

Öğr. Gör. Ahmet KORKMAZ
Öğr. Gör. Ahmet COŞKUN

Abstract:

It is necessary to remove viruses and bacteriums from air conditioning in the hospitals which is providing health service. Air conditioning system must be designed according to international standards and the business enterprise must show the sensibility to provide a hygienic environment and minimize the risk of infection. the applications of the hospital air conditioning system is a very important field with the higher expectations on comfort and the health and the demand for better living conditions. It is clear that the hospitals are the places where the people seeks healthy environment. This means that the air conditioning systems hospitals must have some specifications beyond providing comfort. Some rooms in the hospital must have very specific conditions compatible with intended use. It is very important to have hygienic air conditioning in some rooms. Air flow between different rooms is also critical. That means that filtration used in the air conditioning system of the hospital must have high efficiency and the hardware used in the system must compatible with the international standards.

Hastanelerde Hijyenik Havalandırma Sistemleri ve Teknik İşletmenin Önemi

ÖZET

Sağlık hizmeti veren hastanelerde hizmetin amaca uygun olarak verilebilmesi için havalandırma ve klima sisteminden virüslerin ve bakterilerin arındırılması gerekmektedir. Hastanelerde hijyenden bahsetmek; enfeksiyon riskini minimuma indirmek ancak ve ancak havalandırma ve klima sisteminin uluslararası standartlara göre dizayn edilmesi ve teknik işletmenin konuya hassasiyet göstermesiyle mümkündür. Günümüzde konfor ve sağlık konularında beklentilerin artması ve daha iyi yaşam standartlarına yönelik talebin oluşu birçok özellikleri itibari ile sıradan konfor uygulamalarından farklı olan “Hastane kliması” uygulamalarını daha da özel hale getirmektedir. Hastaneler insanların hastalıklarına çare aradıkları yerlerdir ve bu açıdan bakıldığında hastane iklimlendirme sisteminden beklentiler de konfor talebinin dışında birçok özellik gerektirmektedir. Hastanelerde bazı yerler kullanım amacına göre farklı özelliklerde dizayn edilmelidir. Birinci derece temiz olması gereken odalardaki klima sistemi hijyenik değilse o bölgede kullanılan cihazların hijyenik olması ya da yapılan sağlık hizmetinin enfeksiyondan uzak olması mümkün değildir. Temiz olarak dizayn edilsin veya edilmesin mekanlar arasında hava akışı çok büyük önem arz etmektedir. Klima prosesi çoğunlukla hastayı ve hastane ekibini enfekte olma riskinden korurken bazı durumlarda enfekte olmuş hastaların sağlık ekibine ve diğer insanlara enfeksiyon bulaştırmamak için gerekli donanımlarla yapılması gerekmektedir.

Hastanelere tedavi amaçlı gelen insanların enfekte olmaması için havalandırma sisteminin ve sistemde kullanılan filtrasyonun yüksek verimli olması, uluslararası standartlara uygun olarak dizayn edilmesi gerekmektedir.

GİRİŞ

Hijyen nedir?

Sağlığa zarar verecek ortamlardan korunmak için yapılacak uygulamalar ve alınan temizlik önlemlerinin tümü **hijyen** olarak tanımlanır.

Havalandırma: Kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesi işlemidir.

Havalandırmanın Amacı

1. Ortam havasının oksijen miktarının azalmasını önlemek.
2. Ortam havasındaki karbondioksit gazı, vücut kokuları, sigara du-

- manı ve nem miktarının artışını önlemek.
3. Makinelerin, insanların ve aydınlatmaların üretmiş oldukları ısı kazancını dışarı atmak.
 4. Zehirli gazlar ve tozu ortamdan uzaklaştırmak.
 5. Bakteri ve zararlı mikroorganizma sayılarını minimuma indirmek

HASTANELER; hastalar ve sağlıklı insanlar ile günün çalışma saatleri içinde insan sirkülasyonunun en fazla olduğu, kendine özgü özellikleri ve sorunları olan birim alan başına hareketli insan yükünün en fazla olduğu yapılarıdır.

Hastanelerde klima sistemleri dış hava panjurundan başlayıp, kanallar, klima santralleri, hava dağıtım ve toplama menfezlerini içeren komple bir ünedir.

Sistem elemanlarının **seçilmesinde, montajında ve işletilmesinde** aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir:

Hastanelerde odaların kullanım amacına göre minimum taze hava ihtiyacı belirlenmiştir. Buna göre **oda alanının metre karesi için 10 ila 30 m³/h arasında değişen bir hava ihtiyacı görülmüştür.**

Dönüş havasının kullanımı için birtakım uygulamalar yapılmalıdır. Bu da odadan emilen hava değişik filtrelerden geçirilerek oda içerisindeki partiküller ve mikroorganizmalar filtre edilerek tekrar odaya temiz hava olarak gönderilmelidir. Aslında bu işlem yüzde yüz taze hava ile gerçekleştirilmelidir, ama enerji maliyetleri göz önüne alındığında karışım havalı klima santralleri ile uygulama yapılması tek şartla doğrudur, resirküle havanın yüksek verimli filtrelerden geçirilmesidir.

Odalar arasındaki basınç farkı dengesi ise yine aşağıda açıklandığı gibi statik basınç, çok steril odadan az steril odaya doğru gidildikçe azalacak yönde olmalıdır. Filtre edilmemiş havanın odaya girişi engellenmelidir. **Basınç farkları % 12 ile 15 arasında olmalıdır.** Çok sık açılıp kapanan kapıların bulunduğu yerlerde ise hava kilidi dediğimiz çift kapı sistemi uygulanmalıdır.

