



**bu bir MMO  
yayımdır**

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

## **Binalarda Enerji Yönetimi**

**M. Selçuk ERCAN**

VIKON

## BİNALARDA ENERJİ YÖNETİMİ

**M.Selçuk ERCAN**

### ÖZET

Türkiye'de BYS kullanımı gittikçe yaygınlaşıyor olmasına rağmen, temel bilgi birikimi DDC üzerindedir. Oysa denetleme (supervisory functions) ve planlama ile ilgili uygulamalarda bilgi birikimi pek yaygın değildir. Bunun sonucunda BYS hard disklerinde biriken yüzlerce megabyte lık bilgi kullanılmamaktadır.

Bu bildiride ölçüm bilgilerinin BYS de değerlendirilmesi, manuel kayıt ve kayıt cihazlarıyla ölçüm teknikleri araştırılacaktır. Ölçümlerin uygun değerlendirilmesi sonucunda, verim değerlendirmesi, verimin en uygun değere getirilmesi, kestirimci bakım, MTBF hesaplanması, ayar değerlerinin kaydırılması ve kontrolü, sistemlerin kontrol karakteristiklerindeki değişimlerin gözlenmesi, enerji tüketiminin değerlendirilmesi, kontrol çevrimlerinin ayarlanması, işletme planlarının oluşturulması vb. gibi işlemlerden bahsedilecektir. Sonuç olarak işletme, enerji ve bakımla ilgili raporlar oluşturularak ve finansal verilerle ilişkileri incelenecektir. Tüm bu işlemler sonucunda çıkan raporlar, girdi, kayıp ve faydanın bir birimle, parayla ifade edilmesine olanak sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Elektrik, su, gaz ve yakıt tüketimi vb. gibi bilgiler geçmiş, teorik ve tahmin edilen değerlerle karşılaştırılması ve geleceğin planlanması temel amaç olacaktır. Kıyaslama(benchmarking), tanımlayıcı istatistik, zaman serileri, trend analizi, çok değişkenli fonksiyonlar, kuyruk modelleri vb. gibi bilgilerin BYS uygulamalarında kullanılışı bilgisayar destekli olarak incelenecektir.

Yurt dışındaki servis şirketleri bu analiz yöntemlerini kullanarak, binaların işletme bütçesinde büyük düşüşler gerçekleştirebilmekte ve sağladıkları tasarrufları bina işletmecisiyle paylaşmaktadırlar. Amaç onlar kadar uzmanlık değilse bile, yaklaşımlarını anlamaktır.

### ENERJİ YÖNETİMİ NEDİR ?

Enerji yönetimi sözcüğü ilk kez 1949 yılında Henri Foyal tarafından kullanıldı. 1973 yılına kadar enerji kaynaklarının çok ucuz olması yüzünden çok az kişi tarafından önemsendi. Bugün ise toplumun yaşamını mutlu sürdürmesi, hatta ulusal güvenliği bile etkilemesi bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır. Çevre kirliliğinin hızla arttığı bu günlerde, kaynakları uygun şekilde kullanmak ve kayıpları azaltmak çevre koruması da sağlamış olacağı için tüm toplum tarafından önemsenmektedir. İyi bir enerji yönetiminin sağladığı faydaları kısaca özetleyecek olursak, daha düşük maliyetler, artan verim, daha iyi kaynak stoklama koşulları, cihazların daha az devre dışı kalması ve daha az çere kirliliği olarak özetleyebiliriz.

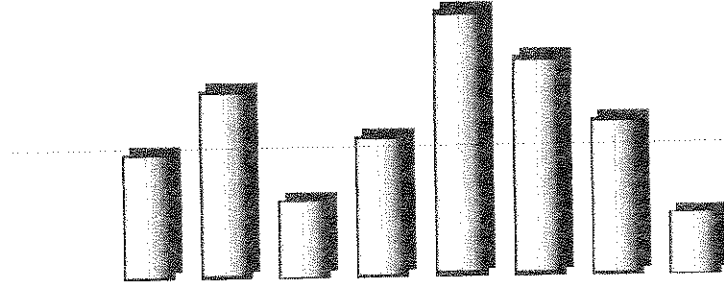
Bina yönetim sistemi doğrudan bina otomasyon sistemi ile aynı görmek, yada gelişmiş bir türü olarak görmek tam olarak doğru değildir. Bina yönetim sistemi, bina otomasyonu, asansör kontrol sistemleri, güvenlik gibi sistemlerin yanı sıra, destek sistemler olan bakım, personel, enerji yönetimi, insan ilişkilerinin tümünü birden içermektedir.

