



**bu bir MMO
yayıdır**

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

Periyodik Bakımın Klima Sistemi Performansına Etkileri

BEKİR CANSEVDİ

BOSAŞ A.Ş.

PERİYODİK BAKIMIN KLİMA SİSTEMİ PERFORMANSINA ETKİLERİ

Bekir CANSEVDİ

ÖZET

Klima sistemlerinin amaçlarına uygun olarak, sürekli hizmet verebilmeleri için projelendirme, montaj, işletme ve bakımlarının uygun olarak yapılması gereklidir. Bu hizmetlerden projelendirme ve montaj tesiste birkez yapılmasına rağmen, işletme ve bakım sürekli dir. Bir başka deyişle sistemlerin sorunsuz çalışması projelendirmeyle başlar, periyodik bakımla süreklilik kazanır.

Bu yazının 1. kısmında kısaca klima sistemleri hakkında hatırlatma yapıldıktan sonra 2. kısmında montaj ve işletme konularına değinilecek, 3. kısımda ise periyodik bakımın, klima sisteminin performansına etkisi ve bunların mali analizlerine yer verilecektir.

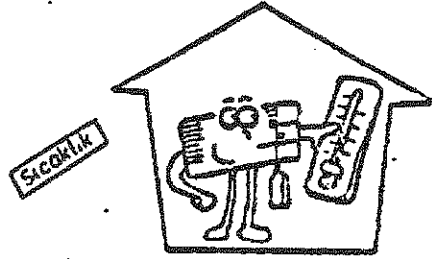
1 KLİMA SİSTEMİ NEDİR ?

Klima sistemleri, bir ortamın sıcaklığını ve nemini kontrol ederler. Havadaki tozları temizlerler. Ortam havasının homojen dağılmasını sağlarlar.

Oda havasının toz ve kirden temizlenmesi



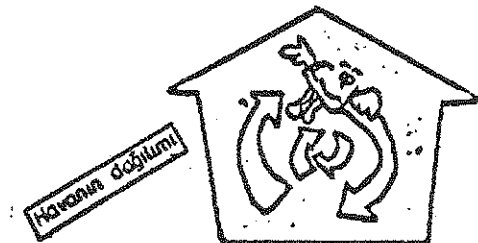
Oda havasının ısıtılması veya soğutulması



Oda havasının nemlendirilmesi veya neminin alınması



Oda havasının karıştırılarak her noktanın kontrol edilmesi

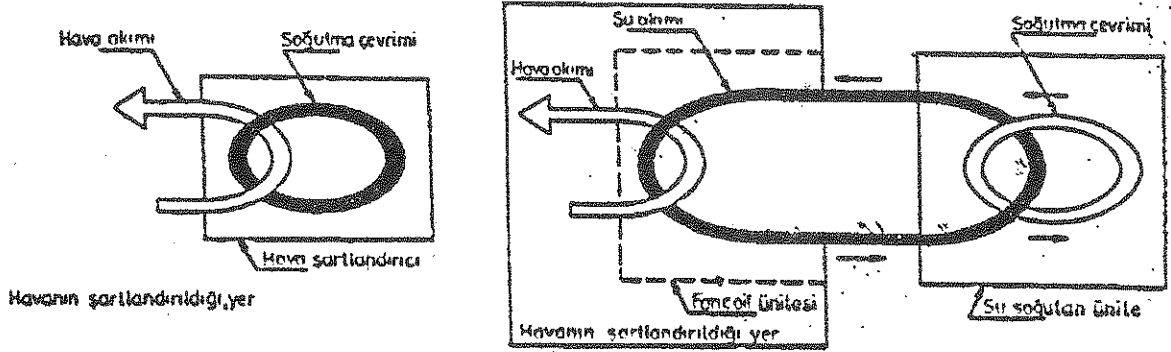


1.1 KLİMA SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Klima sistemleri çeşitli şekillerde sınıflandırılır. Aşağıda bu sınıflandırmalardan bazılarını yer verilmiştir.

1.1.1 Expansion şekline göre sınıflandırma

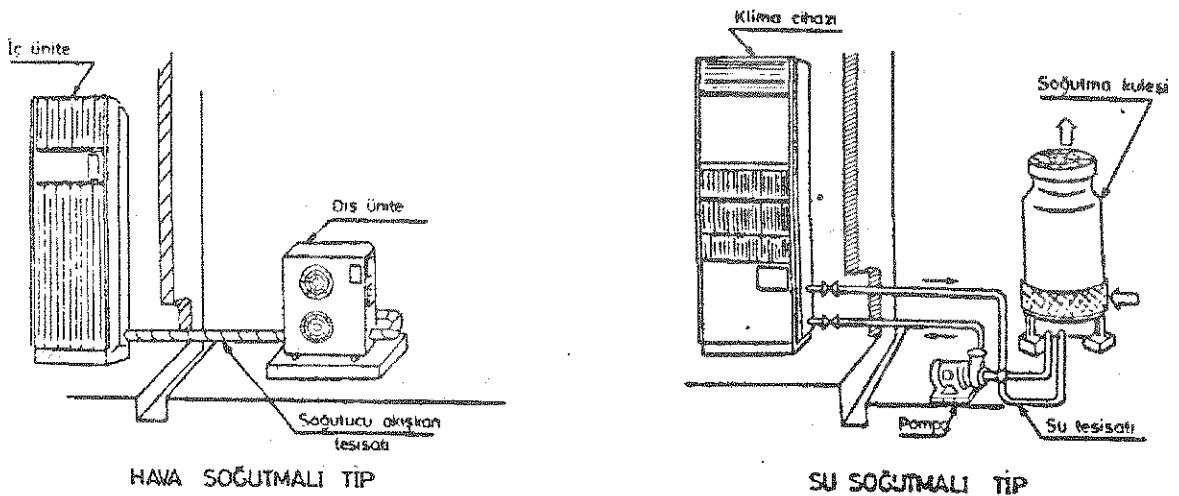
Direkt expansion: Ortam havası direkt olarak soğutma cihazı ile şartlandırılır. Bu tip sistemlerin seçimi ve montajı özenle yapılmalıdır. Sistemin dengesini, ortam şartları direkt etkiler. Bu nedenle, işletme şartlarının tasarıma uygun yürütülmesi ve sistem bakımının özenle yapılması gerekir.



İndirekt expansion: Ortam havası, soğutma cihazının soğuttuğu su ile şartlandırılır. Bu sistemlerde verimin yüksek tutulması, ısı değiştiricilerinin temizliği ile sağlanır.

