

Ameliyathane Havalandırma Santrallerinin İşletme Şartlarının Değiştirilerek Enerji Verimliliğinin Artırılması

Adem KISSAL¹

M. Zeki BİLGİN²

¹Sağlık Bakanlığı, İzmir Kuzey Kamu Hastaneler Birliği Genel Sekreterliği, İZMİR
²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

¹umutadem@hotmail.com

²bilgin@kocaeli.edu.tr

Özet

Hastanelerin özellikli bölümlerinden olan ameliyathaneler, yoğun bakımlar, yeni doğan üniteleri gibi mahaller için gerekli olan hava, hijyenik klima santralleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Bu çalışmada, bu tür birimlere belli miktarda, belli temizlik ve basınç şartlarında, istenilen sıcaklık ve nem değerinde hava sağlayan havalandırma santralleri ve ameliyathanelerin çalışma şartları enerji verimliliği açısından incelenmiştir. Mevcut sistem ve çalışma şartları analiz edilerek, gerekli koşullardan ödün verilmeden enerji verimliliği ve tasarrufu açısından alınacak önlemler belirlenmiştir. Hem sistem donanımı hem de işletme şartları için öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Ameliyathane, hijyenik klima santralleri, HVAC, iklimlendirme otomasyon sistemi, enerji verimliliği

1. Giriş

Hastanelerde bulunan mahaller Sınıf I mahaller ve Sınıf II mahaller olarak iki gruba ayrılmaktadır. Sınıf I mahaller, yüksek hijyen gerektiren mahaller olup, HVAC (ısıtma, havalandırma ve klima) tasarımı safhasında sıcaklık, nem ve taze hava miktarına ilave olarak mahaldeki canlı ve cansız partiküllerin sayısı, hava dağılımı ve mahaller arası hava akış yönü de tasarım parametreleri olarak göz önünde bulundurulur. Ameliyathaneler, yoğun bakım birimleri, doğumhaneler, yeni doğan birimleri, karantina odaları, özel bakım odaları, koruyucu ortam odaları bu sınıfa giren mahallerdir.

Sınıf II mahaller ise , Sınıf I mahallere göre daha az hijyen gereksinimi bulunan mahallerdir. Bu mahallerde konfor şartları daha fazla ön plana çıkmaktadır. Laboratuvarlar, endoskopi odaları, radyoloji görüntüleme odaları, renal diyaliz odaları, hasta odaları, fizik tedavi birimleri, muayene odaları, koridorlar, eczane, otopsi ve morg odaları bu sınıfa girmektedir.

Gerek kamu ve gerekse özel hastanelerde Sınıf I mahaller için gerekli olan hava özel olarak dizayn edilmiş klima santralleri tarafından sağlanmaktadır. Bu sınıfa giren mekânların hava ihtiyacını karşılayacak santrallerin sayıları ise hastanenin büyüklüğüne göre değişmektedir. Hastaneden hastaneye sayıları değişen bu klima santrallerinin ısıtma/soğutma ihtiyaçları ise genellikle merkezi bir ısıtma ve soğutma kaynağından karşılanmaktadır. [1]

Bu klima santralleri; sözü edilen mekânlar için belli miktarda hava değişimi sağlarken (ameliyathaneler için minimum 2.400 m³ veya saatte 24 kez), sağlanan havanın kalitesini de tutturmak zorundadır. Hava partiküllerden arınmış, bakteriyolojik olarak kirlenmemiş aynı zamanda basınç, sıcaklık ve nem açısından gerekli şartları sağlayacak şekilde olmalıdır. [2,3]

Bu şartların sağlanabilmesi ise mekanik ve elektrik sistemin uygun şekilde çalışmasını sağlayacak, uygun algoritmaları kullanan bir otomasyon sistemi ile mümkündür.

Mevcut sistemler enerji verimliliği açısından incelendiğinde, verimliliği artıracak birçok noktanın var olduğu tespit edilmiştir. Farklı hastanelerde yapılan gözlem ve incelemelerde hijyenik klima santrallerinin çalıştırılmasında ve işletilmesinde enerji verimliliğine dikkat edilmediği ve otomatik olması gereken kontrollerin daha çok manuel olarak yapıldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca iklimlendirmede gerekli olan hava miktarı, sıcaklığı, basınç ve nem oranı değerlerinin yakalanmasının birinci öncelik olarak alınması sebebi ile enerji verimliliği neredeyse hiç düşünülmediği görülmektedir.