Enerji ile ilgili sıkıntılar mühendisleri daha büyük zorluklarla baş başa bırakmaktadır. Kontrol edilecek sisytemler büyümekte, akış problemleri oluşmakta, değişken ve düşük kaliteli yakıt stoklama

olanaklarıyla karşılaşmakta, yeni ölçümler, güvenlik ve kararlılık olarak daha dar bir alanda çalışmak zorunda kalmakta, değişken maliyetler ve değişik kaliteli enerji kaynaklarıyla uğraşmaktadırlar.

Temel olarak bina yönetim sisteminin en önemli işlevlerini tanımlarsak, istenen ortam koşullarını en ucuz şekilde ve kesintisiz olarak sağlamaktır. Diğer bir deyişle otomasyon, enerji yönetimi ve bakım sistemleridir.

Tüm bunların sonucunda işletme kalitesini belirleyen ölçümler ortaya çıkacaktır. Ne kadar ve ne kalitede bir hizmeti ne maliyete gerçekleştirdik. Bu değerler tek başına hiç bir anlam taşımayacaktır. En iyi hizmeti en ucuz şekilde verdiğimizizi iddia edebiliriz. Bunun ölçülebilir olması, yani belli birimlerle karşılaştırılması gerekmektedir. Bu işleme ise kıyaslama(benchmarking) adı verilmektedir.



Örneğin yukardaki gibi bir grafikte tüketilen değişik binaların kWh/m2 bilgileri toplanır, ortalamalarından geçen çizgi kıyaslama çizgisidir. Bu çizginin altı iyi, üstü fazla enerji tüketimini göstermektedir.

#### Yönetim kalitesinin ölçülmesi:

Bu ölçüm aslında örnek alanları aşağıda verilmiş olan, bina ve yönetimin nitelik ve isteklerine göre değişen bir rapordur.

Toplam İşletme maliyeti :	_____	Yıl : _____	_____ TL
1. Elektrik	_____ Kwh	_____	_____ TL
2. Diğer	_____	_____	_____ TL
2.1. Yakıt	_____ Litre	_____	_____ TL
2.2. D.Gaz	_____ m3/h	_____	_____ TL
2.3. Buhar/S.Su	_____ MWh	_____	_____ TL
2.4. Diğer	_____	_____	_____ TL
3. Su	_____ m3	_____	_____ TL
4. Bakım	_____ adam/h	_____	_____ TL

İşletme kalitesini belirleyen oranlar, yukarda verilen sayıların, listesini vereceğimiz aşağıdaki sayılara oranları ile ortaya çıkacaktır.

Bina kullanım oranı, ziyaretçi sayısı, ısıtma derecesi günleri, personel sayısı, yemekhane ve çamaşırhane ile ilgili bilgiler, toplam kullanılan alan, toplam ısıtılan alan, toplam soğutulan alan, toplam üretilen hizmet veya mal vb gibi.

Bu oranların sağlıklı oluşabilmesi için yapılan tüm masrafların bugünkü değerleri kullanılmalıdır. Bu sadece enflasyonun yanıltıcı etkisini ortadan kaldırmaz, fırsat maliyetlerinin incelenmesinde mümkün kılabilir. Bu günkü değer hesaplamasında piyasa faiz oranıyla, alternatif bir yatırım aracının getirisi arasında orta noktada bir değer bu günkü değer hesabında kullanılabilir. Diğer bir basit yöntem, yanıltıcı olmasına rağmen birim olarak bir döviz kurunun seçilmesiyle gerçekleştirilebilir.

Kıyaslama yöntemi için seçilecek oranlar ise, geçmiş yıllardaki oranlar, tasarım değerlerine göre belirlenen oranlar, benzer türdeki binalarla karşılaştırma oranları "kıyaslama" denen ölçme tekniğinin temelini oluşturacaktır.

Geçmiş yıllarla karşılaştırma işletme kalitemizin gittiği yönü göstermesi bakımında önem taşımaktadır. Teorik ve diğer binalarla karşılaştırma ise hala yapabileceğimiz tasarruflar bulunduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

İncelemeyi yıllık olarak gerçekleştirmemize rağmen, fatura ödeme periyodlarına kadar indirmemiz aksaklıkları belirleme açısından faydalı olacaktır. Bu işlem genelde grafikler halinde ve grafik üzerinde kullanılan kıyas ve hedef düz bir çizgiyle belirlenerek sapmaların yukardamı aşağıdamı olduğuna ilişkin kolay tespitler yapılacak hale gelmesi sağlanmalıdır.

Tüm bu verilerin sağlıklı olabilmesi için aşağıdaki işlemlere dikkat edilmelidir.