1.1.2 Isı atılan kaynağa göre sınıflandırma.

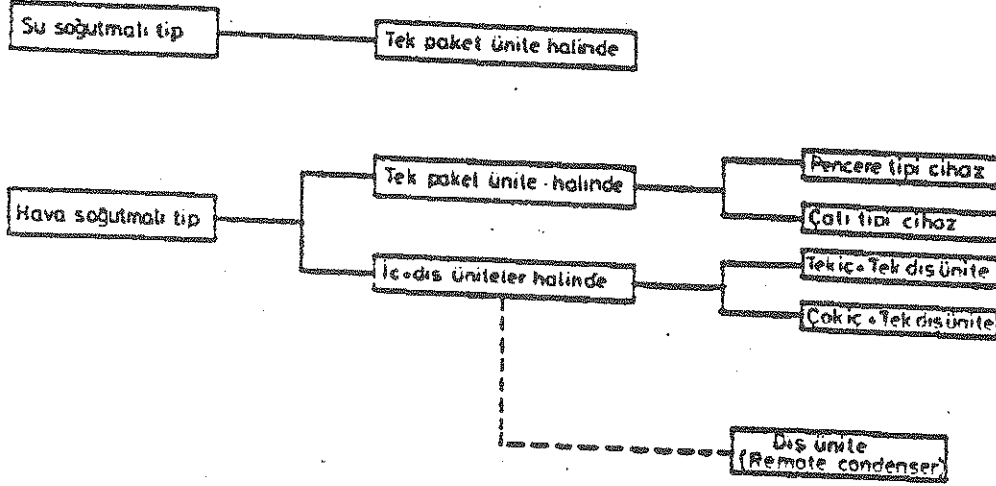
Hava soğutmalı tip: Kondenseri dış ortam havası ile soğutur. Dış ünitesi, su soğutmalı tipe göre sesli çalışır. Kondenserin soğutması dış hava sıcaklığı ile doğrudan ilişkilidir. Dış ortam havasının kimyasal ve fiziksel kirliliği cihazı doğrudan etkileyen faktörlerdendir.



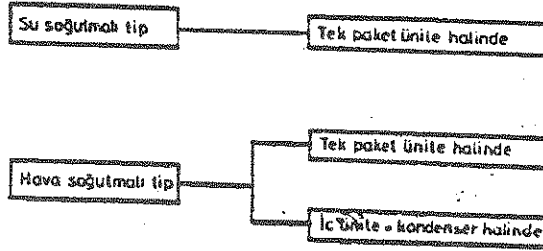
Su soğutmalı tip: Kondenseri su ile soğutulur. Genellikle su soğutma kulesi bulunur. İç ünitesi hava soğutmalı tipe göre seslidir. Yıllık servis bedeli daha çoktur.

1.1.3 Fonksiyonuna göre sınıflandırma.

Paket tip klima cihazlar: Kondenserleri su soğutmalı yada hava soğutmalıdır. Ortam havasının şartlandırılmasında kullanılırlar (Soğutma yada ısıtma). Tek paket ünite olarak yada iç ve dış üniteler halinde olurlar.



Su soğutucu cihazlar: Kondenserleri su soğutmalı yada hava soğutmalıdır. Su soğutmak amacı ile kullanılır. Tek paket ünite olarak yada iç ve dış üniteler halinde olur.



1.1.4 Kullanım amacı bakımından sınıflandırma.

Konfor kliması: İnsanların rahat ve huzurlu bir şekilde yaşayabilmesi için standartlarla belirlenen şekilde, ortam havasının şartlandırılmasını sağlar. Ortam havası, kontrol elemanları yardımı ile çok etkisi yaratılmadan şartlandırılmalıdır.

Proses kliması: Herhangi bir imalat veya işlem esnasında ortam havasının belirli şartlar dışına çıkmasını engellemek için yapılan klima türüne bu ad verilir. Genelde kontrollere, konfor klimasına nazaran daha noktasaldır.

1.1.5 Montaj metoduna göre sınıflandırma.

Paket tip cihazlar: Soğutucu akışkan devresi, tek bir üniteye bulunur ve montajı esnasında soğutucu akışkan ile ilgili borulama yapılmaz.

Split tip cihazlar: Montajı esnasında, iç ve dış üniteler arasında soğutucu akışkan devresi ile ilgili borulama yapılır. Paket tip cihazlara göre, montajları daha itinalı yapılmalıdır.

2. KLİMA SİSTEMİNİN MONTAJI VE İŞLETMEYE ALINMASI

Klima sistemleri; soğutma cihazları, klima santrali, su soğutma kulesi, tesisat gibi birçok alt gruptan oluşur.

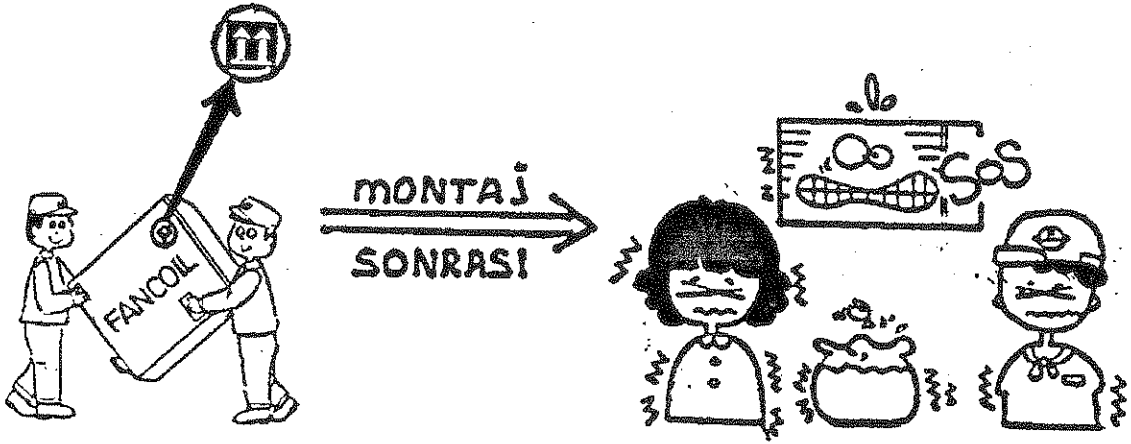
Sistemin uyum içinde çalışabilmesi için, bütün grupların montajları, üretici firmalarının montaj bilgileri doğrultusunda yapılmalıdır. Sistemlerin sağlıklı çalışmaya devam etmeleri, ilk işletmeye alma şekliyle doğrudan ilişkilidir. Bunlar göz önüne alınırsa, genel olarak aşağıdaki montaj ve işletmeye alma ile ilgili genel kuralların yerine getirilmesi gerekir.



2.1 MONTAJ

2.1.1 Taşıma

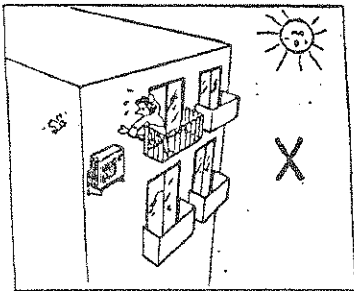
Cihazların su ve gaz boruları, elektrik kabloları ve elektrik panosu her türlü darbe ve kasıtlara karşı korunmalıdır. Üretici firmanın belirttiği mesajlara (ambalaj üzerinde v.b.) özenle uyulmalıdır. Taşıma esnasında oluşacak bazı hasarların işletmeye alma esnasında gözden kaçması sonucu, ileride beklenmeyen hasarlara neden olabileceği unutulmamalıdır. Örneğin ezilmiş bir kablo, sistemin iki faza kalarak motor sargılarının yanmasına sebep olabilir yada, yerinden oynayan fan veya kompresör, istenmeyen gürültülere neden olabilir.



