



TEMİZ VE HIJYENİK ODALARDA PAKET KLİMA KULLANIMI

Cihangirhan Salih GÜZEY

ÖZET

Gelisen çağımızda artık klima cihazlarının daha verimli, ekonomik, kompakt olmaları istenmektedir. Hem gelisen teknolojinin nimetlerinden faydalanan hem de bu özellikleri sağlayabilen paket klima cihazları gerek hijyenik oda gerekse sadece temiz oda uygulamalarında geniş bir kullanım alanı bulmaktadırlar.

Özellikle hastane, bilgi işlem merkezi, müze, optik-lazer endüstrisi, laboratuvarlar, kalibrasyon odaları gibi pek çok uygulamalarda kullanılabilen paket klimalar verimli olmaları, ekonomik kurulmaları ve çalışmaları, çok az yer kaplamaları ile günümüzde çok tercih edilmektedirler. Gerek Laminar Flow tavan üfleme sistemleri, gerekse Turbulent Flow (Karisik Akis) uygulamalarında kendisine pek çok uygulama alanı bulan bu cihazlar her geçen gün daha fazla müşteri tarafından tercih edilmektedirler. Paket klimalar iç kısmında kompresör ve soğutucu devre elemanları, ısıtıcı-soğutucu batarya, 1. ve 2. kademe filtre, egzost-vantilatör fanları ve bunların motorlarına kumanda eden frekans konvertörleri ile birlikte gerekli tüm otomatik kontrol ve elektrifikasyon elemanlarını barındırmaktadırlar. Class 1'den daha iyi – Class 100.000 arası klimatize edilen ortama çok yakın kurulabilmeleri, kolay kullanılmaları, bakımlarının zahmetsiz olması, bina otomasyon sistemlerine çok kolay bağlanabilmeleri, çok sessiz olmaları dolayısıyla makina dairesi ve ayrı bir operatör gerektiren konvansiyonel klima santrallerine göre önemli bir avantaj kazanmaktadırlar.

GİRİS

TEMİZ VE HIJYENİK ODALARDA KLİMA PROSESİ GEREKSİNİMLERİ

- Isıtma
- Soğutma
- Nem alma
- Filtreleme (partikül kontrolü)
- Mikrobiyolojik üreme kontrolü (sadece hijyenik uygulamalar için)
- Taze hava
- Nemlendirme
- Basiñ kontrolü

Aseptik ortam, steril ortam

- Aseptik ortam içerisinde bakteri üremesi kabul edilebilir limitler içerisinde kontrol edilir ve tutulur.
- Steril ortam içerisinde yaşayan mikroorganizmaların varlığına müsaade edilmez.



TEMİZ ODALARI ETKİLEYEBİLEN BINA DISI VE BINA İÇİ KİRLİLİK KAYNAKLARI

Temiz ve hijyenik ortamları tehdit eden çok çeşitli unsurlar vardır. Kurulum aşamasında ve tüm sistem kurulduktan sonra işletme aşamasında çeşitli sorunlara yol açan bu unsurları iyice tanımak gerekir.

Bina Disi Kaynaklar

Ortalama olarak dış ortam havasında $0.5\mu\text{m}$ 'den büyük partikül sayısı 10.000.000-50.000.000 partikül/ m^3 civarındadır. Bu partiküller klima cihazı içerisinde bulunan uygun filtreler ile kontrol edilebilir.

Kirli dış ortam havası

- Çiçek tozu, toz, mantar sporları
- Endüstriyel atıklar
- Araç egzozu

Hava emis noktasına yakın olan kaynaklar

- Yolkenarına yakın olan yerleşimlerde, garaj veya otoparklarda araç egzozu
- Yükleme ritimleri
- Çöplükten gelen kokular
- Binada veya komşu yapılarda bulunan egzoz atış noktaları
- Taze hava alış noktalarının yakınındaki sihi olmayan koşullar

Toprak gazları

- Radon
- Yeraltı yakıt tanklarından sızıntı
- Öldürücü ilaçlar

Nem veya durgun suda mikrobik gelişim

- Yağmur sonrası çatılar
- Kuytu köşeler

Bina içi kaynaklar

-HVAC (ısıtma-sogutma-iklimlendirme) sistemi ekipmanları

- Hava kanalı veya diğer ekipmanlarda toz veya kir
- Damlama tavaları, nemlendiriciler, hava kanalı, serpantinlerde mikrobiyolojik gelişim
- Biyositlerin uygun olmayan kullanımı, sızdırmazlık ve temizlik amaçlı kimyasal maddeler
- Yanma ürünlerinin uygun olmayan bir şekilde atılması
- Sogutucu akışkan sızıntısı

-HVAC (ısıtma-sogutma-iklimlendirme) sistemine dahil olmayan ekipmanlar

- Büro ekipmanlarından (uçucu organik bileşikler, ozon)
- Gereçler (solventler, tonerler, amonyak)
- Dükkanlar, laboratuvarlar ve temizlik prosesleri
- Asansör motorları ve diğer mekanik sistemler



İnsan Aktiviteleri

İnsandan yayılan 0.3µm'den büyük partikül sayısı yapılan fiziksel aktiviteye göre değişir. Yaklaşık partikül yayılımı 100.000-10.000.000 partikül/dakika civarındadır. Yayılan partikül boyutları 5-300µm boyutlarındadır. Nefes alıp veren deriden dış ortama partikül yayılımı olur.

