3	Endoskopi Bölümü									
1.3.1	Teşhis odası (steril olan ve olmayan)	II			30				40	
1.3.2	Diğer oda ve koridorlar	II			10				40	
1.4	Fizyoterapi Bölümü									
1.4.1	Banyolar	II	+						50	
1.4.2	Kışlatıcı banyo ve havuzlar	II	+						50	
1.4.3	Diğer oda ve koridorlar	II	+		10				45	
1.5	Diğer Bölümler									
1.5.1	Acil Ameliyathane	I	+	+		22	26	+	40	
1.5.2	Acil ameliyathaneye bitişik odalar									
1.5.2.1	Steril malzeme temin edilen depo ve koridorlar	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.5.2.2	Lavabo, ameliyat önc. ve son. bekleme od. ile ilgili teçhizat od.	I	+	+	15	22	26	+	40	
1.5.3	Küçük ameliyathane yapıldığı odalar	II			15				40	
1.5.4	Ameliyat sonrası bekleme odası	II	+		30		26	+	40	
1.5.5	Röntgen teşhis odaları	II			15				35	
1.5.5.2	Müayene odaları	II			15				40	
2	Bakım Bölümleri									
2.1	Yogun bakım									
2.1.1	Koşullar ve ara koridorlar									
2.1.1.1	Enfekte olma eğilimli veya kendileri enfekte hastalar									
2.1.1.2	Diğer hastalar	I	+	+	30	24	26	+	30	
2.1.2	Acı tedavi odası	II	+		15	24	26	+	30	
2.1.3	Diğer oda ve koridorlar	I	+	+	30	24	26	+	40	
2.2	Özge Bakım (immünesup tedavi)									
2.2.1	Koşullar	II			15	24	26		40	
2.2.2	Acı tedavi odası	I	+	+	30	24	26	+	30	
2.2.3	Diğer oda ve koridorlar	I	+	+	30	24	26	+	40	
2.3	Teçhizat Odaları									
2.3.1	Koşullar	II			15	24	26	+	40	
2.3.2	Diğer oda ve koridorlar	II			10				40	
2.4	Prenatüre bebek bakımı									
2.4.1	Koşullar	II	+		15	24	26	+	35	
2.4.2	Diğer oda ve koridorlar	II			10	24	26		40	
2.5	Neonatal Bakım									
2.5.1	Koşullar	II			10				35	
2.5.2	Diğer oda ve koşullar	II			10				40	
2.6	Bebek Bakımı									
2.6.1	Koşullar	II			10				35	
2.6.2	Diğer oda ve koridorlar	II			10				35	
2.7	Genel Bakım									
2.7.1	Koşullar	II			10				35	
2.7.2	Diğer oda ve koridorlar	II			10				40	
3	Malzeme temin ve atık giderme bölümleri									
3.1	Dispanser									
3.1.1	Steril odalar	I	+						45	
3.1.2	Diğer odalar ve koridorlar	II							40	
3.2	Sterilizasyon									
3.2.1	Sterilizasyon öncesi bölge	II							50	
3.2.2	Sterilizasyon sonrası bölge ve steril malzeme deposu	II							50	
3.3	Yataklar Temizleme Bölümü									
3.3.1	Temiz taraf	II							50	
3.3.2	Kirli taraf	II							50	
3.4	Yataklar Temizleme Bölümü, Çamaşırhane									
3.4.1	Kirli taraf	II							50	
3.4.2	Temiz taraf	II							50	
3.5	Patoloji Bölümü	II					22		50	
3.6	Laboratuvar									
3.6.1	Mikrobiyoloji	II							45	
3.6.2	Kenya	II								
3.6.3	Histoloji	II							45	
3.7	Elbise Değişme ve Tuvaletler									
3.7.1	Elbise Değişme	II							50	
3.7.2	WC	II								
3.7.3	Koşullar Tuvaletler	II								
3.7.4	Isık Hücresi	II								
3.8	Diğer Bölümler	II								