Hâlbuki iyi bir ölçüm ve iyi bir yönetim algoritması ile ve uygun bir otomasyon sistemi ile hem yeterli iklimlendirme kalitesi tutturulabilecek hem de ciddi bir boyutta enerji tasarrufu yapılabilecektir.

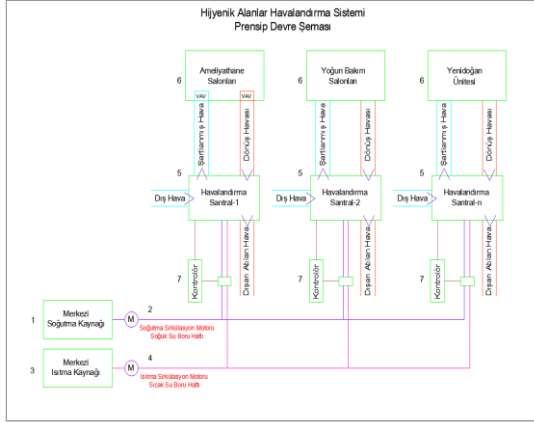
Bu çalışmada hijyenik alanlar ve özellikle ameliyathane için kullanılan klima santrallerinin mevcut otomasyon sisteminin çalışma şekli incelenecek ve analiz edilecektir. Sonrasında ise örnek bir hastanenin mevcut sistemindeki uygunsuzluklarını/hatalarını ortadan kaldıran, enerji verimliliğini artıran uygun otomasyon sisteminin işletim şartları oluşturulacak ve bunun sonucunda yapılacak tasarruf miktarı belirlenecektir.

2. Sistem Tanıtımı

Genel bir ameliyathane havalandırma sistemi aşağıda verilen ve Şekil 1' de gösterilen 7 temel kısımdan oluşmaktadır.

- 1- Soğutma kaynağı,
- 2- Soğuk su dolaşım motoru ve soğuk su boru hattı,
- 3- Isıtma kaynağı,
- 4- Sıcak su sirkülasyon motoru ve sıcak su boru hattı,
- 5- Havalandırma santrali, üfleme ve emiş hava kanalları,

- 6- Hijyenik Alanlar(Ameliyathane, Yoğun bakım vb.)
7- Otomatik Kontrolör



Şekil 1: Hijyenik alanlar havalandırma sistemi prensip şeması

(a) Soğutma Kaynağı

Ameliyathaneye ve diğer mahallere gönderilecek olan havanın soğutulması için gerekli suyun soğutulduğu ve suyun hangi derecelere kadar soğutulacağını ayarlandığı kısımdır. Bu kısımdaki cihaz soğutma grubu diğer adıyla chiller grubudur. Soğutma grubunun olması gereken sıcaklık set değeri 7-12 derecedir. Bunun nedeni; sıcak ve nemli bir havanın 7-12 derece arasında bir yüzey ile karşılaşması durumunda istenen sıcaklıktaki nem oranının (%30-%60 bağıl nem) sağlanacak olmasıdır.

Bu cihazın havanın belli sıcaklıklar altına düşmesi durumunda (yani soğutma ihtiyacı olmadığı durumlarda) çalıştırılmasına gerek yoktur. Ancak cihazın beslediği kısımlar ameliyathane olması nedeniyle her an hazır bekletmek gerekmektedir. Bunun için şu hususlara dikkat edilmelidir. Hava sıcaklığının çok düşük olması durumunda, bu cihaz kapalıyken soğutma suyunun donarak cihazın evaporatör kısmına zarar vermemesi için suyun donmasını önleyecek gerekli tedbir alınmalıdır. Sadece evaporatörün olduğu kısımda su boşaltılarak yada dolaşımda olan suya donmayı önleyen antifriz konarak yada sirkülasyon hattındaki su sıcaklığı 4 derecenin altına düştüğünde sirkülasyon motoru çalıştırılarak donmanın önüne geçilebilir.

(b) Soğuk Su Sirkülasyon Motoru ve boru hattı

Chiller grubu vasıtasıyla soğutulacak olan suyu havalandırma santralinin içindeki serpantinlere borular vasıtasıyla sirküle eden kısımdır.