- Oturan bir insanda 100.000 partikül/dakika,
- Ayakta duran ve basını-kollarını hareket ettiren bir insanda yaklaşık 500.000 partikül/dakika,
- Normal bir yürümede ise 10.000.000 partikül/dakika yayılım olur.
- Bir öksürmede ortama 0,5µm'den büyük yaklaşık 600.000 partikül yayılır. Ortama yayılan bu partiküller buharlaşarak ortamda partikül sayısını arttıran vücut tuzları, organik partiküller, bakteri vs. bırakırlar. Sigara içenlerde ise bu sayı daha da fazladır.
- Kozmetik kullanımı ortama yaklaşık 1 milyar partikül yayılımına sebep olur (yıkamakla gitmeyeceğinden ve kimyasal, metalik artıklar bırakacağından çok büyük bir kirlilik kaynağıdır).
- Güneşlenme sonrası cildin kuruması sonucu partikül yayılım sayısı daha da artar.
- Temiz odalarda kurallara uygun olarak çalışan tek bir insan potansiyel olarak yaklaşık 2 milyar partikül yayabilmektedir.

Kişisel aktiviteler

- Sigara içmek
- Yemek pisirmek
- Vücut ve kozmetik kokusu

Ev işleri

- Temizlik malzemeleri ve temizlik
- Depolanmış gereçler ve çöp
- Deodorant ve parfüm kullanımı
- Uçusan toz veya kir (örn.: süpürülme sonucu uçusan tozlar)

Bakım aktiviteleri

- Uygunsuz bakımı yapılan soğutma kulelerinden yayılan sis içindeki mikroorganizmalar
- Uçusan toz veya kir
- Boya, yapışkan ve diğer ürünlerin kullanımından kaynaklanan uçucu organik bileşikler
- Hasaratla mücadelede kullanılan kimyasallar
- Depolanan gereçlerden yayılım

Toz veya lif oluşumuna izin veren yerleşimler

- Hali, perde gibi dokuma ürünleri
- Açık raf uygulamaları
- Eski veya yıpranmış mobilyalar
- Bozulmuş asbest içeren malzemeler

Sihhi olmayan koşullar ve su zararı

- Kirlenmiş veya sudan zarar görmüş mobilyalarda mikrobiyolojik gelişim
- Yüzey yogusması olan yerlerde mikrobiyolojik gelişim (pencerelerde kış günlerinde oluşan yogusmalar vb.)
- Tıkanmış veya iyi tasarlanmamış kanalizasyon sistemindeki durgun su
- Zararlı gazların geçişine izin veren kuru kapaklar

Yapı bileşenleri veya mobilyalardan açığa çıkan kimyasallar

- Uçucu organik bileşikler
- İnorganik bileşikler



Tesadüfen meydana gelen olaylar

- Su veya başka bir sıvının dökülmesi
- Sel veya çatı, boru hattında meydana gelen sızıntıdan kaynaklan mikrobiyolojik gelişim
- Yangın (kurum, koku veya vs.)

Özel kullanım alanları ve çok amaçlı binalar

- Sigara içim alanları
- Laboratuvarlar
- Atölyeler ve bakım merkezleri
- Fitness merkezleri
- Güzellik salonları
- Mutfak alanları

Redekorasyon/remodelleme/tamir aktiviteleri

- Yeni mobilyalardan yayılma
- Yıkımdan kaynaklanan toz ve lifler
- Boya, yapışkanlardan kaynaklanan koku, uçucu organik ve inorganik bileşikler
- Yıkım veya remodelleme sırasında açığa çıkan mikrobiyolojikler

TEMİZ ODA OLUSTURULMASI GEREKEN UYGULAMALAR

- Müze, arşiv, radyo-televizyon stüdyosu, özel şartlarda korunması gereken döküman ve malzemelerin saklandığı, teshir edildiği veya satıldığı ortamlar.
- Kimya endüstrisi (ilaç-serum gibi hijyen isteyen ecza ile ilgili fabrikalar).
- Film ve folyo üretim tesisleri, ses-data kayıt bantı üretim ortamları
- Mikro elektronik endüstrisi (üretim, bakım, montaj hatları için)
- Ortopedik endüstri (yapay eklem, organ üretimi yapılan yerler)
- Otomotiv endüstrisi (boya tesisleri)
- Uzay teknolojisi (füze, uydu üretim tesisleri)
- Hastaneler
- Hassas üretim işleri (kamera, lens, gözlük camı, mikroskop ve diğer optik cihaz uygulamaları, lazer endüstrisi)
- Bilgi işlem merkezleri
- Bilimsel araştırma merkezleri (bakteri kültürü, mantar üretimi yapılan ortamlar, bilimsel araştırma yapılan yerler)
- Gıda, içecek, tütün endüstrisi
- Elektro-teknoloji endüstrisi:Hassas ölçüm ve kalibrasyon yapılan ortamlar

TEMİZ ODA STANDARTLARI

Temiz odalar ile ilgili değişik standartlar bulunmaktadır. Bunlarla ilgili tablolar aşağıda verilmiştir.

US. Fed.Std.209		Partikül Büyüklüğü									
Sinif İsmi		0.1µm		0.2µm		0.3µm		0.5µm		5µm	
209E	209D	Hacim Birimleri		Hacim Birimleri		Hacim Birimleri		Hacim Birimleri		Hacim Birimleri	
SI	İngiliz	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	-	-
M1.5	1	1,240	35.0	265	7.50	106	3.00	11.0	1.00	-	-
M2		3,500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	-	-
M2.5	10	12,400	350	2,650	75.0	1,060	30.0	353	10.0	-	-
M3		35,000	991	7,570	214	3,090	87.5	1,000	28.3	-	-
M3.5	100	-	-	26,500	750	10,600	300	3,530	100	-	-
M4		-	-	75,700	2,140	30,900	875	10,000	283	-	-
M4.5	1000	-	-	-	-	-	-	35,300	1,000	247	7.00
M5		-	-	-	-	-	-	100,000	2,830	618	17.5
M5.5	10000	-	-	-	-	-	-	353,000	10,000	2,470	70.0
M6		-	-	-	-	-	-	1,000,000	28,300	6,180	175
M6.5	100,000	-	-	-	-	-	-	3,530,000	100,000	24,700	700
M7		-	-	-	-	-	-	10,000,000	283,000	61,800	1,750