Notlar:

- Sıcaklık ve nemin vermediği mahallerde DIN 1946-2 şartları geçerlidir. Nem için (+) işaretli olan yerlerde yine aynı şartnamedeki sınır değerlere uyulmalıdır. (t<sub>h</sub>=26 °C için...=45-55)
- Fizyoterapi banyo mahallerinde 28 °C'a kadar oda sıcaklıkları için, su sıcaklığından 2-4 °C daha yüksek oda sıcaklığı, 28 °C'ın üstündeki su sıcaklıklarında ise su ve oda sıcaklıkları aynı olacaktır
- Incubator içindeki bebekler için klima gerekmez.
- Erken doğan bebeklerin bakıldığı yatakhanelerde minimum bağıl nem %45 olmalıdır.

## FİLTRENİN YERLERİ

- a)1. kademe filtre eğer taze hava emişi bina dışında ise taze hava girişinin hemen başlangıcına, emiş tarafına klima santralını temiz tutmak amacıyla,
  - b)2. kademe filtre kanallarının başlangıcından hemen önce basma tarafına ,kanal sistemini temiz tutmak amacıyla,
  - c)3. kademe filtre ,basma tarafında hizmet edilecek odaya veya zona mümkün olabildiğince yakına, ameliyathanelerde bir terminal içine yerleştirilirler.
- Pratikte 1. kademe filtre klima santralına taze hava girişinde, 2.kademe filtre santralde vantilatör den sonraki hücrelere kanala geçisten hemen önce konulur.

## TAZE HAVA ORANLARI VE ÜFLEME HAVA DEBİLERİ

Ameliyathaneler dışındaki mahallerde minimum taze hava oranları DIN 1946/4 Tablo-2 de verilmiştir. Havada taşınabilen mikro-organizma sayısını daha da düşürebilmek ve/veya ısı balansını devam ettirebilmek için besleme hava debisinin, Tablo 2 de belirtilen taze hava oranları ile hesaplanan hava debisinden daha fazla olması gerekebilir. Ameliyathaneler için bu konu daha ilerde verilecektir. Eğer besleme hava debisi ile taze hava arasındaki fark resirküle hava ile kompanse edilemiyorsa taze hava miktarı artırılır.

## RESİRKÜLE HAVA KULLANIMI

- a)Aynı oda veya aynı zondaki odalardan egzost yapıldığında bu hava resirküle havası olarak kullanılabilir. (Örneğin bir ameliyathane suit'i)
- b)Resirküle hava taze hava gibi 1. ve 2. kademe filtrelerden geçirildiğinde kullanılabilir.

## ODALAR ARASI HAVA AKIŞI

Hastanelerde verilen hijyen standardını devam ettirebilmek için havanın steril odalardan daha az steril odalara akışı sağlanmalıdır. Ameliyathane suitindeki odalardaki hava akışı Tablo-1 de verilmiştir.

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 (Air locks) 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 edilebilmesi 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 m<sup>3</sup>/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. Hastahane Odalarında Hava Akış Yöneleri ( DIN 1946/4 TABLO 1 )