Faturalar düzenli şekilde incelenmeli ve bilgisayarlara kayıt edilmelidir. Fatura ödemelerinin zamanında yapılıp yapılmadığı kolayca incelenecek biçimde tarih bilgisi de girilmelidir. Faturadan kasıt sadece bizim ödediğimiz değil, kiracılar ve diğer departmanlar tarafından bize ödenen faturaları da içermektedir. Temel olarak ödeyeceğimiz faturaları engeç ödemek, alacağımız bedelleri en erken almak ve üzerimizdeki finansman yükünü hafifletmek amaç seçilmelidir.

Ayrıca tarife bilgileride önem taşımaktadır. Herhangi bir enerji türünde maksimum güç sınırlaması ve zamana bağlı tarifeler varsa, yukarda ödediğimiz bedellerin hangi tarifede ne kadar yaptığımıza ilişkin bilgileri de içermesi gerekmektedir.

### **Kaliteyle ilgili sorunların belirlenmesi:**

Yapılan kıyaslama sonuçları binamızın çok iyi yönetilmediğini gösteriyor. Aksaklıkların nerelerde olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. İlk yapılacak şey binayı işleten tüm ekiple toplantı yapıp, aksaklıkların nerelerde olabileceği ile ilgili fikirlerini ve çözüm önerilerini almaktır. Bu aşamadaki yaklaşım henüz mühendis değil, bilim adamı yaklaşımıdır. Düşünsel olarak aksaklıkları ekipten öğrenmektir. Beyin fırtınası denebilecek bu yaklaşım, olayın felsefe olarak işlenmesini gündeme getirmektedir. (Fiziğin Evrimi, Leopold Infeld-Elbert Einstein).

#### *1. Enerji kullanımı en uygun tarifeye göre gerçekleştirilmiyor.*

Temel amaç enerji maliyetinin yüksek olduğu anlarda enerji isteğimizi en düşük duruma getirirken, enerji maliyetlerini de en düşük seviyede gerçekleştirmektir. Örnek olarak 0-6 ve 22-24 arası düşük tarife, 6-10, 12-22 arası normal tarife, 10-12 arası yüksek tarife ise, bulaşık yıkama işlemi 0-6 arası gerçekleştirilsin gibi bir uygulama gerçekleştirilebilir.

#### *2. Talep sınırlaması programı uygulanmıyor.*

Türkiyede her ne kadar pek uygulanmasada, talep sınırlaması yurt dışında oldukça yaygın bir uygulamadır. Belli bir birim zamanda talep edebileceğimiz enerji miktarları değişik tarifelere bölünmüştür. Bu tarifelerin her aşılışında aldığımız enerjinin fiyatı belli bir katsayı ile çarpılmaktadır. Bina yönetiminin temel amacı enerji talebini düzgün bir şekilde dağıtıp yüksek tarifelere girmemektir.

#### *3. Çok arızalı cihaz var.*

Düzenli bir ön bakım gerçekleştirilmeli ve bu işlem tamamiyle bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmelidir. Elektrik, mekanik ve hidrolik sistemlerin ayrı ayrı düzenli ön bakımları yapılmalıdır.

#### *4. Cihazlara kötü kalitede su gönderiliyor.*

Su tesisatı ile ilgili olarak tortu ve korozyonu önleyecek sistemler kullanılmalı ve sonuçları sürekli gözlenmelidir.

#### *5. Chiller, kazan, pompa, soğutma kulesi gibi cihazlar optimum çalışmıyor.*

#### *6. Gereksiz yere soğutma ve ısıtma sistemlerinin aynı anda çalışıyor.*

#### *7. Cihazların çalışma saatlerine dikkat edilmiyor.*

#### *8. Sirkülasyon pompalarımız sabit debili. Gereksiz yere enerji harcıyor.*

#### *9. Sabit debili klima sanrallerinin değişken debili olsa tasarruf edilebilir.*

#### *10. Küçük yükler için büyük kapasiteli enerji üretim ve iletim cihazları devreye giriyor.*

#### *11. Otomatik kontrol cihazları ve saha elmanları çok arıza yapıyor.*

#### *12. Otomatik kontrol çevrimlerinin ayarı iyi değil.*

Otomatik kontrol çevrimleri iyi şekilde ayarlanmalıdır ve sık sık kontrol edilmelidir. Doğaldır ki sistemimizdeki malzemelerin karakteristikleri kirlilik, yıpranma vb. gibi nedenlerle değişmektedir. Kontrol edilen sistem karakteristiğinin değişmesi kontrol edilen sistemin karakteristiğinin değişmesini de gündeme getirmektedir.