Havalandırma sistemlerinin dizaynı için önemli bir konu ise, yer seviyesinde yüksek yoğunluktaki toz ve mikroorganizmaları emmemek için **taze hava panjurları, yer seviyesinden en az 3 m** yukarıda olmalıdır. Teras veya çatı üstlerinden emilen taze hava panjurunun yüksekliği ise en az 1 metre olmalıdır.

Egzost hava panjurları ise tercihen çatı üzerinde bulunmalı ve etkin rüzgar yönü dikkate alınarak etrafa zarar vermeyecek, taze hava panjurundan uzak bir yerde bulunmalıdır. Yani odalardan aspire edilen kirli hava atış pancuru ile klima santrallerinin taze hava emiş panjuru birbirlerinden uzak olmalıdır. Burada rüzgarın yönü çok önemlidir, kirli hava mahalle gönderilen havaya karışmamalıdır.

Hava kanalları paslanmaz, galvaniz veya benzeri saçlardan mümkün olduğu kadar kısa ve yüzeyleri düzgün olacak şekilde imal edilmiş olmalıdır. Klima sisteminde menfez, anemostat, filtre kutu bağlantılarında kullanılacak fleksibil boru 1,5 - 2 metreyi geçmemelidir. Eğer mümkünse flexibel kanalın boyu 50 cm'yi geçmemelidir. Çünkü ne kadar kısa olursa kanal içerisinde oluşacak partikül miktarı o kadar az olacaktır.

Klima santrali içinde nemli ortam kaynağı olan soğutma serpantini, damla tutucu ve yoğuşma tavaındaki **yoğuşma suyu tavada birikmeden hemen tahliye edilmelidir. Santral içerisinden geçen havanın hızı düşük tutularak damlacıklar hava akımına kapılmadan, serpantin kanatları veya damla tutuculardan tavaya süzülmesi sağlanmalıdır. Serpantin üzerindeki havanın hızı 2.5 m/sn olmalıdır.**

Ayrıca serpantin kanat hatveleri geniş ve cihaz yüzeyleri pürüzsüz olmalıdır.

Klima santrali içerisindeki önemli bir konuda nemlendirme konusudur. **Sulu nemlendirme kesinlikle yapılmamalıdır. Çünkü nemlendirme fiskiyeleri bakterilerin üremesi ve çoğalması için ideal bir ortamdır. Bunların yerine doymuş buhar sıcaklığının çok az üzerinde kızgın buhar kullanılması** önerilmektedir.

Kanallarda mümkün olduğunca düzgün yüzey olmasına dikkat edilmelidir. Kesinlikle girintili çıkıntılı yüzeyler olmamalıdır. Çünkü girintili çıkıntılı ve pürüzlü yüzeyler bakterilerin barındığı yerlerdir.

Temiz oda içindeki menfezler HEPA filtre kutuları kolayca temizlenebilir olmalıdır. Dönüş menfezleri üzerinde özellikle ameliyathanelerde görülen elyaf havlarını tutmak için paslanmaz tel filtre bulunmalıdır ve bunlar kolayca çıkartılıp temizlenebilmelidir.

Ameliyathanelerde kullanılan havanın en az % 50'si taze hava olmalıdır. Kullanılan anestezi gazların tahliyesi için özel sistem kullanılmalıdır. Klima santralinin taze hava emiş kısmında elektrik kumandalı damper konmalıdır. Elektrik kesildiğinde ya da sistemde arıza olduğunda damperler otomatik olarak kanalı kapatmalı ve dışarıdan hava girişini engellemelidir. 1. derece **steril odalara hizmet veren klima santrallerinde ve egzoz fanında elektrik kesilmelerine karşı ve herhangi bir arıza oluşması durumunda ya da arızaya geçtiğinde otomatik olarak ikisi de devreden çıkmalıdır.** Çünkü odalardaki pozitif ya da negatif olma durumlarının korunması gerekmektedir.

Hastane ortamındaki mikroorganizmaların ürediği veya geldiği üç önemli kaynak vardır.

1. Dış hava ile gelenler,
2. İnsanlar tarafından yayılanlar,
3. Klima teçhizatı içinde üreyenler olarak gruplandırılırlar.

Dış havanın metre küpünde genellikle toprakta üremiş 100 ile 300 adet canlı bakteri ve mantara rastlanır. Bunların büyük bir kısmı zararsız olmasına rağmen aralarında çok fazla tehlike saçan zararlı bakteriler de vardır. Bunların başında lejyonella bakterisi gelmektedir. Klima santrallerinin içerisinde nemlendirici ve damla tutucularda üreyen bakteriler, yaraların enfekte olmasına neden olan mikroorganizmaların çoğalması için uygun ortam oluştururlar.

Yukarıdaki üç kaynaktan gelen 1 mikron çapındaki bakteriler, ortam havasında 2-20 mikron çapındaki toz veya su tanecikleri üzerine asılmış vaziyette uç-

şurlar. Klima santrallerinin görevi bu zararlı bakterilerin kendi elemanları üzerinde üremesine engel olmak ve havada bulunanları filtre sistemi ile tutmaktır.

Ameliyathaneler için mutlaka olması gerekenlerden biri yüksek hava kalitesi olmalıdır.