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	Aseptik ameliyathane	Septik ameliyathane	Lavabo	Ameliyat öncesi bekleme odası	Ameliyat sonrası bekleme odası	Steril alet muhafaza	Steril malz. temini, koridor ve dep.	Steril malz. temini, koridor ve dep.	Ameliyathane koridoru	Steril teçhizat hazırlama	Steril olmayan teçhizat hazırlama	Sterilizasyon sonrası malz. hazırlama	Sterilize edilmeden malz. hazırlama	Ameliyat son. kendine gelme mahali	Personel dinlenme odası	Temizlikçi dinlenme odası	Personel giyinme (steril oda)	Personel giyinme (steril olmay. oda)	Pers. giy. WC'li steril olmay. dış oda	Hastalar için hava kilidi	Malzeme girişi hava kilidi	Atıklar için hava kilidi	Hastanenin diğer bölümleri	Dış hava		
1	Aseptik ameliyathane																									
2	Septik ameliyathane																									
3	Lavabo	← ↑																								
4	Ameliyat öncesi bekleme odası	← ↑	O																							
5	Ameliyat sonrası bekleme odası	← ↑	O	O																						
6	Steril alet muhafaza	← ↑	↑	↑	↑																					
7	Steril malz. temini, kor. ve dep.	↑	↑																							
8	Steril malz. temini, kor. ve dep.	← ↑																								
9	Ameliyathane koridoru		←	←	←	←	←	←																		
10	Steril teçhizat hazırlama					O	←	←	↑																	
11	Steril olmayan teçhizat haz.								←	←																
12	Sterilizasyon son. malz. haz.	↑	↑				O	↑	↑	↑																
13	Sterilize edilmeden malz. haz.								←	O	←															
14	Amel. son. kendine gelme mahali								↑																	
15	Personel dinlenme odası								←																	
16	Temizlikçi dinlenme odası								←	←	O	←	O													
17	Personel giyinme (steril oda)								↑																	
18	Pers. giyinme (steril olmay. oda)																			↑						
19	Pers. giy. WC'li st. olmay. d. oda																		↑	↑						
20	Hastalar için hava kilidi								↑										↑							
21	Malzeme girişi hava kilidi								↑																	
22	Atıklar için hava kilidi								←																	
23	Hastanenin diğer bölümleri																									
24	Dış hava	←	←				←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	

- (← ↑) Oklar bitişik odalarda gerekli hava akış yönünü göstermektedir.

- (O) İşareti yönün önemli olmadığını göstermektedir.

- Örnek: 1. kolon aseptik ameliyathane, 3. satır lavabo da hava akış yönü ameliyathanedan lavabova doğru olacaktır.

## GÜRÜLTÜ SEVİYELERİ

Mahallerde müsaade edilen gürültü seviyeleri DIN 1946/4 Tablo-2 de verilmiştir.

## HAVA KANALLARI

Kanalların iç yüzeyleri galvaniz çelik veya benzeri gibi malzemeden düzgün olmalıdır. Alimünyum ve paslanmaz çelik kanallar da kullanılabilir. Kanallar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Fleksibl kanallar en fazla 2m'ye kadar ve branşmanlarda kullanılabilir.

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.

3. kademe filtreden sonra hiç bir şekilde fleksibl kanal, susturucu, damper vs. monte edilmemelidir.

Kanalların sızdırmaz flanşlı yapılması tercih edilir. Değişik classlardaki oda havalarının birbirine karışmaması istendiğinden besleme ve egzost kanalları hava sızdırmaz damperlerle (dirt dörtgen kesitli kanallarda TROX JZ L/M serisi, yuvarlak kanallarda ise TROX AK serisi) ayrılmalıdır.

Kanallarda kullanılacak olan damper ve volume regülatör (TROX TVJ, RN, TVR, TVZ, TVA serileri) lerin yakınlarına kanal üzerine gözleme kapakçıkları konulmalıdır ve bunların yeri açık bir şekilde işaretlenmelidir.

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

Kanalların montajı sırasında içinde toz toprak kalmamasına dikkat edilmeli, kanallar yapıldıkça içleri temizlenerek hergün iş bitiminde kapatılmalıdır. Bu işlem özellikle 2 kademe filtre ile, oda veya 3. kademe filtre arasındaki kanalda daha dikkatli yapılmalıdır.

## TAZE HAVA EMİŞ KANALLARI

Taze hava kanalları yapılırken kısa taze hava kanalı uzun basma kanalı konfigürasyonu tercih edilmelidir. Taze hava emiş kanalında insan delikleri bırakılmak suretiyle mekanik temizlik ve dezenfeksiyona uygun hale getirilmelidir.

Kural olarak döşeme drenajları yapılmamalıdır. Eğer zorunlu olarak drenaj yapılacak ise drenaj hattı genel kanalizasyon sistemine direkt olarak bağlanmamalıdır.