Uluslararası Temiz Oda Standartlarının karşılaştırması

Ülke ve standart	A.B.D 209D	A.B.D 209E	İngiltere BS 5295	Avustralya AS 1386	Fransa AFNOR X44101	Almanya VD I.2083	ISO standart
Yayın tarihi	1988	1992	1989	1989	1972	1990 sonraları	1997
					-	0	
	1	M1.5	C	0.035	-	1	3
	10	M2.5	D	0.35	-	2	4
	100	M3.5	E or F	3.5	4 000	3	5
	1 000	M4.5	G or H	35	-	4	6
	10 000	M5.5	J	350	400 000	5	7
	100 000	M6.5	K	3500	4 000 000	6	8

Mikrobik kirlilik

Mikrobik kirlilik için tavsiye edilen limitler				
SINIF	Hava miktarı CFU/m ³	Yerleşim plakaları (çap 90 mm), CFU/4 saat	Temas plakaları (çap 55 mm), CFU/plaka	Eldiven baskı. 5 parmak CFU/eldiven
A	< 1	< 1	< 1	< 1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	-
D	200	100	50	-

Not:

- Ortalama değerlerdir.
- Her bir yerleşim plakası 4 saattan daha az bir süre temas ettirilebilir.
- Partikül ve mikrobiyolojik ölçüm sonuçları için uygun uyarı ve eylem limitleri belirlenmelidir. Eğer bu limitler aşıyorsa düzeltici faaliyetler yapılmalıdır.



Ülkemizde daha çok kullanılan temiz oda standardı

Ülkemizde en fazla DIN standardı kullanılır. İlgili DIN standartına esdeğer US FED-STD-209'a denk gelen class sayısı rakamsal olarak 1ft^3 hava içerisinde ilgili partikül boyutuna eşit veya daha büyük ebatta bulunan sayıyı verir.

Örnek: US FED-STD-209'a göre Class 100 olan bir ortamda 1ft^3 hava içerisinde bulunan $0.5\mu\text{m}$ 'ye eşit veya daha büyük partikül sayısı en fazla 100 adet olmalıdır.

Geçerli olan hijyeniklik standardı

DIN 1946/4'tür.

DIN 1946/4'te belirtilen Class

Class I – (US FED-STD-209'a göre Class 1 ile 100 arası) Çok yüksek temizlik ihtiyacı olan yerler. Üfleme laminer akımlı olmalıdır.

Class II – (US FED-STD-209'a göre Class 10.000 ile 100.000 arası). Normal seviyede temizlik ihtiyacı olan yerler. Üfleme karışık akımlı olur.

Bir hastanede Class I olması gereken ortamlar

- A ve B tipi ameliyathaneler (özellikle transplantasyon, beyin, açık kalp, ortopedi tipi ameliyathaneler)
- Ameliyathanelere bitişik odalar (Steril malzeme temin edilen depo ve koridorlar, lavabo ile ameliyat öncesi ve sonrası bekleme odaları ve teçhizat odaları, kendine gelme odası)
- Acil ameliyathane ile buna bitişik olan mahaller (Steril malzeme temin edilen depo ve koridorlar, lavabo ile ameliyat öncesi ve sonrası bekleme odaları ve teçhizat odaları, kendine gelme odası)
- Doğumhane ameliyathanesi
- Yönetim bakım kısmında bulunan enfekte olma eğilimli veya kendileri enfekte hastaların kogosulları
- Özel bakım kısımlarındaki kogosullar ve acil işlem odaları (bağışıklık zayıflığı tedavisi olan hastalar için odalar)
- Dispanser (steril odalar)

Temiz odalar için kullanılması gereken filtreler

Esasen ilgili standartlarda her class için belirli bir filtre kullanımı öngörülmüştür. Her halükarda;

- 1.kademe filtre EU4 veya daha iyi,
- 2.kademe filtre EU7 veya daha iyi olmak zorundadır.
- 3.kademe filtre ise ilgili class için düşünülen HEPA veya ULPA filtre olmalıdır (3. kademe filtre havanın üfleneceği ortama çok yakın konmalıdır).

Aşağıdaki tabloda belirtilen filtrelerin kullanımı klima endüstrisinde genel olarak uygulanmaktadır. Hava değişimleri ve hava hızları da standartlarda belirtilen bağlayıcı değerler olmayıp rehberlik etmesi amacıyla verilmiştir, firmadan firmaya bazı değişiklikler gösterebilir.



US FED.STD.209 SINIFI	-	100.000 / M 6.5	10.000 / M 5.5	1.000 / M 4.5	100 / M 3.5	10 / M 2.5	1 / M 2.5	-
ISO 209 SINIFI	9	8	7	6	5	4	3	2
VDI 2083 SINIFI	7	6	5	4	3	2	1	0
Hava akis tipi	Türbülant karisim havasi	Türbülant karisim havasi	Türbülant karisim havasi	Hemen hemen türbülant olmayan laminar akis	Türbülant olmayan laminar akis	Türbülant olmayan laminar akis	Türbülant olmayan laminar akis	Türbülant olmayan laminar akis
3m oda yüksekliginde hava degisimi l/h	<20	20-40	30-60	50-150 m.hav.	240-600	240-600	240-600	240-600
Ortalama hava hizi m/s	-	-	-	0.1-0.3	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5
1. Asama filtre	G3	G3	G3	F5	F5	F5	F6	F7
2. Asama filtre	F7	F7	F7	F7	F9	H10	H11	H12
Son filtre	H13	H13	H14	H14	H14	U15	U16	U17

Nemlendiricilerin kullanilma amaci

DIN 1946/4 Tablo:2'de belirtilen ortamlarda nem kontrolü gereklidir. Özellikle kis mevsiminde ısıtıcı bataryadan geçen hava kurur. Kuru hava hastane gibi hassas ortamlarda insan sagligi için zararlı olduğundan klimatize edilen havanın aynı zamanda bağıl nemini de istenilen limitler içerisinde tutmak gerekir.