Şartların sağlanabilmesi için hijyenik klima sisteminden temel beklentiler şunlar olmalıdır.

- Anestezi gazlardan oluşan kimyasal kirlenmelerin minimize edilmesi,
- Dışarıdan taze hava yolu ile taşınan bakteriyolojik kirlenmelerin yüksek seviyede filtre edilmesi,
- Yan hacimlerden gelen bakteriyolojik kirlenmelerin elimine edilmesi,
- Hastadan ve ameliyat ekibinden oluşan kirlenmelerin giderilmesi,
- Sıcaklık ve nem değerlerinin mükemmel olarak kontrol edilmesi,
- Yukarıda belirtilen işlevlerin tamamı yerine getirilirken enerji ekonomisi sağlanması,

Çalışma zamanlarının dışında ise sistem hiçbir zaman kapatılmamalı, ancak besleme havası ile egzoz havası debilerinin aynı oranda azaltılarak enerji ekonomisi moduna alınabilmelidir.

Araştırma ve uygulamalar göstermiştir ki ameliyathanelerde besleme havasının tavandan verilmesi, egzoz sisteminin ise yan duvarlardan/köşelerden tavan ve zemin kotuna yakın noktalardan karşılıklı olarak emiş yapılması partikül konsantrasyonu açısından en iyi sonuçları vermektedir.

Hastanede hijyenin sağlanması özellikle mimari planlama ile steril olması gerekli bölümlerin diğer bölümlerle olan ilişkisi belirlenerek bu bölümler arasındaki izolasyonun sağlanmasıyla başlar.

Hastanelerde tedavi hizmetleri yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli konu Hijyendir. Hastanelerde hijyen sürekli sağlanmalıdır. Bunun olabilmesi, tıp ve **teknik personelin** yüksek seviyede eğitim organizasyonu ve görev sorumluluğuyla sağ-

lanabilir. Hastanelerde hijyenden bahsedebilmek için **hastane tesisatının projelendirilmesi**, tesis edilmesi **işletilmesi ve bakımı** büyük bir titizlikle yapılmalıdır.

Hastane iklimlendirmesi ile diğer yapılarıdaki iklimlendirme arasında birçok farklılıkları vardır. Bunlar genel olarak;

1. Havanın içindeki mikroorganizmaları, virüsleri, zararlı kimyevi ve radyoaktif maddeleri filtre ederek havalandırma ile hava içerisindeki miktarlarının azaltılmasının sağlanması,
2. Değişik özellikteki bölümler için farklı sıcaklık ve nem miktarının sağlanması
3. Özellikle odalardaki hava basıncının belirli seviyelerde kalmasının sağlanmasıdır.

Hastanelerde Temiz Oda

Temiz oda klima sisteminde, ortamdaki **sıcaklık, nem, hava kalitesi, oda basıncı**, oda içindeki **hava hızı ve hızın yönü** çok büyük önem arz etmektedir.

Temiz odaların uygulama alanlarından olan hastanelerde ortamdaki taneciklerin bir kısmının canlı olması ve canlıların bir kısmının da enfeksiyona neden olabilecek mikroorganizmalardan oluşması dolayısıyla tanecik kontrolü gerekir.

Temiz odalarda kontrol altında tutulmak istenen oda statik basıncı, çevresindeki odalara göre daha yüksek veya daha düşük basınçta olabilir. Örneğin bir **ameliyathane**, oda basıncı çevresine göre pozitif değerde tutularak kontrolsüz havanın içeri girmesi engellenir. Bunun tersi de mümkündür. Örneğin **tüberkülozlu hastaların** bulunduğu bir odadaki basınç, çevresine göre daha düşük basınçta tutularak, odadan dışarıya mikrop gibi sakıncalı bir madde kaçması önlenmelidir.

Temiz odaların sınıflandırılmasında ana kriter, ortam havasında bulunacak **tanecik çapı ve konsantrasyonudur**. Temiz odalarla ilgili çeşitli ülkeler tarafından çıkarılan standartlar bulunmaktadır. Ancak hepsinin temeli 1963 yılında ABD’de çıkarılan “US Federal Standart 209”dur. Daha sonra bu Standart geliştirile-

rek 1988 yılında 209 D ve 1992 yılında SI birim sisteminde 209E çıkarılmıştır.

Genel olarak temiz odalarda hava dağılımı

- a) **Laminer akış**; pahalı ama ideal olarak kabul edilir
- b) **Türbülanslı akış**; ucuz bir çözümdür.

Laminer akışta akış çizgileri birbirine paraleldir ve hız yaklaşık olarak her yerde aynıdır. Paralel akış çizgileri önüne bir engel çıktığı zaman, ona çarparak engel etrafında dönüp tekrar paralel hale gelirler. Türbülanslı akış, isminden de anlaşılacağı gibi düzensiz bir akıştır, akım çizgileri rasgele dağılmıştır.

Yapılan bir deneyde, aynı kirlilik oranındaki laminer ve türbülanslı akış önüne konan mikroorganizma üretme kaplarında, laminer akışta kaba yapışan mikroorganizmalar ile sıfır kirlilik (kontaminasyon) ölçülürken, türbülanslı akışta %64 ve 200 oranında ölçülmüştür.

Bundan dolayıdır ki, ameliyathanelerde hiç olmazsa ameliyat masalarının üzerinde muhakkak bir laminer akış hava dağılımlı olması gerekmektedir.