Özellikle Class 1 odalarda genel şart, kanalların mümkün olduğunca kısa tutulmasıdır. Dolayısı ile klima santralı mümkün olduğunca odalara yakın olmalıdır.

## BASINÇLI HAVA TARAFINDAKİ KANALLAR ( BESLEME KANALLARI)

Basma tarafındaki kanallardaki sızdırmazlık Class 1 odalarda DIN V 24194 Part 2 de belirtildiği üzere 3. sınıf sızdırmazlık sınıfında olmalıdır. Hava kaçağı yapısal boşluklarda pozitif basınç oluşturmamalıdır. Tecrübeler göstermiştir ki hava kaçağının yaklaşık 3 katı bu boşluklardan egzost edildiğinde bu basıncın oluşması engellenmektedir.

3. kademe filtrenin girişinde eğer gerekli ise kolaylıkla ulaşabilir, test aerosolu tatbik üzere bir nozül olmalıdır.

## EGZOST VE RESİRKULE HAVA KANALLARI

Kanaldan binaya hava kaçışını önlemek üzere, kanalın basınçlı kısmı mümkün olduğunca kısa tutulmalı, DIN V 24194 Part 2 de belirtilen 2. sınıf sızdırmazlık sınıfında imal edilmelidir.

İzotop terapisi yapılan departmanlardan dışarı atılan hava ayrı bir kanal sistemi ile taşınmalıdır. Radyasyon yayan bir bölgeden egzost yapıldığında ise atılan hava filtre edilmelidir.

## HAVA GEÇİRMEZ DAMPERLER

Hastanelerde klima sistemi öyle projelendirilmelidir ki, klima sisteminin durdurulduğu herhangi bir sürede rüzgar veya baca etkisi ile, bina içindeki havanın hijyenik kalitesini bozacak şekilde kanallardan hava akışı olmamalıdır. Bu amaçla kanallara, sistemin durduğu veya elektrik kesintisi olduğu zaman kapatacak şekilde motorlu hava sızdırmaz damperler konulmalıdır. (TROX JZ L/M veya TROX AK Serisi)

Yukarıdaki şartları sağlamak üzere hava sızdırmaz damperlerin hem besleme hem egzost kanallarında en azından aşağıda belirtilen noktalara monte edilmesi gerekmektedir.

- Santral değişik klastaki odalara hitap ediyorsa değişik zonların kesişme noktalarına,
- Santral birkaç kata hitap ediyorsa, bütün kat branşmanlarına
- Hijyenistin şart koştuğu, aynı klastaki iki oda arasında havanın birbirine karışmaması gereken durumlarda zonlar arasına
- Besleme ve egzost kanallarında oda ile taze hava emişi arasına ; oda ile egzost hava atışı menfezi arasına

3. kademe filtrenin girişine veya paralel bağlanmış bir seri 3. kademe filtrenin girişlerine sistem çalışırken dahi filtreye servis verilecek veya değiştirilecek şekilde hava sızdırmaz damperler konulmalıdır. (TROX-AIRTIGHT DAMPERS WITH AIR FLAP F652+....)

## DUMAN ATIŞ KANALLARI VE YANGIN DAMPERLERİ

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 durdurulmalı ve bitişik zonlardan bakteri taşınımı engellenmelidir.

## KLİMA SANTRALLERİ

Santraller kolayca müdahale edilebilecek bir yere monte edilmelidir.