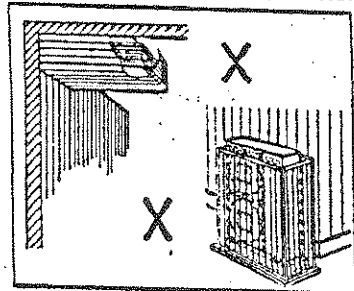
2.1.2 Yer seçimi

Cihazların yer seçimi esnasında, üretici firmaların öngördüğü servis ve işletme boşluklarının bırakılması gereklidir. Bu gibi detaylar projelendirme esnasında düşünülmelidir. Montajı yanlış

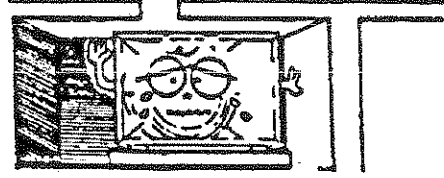
SATIŞ SONRASI SERVİS VERİLECEĞİNİ UNUTMAYIN



ÜNİTEYİ HAPSETMEYİN (ÇEVRESİNİ KAPAMAYIN)

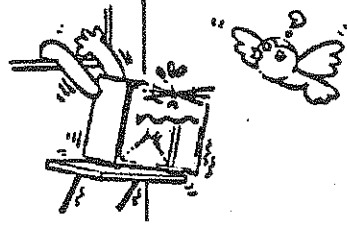


yapılmış ve gerekli hava boşlukları bırakılmamış bir cihaz, tasarım şartlarının sağlanamaması nedeniyle çalışmaz, yada sorunlu çalışır. Her iki durumda da çözümleri pahalı olan sonuçlar doğurur, ya montajı yeniden yapılmak zorunda kalınır yada çok düşük verimle sorunlu çalışması kabullenilir.



2.1.3 Kaide

Cihaz çalışma esnasında, titreşimleri emecek ve çalışma sesinin binaya iletimini azaltacak şekilde, etrafında drenaj kanalları bulunan kaide üzerine oturtulmalıdır. Uygun yapılmamış bir kaide, mekanik sesleri mahale ileterek, sonradan çözümü çok güç olan, yadsınamayacak, bir soruna neden olabilir.

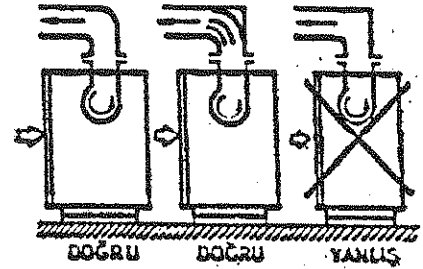


2.1.4 Tesisat

Klima sistemlerinde, klima cihazlarını bütünleyen kanal tesisatı, soğutucu akışkan tesisatı, su tesisatı ve elektrik tesisatı da sistemlerin sağlıklı çalışmaları açısından önemli rol oynar. Tesisatların, sistemin kullanımı esnasında kumanda ve kontrolü söz konusudur. Cihazların performansı tesisatlarla doğrudan ilişkilidir. Bakıma ihtiyacı oldukları göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle tesisatların da cihazlar gibi projelendirme esnasında işlevselliğin yanında servis, işletme ve bakım kriterleride göz önünde bulundurulmalıdır.

2.1.4.1 Kanal tesisatı

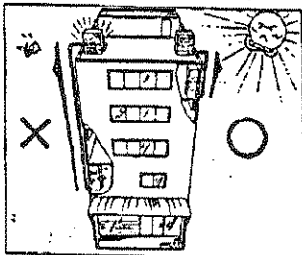
Klima cihazı ile şartlandırılmış havanın, mahale dağıtımı kanal tesisatı ile yapılır. Kanal tesisatının klima cihazı ile uyum içinde olması, sistemin tasarım şartlarında çalışmasını sağlayan etmenlerdendir. Bu nedenle uygulamaların, projeler çerçevesinde özenle yapılması gerekir. Örneğin yanlış uygulamalar sonucu hesapların üzerinde gerçekleşen kanal basınç kayıpları, evaporasyon sıcaklığını düşürür ve sistemin kesintiye uğramasına neden olur. İyi yapılmış kanal izolasyonu, ısı kayıplarını büyük ölçüde önleyerek, işletme giderlerini düşürür.



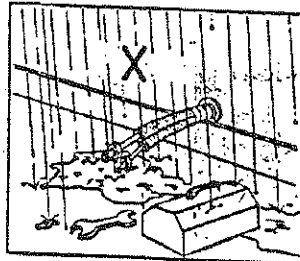
2.1.4.2 Soğutucu akışkan tesisatı

Soğutucu akışkan tesisatı, split tip (iç ve dış ünite/ler) cihazların şantiyede montajlarının yapılması esnasında tecrübeli elemanlarca yapılması gereklidir. Tesisatın tekrar açılmayacağı,

UZUN BORULAMA MESAFESİNDEN KAÇININIZ.



SOĞUTUCU AKIŞKAN BORU BAĞLANTILARINA DİKKAT EDİNİZ.

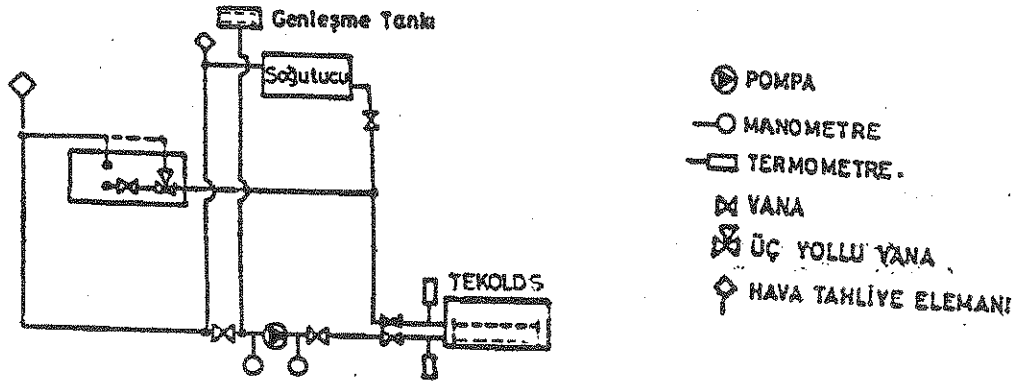


değiştirilemeyeceği ve soğutma sisteminin üniteler arası bağlantısı olduğu düşünülürse, itinalı ve kurallara uygun son derece temiz yapılması gerekir. Örneğin bağlantı elemanlarının yağ dönüşünü sağlayacak looplar ve maximum boru mesafesi, üretici firmanın önerdiği biçimde olmalıdır.