Hava değişim sayısı arttıkça oda içinde ölü bölgelerin bulunma ihtimali azaldığı gibi, havanın saatte filtrelerden geçme sayısı da arttığından, daha kısa sürede daha temiz bir ortam elde etmek mümkündür.

Ameliyathane odalarında laminer akımlı klima sisteminin avantajları

Türkiye genelinde hastanelerin ameliyathane ve yoğun bakımlarında temiz ve steril hava ortamının oluşturulmamasından dolayı hastaların maruz kaldıkları tehlikelerin boyutları, gerek tıp doktorları gerekse HVAC mühendisleri tarafından yeteri kadar değerlendirilememektedir. Çünkü ülkemizde uzman olmayan her mühendisin ve mimarın hastane projesi yapmaması gerekmektedir.

Bundan dolayı ülkemizde 5-6 hastanenin dışında modern anlayışa uygun ameliyathane odası ve steril klima sistemi olmadığı gibi, mevcut sistemlerin mo-

dernizasyonu yoluna gidilmesi için gerekli bilgi birikimi de genelde yaygın değildir. Ameliyathane klima sisteminin en can alıcı özelliği, hastaya asıl mikrobu yayan ameliyat ekibinin solunum yoluyla çıkardıkları bu partiküllerin hastayı etkilemeden sistem vasıtasıyla dışarı atılabilmesidir.

Ameliyathane odasında kişinin yaptığı işe, işin sekline ve iş kıyafetine bağlı olarak kişilerin yaydıkları partikül sayısı büyük artış göstermektedir. Yayılan bu partiküller içinde asıl tehlikeli olan kısmı mikroorganizma ve mikroplardır.

Hastane ortamına ayaktan veya yatarak tedavi amaçlı gelen hastaları ve hatta hastane personelini bekleyen bazı tehlikeler söz konusudur ve hastanelerde bu tehlikeleri bertaraf edebilmek için genellikle ısı konfor şartlarının yerine getirilmiş olması yeterli olmamaktadır. Bu risklerin sonuçlarının neler olabileceğini belirlemek adına rakamsal bazı veriler vermek gerekirse; Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre tanı ve tedavi amaçlı olarak hastanelere yatan her 100 hastadan 3 – 10’unda hastanenin donanımı ve işletme şartlarına bağlı olarak ve hastanın yattığı servise göre farklılık arz etmek ile beraber hastaneye bağlı enfeksiyon gelişmektedir. WHO’na göre bu oran az gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler değerlendirildiğinde az gelişmiş ülkelerde daha da yükselmektedir. Avrupa’da 1992 yılında 10 farklı ülkede ve yoğun bakımda yatan toplam 10.000 hasta üzerinde yapılmış bir çalışmada tüm yoğun bakım hastalarının, yoğun bakıma yatmadan önce %21’inde, yoğun bakım sırasında ise %45’inde enfeksiyon olduğu tesbit edilmiştir. Avrupa ve A.B.D. alınan tedbirler ile bu oranları bugün için çok daha aşağılara çekmiş durumdadırlar. Ancak buna rağmen A.B.D.’de yerleşik Center Of Diseases Control (CDC) adlı araştırma merkezinin bir çalışması Amerika’da her yıl yaklaşık 103.000, Kanada’da ise 12.000 kişinin hastanede kapılan enfeksiyonlar ile öldüğünü gösteriyor. Bir başka çalışma ise A.B.D.’de hastaneye yatan hastaların %5’i, Fransa’da ise %8’inin enfeksiyona yakalandığını işaret ediyor. Görünen o ki bu sorun sadece az gelişmiş, ya da gelişmekte olan ülkeler için değil, aynı zamanda gelişmiş ülkeler için de önemli bir yer tutmaktadır.

Ülkemizde ise bazı istatistiksel veriler hastane enfeksiyonlarının görülme oranının normal servislerde %5, yoğun bakım servislerinde ise %10-20 mertebelerinde olduğunu ve tüm önlemlere rağmen bu oranların %4 rakamlarının altına düşürülemediğini göstermek ile beraber, bu verilerin ne kadar doğruları yansıttığı konusunda ciddi kaygılarımız vardır. Şöyle ki, halen birçok hastanede ancak sadece kamuoyuna yansıyan çok şüpheli ölümler araştırılabilmekte veya istatistiksel veri olabilmektedir. Ne yazık ki, birçok hastanede enfeksiyonların önüne geçebilmek için çoğunlukla antibiyotikler çare olarak değerlendirilmekte ancak bu yöntemin hem pahalı hem de antibiyotiğe bağımlılığı olan enfeksiyon vakalarında başarısız olduğu ve hastane ekibinin bu durumdaki çaresizliği bilinen gerçeklerdir. Alınabilecek olası tüm tedbirlere rağmen hastanelerde enfeksiyonların tamamen önüne geçilebilmesi mümkün değildir. Ancak aşağıda başlıklar altında verilen alınabilecek tedbirler ile optimum seviyelere indirilebileceğini düşünmekteyiz.