Bileşenler kanallardan istenilen tüm gereklilikleri karşılayacak, temizlik ve bakımları, filtre değişimlerini en kolay şekilde yapabilecek şekilde dizayn ve monte edilmelidir. Bu amaçla,

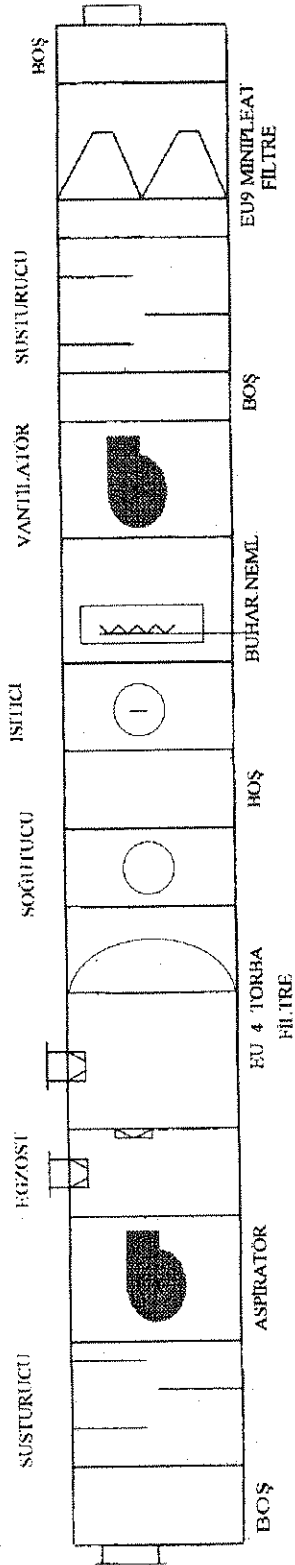
- Santrallerin iç yüzeyleri düzgün ve temizlenmesi kolay olmalıdır. (Tercihen paslanmaz çelik)
- Santralin içindeki parçalar kolayca dışarıya alınabilecek şekilde kızaklı yapılmalıdır.
- Santrallerin en azından fan, filtre, nemlendirici kurutucu hücrelerinin kapıları üzerinde gözetleme delikleri olmalı hücrelerin içinde de aydınlatma lambası bulunmalıdır.
- Santrallerin bütün hücreleri kapılı olmalıdır.
- Santrallerin hücre kapakları hava sızdırmaz olmalıdır. (DIN V 24194 Part 2 Class II)

## FİLTRELER

Tüm kademelerdeki filtrelere bir diferansiyel manometre takılmalı ve çalışma şartları izlenebilmelidir.



## SANTRAL KONFIGÜRASYONU



## FANLAR

Vantilatör 1. ve 2. kademe filtrelerin arasına konulmalıdır.

## NEMLENDİRİCİ

Nemlendirici 2. kademe filtreden önce konulmalıdır. Buharlı nemlendirici tercih edilmelidir. Buharın zararlı maddeler içermemesine dikkat edilmemelidir. Hidrazin içerebileceği kuşkusu varsa mümkünse merkezi buhardan kaçınılmalıdır. Lejyoner hastalığı mikrobunun sulu ortamlarda ortaya çıktığı bilindiğinden mümkün olduğunca sulu nemlendirici kullanılmamalıdır.

## SOĞUTUCU BATARYALAR

Soğutucu bataryalar 2. kademe filtreden önce konulmalıdır. Tüm nemli bölgeler temizlik ve dezenfeksiyon için ulaşılabilir olmalıdır. Yoğuşma tavalarından veya defrost tavasından su atış kısımlarından çalışma veya durma sırasında katı, sıvı veya gaz pisliklerin girmesi engellenmelidir.

## ELİMİNATÖR PLAKALARI

2. kademe filtreden önce yerleştirilmeli ve temizlik ve dezenfeksiyon için kolayca ulaşılabilir olmalı, korozyona mukavim malzemedan imal edilmiş olmalıdır. Nemlendiriciden veya soğutucu bataryadan sisteme damlacık sürüklenmesi engellenmelidir.