#### *13. Serbest soğutma ve gece havalandırması yapmıyoruz.*

#### *14. Entalpiye göre kontrol yapılmıyor.*

#### *15. Sıcaklık ayar değeri 21..24 °c arasında kayıp duruyor, vanalarda sürekli oynuyor. Vanalar kapalı kalsın.*

#### *16. Kış ayar değeri 21 dereceden büyük, yaz ayar değerleri ise 23 dereceden küçük.*

- 17.\_ Gece ayar değeri düşürülmüyor.
- 18.\_ Her zonun özel talebini gerçekleştirmeye çalışıyoruz. Çok zonlu sistemlerde en kötü koşullara sahip bölgede istenen koşulların sağlanması yeterli olmalı.
- 19.\_ Taze hava damperleri içerdeki insan sayısına göre pozisyon değiştirmiyor.
- 20.\_ Cihazları insanlar girmeden çok önce çalıştırıyor, çıktıktan sonra kapatıyoruz. Öyle çalışmalıkı girdiklerinde cihaz çalışır, koşullar yakalanmış olmalı. Çıkarlarken koşul tamam ama cihaz kapanmış olmalı.
- 21.\_ Hava dengelememiz iyi değil.
- 22.\_ Su dengelememiz iyi değil.
- 23.\_ Bazı yerlerden çok sıcak, bazı yerlerden çok soğuk şikayetleri var. Havayı ısıtıyoruz. Otomasyon uyuyormu?
- 24.\_ Pencere yalıtımlı yansıtan türden olmalı, kayıplarımız fazla.
- 25.\_ Pencere de için gölge kontrolü olsa, Amerika'da öyleymiş.
- 26.\_ Cihazlarda gereğinden fazla besleme ve atış havası var.
- 27.\_ Bazı makinalar ortalığı çok ısıtıyor. Bu yüklerin etkisini azaltmak lazım.
- 28.\_ bazı yerlerde yalıtım yırtılmış ve yıpranmış. Kayıplar arttı.
- 26.\_ Ortak mekanlar iyi kullanılmıyor. İki yemekhanenin her biri beş kişiye hizmet veriyor, bizden de koşullandırmamızı istiyorlar..
- 28.\_ Çamaşırhane de çamaşırcılar çekmiş gitmiş, buhar vanasını gene ben kapattım.
- 29.\_ Ne harcadığımızı bilemiyoruz ki önlem alalım. Belli yerlerde enerji ölçüm cihazları olmalı.
- 30.\_ Soğuk su üreticilerinin kondenser suyu sıcak.
- 31.\_ Soğuk su üreticilerinin soğuk su sıcaklığı çok düşük.
- 32.\_ Lambalara reflektör takıp, daha az güçlü lambalar kullanmak lazım.
- 33.\_ Normal lambaları flörsan yapmamız lazım.
- 34.\_ Gün ışığı varken perde kapatıp lamba yakıyoruz.
- 35.\_ Yüklere verilen zaman programları anlamsız.
- 36.\_ Temizleme şirketi lambaları hiç temizlemiyor. Beş lamba yeterliyken, on tane yanıyor.
- 37.\_ Rezervuarlar her çekişte çok su harcıyor.
- 38.\_ Şamandıralar bozuk.
- 39.\_ Duşlar çok su akıtıyor.
- 40.\_ Duşlarda basınç regülatörü yok.
- 41.\_ Lavabolarda otomatik akış kontrolü olmalı.

Yukardaki listeye daha çok madde eklenebilir. Önerilen maddelerin içinde gerçek dışı, saçma olanları olabileceği gibi, bizde sorun olmayanları da olabilir. Bunlar daha sonra ayıklanacaktır. Bu ayıklama işlemini yapmak için yetersiz bilgiye sahip isek, bu bilgi araştırılmalı ve elde edilmelidir.

Sorun olabilecek noktaları belirleyip, aklımıza yatmayanları hemen ayıkladıktan sonra, yapılacak diğer işlem, bir eylem planının belirlenmesidir. Eylem planı, tespit edilen aksaklığın ne kadar kayba neden olduğu, aksaklığın ortadan kaldırılmasıyla ilgili proje maliyetinin ne olduğu, proje gerçekleştirilirken oluşabilecek yan etkiler ve projenin ne zaman, ne kadar süre ile gerçekleştirilebileceğinin belirlenmesidir.

Plan oluşturulurken ön koşul olarak bazı hazırlıkların yapılması gerekebilir.