2.1.4.3 Su tesisatı

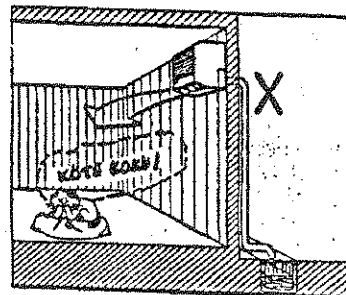
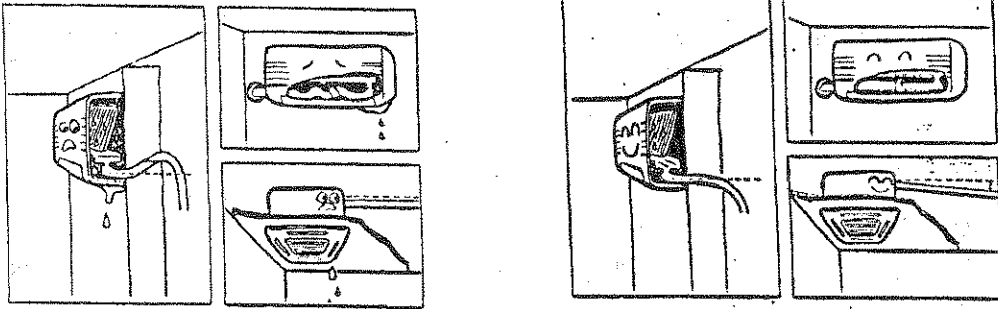
Su tesisatına, kondenseri su soğutmalı ve/veya su soğutucu cihazlarda gerek duyulmaktadır. Soğuk su, besleme suyu, kondenser suyu ve sıcak su tesisatlarında galvaniz boru, buhar ve kaynar su tesisatlarında siyah boru kullanılmalıdır.

Gerekli hava atma noktaları düşünülmelidir. Tesisat temiz olmalı ve tesisat projesine uygun olarak yapılmalıdır. Servis hizmetleri düşünülerek gerekli noktalara vana ve ölçü aletleri (manometre, termometre) konulmalıdır. Su tesisatında pompa yedeklemeleri, genişleme tankı, filtre ve benzeri detaylar düşünülmelidir.



2.1.4.4 Drenaj tesisatı

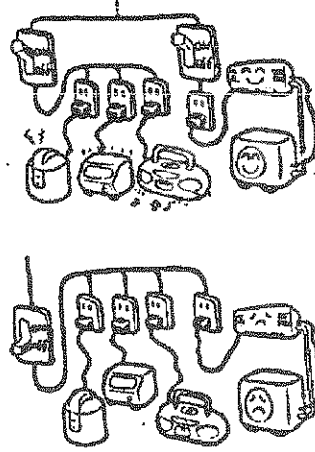
Soğutma sistemlerinde havanın şartlandırılması esnasında, havadaki nemin yoğuşması beklenen bir olaydır. Yoğuşan suyun ve sistemdeki atık suların (nemlendiricide, su soğutma kulesinde v.b.) tahliyesi amacı ile kurulan tesisata drenaj tesisatı adı verilir.



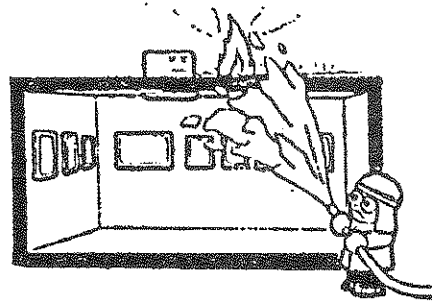
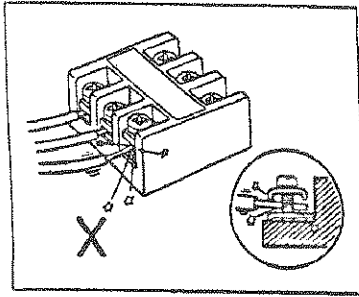
İlk bakışta işlevsel olarak basit görülen drenaj tesisatı, uygun yapılmadığında çeşitli sorunlar yaratır. Örneğin loopları uygun yapılmamış bir drenaj tesisatında drenaj suyunun tavandan taşması ve drenaj hattının pis kokularının mahale iletilmesi sık rastlanan sorunlardandır.

2.1.4.5 Elektrik tesisatı

Elektrik tesisatı, klima cihazlarının elektriki beslemelerini sağlamak amacı ile konusunda uzman kişilerce yapılması gerekir. Cihazların çalışma ömürleri boyunca, sağlıklı çalışabilmesi için, kullanılan malzemelerin iyi seçilmiş, proje esaslarına ilgili norm ve standartlara uygun olmaları gereklidir. Klima cihazlarına ait sigorta ve şalterin kesinlikle başka cihazları kumanda ve koruma altına almaması gereklidir.



Klima sisteminin çalışma şartlarını yerine getirilebilmesi için, elektrik tesisatı yapılırken ilgili otomatik kontrol, erken uyarı, emniyet sistemlerine uygun kilitleme sistemi düşünülmelidir. (kule fanı, evaporatör, kondenser pompaları, flow-switch'ler v.b. elemanlar arasında sistemin çalışmasını senkronize edecek kilitleme düzenleri gibi). Elektrik tesisatı yapılırken, kablo bağlantılarına özen gösterilmelidir.



2.2 İŞLETME

Klima sistemlerinin işlevlerini yerine getirme işlemidir. Montajları tamamlanmış sistemler, işletme öncesi hazırlıklar tamamlandıktan sonra ilk kez işletmeye alınırlar ve sistemin ayarları yapılır. Daha sonra sistem, çalışma değerleri içerisinde işlevini yerine getirmeye başlar.

2.2.1 İlk işletme öncesi hazırlık

Klima sisteminin montajı, üretici firmanın ve projelerin doğrultusunda tamamlandıktan sonra sistem özelinde detaylı bir montaj kontrolü yapılmalıdır. Montaj kontrolü esnasında görülen tüm eksiklikler tamamlandıktan sonra;

- Hava kanalları olabildiğince temizlemelidir.
- Su tesisatı yıkanmalıdır.
- Drenaj giderlerinin çalışma kontrolü yapılmalıdır.
- Tüm mekanik aksamlar kontrol edilmelidir. Örneğin kompresörün ve fanların taşıma esnasında oynamasını önleyen kilitleme elemanları sökülmelidir.
- Elektrik bağlantıları ve sigortalar kontrol edilmelidir.
- Kilitleme sistemleri kontrol edilmelidir.
- Cihaz besleme voltajı kontrol edilmelidir.
- Sistemdeki otomatik kontrol ünitelerinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Isıtma ve soğutma tesisatlarının ortak olduğu tesislerde elle kontrol edilen bölümler amaca uygun hale getirilmelidir.

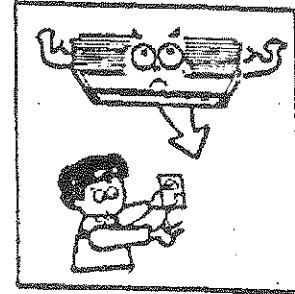
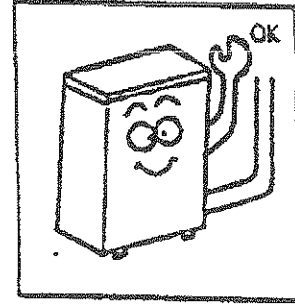
İlk işletme öncesi hazırlıklar tamamlandıktan sonra sistemin işletmeye alınması için, ilgili tüm birimler bilgilendirilerek koordinasyon sağlanmalıdır.