Enfeksiyondan korunmak için alınabilecek tedbirler

- Hastanenin tasarım aşamasında, konusunda profesyonel bir hijyenistin ve diğer profesyonellerin hastanenin tasarımının farklı bölümlerin ihtiyaçlarını göz önüne alarak uluslararası standartlara göre tasarlanmasını ve uygulanmasını temin etmek, dolayısıyla ile mahallerin ilgili norm ve standartlara göre temiz olarak tutulabilmesinin sağlanması,
- Hastane işletmesini yapan teknik ekibin işletme esnasındaki titizliği,
- Merkezi sterilizasyon ünitesinin tesisi ve sağlıklı olarak işletilmesi sağlanmalıdır. Bilindiği üzere bu amaç ile buhar, kuru ısı, düşük ısı (etilen oksit, formaldehit, plazma) kullanılmaktadır.
- Ayrıca dezenfeksiyon (termal, likit, kimyasal) işlemler yapılmalıdır.
- Mümkün olduğunca tıbbi ekipman olarak steril edilmiş tek kullanımlık malzemeler tercih edilmelidir.

Temiz odalarda kullanılan yapı malzemeleri örneğin duvar kaplamaları, asma tavan, yer döşemesi olarak tozutmayan, derzi olmayan, aşınmayan, korozyona dayanıklı malzemelerden seçilmeye çalışılıyorsa;

klima sisteminde kullanılan bütün malzemelere de özen gösterilmelidir. Kanallar muhakkak sızdırmazlık testi yapılarak monte edilmeli, montaj esnasında kirlenmemeleri için özel itina gösterilmelidir.

Görüldüğü gibi temiz odaların ve bunların klima sistemlerinin tasarımı ve yapımı çok özen ve tecrübe ister. Temiz oda klimasının bu işin önemini kavrayan işçi ve mühendisler kullanılarak yapılması gerekmektedir. *Hata yapılması halinde bir ameliyathane de birçok insanın hayatına mal olabilmektedir.*

Genel olarak ameliyathane odalarında kullanılacak yapı malzemelerinin toz ve mikrop tutmayacak, toz çıkarmayacak yüzeylere sahip olmaları ve dezenfeksiyon işlemi sırasında kimyasal tahribata uğramamaları gerekir.

Yer döşemesi olarak **antistatik, antibakteriyel** aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip **kondüktif** PVC veya epoksi kaplama esaslı malzeme tercih edilmelidir. Gerekmesi halinde ayrıca topraklama da istenebilir.

Duvar malzemesi olarak toz çıkarması ve derz yerlerinde bakteri üretmesinden dolayı **seramik tercih edilmemelidir.**

Ameliyathane kapıları sürmeli, ayak ve diz darbesi ile açılabilen ancak manuel olarak da çalışabilecek yapıda olmalıdır. Kapılar ameliyathane iç malzemesi ile aynı malzemeden olmalıdır. Kapılar 2 saat yangına dayanıklı olmalıdır. Kapıların üzerinde gözetleme camı konulabilir.

HASTANELERDE KARANTİNA ODASI TESİSATI
İzolasyon odaları “**bulaşıcı**” veya “**koruyucu**” olarak sınıflandırılabilir.

Bulaşıcı: karantina odası

Koruyucu: steril odadır.

Karantina odaları; Bulaşıcı hastalık taşıyan hastaların tedavi süresince kalmaları için kullanılır. Oda dışına **virüs ve bakteri** yayılmasını engellemek için **negatif basınç** uygulanır.

Karantina odaları için aşağıdaki şartlar geçerlidir: Her 30 akut tedavi yatağı için en az bir karantina odası olmalıdır. Her karantina odasında sadece 1 hasta yatağı olmalıdır. **Odaya giriş hastalara ait bölümlerden ayrı bir alandan olmalı;** ellerin yıkanması, giyinme, temiz ve kirli malzemelerin depolanmasına müsaade edecek şekilde dizayn edilmelidir. Giriş bölümü kapalı bir antre şeklinde olmalıdır. Karantina odaları minimum 12 m², antre minimum 2 m² olmalıdır.

Steril odalar; enfeksiyonlara karşı bağışıklığı az olan hastalar (**kemik iliği transferi, organ nakli, yanık ve kan kanseri hastaları**) için kullanılır. Bakteri ve virüs girişini engellemek için pozitif basınç kullanılır

Karantina odası hava akışı

Sağlık kuruluşları için genel havalandırma oranları, bir saatteki hava değişim miktarı ile belirtilir. **ASHRAE ve AIA**, konfor ve koku kontrolü açısından hastane odalarında ve karantina bölümlerinde minimum 6 hava değişimi önermektedir. Son derece yüksek hava değişim sayısı ile yürütülen bazı deneylerde mikrobakteriyel olmayan organizma konsantrasyonlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Sağlık merkezlerinin olası en iyi hava değişimine sahip olacak şekilde dizayn edilmelidir.

Etkin bir havalandırma için, oda havası emiş ve beslemesi hava akışı odayı süpürecek şekilde ayarlanmalıdır. Böylece, oda içinde durgun bölgeler oluşmaması, emiş ve besleme arasında kısa devre oluşmasını da engelleyecektir.

- Emiş menfezleri zemine yakın yerleştirilmeli ve emiş hızları yüksek tutulmalıdır.
- Havanın emilebileceğinden çok daha uzağa “atılabileceğini” unutmamalıdır.
- Hastaya yönlenebilecek direkt hava akımlarından kaçınılmalıdır.
- Hava önce sağlık personelinin çalışacağı alandan, daha sonra enfeksiyon kaynağından geçecek şekilde emilmeli ve egzoz edilmelidir.
- Genel hava akış biçimi sağlık personelinin hasta ile egzoz menfezi arasında kalmayacağı bir biçimde dizayn edilmelidir.