Temiz oda ve hijyenik ortam uygulamalarında buharlı nemlendirici kullanmanın önemi

DIN 1946/4'e göre standart bir sulu nemlendirici suyunda yapılması gereken ölçümler oldukça teferruatlı olup resirküle suyunda mikroorganizma üremesini engellemek için kimyasal maddeler kullanmak gerekir (Suyun kontrolü Alman İçme Suyu Yönetmeliğine göre yapılmalıdır). Bu kimyasallar üflenen hava ile ortama tasınıp solduğunda sağlığa zarar verir. Legionella Pneumophila (Lejyoner hastalığı) riski çok yüksektir. Sulu nemlendiriciler özellikle resirküle havali klima sistemlerinde tam bir mikrop-bakteri üretme ve yayma merkezi gibi çalışır. Günümüzde yeni kurulan hiç bir hijyenik sistemde kullanılmamaktadır.

Atomizasyonlu veya ultrasonik nemlendirme cihazlarında da çok iyi demineralize ve dezenfekte edilmiş su kullanılmalıdır. Bu suyu elde edebilmek için çok pahalı su arıtma sistemleri gerekir. Sadece nemlendirme cihazlarının kurulum maliyetleri bile tüm diğer yöntemlere oranla çok daha pahalıdır (sadece nemlendirici ünitesi tek basına buharlı nemlendiriciden en az 2-3 kat daha pahalıdır).

Buharlı nemlendirici ise direkt sebeke suyuna bağlanır ve suyu 100°C'ye kadar kaynatıldığı için içerisinde hiçbir mikrop, bakteri, virüs kalmaz. Tam hijyenik kuru buharı tek basına sebeke suyundan üretebilen tek nemlendirici sistem alternatifidir.

Hijyenik bir klima santrali için istenenler

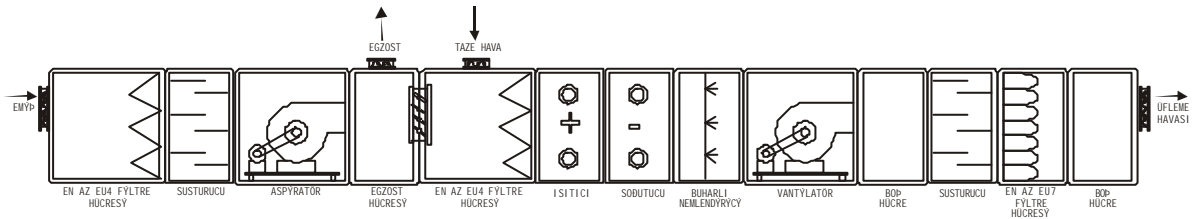
Hijyenik bir klima santrali ile standart bir klima santrali arasında pek çok yönden benzerlikler vardır. Ancak aşağıdaki özellikler hijyenik bir klima cihazının olmazsa olmaz özellikleridir.

- En az 2 kademe filtre olmalıdır.
- Sistem içindeki 1. Kademe filtre kalitesi en az EU4'tür.
- Santral içindeki 2. Kademe filtre kalitesi en az EU7'dir.
- 2. kademe filtre basma hattı kanalı başlangıcındadır.
- 1. ve 2. Kademe filtreler lifleri ayrışmayacak şekilde ıslanması fonksiyonunu etkilemeden ve hava sızdırmazlığı degismeden hizmet edebilmelidir.
- Üfleme havası debisi en az 2400m³/h olmalıdır (DIN 1946/4'e göre).