- 1.\_ Teorik bilgilerin yenilenmesi,
- 2.\_ Yeni teknolojilerin araştırılması,
- 3.\_ En uygun ölçüm tekniğinin oluşturulması
  - 1.\_ El ile kayıt. Klasik göstergelerdeki değerler belli aralıklarla ölçülerek, bilgisayarlara girilir. Bu yöntemde ölçüm aralıklarımız aynı olamayacağı için düzeltici istatistik işlemler yapılması gerekmektedir. Ne kadar örneğin ne kadar sıklıkla alınması gerektiği bilgisi istatistik yöntemlerle önceden tespit edilmelidir.
  - 2.\_ Taşınabilir yada geçici olarak takılabilir duyar elemanlarla kayıt.
  - 3.\_ BAS'a bağlı duyar elemanlardan yapılan ölçümler
  - 4.\_ Bakım programları istasyonları, resepsiyon, internet-intranet, telefon santralleri vb aracılığıyla gelen bilgiler.
  - 5.\_ Devlet ve özel kuruluşların yayınladığı istatistik veriler.
- 4.\_ Uygun raporların alınması

Enerji yönetim sistemi de üç ana başlık altında toplanacaktır.

### 1.\_ Otomasyon:

Cihazları doğrudan kontrol etmeye yönelik çalışırlar. Bu tür kontrol programları ortam koşullarında oluşan farklılıklara karşı sistemin otomatik olarak cevap vermesini sağlayan programlardır. Klasik kontrol ve DDC (Direct Digital Control) olarak iki türe ayrılır.

### 2.\_ Denetleme : (Supervisory Controls)

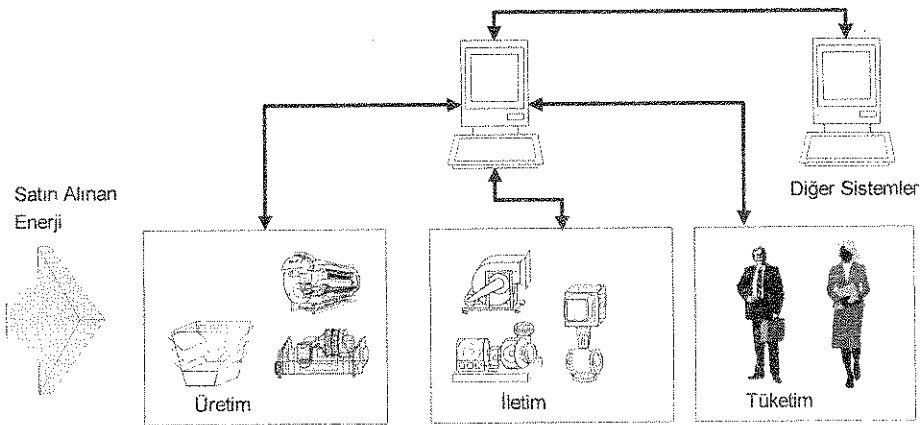
Bu programlar yukarıda belirtilen otomasyon programlarının yüklerin en etkin kontrolünü sağlayacak şekilde ayar değerlerinin verilmesi yada kaydırılması akla gelen ilk örnektir. Paralel çalışan soğutma grupları, kazanlar ve pompaların yükleri paylaşımın optimum şekilde ayarlanması diğer bir örnektir. Soğutma gruplarında soğuk su ve kondenser suyunun optimizasyonunda buna diğer bir örnektir.

**3.\_ Koordinasyon ve Planlama:** Maliyet, personel yönetimi, finansman, depolama koşulları, performans değerlendirmesi, bakım, cihaz yenileme, proje değişiklikleri, teknoloji değişikliği ile ilgili kararlar vb. bu guruba girmektedir.

Yukardaki kontrollerin en belirgin özelliklerinden biriside örnekleme zamanlarıdır. Otomasyon sistemlerinde 5 sn.60 sn mertebesindeyken, denetleme programlarında 1..2 saat mertebesine, koordinasyon ve planlama içinse 1 günden başlayarak haftalar mertebesine çıkmasıdır.

## TEORİK BİLGİLERİN YENİLENMESİ

- 1.\_ *Enerji üretimi* : Kazanlar, chillerler, jeneratörler vb.
- 2.\_ *Enerji iletimi* : Pompalar, fanlar, vanalar, borular, kanalları vb.
- 3.\_ *Enerji tüketimi*: Odalar, ortak işlevli mekanlar, soğuk odalar vb.
- 4.\_ *Bakım*
- 5.\_ *Finansal Yönetim*
- 6.\_ *Personel Yönetimi*



Enerji üretimi ve enerji iletimi maliyetleri bir birleriyle ters orantılıdır. Yani birini düşürürseniz diğerinin maliyeti artar. Eski personelin hatırlaması, yeni personelin öğrenmesi gereken bazı teorik bilgilere örnek verelim.