- Binadaki hava akış yönleri daha temiz bölgeden kirli bölgelere doğru olmalı, yani;
 1. Bekleme salonlarından bakım odalarına,
 2. Koridorlardan hasta odalarına doğru.
- Negatif basınç, besleme havasından %10-15 veya 90-85 m³/h fazla hava egzoz edilerek elde edilebilir.

Hastanelerde oda temizlik sınıfları

Alman DIN 1946/4 normuna göre hastanelerde bu odalar iki sınıfa ayrılır:

1. sınıf steril odalar: Yüksek ve daha yüksek seviyede sterilite gerektiren odalar.
 - Ameliyathaneler,
 - Yoğun bakım ünitesi, beyin ve açık kalp,
 - Enfeksiyona hassas ve lösemi hastalarının tedavi odaları,
 - Ağır yanık tedavi odaları,
 - Steril malzemelerin depolandığı yerler,
 - Ameliyathanelere bitişik yerler,
 - Ameliyathane koridorları, bitişik odalar ve ayılma odaları.
2. sınıf steril odalar: Normal seviyede sterilite gerektiren odalar.
 - Hasta yatak odaları ve doğumhaneler,
 - Endoskopi bölümü,
 - Röntgen tahsis odaları,
 - Pansuman odaları,
 - Muayene ve acil tedavi odaları,
 - Sterilizasyon bölümü,
 - Laboratuvarlar vb.

Yukarıdaki odaların oluşturulması hastanenin projesinin tasarımından başlar, odaların yapımında kullanılan malzemeler ve havalandırma sistemlerine kadar önemli bir süreç oluşturur.

Temiz hava yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların % 80 veya daha üzerindeki oranın, havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediği hava olarak tarif edilebilir.

Konutlar, işyerleri, okullar v.s. gibi endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde de son yıllarda giderek artan ölçüde iç havanın temizliği ile ilgili endişeler gelişmektedir. İnsanların zamanlarının % 90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı ve bundan kaynaklanan problemler olacağı rahatça tahmin edilebilir. Yine son yıllarda yapılan çalışmalarda hasta bina sendromu (HBS) gibi kavramlar ortaya çıkmış ve iç hacimlerdeki kirlilikten kaynaklanan hastalıklar teşhis edilmiştir.

Konu ile ilgili çalışmalar buna paralel olarak artmış, bilimsel makaleler yayımlanmıştır, bilimsel toplantılar yapılmış ve yaptırım gücü olan yeni standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartlardan ASHRAE 62-89 numaralı olanı en gelişmiş biçimde konuyu ele almaktadır.

ASHRAE kişi başına düşen dış hava ihtiyacını 10 feetküp/dakikadan, 5 feetküp/dakikaya düşürmüştür (enerji tasarrufu nedeniyle). İç hava kalitesini bozan nedenlerden biriside hava filtreleri, serpantinleri, yoğunlaşma tavaları ve nemlendiriciler mikrobik üreme için ideal kaynaklar olagelmıştır. *İyi takip edilmeyen ve zamanında değiştirilmeyen, yıpranmış hava filtreleri üzerinde üreyen mikroorganizmalar ve onların yan ürünleri de hava ile birlikte yaşama ve kullanma mahallerine taşınabilir. Kötü ve yetersiz hava filtrasyonu, ısıtma-soğutma serpantinlerinin yüzeylerinde toz birikmesine neden olur. Tozun kanatçıklar üzerinde kümelenmesi, ısı transferinin verimini düşürür ve enerji maliyetlerinde artış meydana getirir. Serpantindeki direnç artışı hava akımını düşürebilir, bu da sıcaklık kontrolü üzerinde etkili olur.*

FİLTASYON

Klima santrallerinde ve havalandırma sistemlerinde atmosferik havadaki partikülleri, toz ve benzeri istenmeyen cisimleri tutmak, havalandırma cihazları girişlerinde gerekli ayrımları yapmak, besleme havalarındaki virüs ve bakterileri azaltmak amacıyla uygun filtrelerin kullanılmasıdır.

Hava filtreleri:

Havada bulunan küçük parçacık ve gaz biçimindeki

kirleri ayrıştırıran hava hazırlama cihazları ve komponentleridir.

1. Sınıf temiz odalarda kullanılan filtreler

Class 1 (1.sınıf) odalarda yüksek ve daha yüksek seviyede steriliteyi temin etmek için ise üç kademeli filtrasyon yapılmalıdır.

- Birinci kademe filtreler (ön filtreler) EU4 sınıfı ve veya daha iyisi.

Birinci kademe filtreler emiş tarafından ve taze hava girişinin hemen başlangıcına (klima santralini temiz tutmak amacıyla) yerleştirilmelidir.

- İkinci kademe filtreler (Hassas filtreler) EU7 sınıfı veya daha iyisi.

İkinci kademe filtreler, kanalların başlangıcından hemen önce basma tarafına kanal sistemini temiz tutmak amacıyla yerleştirilmelidir.

- Üçüncü kademe filtreler (mutlak veya HEPA filtreler) Class S veya Class R filtreler. EU13-EU14

Üçüncü kademe filtre, basma tarafında hizmet edilecek odaya veya zona mümkün olduğunca yakın, ameliyathanelerde bir terminal içine yerleştirilmelidir.