(c) Isıtma Kaynağı

Hava durumuna göre kazan dairesi personeline brülör çalıştırılmak suretiyle kazan içerisindeki suyun ısıtıldığı kısımdır.

(d) Sıcak Su Sirkülasyon Motoru ve boru hattı

Kazanlarda ısıtılan sıcak suyu sirkülasyon motoru ve sıcak su boru hattı vasıtasıyla havalandırma santraline gönderen kısımdır.

(e) Havalandırma santralleri, Üfleme ve Emiş hava Kanalları

Dışarıdan alınan havanın; filtre edildiği, sıcaklığına göre ısıtıldığı/soğutulduğu, gerekirse nemlendirildiği yada neminin alındığı yani havanın şartlandırıldığı ve sonrasında vantilatörden üflenerek üfleme kanalları vasıtasıyla odalara gönderildiği kısımdır. Santralin diğer bir parçası da odada kirlenen havanın emiş kanalları yoluyla dışarı atılmasını sağlayan aspiratör kısmıdır.

Havanın ısıtılması/soğutulması; sıcak su serpantinine giren sıcak su hattı üzerinde bulunan 3-yollu sıcak su vanasının ve soğuk su serpantinine giren soğuk su hattı üzerinde bulunan 3-yollu soğuk su vanasının oransal bir kontrolör vasıtasıyla açılıp/kapatılması suretiyle ile yapılmaktadır. Santralin bulunduğu kısımda vantilatör ve aspiratör motorlarının besleme/kumanda panosu mevcuttur.

Ayrıca nem değeri yetersiz olması durumunda devreye giren nemlendirici ünitesi de sistemin bir parçasıdır.

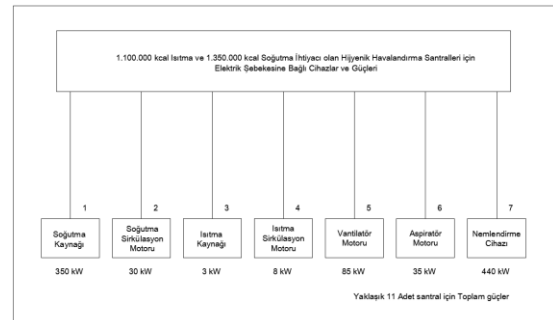
(f) Hijyenik Alanlar(Ameliyathane salonları)

Hastane hizmet kalite standartları gereği basma hava debisinin minimum 2.400 m³/h olduğu, sıcaklığın operasyonun durumuna göre 18-26 derece arasında ayarlanabildiği, genellikle sıcaklığın 20-23 derecede tutulduğu pozitif basınçlı ortamdır. Bu pozitif basınçlı ortamın sağlanabilmesi için kapıların kapalı tutulması gerekmektedir. Aksi halde pozitif basıncın sağlanabilmesi mümkün değildir.

(g) Otomatik/Manuel Denetim Sistemi

Havalandırma sistemini açan-kapan, odadan veya kanallardan havanın sıcaklık bilgisini alarak ısıtmaya/soğutmaya karar veren, odanın kullanım durumuna göre debi bilgisini alarak fan hızlarını inverter vasıtasıyla ayarlayan, santralde hava basıncını/hızını/debisini ölçerek ne kadarlık bir debide havanın ayarlandığını ve gönderildiğini gösteren, filtre kirlilik ve kayış sağlamlık durumu bilgilerini bilgisayar vasıtasıyla gösteren yani havalandırma için gerekli işlemlerin otomatik olarak gerçekleşmesini ve çeşitli ayarların yapılmasını ve kontrolü sağlayan kısımdır.

Tüm bu kısımların elektriksel beslemesine ait örnek bir tek hat şeması ve tahmini güçler Şekil 2' de gösterildiği gibi...aşağıdaki gibidir.



Şekil-2 Örnek bir havalandırma sistemine bağlı cihazlar ve güçleri

3. Mevcut İklimlendirme Uygulaması

Şekil-1'deki prensip şemaya bakıldığında ve uygulama incelemesi yapıldığında kontrolörün kaynak kontrolü yapmadığı ve bu nedenle soğutma kaynağının sirkülasyon motoru ile birlikte 7 gün 24 saat devrede olduğu, ısıtma kaynağının ise genellikle Eylül-15 ile Mayıs-15 arasında manuel olarak çalıştırıldığı görülmektedir.