### Enerji yükünün Hesaplanması:

Bina otomasyon sistemi istenen periyotlarda ölçülmesi istenen değişkenleri örnekler ve ortalama değer, en büyük değer, en küçük değer, standard sapma gibi değerleri o periyot bitiminde kayıtlarına

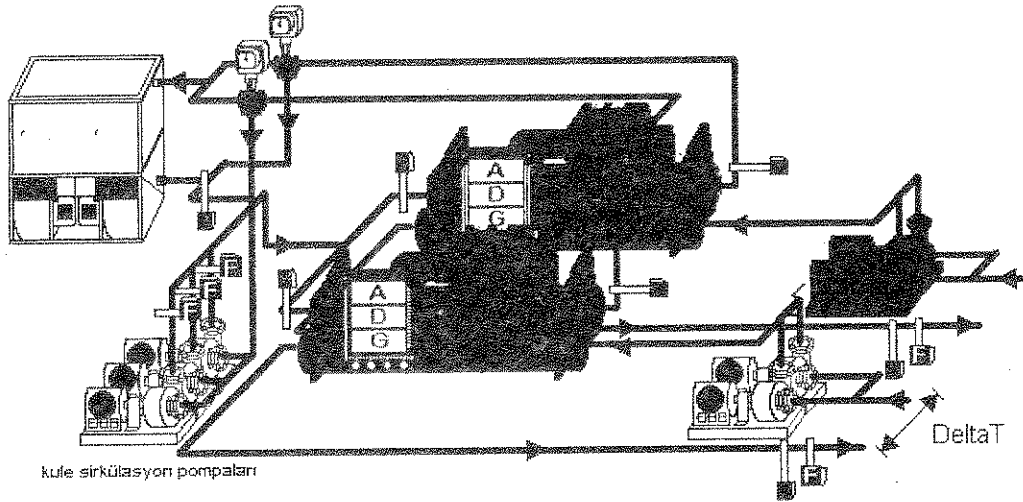
yazar. Burada en temel değer ortalama değerdir. Diğer değerler yapılan ölçüm hatalarını tespit etmek için kullanılırlar. Elle girmede ise o günün en sıcak ve ensoğuk saatlerinde yapılacak iki ölçüm, yada ortalama sıcaklığın olduğu saatlerde tek bir ölçüm yapılabilir. Tarife yada maksimum güç uygulamalarının değiştiği saatlerde bu değerlerin sıfırlanıp, yeni bir değer toplanmasına geçilmesi gerekmektedir.

Bazı bilgiler ise meteoroloji, basın organları vb gibi kaynaklardan alınabilir. Bu kullanılan yöntemlerin hiç birinin bina otomasyon sisteminin veri sağladığı durumlarda bile ücretlendirme için kullanılması tavsiye edilmez.

Bu tür uygulamanın gerçekleştirildiği cihazlara örnek olarak soğuk su üreticileri, kazanlar ve ısı dönüştürücüleri örnek gösterilebilir.

Ölçülecek değerler:

Giden su sıcaklığı, Dönen Su Sıcaklığı, Debi, Kullanılan sıvının özgül ısısı.



Bazı malzemeler için özgül ısılar:

Malzeme	Özgül Isı (Alt Sıcak.) {kJ/Kg K}	Üst Sıcaklık (Üst Sıcak.) {kJ/Kg K}
Su		
<100°C	4.18	
140°C	4.28	
180°C	4.41	
Su/Glikol %35 15°C	3.64	
	15°C	250°C
Yağ WTX Araj AG	1.55	2.39
4M65 BP	1.88	2.80
4054 SHELL	1.84	2.76
Diphyl DT Bayer	1.55	1.88
Thermoeol T Esso	1.93	2.76
Mobiltherm 600	1.55	2.39
Mobil Oil	1.55	2.39
Amonyak	4.73	
Bira	3.77	

Yakıt ise en ucuz şekilde seviye detektörleriyle ölçülmektedir. Doğal gaz ise sayaçlardan okunmak zorundadır. Enerji tüketimi değerlendirmesinde yakıtın miktarının değil, harcanan değeri önemli olduğu için tüketilen miktar birim fiyatla çarpılıp, para karşılığı giridi kabul edilmelidir.

Soğuk su üreticilerinde bir adet çekilen gücü ölçen elemana ihtiyaç olacaktır. Bu tür detektör bilgilerinin okuna değerinde elle girişinde büyük bir sorun olmamasına rağmen, BAS a bağlananları oldukça pahalı olabilir. Şebekeden çekilen akımı ölçen elemanlar is çok daha ucuza mal olmaktadır ve buradan şebekeden çekilen güç hesaplanabilir.