## SUSTURUCULAR

Susturucuların hava akışına bakan yüzeyleri aşınmaya karşı mukavim ve su emmeyecek şekilde dizayn edilmelidir. (TROX GMK 20 serisi kulisler). Taze hava tarafındaki susturucular 1. kademe filtreden sonra ve fandan önce konulmalıdır. Üfleme havası susturucuları ise 2. kademe filtreden önce monte edilmelidir. Gerekli ise 3. kademe filtreden önce de kanal tipi susturucu kullanılabilir. (TROX MS-20 serisi)

## HAVA EGZOST MENFEZLERİ

Ameliyathanelerde egzost havasının 1200 m<sup>3</sup>/h'i döşeme seviyesinden geri kalan kısmı da tavana yakın yerden atılmalıdır. Resirküle hava ile egzost havası için ayrı kanallar çekiliyor ise egzost hava menfezleri temizlik amacıyla kolayca ulaşılabilir olmalı, alt ucu döşemeden birkaç cm. yukarıda olmalıdır.

## AMELİYATHANE SUİTLERİNDE HVAC SİSTEMİ

Ameliyathanelerde klima sistemi aşağıdaki dört fonksiyonu yerine getirmelidir.

- Ameliyathane masasının üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda (korunmuş bölgelerde) havada taşınabilen mikro-organizma 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 DEBİSİ

Tecrübeler göstermiştir ki karışık akımlı bir ameliyathanede sterilite sağlayabilmek için minimum 2400 m<sup>3</sup>/h besleme hava debisi gereklidir. Bu debide havadaki mikro-organizma 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 ( $\mu_s$ =Contamination factor) kadar düşük debi ile sağlanabilir.

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

$k_s$ =Korunmuş bölgedeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

$k_r$ =Üflenen hava debisinde odadaki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

$E_s$ = havada taşınabilen mikro organizma konsantrasyonu

$$E_s = \frac{k_s}{k_r} = \mu_s \times \frac{k_r}{k_r} = \mu_s \times \frac{V_{zu}^*}{V_{zu}}$$

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

$V_{zu}^*$  :Referans hava debisi 2400 m<sup>3</sup>/h

$V_{zu}$  :Gerçek hava debisi

$$V_{zu_{min}} : 2400 \frac{\mu_s}{E_{szul}}$$

$E_{szul}$  : Korunmuş bölgedeki ve odanın hijenik kalitesinin bir ölçüsü sayılan havadaki mikro organizma konsantrasyonunun limit değeri.

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

Ancak  $V_{zu_{min}}$  ancak ampirik olarak tesbit edilebilmektedir.

Sistem eğer karışık akımlı ise  $\mu_s=1$  kabul edilir.

Ancak  $\mu_s$  '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 yüksek seviyede 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 laminer akımla sağlanabilmektedir. ( $\mu_s < 2/3$ ).

Bu nedenle havalandırma sistemleri için aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır.

a) A tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi süpürmeli akımlı (laminer akımlı) olmalıdır.

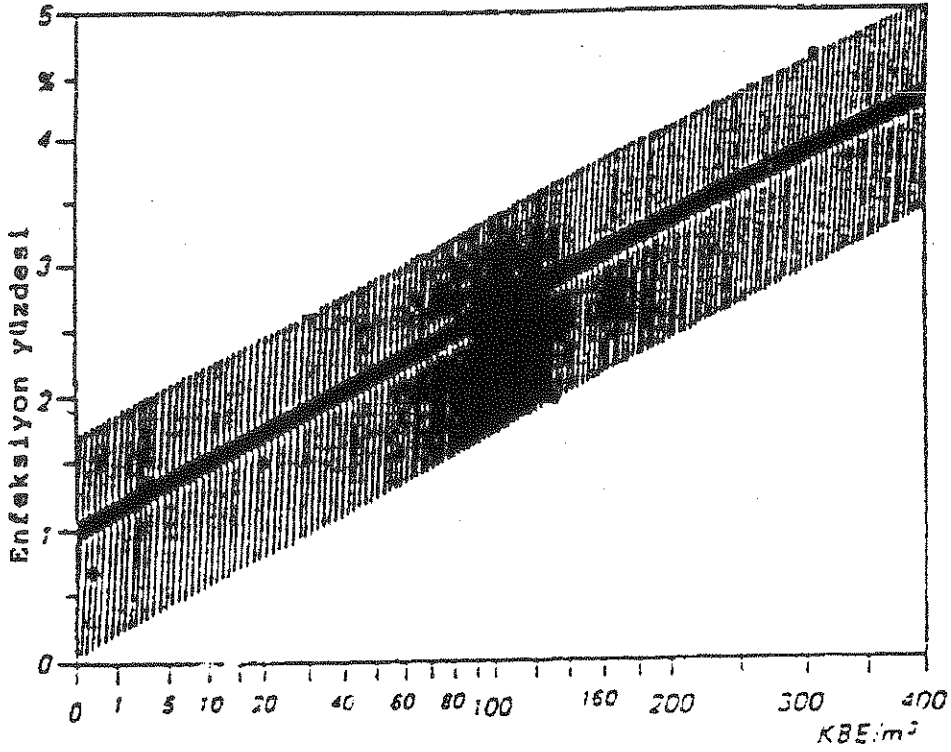
b) B tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi karışık akımlı veya laminer akımlı olmalıdır.