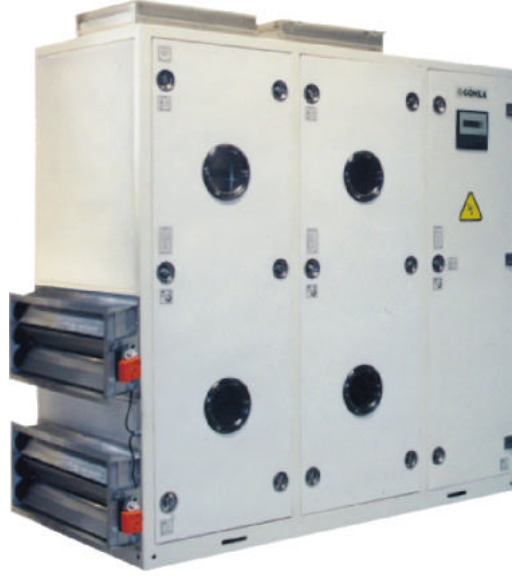
- Birinci kademe filtre taze hava emisinden hemen sonra ve kanal içerisinde cihaza kadar sürünülerek de olsa ulaşılabilir, temizlenebilir bir yapıdadır. Hava girişi ile santral arası kanalın içi tümüyle erişilerek temizlenebilir.
- Toksik olmamak kaydıyla resirküle hava, taze hava ile aynı veya farklı filtre setleri olmak üzere taze hava başlangıcından itibaren aynı tip filtrelerden geçerek filtre edilmelidir.
- Drenaj gideri zeminde bulunmaz. Drenaj sistemi binanın ortak kanalizasyon hattına bağlı olmaz.
- Drenaj hattının samandıra ile hava sızdırmazlığı sağlanmalıdır.
- En azından fanların, filtrelerin, nemlendirici ve nem alıcı hücrelerin içerisinde görülmesine olanak tanıyacak şekilde isiklendirme yapılmıştır.
- Klima cihazları ve hava kanalları servis, bakım ve temizliklerinin yapılmasına olanak tanıyacak kadar büyük olmalıdır.
- Boru bağlantıları da dahil olmak üzere tüm klima cihazları iç yapısı köşe bucağı temizlik yapılabilecek şekilde ve pürüzsüz yapıdadır.
- Kanal, boru, kablo bağlantıları, cihaz içi ve dışı bağlantı noktalarında, dış hava, egzost bağlantılarında, drenaj hattında, kısaca tüm sistemde hava sızdırmazlığı ilgili standartlara uygun olmalıdır.
- Her filtre kademesinde (1. ve 2.) filtre analog skalalı bir doluluk göstergesi bulunmalıdır.
- Basma hattı fanı 1. ve 2. Kademe filtreler arasında olmalıdır.
- Nemlendirici, ısıtıcı-sogutucu hücresi, 2. Kademe filtreden öncedir (kısaca belirtmek gerekirse 2. Kademe filtreden sonra klima hattı üzerinde hiç bir klima hücresi yoktur; susturucu dahi yoktur).
- Damla tutucular 2. Kademe filtreden önce konmalıdır. Korozyona dayanıklı ve temizlenebilir/dezenfekte edilebilir yapıda olmalıdır.
- Isı geri kazanım hücresi 1. ve 2. Kademe filtreler arasında olmalıdır.
- Taze hava susturucuları şu şekilde dizilmelidir: 1. Kademe filtre - susturucu - üfleme fanı
- Üfleme hattı susturucuları şu şekilde dizilmelidir: fan - susturucu - 2. Kademe filtre
- Devam eden servisin süresini göstermek için servis saat sayacı sistemde mevcut olmalıdır.
- Class I odalar da normal güç kaynağının kesilmesi durumunda soğutma ve nemlendirme hariç diğer fonksiyonların çalışmasını temin edecek yedek güç kaynağı tesis edilmelidir (UPS kullanılması zorunluluğu yoktur)
- Sistemde üfleme faninin arızası durumunda ortamda negatif basınç oluşmasını engellemek amacıyla egzost fanini otomatik olarak kapatacak (veya egzost fan arızasında üfleme fanini kapatacak) önlem alınmalıdır.

Aşağıdaki resimde tipik bir hijyenik klima santrali görülmektedir.

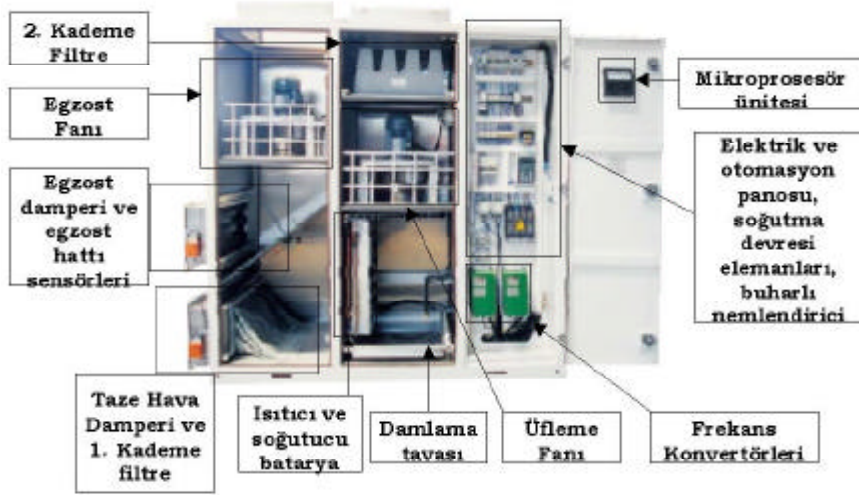


Yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi böyle bir klima santrali ancak makina dairesi içine konulabilir. Böyle bir klima santraline sıcak su kazanı, su soğutma grubu, buharlı nemlendirici gibi ekipman bağlandığında sistem fonksiyon kazanır.

Aşağıdaki resimde görülen tipte istenilen fonksiyonları sağlayan hijyenik paket klima cihazlarının kullanımı son yıllarda daha fazla yaygınlık kazanmaktadır.



Hijyenik Paket Klima Cihazı



Hijyenik Paket Klima Cihazının İç Görünüsü

HIJYENİK VE TEMİZ ODA SİSTEMİNDE BULUNAN DİĞER UNSURLAR

Hijyenik paket klimaların kurulum aşamalarında da konvansiyonel klima sistemlerinin kurulumunda gösterilen azami özenin gösterilmesi gerekmektedir. Üfleme plenumları ve sistem içerisinde çalışan aksesuarların seçiminde ve kullanımında herhangi bir kısıtlama olmayıp paket klima uygulamalarında da aynı diğer klasik klima sistemlerindeki uygulamalar yapılabilir.

Havalandırma kanalları

Hijyenik veya temiz oda ihtiyacına yönelik bir klima sistemini oluşturan kanal tesisatında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- Pürüzsüz yüzeyli sacdan mamul malzeme olmalıdır.
- Kanal içinde ana klima sistemine dahil olmayan herhangi bir cihaz bulunmamalıdır.