2.2.2 İlk işletmeye alma

Klima sistemlerinin ilk kez çalıştırılması işlemine denilir. Bu işlemin üretici firma tarafından yada onun önerdiği ekiplerce yapılması gereklidir. İlk işletmeye alma işlemi esnasında sistemin önce fonksiyonları sonra performansı kontrol edilir. Çalışma değerleri ayarlanır ve akuple çalışan elemanlar arası uyum sağlanır. Emniyet ve kontrol elemanlarının ayarları yapılır. Mümkünse emniyet ve kontrol elemanlarının fonksiyonları test edilir.

İlk çalışma ayarlarının ve bu ayar değerlerinin kayıtları, klima sistemine çalışma ömrü boyunca referans olacağı düşünülürse dikkatli yapılması gerekir.

Bu nedenle ilk işletmeye alma işlemi, klima sisteminin çalışacağı ortam şartlarında yapılması uygundur. Örneğin, soğutma amacı ile kurulan bir klima cihazı, kışın işletmeye alınmamalıdır.



2.2.3 Sistemin çalıştırılması

Klima sistemleri, ilk kez işletmeye alındıktan ve sistem ayarları yapıldıktan sonra işlevlerini yerine getirmeye hazırdır. Sistemin rutin olarak çalıştırılması üretici firmanın direktifleri doğrultusunda, konusunda uzman yada sistem hakkında eğitimden geçmiş kişi/kişilerce, işletme ve bakım klavuzlarına uygun olarak yapılmalıdır. Klima sistemlerinde görülen problemlerin önemli bir bölümünün işletme hatalarından kaynaklandığı bilinmektedir. Örneğin, su tesisatının havası alınmadan çalıştırılan bir su soğutma cihazının çalışması, koruma elemanlarının devreye girmesiyle sık sık kesintiye uğrayacaktır. Bu durumda sistemde büyük hasarların oluşmasını önleyen tek unsur, koruma elemanlarının arızasız olmasıdır.

Klima sistemlerinin çalışma periyotlarında öngörülen günlük, haftalık, aylık ve yıllık bakımlarının düzenli olarak yapılması, hem işletme giderlerini azaltacak hemde kesintisiz çalışma sağlayacaktır.

3. BAKIM

3.1 BAKIM NEDİR ?

Sistemde arıza yada arızaların oluşmasını azaltmak ve sistemin çalışma verimini yüksek tutmak amacı ile yapılan işlemlerin tümüne bakım denir. Belirli periyotlarda titizlikle yapılan bakım işlemlerinin;

- Cihazların ömrünü uzattığı
- Sistemden kesintisiz yararlanma olanağını arttırdığı
- Sistemin kesintiye uğramasından doğan kayıpları azalttığı
- İşletme giderlerini azalttığı

da bilinmektedir.

3.2 Periyodik Bakım

Bakım işlemleri yapıldıkları periyotlara göre adlandırılırlar.

3.2.1 Günlük bakım

Günlük bakım, sistemden sorumlu teknik elemanların sistemin çalıştırılması, durdurulması ve günlük çalışmasının izlenmesi ile ilgili yapacağı işlemleri içerir. Sistemin çalıştırılması ve durdurulması, üretici firmaların talimatlarına uygun yürütülmelidir. Örneğin karter ıstıcılarının kompresörün çalışmasından en az 5 saat önce devreye sokulması gereklidir.

Cihazlar çalışmaları esnasında izlenmeli ve cihazların üzerindeki ölçü aletlerinin belirtilen değer aralıklarında çalışıp çalışmadığı gözlenir. Mekanik aksamlarda anormal ses ve titreşim olup olmadığı kontrol edilir.

3.2.2 Haftalık bakım

Sistemden sorumlu teknik elemanların haftalık periyotlarla yaptığı bakımdır. Günlük bakımdaki işler yapıldıktan sonra;

- Makina yağları kontrol edilir.
- Sistemde, akışkanlarda muhtemel kaçak noktaları kontrol edilir.
- Çalışma akımları kontrol edilir.
- Elektrik bağlantılarının sıklığı kontrol edilir.
- Presostat ve termostat ayarları kontrol edilir.
- Sistemin tipine göre iç ve dış ünitelerde titreşim kontrol edilir. Fan kayışları kontrol edilir.
- Filtreler temizlenir.
- Drenaj tesisatının işleyip işlemediği kontrol edilir.

3.2.3 Aylık bakım

Aylık bakım elektrik, soğutma ve tesisat konularında uzman teknik elemanlarca yapılır. Haftalık bakımda öngörülen işler yapıldıktan sonra;

- Sistemin elektrik değerleri ve otomatik elemanları test edilir.
- Motor, vantilatör, rulman ve yatakları kontrol edilir.
- Paket tip klima cihazlarında hava emişindeki filtre ile hava soğutmalı kondenserlerde yüzey temizliği yapılır.
- Su soğutma kuleleri boşaltılır, tabanındaki pislik temizlenir.
- Cihaz yağışma tavaları temizlenir.
- Sistemde su pompaları mevcutsa çalışmaları kontrol edilir, yağ ve salmastra kontrolleri yapılır.

3.2.4 Yıllık bakım

Yıllık bakım elektrik, soğutma ve tesisat konularında uzman teknik elemanlarca yapılır. Aylık bakımda öngörülen işler yapıldıktan sonra;

- Kondenserler, evaporatörler ve diğer ısı değiştiricileri temizlenir. Bu temizlik kimyasal maddeler ile yapılacak ise mutlaka uzman kişilerce yapılmalıdır.
- Su soğutma kuleleri boşaltılır, temizlenir. Paslanmalar temizlenir ve boyanır.
- Kompresör karter yağının evsafı kontrol edilir.
- Tüm tesisatlar gözden geçirilir, filtreler gerekli görülürse değiştirilir.
- Dış ünitelerin paslanmaya karşı önlemleri alınır.
- Aşınan ve yıpranan (Kayış salmastra gibi) elemanlar değiştirilir.
- Elektrik panolarında tüm bağlantılar kontrol edilir, gevşek olanlar sıkılır, tahrip olmuş elemanlar değiştirilir.

3.2.5 5000 saat yada 4 yıl bakımı

Klima sisteminde çeşitli elemanların ömürleri sonludur. Kompresör ve elektrik panosuna ait bazı elemanlar bu guruba girerler. Üretici firmaları parça ömürlerini ve değiştirilme aralıklarını bildirirler. Bu

aralıklarda değiştirilmeyen parçalar her an işlevlerini yitirebilecekleri için klima sistemlerinin çalışması tehlikeye girer. Bu nedenle belirtilen periyotlarda (Genellikle kompresör ve elektrikli parçalar için) malzemelerin yenilenmesi şarttır. Bu işlemlerin tümü üretici firmaların teknik personeli yada tavsiye edeceği konusunda uzman teknik elemanlarca yapılmalıdır.