Elektrikle ilgili tüketimler içinde bazı varsayım değerleri enerji yönetim sistemine varsayım değeri olarak yüklenmiş olabilir. Böyle olmasına rağmen kesinlikle plaka değerleri kullanılmalıdır. Kullanılan AC ölçümler tesisin tipine göre 24V dan 13800 Volt'a kadar olabilir. Tipik bir enerji yönetim sisteminde motorların şebekeden çektikleri akımla ilgili varsayım değerleri (Amper).

## Üç Fazlı A.C Motorlar

## Tek Fazlı A.C motorlar

HP	200v	208v	230v	460v	575v		HP	115v	200v	208v	230v
1/2	2.3	2.2	2.0	1.0	0.8		1/6	4.4	2.5	2.4	2.2
3/4	3.2	3.1	2.8	1.4	1.1		1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1	4.1	4.0	3.6	1.8	1.4		1/3	7.2	4.1	4.0	3.6
							1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
1½	6.0	5.7	5.2	2.6	2.1		3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
2	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7						
3	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9		1	16	9.2	8.8	8
							1½	20	11.5	11	10
5	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1		2	24	13.8	13.2	12
7½	25.3	24.2	22.0	11.0	9.0		3	34	19.6	18.7	17
10	32.2	30.8	28.0	14.0	11.0						
							5	56	32.2	30.8	28
15	48.3	46.2	42.0	21.0	17.0		7½	80	46	44	40
20	62.1	59.4	54.0	27.0	22.0		10	100	57.5	55	50
25	78.2	74.8	68.0	34.0	27.0						
30	92.0	88.0	80.0	40.0	32.0						
40	119.6	114.4	104.0	52.0	41.0						
50	149.5	143.0	130.0	65.0	52.0						
60	177.1	169.4	154.0	77.0	62.0						
75	220.8	211.2	192.0	96.0	77.0						
100	285.2	272.8	248.0	124.0	99.0						
125	358.8	343.2	312.0	156.0	125.0						
150	414.0	396.0	360.0	180.0	144.0						
200	552.0	528.0	480.0	240.0	192.0						



Tipik bir enerji yönetim sisteminde değişik güçlerdeki 3-faz sincap kafesli motorlarla ilgili güç katsayısı bilgileri.

HP	1/2 yük	3/4 yük	Tam Yük
1/2	45	56	65
3/4	48	58	65
1	57	69	76
1½	64	76	81
2	68	79	84
3	70	80	84
5	76	83	86
7½	77	84	87
10	77	86	88
15	81	85	87
20	82	86	87
25	82	86	87
30	83	86.5	87
40	84	87	88
50	84	87	88
60	84	87	88
75	84	87	88
100	84	88	88
125	84	88	89
150	84	88	89
200	85	89	90
250	84	89	90
300	84	89	90

Diğer bazı elemanların aralıkları ve ortalama değerleri:

1-faz endüksiyon motorları 1/20 to 1hp ..... 55 to 75  
ortalama ..... 68

1-faz endüksiyon motorları .....75 to 86  
ortalama .....82

Normal lamba .....100  
Elektrikli ısıtıcı .....100  
Floresan Lamba .....50 - 95  
H.I.D. lambalar .....50 - 95

#### Kaynakların devreye giriş sıraları:

Soğuk su üreticileri ve kazanlar bir birine eşdeğerse devreye giriş sıralarını belirleyen tek şey çalışma saatleridir, değilse çalışmakta olanın yedek kapasitesininmi yoksa ikinci bir elemanın devreye girmesininmi daha ekonomik olacağı karşılaştırıp devreye sokulma işlemi gerçekleştirilir.

Alınan raporlarda uygun işlemin ne olduğu ve uygun işlemin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği kontrol edilir.

#### Isıtma derecesi ve ısıtma derecesi günleri hesabı:

Dış hava sıcaklığı, ısıtma sınırı (çoğunlukla 15°C alınır) ve ortam sıcaklığı bu hesabın gerçekleştirilmesi için yeterlidir. Bu değerlerden ısıtma günleri sayısı, ısıtma derecesi günleri ve ortalama dış hava sıcaklığı hesaplanacaktır.

**Entalpi ve mutlak nemin hesaplanması:**

Eğer bağıl nem, sıcaklık ve barometrik basınç biliniyorsa entalpi kolayca hesaplanabilir. Bu bilgiler dış hava için değişik kaynaklardan sağlanabileceği gibi, deniz seviyesinden yükseklikde hava basıncı hesabı için kullanılabilir. Entalpinin önemi harcanan enerji hakkında gerçek bilgiyi vermesidir.