- Hava kanalı (galvaniz sacdan veya esdeğer yüzey kalitesinde başka bir malzemeden mamul) pürüzsüz bir yapıda olmalı.
- Flexible kanallar hava terminal noktalarına bağlantılarda kullanılmak üzere her biri en fazla 2m uzunlukta olmalıdır.
- Sistem yapısal boşluklara as-built şeklinde yapılmış kanallardan (servis kanalları veya çift duvar arasında, çatı boşluğu gibi yerlerde bulunan emis-üfleme kanalları gibi) muaf olmalıdır.
- Hava kanalları mekanik yükleri karşılayabilir yapıda ve asınmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Tüm kanallar ve bunların içerisindeki parçalar temizlik amacıyla sökülüp dışarı çıkartılabilir olmalı (eğer dışarıdan bir kapak vasıtasıyla içlerine ulaşılamıyorsa). Aynı zamanda tüm parçalar arasındaki sızdırmazlık gerekli sızdırmazlık standartlarını karşılamalıdır.
- Birinci kademe filtre taze hava emisinden hemen sonra ve kanal içerisinden cihaza kadar sürünülerek de olsa ulaşılabilir, temizlenebilir bir yapıda olmalıdır. Hava girişi ile klima santrali arası kanalın içi tümüyle erişilerek temizlenebilmelidir.
- Basma hattı hava kanalı özellikle Class I standardı için klimatize edilecek ortamlara mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Class II için ise eğer yakın değilse yeterince basınçlandırılmış olmalıdır. Sızdırmazlık seviyesi standartlara uygun olmalıdır.
- Egzost havası özellikle radyoaktif madde içeren zonelar için ayrı bir kanal vasıtasıyla taşınmalıdır. Bu hava filtre edilmeden dış ortama atılmalıdır (Sadece German Radiation Protection Regulation dahilindeki uygulamalarda filtre edilmelidir).
- Hava sızdırmaz shut-off damperler hem basma hattı için (eğer 3. Kademe filtreler ile geri hava akışı önlenmemişse) hem de emis kanallarında aşağıdaki uygulamalar için dahil edilmiş olmalıdır. Bina kontrol mühendisliği tarafından onaylandığı sürece test edilmiş yangın damperleri de bu amaçla kullanılabilir (shut-off damper özellikli yangın damperleri vardır).
- Duman atma kanalları istenilen hijyenikliği etkilemeden dumanlı havayı taşıyıp atacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.
- Emis kanalları yangın damperleri kapatıldığı zaman değişik ortamlar arasında bakteri transferini önleyecek şekilde tasarlanmış olmalıdır.
- Klima cihazları ve hava kanalları servis, bakım ve temizliklerinin yapılmasına olanak tanıyacak kadar büyük olmalıdır (kapalı kutu gibi, ulaşılamayan cihaz ve kanallar hijyenik bir sisteme sokulmamalıdır).
- Temizlik 3. Kademe filtre ile üfleme terminali arasında kanal kısmında ve odalarda periyodik olarak yapılmalıdır. Kısa dönemli sistemi kapatma sonucunda bu temizlik tekrarlanmalıdır. 2. Kademe - 3. Kademe filtre arası kanal kısmi temizliği pratik olmayıp yapılması gerekmekte, bu kanal kısminin temizliği montaj esnasında sağlanmalıdır (monte edilmeden önce iç kısımları iyice temizlenmelidir; kanal montaj elemanları bu temizliği yapmalıdır). Kontrol mühendisleri buna dikkat etmelidir.
- Ameliyathaneden emilen havanın en az 1200m³/h kısmi tabandan emilmelidir (eğer tavan-taban kanalları ayrı ayrı ise ve AHU karışım havalı ise tabandan emilen hava tümüyle dışarı atılmalı, tavandan emilen hava karışım havasına dahil edilmelidir. Zira atık anestezik gaz tabanda biriktigi için bu havanın tümüyle atılması gerekir).

Temiz Oda ve Ameliyathanelerde kullanılan üfleme sistemleri

Temiz Odalarda 2 çeşit üfleme sistemi bulunur. Class I veya Class II uygulamaları için gerekli tüm unsurlar ile birlikte laminar ve/veya türbülant hava akışının sağlanması için HEPA/ULPA filtrelerinin içine konacağı hava üfleme terminalleridir. Her birisinde fark basınç presostadı bulunması bu 3. Kademe filtrelerinin tam olarak ne zaman kullanılamaz hale geldiğini öğrenebilmek ve yenileri ile değiştirebilmek amacıyla çok önemlidir.

Karışık akis (Turbulent Flow)

- Hava tek yönlü bir akis göstermez.
- Hava ortama plenum box'lar içerisine konulmuş HEPA filtrelerden geçirilerek verilir.
- Tüm oda içerisinde oldukça homojen bir partikül konsantrasyonu kısa bir süre içerisinde sağlanır.
- Üfleme havası ile oluşturulan türbülans sayesinde havalandırılan ortam içerisinde ölü hacim kalmamaktadır.



- Hava çıkış hızı yüksektir.
- Class I partikül standartlarını yakalamak çok güçtür.

Laminer akış (Laminar Flow)

- Hava tek yönlü bir akış gösterir.
- Hava ortama Laminer Flow (LF) ünitesi içerisine konulmuş HEPA filtrelerden ve laminer akışı sağlayan laminerizatörden geçirilerek verilir.
- Ameliyat masası ve etrafında çok düşük partikül konsantrasyonu devamlı olarak sağlanır.
- LF ünitesinin alt kısmındaki ameliyat masası ve çevresi istenilen Class standartlarını sağlamakta, odanın köşelerine doğru gidildikçe partikül konsantrasyonu artmaktadır.
- Hava çıkış hızları 0.2-0.5m/s civarındadır.
- Class I partikül standartları sağlanır.