Ameliyathane salonlarının sıcaklıkları ayarları ise genellikle sabit 20 derece civarında yapılmakta, ameliyathanenin kullanılıp kullanılmaması durumuna göre bu değer sistem tarafından değiştirilmemekte ve bu nedenle bu mahaller için çalışma süreleri boyunca ısıtma-soğutma ihtiyacı maksimum olmaktadır.

Sıcak ve soğuk su sirkülayan motorlarının devreye girmesinin/çıkmasının manuel olarak yapıldığı, hatta soğuk su sirkülasyon motorlarının yaz-kış 24 saat çalıştırıldığı ve buna bağlı olarak chiller grubunun da gereksiz yere kış boyunca aktif olarak tutulduğu, hatta santraldeki bypass vanalarına müdahale edilerek ameliyathane odalarının ısıtma ayarlarının yapılmaya çalışıldığı ve bu durum aynı anda hem ısıtma hem de soğutma yapılması anlamına gelen zamanlar oluşturduğundan enerji israfına neden olduğu, ameliyathane odasından yapılması gereken sıcaklık set değeri ayarının ve tam debi/yarı debi gibi kontrollerin yapılamadığı, odaların üfleme ve emiş kanalları için de çalışmadığı yapılan gözlem ve incelemelerde görülmüştür.

4. Önerilen Uygulama

Otomasyon sisteminin enerji verimli çalıştırılması için aşağıdaki ana işlemler yapılmalıdır.

- Sıcak ve soğuk su sirkülasyon motorlarının, dış hava sıcaklığının ısıtma/soğutmayı gerektirmediği zaman dilimlerinde otomatik olarak kapatılması,
- Hava sıcaklığının ısıtma/soğutma gerektirmeyen zaman dilimlerinde ısıtma/soğutma kaynağının kapatılmasıyla boşa dolaşan suyun ısıtılmaması/soğutulmaması,
- Sıcaklık set değerlerinin ameliyatın olup olmaması durumuna göre otomatik ayarlanması,
- Hava debisinin ameliyat olmayan zaman diliminde yarıya düşürülerek yada odayı pozitif basınçta tutacak kadar hem ısıtma/ soğutma yükünde hem de aspiratör/vantilatör motor gücünün ayarlanması.

Bunu işlemleri yaparken aşağıda verilen işletme şartları yerine getirilmelidir.

a- Olması istenen sıcaklık değeri odadan set edilmelidir. Yukarıda belirtildiği üzere bu set değeri; minimum 18 maksimum 26 derece olmak üzere ayarlanabilmelidir. Oda sıcaklığı için standartta belirtilen değer 20-23 C dir. Ameliyat anında ise sistem genel olarak 20 C civarında çalıştırılmaktadır.

b- Ameliyathaneye gönderilen hava dışarıdan alınan hava olduğundan(% 100 taze hava), ameliyat odasının bu sıcaklık değerleri(18-26 derece) arasında kalması için dışarıdan alınan havanın ısıtılması mı yoksa soğutulması mı yoksa ne ısıtma ne soğutma yapılmadan içeri verilmesi mi gerektiğine odanın sıcaklığına göre

kontrolör karar vermelidir. Oda sıcaklığını ideal sıcaklık değeri olan 20-23 C'de tutmak için ne yapılması gerektiği konusunda dış hava sıcaklığı belirleyicidir. İçeri üflenen dış hava sıcaklığının; odayı 18 C'nin (odanın minimum sıcaklık değeri) altına düşürmesi yada set edilen sıcaklıktan 2 C (kayıp/kazanç değerine göre çalışma ortamında belirlenmelidir.) düşük duruma getirmesi durumunda ısıtılması gerekmektedir. İçeri üflenen dış hava sıcaklığının; odayı 26 C'nin üzerine çıkarması yada ayarlanan set değerinden 2 C büyük(kayıp/kazanç değerine göre çalışma ortamında belirlenmelidir) değere getirmesi durumunda sadece soğutulması gerekmektedir.