3.3 KLİMA SİSTEMLERİNDE KİRLİLİĞİN İŞLETME GİDERLERİ İLE İLİŞKİSİ

Klima sistemlerinin işletilmesi esnasında performansın düşmesine neden olan sebeplerden en önemlisi ısı değiştiricilerinin (Kondenser, evaporatör v.b.) kirlenmesidir. Kirlenme ısı iletimini kötüleştirir ve sistemin verimini düşürür.

İşletme giderleri içinde enerji, personel ve su harcamaları en büyük paya sahiptir.

Bir soğutma sisteminde ise en büyük enerji tüketimi kompresördedir. Bu nedenle enerji tüketiminde yapılacak tasarruf, işletme giderlerini azaltır.

Kondenserde oluşan kirlilik kondenzasyon sıcaklığının artmasına, evaporatörde oluşan kirlilikler ise evaporasyon sıcaklığının düşmesine neden olur.

3.3.1 Normalden Yüksek Kondenzasyon Sıcaklığının Soğutma Sistemine Etkileri

Kompresör karakteristik eğrileri incelendiğinde kondenzasyon sıcaklığının artması ile kompresör kapasitesinin düştüğü ve enerji tüketiminin arttığı görülür.

Aşağıda orta büyüklükteki bir klima sistemi için kondenzasyon sıcaklığının artmasının enerji tüketimine etkisi hesaplanmıştır.

Soğutma kapasitesi $Q_{nom} = 25$ RT (Refrigerant ton)

Kompresör = DAIKIN 582

T_k = Kondenzasyon sıcaklığı [°C]

T_e = Evaporasyon sıcaklığı [°C]

P = Kompresör giriş gücü [Kw]

Q = Kompresör kapasitesi [Kcal/h]

W

P_b = Birim kompresör kapasitesi için gerekli giriş gücü [-----]
Kcal/h

D = Kondenzasyon sıcaklığının artması ile giriş gücündeki artış oranı.

Kompresör karakteristik eğrisinden;

$T_k = 35$ °C $T_e = 5$ °C için

$Q_1 = 62000$ Kcal/h , $P_1 = 15.5$ Kw

$T_k = 55$ °C $T_e = 5$ °C için

$Q_2 = 43000$ Kcal/h , $P_2 = 18$ Kw

okunur.

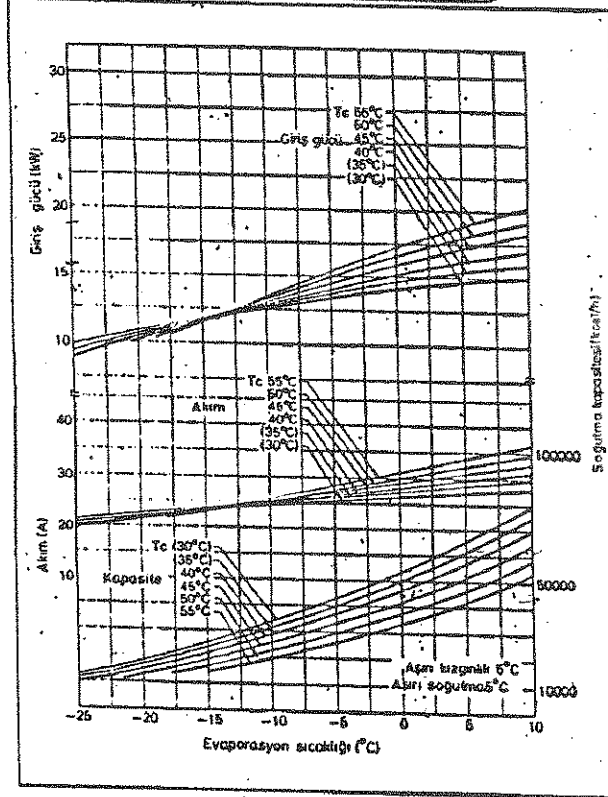
$P_{b1} = \frac{P * 1000}{Q}$, [-----] formülü ile hesaplanır.
Kcal/h

$P_{b1} = \frac{15.5 * 1000}{62000} = 0.25$ W/Kcal/h

$$P_{b2} = \frac{18.0 \cdot 1000}{43000} = 0.42 \text{ W/Kcal/h}$$

$$D = \left(\frac{P_{b2} - P_{b1}}{P_{b1}} \right) \cdot 100 = \frac{0.42 - 0.25}{0.25} = \% 68$$

DAIKIN
6HC582SEB-K
Performans eğrileri (R-22) 3 phase 380V 50Hz



Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi kondenser kirliliğinin artması (kondenzasyon sıcaklığının artması) temiz bir kondensere göre birim kompresör kapasitesi için gerekli giriş gücünde % 60 ile % 70 oranında artışlara neden olmaktadır. Bu artışların bir sezon boyunca işletme giderlerinden sadece elektrik enerjisi maliyetine etkilerini incelersek;

Soğutma sezonu : 90 gün
Soğutma ihtiyacı: 550000 Kcal/gün
Birim elektrik enerjisi maliyeti: 2000 TL/Kw/h

Temiz kondenserli sistemde;

$$\text{Enerji tüketimi} = 0.25 \left[\frac{\text{W}}{\text{Kcal/h}} \right] \cdot 550000 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Gün}} \right] \cdot 90 \left[\text{gün} \right] \cdot \frac{1}{1000} \left(\frac{\text{Kw}}{\text{w}} \right) = 12375 \text{ Kw.h}$$

$$\text{Elektrik enerjisi maliyeti} = 12375 \left[\text{Kw.h} \right] \cdot 2000 \left[\frac{\text{TL}}{\text{Kw.h}} \right] = 24750000 \text{ TL'dir.}$$

Kirli kondenserli sistemde;

$$\text{Enerji tüketimi} = 0.42 \left[\frac{\text{W}}{\text{Kcal/h}} \right] * 550000 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Gün}} \right] * 90 [\text{gün}] * \frac{1}{1000} \left(\frac{\text{Kw}}{\text{w}} \right) = 20790 \text{ Kw.h}$$

$$\text{Elektrik enerjisi maliyeti} = 20790 [\text{Kw.h}] * 2000 \left[\frac{\text{TL}}{\text{Kw.h}} \right] = 41580000 \text{ TL'dir.}$$

Kondenseri kirli bir sistemde temiz olanına göre sadece kompresör, bir sezonda 41580000 TL - 24750000 TL = 16830000 TL fazla elektrik enerjisi tüketmektedir.

3.3.2 Normalden Düşük Evaporasyon Sıcaklığının Soğutma Sistemine Etkileri

Kompresör karakteristik eğrileri incelendiğinde evaporasyon sıcaklığının düşmesi ile kompresör kapasitesinin düştüğü ve enerji tüketiminin arttığı görülür.