VAV üniteleri

Temiz oda yapılacak ortamların içerisine üfleme yapacak plenum box'lardaki HEPA/ULPA filtrelerin zaman içerisinde tıkanması sonucu oluşturdukları fark basıncı bu filtrelerin ilk kullanıldıkları yeni haldeki fark basıncından daha fazla olacaktır. Filtreler eskidikçe fark basıncı gitgide artacak, emis tarafında basınç kaybı değişmemesine rağmen üfleme hattındaki basınç kaybı gitgide artacaktır. Bu da zaman içerisinde pozitif basınçlı olması gereken ortamlarda negatif basınç oluşmasına (dolayısıyla temiz odanın fonksiyonunu yitirmesine sebebiyet verecektir). VAV ünitesi üzerindeki donanımı sayesinde kendi hattı üzerindeki filtreler doldukça kendi damperini açacak ve basınç kaybını azaltacak, böylelikle ortama üflenmiş hava miktarında değişim olmayacaktır.

Yangın ve Shut-Off damperleri

Hem yangın hem de Shut-Off damper özellikli damperlerin kullanılmasıyla sistemde belirli bir tasarrufa gidilecektir zira her ikisi de kullanılmak zorundadır. Aşağıdaki yerlerde kullanılmak zorunludur:

- Hava sızdırmaz shut-off damperler hem basma hattı için (eğer 3. Kademe HEPA/ULPA filtreler ile geri hava akışı önlenmemişse) hem de emis kanallarında aşağıdaki uygulamalar için dahil edilmiş olmalıdır. Bina kontrol mühendisliği tarafından onaylandığı sürece test edilmiş yangın damperleri de bu amaçla kullanılabilir.
- Tablo 2'de 3. Kolona dahil uygulamalarda belirtilen Class'lara göre değişik Class odaların birleşme yerlerinde.
- Birçok kata aynı anda hizmet eden sistemlerde her kat bransmanına
- Aynı Class olan odalar arasında sayet uzman tarafından odaların birbirinden ayrılması öngörülmüşse
- Birbirinden farklı hijyenik gereksinimleri olan odalar için taze hava ve egzost hatlarının dış hava panjuruları ile ilgili odalar arasındaki bir noktaya
- 3. Kademe filtrelerin giriş kısmında havalandırma sistemi çalışırken HEPA/ULPA filtrelerin değiştirilmesine müsaade edecek olan müstakil olarak kontrol edilebilecek hava sızdırmaz bir damper bulunmalıdır. Bu damperin shut-off/yangın damperi olması durumunda manuel olarak da müdahale edilebilir tipte olması gerekir.

Frekans konvertörleri ve fark basınç sensörleri

Temiz oda uygulamalarında frekans konvertörlerinin kullanılması hayati öneme sahiptir. Zira temiz odalar kullanılmadığı zamanlarda bile sistem çalıştırılmali ve iç hava minimum sayıda sirküle ettirilerek havadaki partikül sayısı-canlı organizma sayısı belirli limitler içinde tutulmalıdır. Fark basınç sensörlerinden gelen ortam pozitif (veya negatif basınç) bilgi sinyaline göre fan devrini değiştirebilmek için klima sisteminde frekans konvertörü kullanılması şarttır. Bu elemanlar genellikle hijyenik paket klima cihazına dahildir.



Lif tutucu filtreler

Ameliyathanelerde ve temiz odalarda yerlere dökülen kil, tüy, kumas lifi, iplik gibi hava ile birlikte sürüklenebilecek maddelerin emis kanalı içerisine girip toz, partikül kaynağı olmasını engellemek için kullanılan lif tutucu filtreler hiç bir alet kullanmaksızın kolaylıkla sökülebilecek yapıda imal edilir. Bu filtreye takılan maddeler dışarıda kalıp kolayca görülebildiği için filtrenin temizlenme zamanı anlaşılar. Paslanmaz çelik yapıda olup diğer filtreler gibi eskimez (belirli bir kullanım ömrü yoktur).

Emis/üfleme menfezleri

Türbülant üfleme sisteminde havanın yönlendirilme amacına bağlı olarak perfore sacdan veya anemostadlı emis/üfleme menfezleri kullanılır.

Hava kilitli kayar kapı

DIN 1946/4'e göre aşağıdaki maddelere uyulması gerekir.

- Class I ile Class II odalar arasında hava kilitli kayar kapı olmalıdır.
- Class I odalar ile açık hava ortamı arasında hava kilitli kayar kapı olmalıdır.
- Ameliyathane ile yogun bakım kısmi arasında hava kilitli kayar kapı olmalıdır.

Yapısal unsurlar

DIN 1946/4'e göre aşağıdaki maddelere uyulması gerekir.

- Taze hava girişi dış ortam zemin seviyesinden en az 3m yukarıda olmalıdır.
- Egzost havası çıkışı mümkünse çatıdan olmalı, atılan hava çevreye zararlı maddeler içermemelidir.
- Class I odalarda pencere var ise hava sızdırmaz olmalıdır. Ancak ameliyathanenin bina dış duvarından iki tarafı da pencereli bir koridor ile ayrılması tavsiye edilir.
- Bina içerisinde sterilizasyon yapılan odaların temiz olan kısımlarıyla temiz olmayan kısımları (yatakların temizlenip, çarşafın değiştirildiği kısımlar) arasındaki hava transferi mümkün olan en az seviyeye indirilmiş olmalıdır.

SONUÇ

Temiz oda uygulamaları ile ilgili gereken sistem unsurlarını ve klima cihazlarını tanıdıktan sonra 2 farklı klima cihazı arasında bir seçim yapmak gerekmektedir. Müsterinin çeşitli kriterleri gözönüne alarak bu seçimi yapmasında sistem ile ilgili olarak gözönüne alması gereken pek çok kriter vardır. Bunlar:

- Binanın eski veya yeni yapılan bir bina olması
- Klima cihazı konulacak yerlerin buna ne kadar müsait olduğu
- Daha önce kurulmuş olan ve yeni kurulacak sisteme bağlı çalışacak değişik cihazların hali hazırda işlevi ve kapasitelerinin yeterliliği (kazan, su soğutma grubu vs.)
- İşletme, bakım, onarım kolaylığı
- Sistemin parça parça alınıp zaman içerisinde geliştirilip geliştirilmeyeceği



Asağıdaki tabloda iki çeşit hijyenik klima cihazının karşılaştırmalı özellikleri görülebilir.