2. sınıf (Class 2) odalarda kullanılan filtreler

2. sınıf odalarda, havada normal seviyedeki steriliteyi sağlamak için iki kademeli filtrasyon yapılmalıdır.

Havalandırma sistemine uygun seçilmeyen ve yüksek direnç yaratan hava filtresi, hava akışını engelleyerek hava hareketlerini ve havalandırma değişkenlerini etkiler. Ve son olarak, hava filtreleri katalogda belirtilen son dirence ulaştığında, değiştirilemezse hava akışı gene engellenebilir ve buda hava hareketlerini ve havalandırma değişkenlerini etkiler

Çoğu insan zamanın %60 ile 90'ını kapalı bir mekanda geçirmektedir. Bu oran incelendiğinde iç mekandaki havanın insan yaşamındaki etkileri ve olumsuzlukları ciddi bir şekilde incelenmelidir.

Yine yapılan bir araştırmaya göre kirli bir oda hava-

sı, tüm hastalıkların %50'sine ya sebep oluyor ya da kötüleştiriyor.

İnsan günde yaklaşık olarak 22.000 kez nefes alıp vermektedir. Her nefesle 40.000 ila 70.000 adet partikül vücuda girer. Toz parçacıkları, virüsler için birer taşıyıcısıdır. Soluduğumuz havanın vücudumuza binlerce virüs girmesinde ne kadar önemli bir rol oynadığı bilinmektedir.

Hastanelerde hava filtrelerinin önemi:

- Doğru seçilen ve düzenli bakımı yapılan yüksek verimli hava filtreleri ile yapılan filtrasyon, İHK'ni bozduğu bilinen kirleticilerin önemli oranda azalmasını sağlamaktadır. Uygun teknik değerlerde seçilip kullanılan filtreler havalandırma sisteminin dizayn değerlerinde çalışmasını sağlayacak ve İHK'ni etkileyen diğer değişkenlerinde olması gereken değerlerde kontrolünü sağlayacaktır.
- İç hava kalitesini bozan hava filtreleri, serpantinleri, yoğuşma tavaları ve nemlendiriciler mikrobik üreme için ideal kaynaklar olmuştur. İyi takip edilmeyen ve zamanında değiştirilmeyen, yıpranmış hava filtreleri üzerinde üreyen mikroorganizmalar ve onların yan ürünleri de hava ile birlikte yaşama ve kullanma mahallerine taşınabilir. Bu da İHK olumsuz etkiler.
- Kötü ve yetersiz hava filtrasyonu, ısıtma-soğutma serpantinlerinin yüzeylerinde toz birikmesine neden olur. Tozun kanatçıklar üzerinde kümelenmesi, ısı transferinin verimini düşürür ve enerji maliyetlerinde artış meydana getirir. Serpantindeki direnç artışı hava akımını düşürebilir, bu da sıcaklık kontrolü üzerinde etkili olur.

Havalandırma sistemine uygun seçilmeyen ve yüksek direnç yaratan hava filtresi, hava akışını engelleyerek hava hareketlerini ve havalandırma değişkenlerini etkiler. Hava filtreleri katalogda belirtilen son dirence ulaştığında kesinlikle değiştirilmesi gerekmektedir.

Böyle bir çalışmada ise sağlıklı ve üretim kapasitesi yüksek çalışanlar, bina işletmesinde önemli ölçüde enerji tasarrufları sağlayacaktır.

Bir hava filtresinde aranan özellikler şunlardır.

- Hava akımına karşı oluşturduğu direnç,
- Toz tutma kapasitesi,
- Verimlilik.

Diğer önemli hususlar ise şunlardır:

- Filtre edilecek havanın debisine göre filtre boyutu kullanılmalıdır.
- Filtre tipi çalışma şartlarına uygun olmalıdır
- Kullanıldığı özel uygulama için seçilen filtre tipi en ekonomik filtre olmalıdır.

Antalya'daki hastanelerde yapılan partikül ve hava kirlilik test sonuçlarının karşılaştırılması:

Aşağıdaki hastanelerde ölçüm yapmak için ilgili has-

tanelerin başhekimliklerinden izinler alınarak yapılmış.

Not: Bu ölçümlerde Testo marka ve 445 model cihaz ve Biotest marka cihazlar kullanılmıştır.

Tablo 1: Filtrelerin tuttuğu partikül çapları

PARTİKÜL BOYUTU		FİLTRE SINIFLARI
30-10	µm	EU1 - EU3
10-5	µm	EU4
5-3	µm	EU5
3-1	µm	EU6 - EU8
1-0.5	µm	EU9
0.5-0.01	µm	EU13, EU14

A. A. D. HASTANESİ						
YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
570	253480	29	29	5	A	D
AMELİYATHANE GRUBU - Kulak Burun Boğaz Servisi						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
565	570270	28	35	-	A	B
AMELİYATHANE GRUBU - Beyin Cerrahisi						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
582	351000	28	35	-	A	B

A. A. D. HASTANESİ						
BEYİN CERRAHİSİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
643	367460	29	34		A	D
KULAK BURUN BOĞAZ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
910	490440	29	38	-	A	B
GENEL CERRAHİSİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
917	487690	28	44	-	K	B
YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%) RH	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
514	293084	29	31	4	K	B Split klima 24000 BTU

Yukarıdaki ölçümler yapılırken ilgili yerlerdeki pencereler açık olduğundan CO₂ oranı düşük çıkmıştır. Eğer atmosfere açılan pencereler kapalı olsaydı bu oran daha yüksek çıkabilirdi.