İçeri üflenen dış havanın sıcaklığı, odayı 18-26 derece aralığında tutuyorsa yada set değerinden 2 derece alt 2 derece üstte tutuyorsa, ısıtma/soğutma yapılmadan dış havanın direk olarak içeriye verilmesi gerekir. Bu esnada ne ısıtma kaynağının ne soğutma kaynağının sirkülasyon motorları da dahil çalışmaması gerekir.

c- Sistem ameliyat(operasyon) anında veya gündüz süresince tam debide çalışırken, ameliyatın olmadığı gece vakitlerinde pozitif basıncı sağlayacak minimum debide çalıştırılmalıdır. Ameliyat anında sıcaklık değeri 21 derece olarak ayarlı iken ameliyatın olmadığı zamanlarda sistem otomatik olarak; ısıtmaya dış havanın 18 C'nin altına inmesi durumunda başlamalı, soğutmaya ise dış havanın 26 C'nin üstüne çıkması durumunda başlamalıdır.

Önerilen yöntemin örnek havalandırma sistemine uygulanması durumunda (İzmir hava şartları referans alınmıştır) sadece sirkülasyon motorları ve havalandırma santrallerinin debi ayarlarının yapılması suretiyle oluşacak tahmini enerji tasarruf miktarları Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1: Tasarruf yapılacak cihazlar ve tasarruf miktarı

	Cihaz Adı	Enerji Tüketimi (kWh)		Fark
		Mevcut	Önerilen	
1	Soğutma Kaynağı (Chiller)	Çalışılmadı	Çalışılmadı	-
2	Soğutma Sirkülasyon Motoru	262.800	87.600	175200
3	Isıtma Kaynağı(Brülör)	Çalışılmadı	Çalışılmadı	-
4	Isıtma Sirkülasyon Motoru	46.080	15.360	30.720
5	Vantilatör Motoru	65.700	32.850	32.850
6	Aspiratör Motoru	26.280	13.140	13.140
7	Nemlendirici Ünite	Çalışılmadı	Çalışılmadı	-

Tablo 1 incelendiğinde önerilen çalışma durumunda ciddi bir miktarda enerji tasarrufu sağlanabileceği görülmektedir. Soğutma ve ısıtma kaynağının harcadıkları enerjiler sistemdeki hatanın büyüklüğüne göre değişeceğinden özel bazda değerlendirilme yapılarak belirlenmesi gereken bir kayıptır. Ameliyathane salonlarının boş olması durumunda soğutma ve ısıtma kaynağının otomatik olarak kapatılmasını sağlayacak bir sistem olması durumunda oluşacak kazanç yine çalışılması gereken bir konudur.

5. Sonuçlar

Tüm Hastanelerde klima santrallerinin olması gereken otomasyon sisteminin; hava Őartlarına, ameliyatın olup olmaması durumuna, ameliyathaneden doğru Şekilde yapılmıő sıcaklık ve kullanım ayarına göre çalıştırılması gerekmektedir.

Otomasyon sisteminin doğru Şekilde kurulması ve çalıştırılması durumunda harcanan toplam elektrik enerjisi tutarında ameliyathanenin kullanım oranı ve hava Őartlarına göre en az %15'e yakın bir dőőő olacağı belki de bu rakamı aőacaęı görülmektedir. Farklı bölgelerdeki hastaneler için meteorolojik veriler ve ameliyathane kullanım istatistikleri kullanılarak iklimlendirme sistemi otomasyonunun daha da verimli kullanımı mümkündür. Kesin tasarruf bilgisi bu çalıőmaların tamamlanması ile ortaya çıkacaktır.

Kamu kaynaklarının doğru Şekilde değerlendirilmesi, enerjinin boşa harcanmaması ve enerji tasarrufu yapmak üzere tüm hastanelerin otomasyon sistemleri bu çalışma ıőıęında incelenmeli ve gerekli düzeltmeler yapılarak kaynakların ve çevrenin korunması sağlanmalıdır.

Kaynaklar

- [1] Ashrae, 2004. "Ashrae Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications",Atlanta.
- [2] Sağlık Bakanlığı Hizmet Kalite Standartları Rehberi.
- [3] DIN 1946-4 "Havalandırma ve İklimlendirme-Bölüm 4 Hastanelerde Havalandırma.