Aşağıda orta büyüklükteki bir klima sistemi için evaporasyon sıcaklığının düşmesinin enerji tüketimine etkisi hesaplanmıştır.

Soğutma kapasitesi $Q_{nom} = 25 \text{ RT}$ (Refrigerant ton)

Kompresör = DAIKIN 582

T_k = Kondenzasyon sıcaklığı [°C]

T_e = Evaporasyon sıcaklığı [°C]

P = Kompresör giriş gücü [Kw]

Q = Kompresör kapasitesi [Kcal/h]

$$P_b = \text{Birim kompresör kapasitesi için gerekli giriş gücü} \left[\frac{\text{W}}{\text{Kcal/h}} \right]$$

D = Kondenzasyon sıcaklığının artması ile giriş gücündeki artış oranı.

Kompresör karakteristik eğrisinden;

$T_k = 35 \text{ °C}$ $T_e = 5 \text{ °C}$ için

$Q_1 = 62000 \text{ Kcal/h}$, $P_1 = 15.5 \text{ Kw}$

$T_k = 35 \text{ °C}$ $T_e = 0 \text{ °C}$ için

$Q_2 = 50000 \text{ Kcal/h}$, $P_2 = 14.5 \text{ Kw}$

okunur.

$$P_{b1} = \frac{P * 1000}{Q} \left[\frac{\text{W}}{\text{Kcal/h}} \right] \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

$$P_{b1} = \frac{15.5 * 1000}{62000} = 0.25 \text{ W/Kcal/h}$$

$$P_{b2} = \frac{14.5 * 1000}{50000} = 0.29 \text{ W/Kcal/h}$$

$$D = \left(\frac{Pb2 - Pb1}{Pb1} \right) * 100 = \frac{0.29 - 0.25}{0.25} = \% 16$$

Yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi evaporatör kirliliğinin artması (evaporasyon sıcaklığının düşmesi) temiz bir evaporatöre göre birim kompresör kapasitesi için gerekli giriş gücünde % 10 ile % 20 oranında artışlara neden olmaktadır.

3.4 KONDENZASYON VE EVAPORASYON SICAKLIKLARINDAKİ SAPMALARIN NEDENLERİ VE ÖNLEMLERİ

- Soğutma sistemindeki mekanik sorunlar
Soğutucu akışkan kaçaqları, expansion, presostat gibi kumanda ve kontrol elemanlarının ayarlarındaki sapmalar.
- Isı değiştiricilerinin kirlenmesi
Serpantinlerin kirlenmesi, su soğutmalı kondenserlerin kirlenmesi.
- Akışkan debilerinin değişmesi
Filtrelerin tıkanması, damper ve vana ayarlarının bozulması, pompa ve fanların kirlenmesi, kayışların aşınması veya kasnak ayarlarının bozulması.
- Akışkan özelliklerinin değişmesi
Sıvı akışkanların (Su, salamura v.b.) kirlenerek ısı değerlerinin değişmesi.
- Çevre şartlarının değişmesi
İklimsel değişiklikler

Yukarıda açıklanan ilk dört nedeni oluşturacak şartların önlenmesi iyi bir bakım ile sağlanabilir.

3.5 PERİYODİK BAKIM YAPILMASI İLE SAĞLANAN AVANTAJLAR

- İşletme giderleri azalır.

Bu sayede bakım işlemi esnasında yapılan temizlikler ile işletme giderlerinde tasarruf sağlanır. Bu tasarruf miktarı cihaz tipine göre % 10 ila % 20 arasında değişir. (Bu tasarruf miktarı bakım gideri göz önüne alınarak net tasarruf olarak hesaplanmıştır).

- Bakım giderleri azalır.

Periyodik kısa süreli temizlikler sonunda aşırı çetin kirlenmeler önlenir. Bu sayede bakım esnasında kullanılacak temizlik maddeleri ve temizlik süresi azalarak bakım gideri azalır. Periyodik bakım esnasında elektrik panosu temizlenmek sureti ile kirlerin neden olabileceği kısa devreler ve bunun sonucu, cihazda meydana gelebilecek arızalar önlenmiş olur.

Mekanik çözümler, gaz kaçaqları ve varsa aşınmalar kontrol edilerek, bunların neden olabileceği arızalar önlenir.

- Cihazların ömrü uzar.

Periyodik bakım esnasında yapılan temizlik cihaz performansının kirlilikten dolayı azalmasını önlediği için, ısıtma ve soğutma yüklerinin karşılanması daha kısa süreli çalışmalar ile gerçekleşecektir.

Periyodik bakım esnasında aşınan parçalar değiştirildiği için, cihazda arızalar olabildiğince azalacak ve bu sayede hasarlanmaların neden olduğu ömür azalması önlenecektir.

- Sistemden kesintisiz yararlanma imkanı artar.

Cihazın sürekli bakımları sayesinde arıza yapma olasılığı en aza ineceğinden klima sistemi sürekli konforu sağlar.

- Sistemin kesintiye uğramasından doğan kayıpları önler.

Üretimleri veya hizmetleri klima sisteminin çalışmasına bağlı olan işletmelerde klima sisteminin kesintiye uğramasından doğan üretim ve hizmet kayıpları en aza indirgenmiş olur. Örneğin turistik tesislerin, yaz sezonunda müşteri kaybına uğraması gibi durumlar ortadan kalkar.

- İşletme personelinin verimi artar.

İşletme teknik personeli üzerinde arızalı sistemlerin yaratmış olduğu stresler kalkacağı için işletme personelinin verimliliği artacaktır.

- Sistem hep yüksek kapasiteyle çalışır.

Periyodik bakım yapılan sistemlerde kirlilik faktörü azaldığı için sistem kapasitesinde kirli sistemlere göre % 12'lik bir fark görülür. Bu fark pik yüklerin olduğu dönemlerde işletmeyi oldukça rahatlatır.

3.6 BAKIM GİDERLERİNİN KLİMA SİSTEMLERİNDE EKİPMAN VE MONTAJ MALİYETLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Aşağıda çeşitli sistemlerin maliyet açısından karşılaştırılması yapılmaktadır. Fiyat analizleri sistemin ilk yatırım (ekipman + montaj) ile beş yıllık toplam bakım ve enerji maliyetleri düşünülerek hazırlanmıştır. Ekipman ve montaj giderlerinin toplamı ilk maliyet olarak %100 düşünülmüştür. Buna göre bakım giderleri beş yıllık dönemde %10 ile %20 arasında değişmektedir. Sistemlerin sağlıklı çalışabilmeleri için gerekli minimum bakım giderleri ortalama olarak yıllık %2 ile %4 arasındadır. Bu değerlerin altına düşüldüğünde yukarıda anlatılan nedenlerden dolayı sistemlerin kesintiye uğraması, işletme ve enerji maliyetlerinin artması kaçınılmaz hale gelmektedir.