ÖZELLİK	HIJYENİK KLİMA SANTRALI	HIJYENİK PAKET KLİMA CİHAZI
Kapladığı izdüşüm alan	Çok fazla	Çok az
Kullanılan kanal metrajı	Genelde çok fazla	Konuslandırıldığı yere bağlı
Genisletilebilirlik	Hücreli yapısından dolayı müsait ancak mevcut mahalın hacmi ve izdüşüm alanı ile sınırlı	Tek parçalı olduğu için uygun değil, ancak iç kısmına ekstra aksesuarlar eklenebiliyor.
Kullanım kolaylığı	Makina dairesinde bulunduğundan genelde ayrı bir eleman gerektiriyor.	Konulduğu yere göre her hangi ilgili birisi tarafından kolayca kullanılabilir.
Bakım kolaylığı	Çok fazla parçadan müteşkil (chiller, klima santrali, sıcak su kazanı, pompa istasyonu, vs.). Bakımı teferruatlı	Tek parça cihaz. Tüm sistem ve elemanları el altında
Ortama yakınlık (Class I için gerekli kriter)	Genelde zor (ekipman makina dairesinde olduğu için)	Aynı ortama dahi konulabilir.
*Fiyat	3 birim	1 birim

*Fiyat karşılaştırmasında ortalama boyutta bir ameliyathane için yeterli tipik bir hijyenik klima santrali, su soğutma grubu, buharlı nemlendirici, otomatik kontrol malzemeleri, pompa, vana ve nispeten kısa bir borulama düşünülmüştür. Fiyat sadece ana klima sistemi fiyatı karşılaştırmadır. Diğer malzemelerin iki sistem için aynı olduğu varsayılarak değerlendirilmeye alınmamıştır (kanal, VAV, HEPA, Plenum Box vs.)

Asağıda yaklaşık olarak 1 adet ameliyathane için düşünülen 2400m³/h debili, 20kW ısıtma kapasiteli, 17 kW soğutma kapasiteli bir cihaz için konvansiyonel klima santrali-su soğutma grubu-kazan çözümü ve paket klima santrali çözümleri gösterilmiştir. Yaklaşık olarak ölçümlendirme yapılmıştır.

KULLANILAN CİHAZ-SİSTEMİN KAPLADIGI ALAN	HIJYENİK KLİMA SANTRALLİ SİSTEM	HIJYENİK PAKET KLİMA CİHAZLI SİSTEM
Kazan	1.5m ²	Yok
Su pompaları	2m ²	Yok
Hava soğutmalı su soğutma grubu veya dış ünite	3m ²	0,25m ²
Klima santrali veya paket klima iç ünitesi	12m ²	1,5m ²
Toplam Kaplanan Alan (borulama, kanal, servis boşlukları hariç)	18,5m²	1,75m²

Yukarıda da görüldüğü gibi özellikle kaplanan izdüşüm alan açısından paket klima kullanımının önemli oranda bir üstünlüğü vardır. Merkezi klima sistemi çözümünün yaklaşık %10'u kadar bir yer kaplamaktadır.

İlk kurulum maliyeti olarak bakıldığında kabaca hijyenik klima santralinin 1/3'ü kadar bir maliyete kurulabilen hijyenik paket klima cihazı işletme maliyeti açısından da diğer sisteme oranla daha ekonomiktir.

Hijyenik paket klima cihazı kullanmanın avantajları

- Ortama daha yakın konulduğu için daha az statik basınç gereksinimi (dolayısıyla daha az elektrik sarfiyatı).
- Su soğutma grubu kullanılmaması ile direkt soğutma yapılması (indirekt olarak önce freon ile su, sonra da su ile hava soğutmadaki verim düşüşlerinin bulunmaması; DX batarya kullanımı ile freon ile direkt olarak hava soğutulması).
- Kazan kayıplarının olmaması (direkt olarak elektrikli ısıtıcı kullanılması).



- Temiz odaya çok yakın konulabilmesi ve ana cihazlar (kazan-su soğutma grubu-klima santrali) arasındaki borulamanın hiç olmaması dolayısıyla genel sistemdeki izolasyon kayıplarının çok daha az olması.
- Yıllık işletme boyunca paket klima kullanımı %50'ye varan enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Hijyenik paket klima cihazı kullanmanın dezavantajları

- Paket klima içerisindeki hacim oldukça kısıtlı olduğundan tüm detaylar işin en başında belirlenmediği sürece üretimden sonra her hangi bir parçanın eklenmesi veya farklı kapasite ve boyutlu bir diğeriyle değiştirilmesi çok zordur (üretici dizaynına bağlı olarak değişiklik gösterir).

KAYNAKLAR

- [1] Federal Standard 209E, 1992
- [2] DIN 1946 Part 4, 1989
- [3] WHYTE, W.: Cleanroom Technology, Fundamentals of Design, Testing and Operation, 2001
- [4] HIÇSÖNMEZ, A., Hastanelerde Ameliyathane İklimlendirmesi, MMO Bildirisi, 1995
- [5] HOWIE, R., Clean Room Clothing Performance, 2003
- [6] Çeviren: Prof. Dr. GENÇELİ, O. F., ASHRAE TC 5,3 Room Air Distribution, 1997
- [7] GÖNKA Katalogu: Hijyenik Paket Klimalar

ÖZGEÇMİŞ

Cihangirhan Salih GÜZEY

1970 Bartın doğumludur. 1997 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 1998 yılından beri çalışmakta olduğu GÖNKA KLİMA A.S.'de halen Teknik Müdür olarak görevine devam etmektedir.