Havalandırma sistemi aynı zamanda ameliyat ekibinin ve hastanın da konforunu sağlayabilmelidir. Laminer akımlı havalandırma sistemi kullanılmadığında odadaki mikrop sayısı içerideki ekibin sayısına ve disiplinine bağlı olarak 100 ila 500 CFU/m<sup>3</sup> aralığında olmaktadır.

Laminer akımlı bir havalandırma sisteminde ise yara civarında bu sayı 10 CFU/m<sup>3</sup> seviyelerine inmektedir.

Ameliyathane içerisindeki havadaki mikrop sayısı 200 CFU/m<sup>3</sup> seviyelerinden 20 CFU/m<sup>3</sup> seviyelerine indiğinde ise bu mikroplardan kaynaklanan enfeksiyonlar %50 oranında azalmaktadır.

Ameliyat sırasında korunmuş bölgedeki hava içerisinde müsaade edilen maksimum mikrop sayısı 20 CFU/m<sup>3</sup> tür.



-- Kalça kemiği operasyonu sırasında enfeksiyon (sepsis) riskosu.

### TAZE HAVA MİKTARI

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 düşürülebilirler.

Ameliyathanelerde minimum taze hava miktarı  $1200 \text{ m}^3/\text{h}$  olmalıdır. Bu hava debisi anesteziğin bulunduğu bölgedeki atık anestezi gaz konsantrasyonunu zehirlilik limitinin altına düşürmektedir.

### AMELİYATHANENİN NORMAL KULLANMA SAATLERİ DIŞINDAKİ ÇALIŞMASI

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 suit'lerinde 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.

## SONUÇ

Hastane kliması uygulamalarının yapılması, projelendirme, tesis ve işletmeye alınması ile çok önemli, insan hayatı üzerindeki etkileri ile de konfor klimasından başkalık gösteren bir iştir. Uluslararası standartlarda verilen hijyeniklik değerlerine ulaşılabilmesi ancak uzman bir ekibin çalışması ile mümkündür. Bu uygulamaların ülkemizde yaygınlaştırılması insana verdiğimiz önemle birebir ilişkilidir. Burada bizlere düşen görev ise bu konuların ilgililere aktarılması ve gerekli teknik veya idari düzenlemelerin yapılmasında yardımcı olmaktır.

## KAYNAKÇA

1. DIN 1946 PART 4 DECEMBER 1989
2. DIN 4799 JUNE 1990
3. DHSS DV4.1 FEB 83
4. DHSS HBD 4 NOVEMBER 1986

## ÖZGEÇMİŞ

1981 Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü mezunudur. 1981-1984 yılları arasında Türk Standardları Enstitüsü Makina Laboratuvarında makina mühendisi olarak görev yapmıştır. Askerlik hizmetini bitirdikten sonra 1986 yılında ALARKO A.Ş. Ankara Şubesinde çalışmaya başlamış olup halen aynı yerde Klima Sistemleri Departman Müdürü olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.