TÜRKİYE'DE KLASİK SİSTEM

UZUN VADEDE İŞLETME MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
5 YIL

SARTLAR
KLİMA SİSTEMİ
100 HP SU SOĞ. ÜNİTELERİ x 2
KLİMA SANTI x 4 FCU x 150

		KLİMA SİSTEMİ	
İlk mal.	Ekipman	175	% 45
	Montaj	210	% 55
Toplam		385	% 100
İşletme mal.		60	% 16
Bakım mal.		77	% 20
Enerji mal.		120	% 31
Toplam		642	

DÜNYADA KLASİK SİSTEM

UZUN VADEDE İŞLETME MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
5 YIL

SARTLAR
12 KATLI BİNA 10.000 m²
KLİMA SİSTEMİ
100 HP FANLESS SOĞ. ÜNİTELERİ x 3
KLİMA SANTI x 15 FCU x 230

		KLİMA SİSTEMİ	
İlk mal.	Ekipman	954	% 41
	Montaj	1.369	% 59
Toplam		2.323	% 100
İşletme mal.		192	% 08
Bakım mal.		387	% 17
Enerji mal.		646	% 28
Toplam		3.548	

DÜNYADA GELİŞMİŞ SİSTEM

UZUN VADEDE İŞLETME MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
5 YIL

SARTLAR
12 KATLI BİNA 10.000 m²
VRF SİSTEMİ
52 DİŞ. ÜNİTE
176 İÇ ÜNİTE

		KLİMA SİSTEMİ	
İlk mal.	Ekipman	1.262	% 53
	Montaj	1.131	% 47
Toplam		2.393	% 100
İşletme mal.		0	% 0
Bakım mal.		250	% 10
Enerji mal.		412	% 17
Toplam		3.055	

4 DÜNYADA DURUM

- Kondenserleri su soğutmalı cihazların performanslarının iyi olmalarına karşın işletme ve bakım giderlerinin yüksek olması hava soğutmalı cihazlara karşı yönelmeyi teşvik etmiştir.
- Enerji tasarrufuna yönelik yüksek performanslı ve micro prosösör kontrollü cihazlar üretebilmesi sonucu işletme giderleri (enerji hariç) sifıra indirilebilmiş olmasına rağmen bakım hala ciddi boyutlarda önem arz etmektedir.
- Uzaktan kontrol ve kumanda kontrol sistemlerinde meydana gelen gelişmeler ile pekçok cihazı tek merkezden uzman elemanlarla kumanda ve kontrol edebilme imkanı olmuştur. Enerji harcamalarında tasarruf sağlanmıştır.
- Klima sistemlerine bazı firmalarca verilen bakımların yetersizliği sonucu klima sistemlerinin insan sağlığına olumsuz etkiler yaptığı konusunda çeşitli lobiler oluşmaya başlamıştır. Ancak bakımların düzenli yapılması halinde bu olumsuzlukların ortadan kalktığı da bir gerçektir.

5 TÜRKİYE'DE DURUM

- Ülkemizde klima sektöründe gelişmeler ithal serbestisi ile birlikte, dünya ile paralel hale gelmiştir. Ancak bunun yanında çok sayıda sorunlu cihaz da piyasaya girmiştir.
- Ülkemizde genelde periyodik bakım yerine arıza tamiri tercih edilmektedir. Ancak bunun mali sonuçları üzerinde bugüne kadar durulmamıştır.
- Klima sistemlerinin uygulamasında proje büroları projelendirme sırasında sorunları prensipte çözmekte projelerin büyük bir bölümünde montaj detaylarına değinilmemektedir. Bunun sonucunda genellikle problem yaratan sağlıksız sistemler ortaya çıkmaktadır.
- Klima sistemlerine periyodik bakımlar bazı kurumlar tarafından sistem bazında değil de cihaz bazında uygulanmaktadır. Fakat sistemdeki cihazların uyumsuzluğundan dolayı problemler devam etmektedir.
- Son yıllarda çevre ve atmosfer kirliliğinin artması ile birlikte alışılmışın dışında bazı arızalar meydana gelmeye başlamıştır. Bunların önüne iyi bir bakım ile geçilebilmesi mümkündür.

6 TÜRKİYE'DE PERİYODİK BAKIM YAPILMASI İLE SAĞLANACAK TASARRUF

Türkiye'de 1994 yılında takriben 20,000 -25,000 adet klima cihazı satıldığını ve ülkemizde halen faal olan 150,000 adet pencere tipi split cihazı olduğunu kabul edelim. Ayrıca 15,000 adet de paket tip klima cihazı ve su soğutma grubu olduğu kabul edilirse;

Periyodik bakımları yapılarak yukarıda açıklanan enerji tasarrufunu tüm bu cihazlarda sağladığımızı öngörelim;

Pencere tipi ve paket cihazların kabul edilen ortalama güçleri:

Pencere tipi veya split cihaz 2 kW/h

Paket cihazı veya su soğutma cihazı (Birlikte çalıştığı üniteler ile) 40 kW/h

Türkiye'de normal şartlarda klima cihazlarındaki toplam enerji tüketimi:

$150,000 * 2 \text{ kW/h} = 300,000 \text{ kW/h}$

$15,000 * 40 \text{ kW/h} = 600,000 \text{ kW/h}$

Toplam = 900,000 kW/h

Bu cihazların günde 10 saat, yılda 4 ay çalıştığını öngördüğümüzde ise bir sezonda;

$$900,000 * 4 * 30 * 10 = 1,080,000,000 \text{ kW}$$

enerji harcadığı tesbit edilir.

Bu cihazlara bakım yapılmaması halinde harcanan enerji %60 artacak

$$1,080,000,000 \text{ kW} * 0.60 = 650,000,000 \text{ kW}$$

enerji fazladan tüketilecektir.

Birbaşka değişle Türkiye'nin yaz aylarında ileri saat uygulaması ile 2 milyar kW enerji tasarruf ettiği açıklandığına göre yazın kullandığımız klima cihazlarının bakımlarının yapılması halinde yaklaşık bu enerjinin 1/3 kadar enerji tasarrufu yapılabileceğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- 1- DAIKIN Servis Manuel
- 2- DAIKIN Servis Hand book Sky Air Series
- 3- DAIKIN The Professional's Notes
- 4- DAIKIN Installation Precautions
- 5- DAIKIN Service Check Points Compressors
- 6- TRANE VAV International Applications Engineering Manuel
- 7- 93 Teskon / Kli 021
- 8- DAIKIN Kompresör Katalogları
- 9- YORK Kompresör Katalogları
- 10- MANEUROP Kompresör Katalogları
- 11- Refrigeration and Air Condiatoning Sürekli Yayınları
- 12- Termo Klima Süreli Yayınları
- 13- Üretim Yönetimi, Doç. Dr. Müh. Bülent Kobu

ÖZGEÇMİŞ

1954 yılında doğdu. 1980 yılında A.İ.T.İ.A. Mühendislik Yüksek Okulu Makina Bölümü'nden mezun oldu. Dalan Kimya Endüstri ve Teba Şirketler Grubunda mühendislik görevlerinde bulundu. 1993 yılından itibaren Teba Şirketler Grubu'na ait BOSAŞ Bakım Onarım Servis A.Ş.'nin Klima Grubu servis müdürlüğünü yapmaktadır.