Yukarıdaki hastanelerin ameliyathaneleri ve yoğun bakımları uluslararası standartlara uygun olarak dizayn edilmemiştir. Çünkü ameliyathanede ve yoğun bakımlarda atmosfere açılan pencere olmaz. İkinci önemli husus ise yine ameliyathanede ve yoğun bakımlarda split klima kullanılmaz. Çünkü split klima ortamda çok miktarda partikül oluşturur ve serpanti-

ni ve yoğuşma tavası üzerinde bakteri üremesine neden olur. Bunların bulunduğu odalarda enfeksiyon oluşmaması imkansızdır. Yine odalarda havalandırma (hava değişimi) olmadığından m³ veya ft³'deki partikül oranı standartlardaki maximum miktardan çok fazla çıkmıştır. Buna bağlı olarak odalardaki kirlilik miktarı ppm olarak çok yüksek çıkmıştır.

Standartlara uygun olarak dizayn edilmiş ve düzenli olarak bakımı yapılan bir hastanedeki havalandırma sisteminde yapılan ölçüm sonuçları ise şunlardır:

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ						
YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)		Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (% RH)	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)
350	0,3	0,5	20	50	12	yok
	900	70				

1 NO'LU AMELİYATHANE							
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)		Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (% RH)	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin Durumu Açık (A) Kapalı (K)	Ameliyathanenin Durumu Boş (B) Dolu (D)
310	0,3	0,5	22	50	2	Pencere yok	B
	480	50					

GENEL CERRAHİ SERVİSİ						
CO ₂ (ppm) Miktarı	Toz Partikülü 0.5 (m ³)		Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (% RH)	İnsan Sayısı Kişi	Pencerenin durumu Açık (A) Kapalı (K)
852	0,3	0,5	25	62	4	K
	7230	456				

Yukarıda belirtilen hastanelerde yapılan test sonuçları incelendiğinde standartlara uygun olmadığı görülmektedir. Ancak Akdeniz Üniversitesi Hastanesi'nde yapılan test sonuçlarının uluslararası standartlara uygun olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Hastane havalandırma sistemleri denince akla ilk gelen klimalardır. Klimalar istenilen odanın özelliklerine göre dizayn edilmesi ve gerekli periyodik bakımların yapılması, mahal içerisinde uyulması gereken kurallara riayet edilmesi durumunda, hastanelere tedavi amaçlı ve şifa bulmak için gelen insanların aynı zamanda da hastane çalışanlarının enfekte olma riskleri ortadan kalkmış olacaktır. Aksi halde şifa bulma yerleri olan hastanelerin klima sistemleri mikroorganizma ve bakteri yuvası olarak insanların risk altında yaşamasına ve dönüşü olmayan çaresizliklere sebep olacaktır. Bunun için hastane havalandırma

sistemleri konusunda uzman ve profesyonel mimar, mühendis ve hekim grubu tarafından projelendirilerek inşa edilmeli ve hizmet verdiği süre içerisinde ise eğitim düzeyi yüksek kalitede teknik personel (iklimlendirme mühendisi) tarafından sürekli periyodik bakımı ve kontrolleri yapılarak işletilmelidir. Aksi halde günümüzde yaşandığı gibi birçok hastanelerde nedeni bilinmeyen ya da gerçek sebeplerin açıklanmadığı toplu ölümlerin önü ve arkası kesilmeyecektir. Bunların engellenebilmesi için uzman teknik personel (mühendis) ve tıp hekimlerinin cesaretle araştırmalar yaparak, hastanelerde yaşanan olumsuzlukların giderilmesi için gayret sarf edilmelidirler.

Ameliyat esnasında kullanılan aletler ne kadar steril edilmiş olursa olsun, ortam havasının steril olmaması halinde hastanın mikrop kapması ihtimali her zaman mümkündür. Hastanın ameliyattan sonra enfeksiyon kapması durumunda ortaya çıkabilecek komp-

Tablo 2: Federal standartta U.S. 209 E ye göre temiz oda sınıfları

U.S. 209 E'ye göre temiz oda sınıfları											
Klass		Anılan çapa eşit veya büyük maksimum tanecik adedi / m ³ veya ft ³									
SI	İngiliz	0.1 µm		0.2 µm		0.3 µm		0.5 µm		5 µm	
		(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	35.3	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	10.000	-	-	-	-	-	-	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

likasyonlar ve maddi zararlar steril hava ortamının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bu konu ile yakından ilgilenmemiş olan doktorlar, enfeksiyon riskinin kaynağını bilemeyebilirler. Türkiye'de maalesef istatistikî bilgiler de genelde mevcut olmadığı için konunun önemi yaygın olarak bilinmemektedir.

KAYNAKLAR

- DIN 1946/4 Normu, Aralık 1989, Hastanelerdeki Isıtma ve Klima Sistemleri.
- ISISAN Çalışmaları, No. 305, Klima Tesisatı.
- ŞHRAMEK Ernst-Rudolf, Isıtma + Klima Tekniği El Kitabı (Tercüme ve Düzenleyen SARAÇOĞLU Orhan, RAZGAT Ayhan).
- TTMD Dergisi (Anonim).
- ÖZKAYNAK Taner F., Temiz Hava Teknolojileri Termodinamik Temiz Oda Sistemleri.