**Soğuk su yada sıcak su ayar değerlerinin kontrolü:**

1.\_ Soğuk su üretici yada Kazan'a bağlı bulunan bataryalardan kaç adedinin tam açık olduğu raporla tespit edilir. Eğer tam açık olan varsa ayar değerini soğutmada yükselmesi, ısıtmada azaltılması gerekebilir demektir. Eğer bu sayı daha fazlaysa değer ayarlanmalıdır.

Alınan raporda ayrıca vanaların ortalama açıklık oranları, en küçük ve en büyük açık oranları, standard sapmaları ve batarya kapasitelerine göre ağırlıklı ortalamaları önemli bilgiler verecektir.

İdealde ortalama açıklık oranlarının %90 dolaylarında olması iyi bir kontrol uygulandığını gösterebilir. Doğal olarak eğer pompaların harcadığı enerji daha fazla oluyorsa.

2.\_ Ortam sıcaklıkları ve entalpileriyle ilgili raporda bu ayar değerinin değiştirilmesiyle ilgili önemli bilgiler verecektir. Eğer sıcaklık yada entalpi üst sınırlarını yada alt sınırların geçmiş ise ayar değerinin ayarlanması gerekmektedir.

3.\_ Kaynaktan gidiş ve sıcaklıkları arasındaki farkda bu ayarın gerekip gerekmediği ve ne olması gerektiği hakkında bilgi verecektir.

Bu işlem için yapılan her ölçümde, fark sıcaklık ve enerjiye harcanan para hesaplanacaktır. Enerjiye harcanan paranın enflasyona karşı duyarlı olmayan bir birim, yada piyasa faiz haddinin kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Enerjinin para cinsinden olmasının nedeni ise girişin, doğal-gaz, yakıt, buhar, elektrik vb. gibi değişik enerji kaynaklarından olması ve herbirinin birim maliyetinin farklı olmasıdır.

Her bir değişik DeltaT için örneklenen harcanan enerji maliyeti ikinci mertebeden bir eğri ortaya çıkaracaktır. Bu eğrinin minimum olduğu değerdeki DeltaT , ayar değerinde oluşacak artırma yada eksiltmenin mutlak değerini verecektir.

Bulunan bu değerle sıcak su yada soğuk su ayarının cebirsel toplamı yeni ayar değeridir. Enerji yönetim programı yeterli sayıda 4 yada daha fazla örnek varsa bunu size verecektir.

4.\_ İki yönlü vanalardan oluşan bir sistemde, gidiş ve dönüş suyunun karışım miktarını ayarlayan bypass vanalarının pozisyonu da bu ayarın gerekip gerekmediği hakkında bilgi verecektir.

Uygun ayar değerlerinin yakalanması durumunda daha büyük debilere ulaşıldığı için daha dalgalanmasız bir kontrol oluşturulmuş olacaktır. Ayrıca iki yönlü vanalarda, vana üzerinde daha az basınç düşümü ve daha kaliteli vana kontrolü gerçekleştirilmiş olacaktır. Ayrıca sistem direnci düşmüş olacağı için pompalar daha az enerji harcayacaklardır.

**Birden çok cihazın soğuk yada sıcak su ayar değerlerinin kontrolü:**

Temel olarak tanımlanmak istenirse, yük paylaşımı paralel cihazları cihazların istediği tüm koşulları sağlayarak, yük talebini gerçekleştirmek olacaktır. Optimum yük paylaşımını gerçekleştirmede kolaylık sağlayan bir özellik, cihazların her birinin devreye girmesindeki maliyetlerin eşit olmasıdır. Diğer türlü olduğu zaman, sınırda optimizasyon denilen bir optimizasyonla karşılaşılır. Yani yükler o an paralel çalışan cihaz kapasitelerinin sınırında olabilir.

Her bir kazan yada soğuk su üreticisinin Kcal/h ve maliyet eğrileri örneklenerek ortaya çıkarılmıştır. Bu cihazlar paralel, seri yada karmaşık biçimde sisteme bağlanmış olabilirler. Bağlanan yüklerin bu kaynaklar arasında optimum paylaşımın gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin kontrolü gerekmektedir. Optimum paylaşımı belirleyen şey her bir ünitenin soğuk yada sıcak su ayar değerlerinin uygun değere getirilmesidir. Bu eğrilerin kesişim noktalarının bir tarafında bir ünite, diğer

tarafında diğer ünite ekonomik olacaktır. Önce en düşük maliyetli olan kısım, ardından artan kısım diğer ünitelerle tamamlanarak ekonomik yük paylaşımı gerçekleştirilecektir. Bu uygulama için en uygun ayar değerlerinin uygunluğu kontrol edilmeli ve uygun değer belirlenmelidir.

Örneğin soğuk su üreticilerinin uygun soğuk su derecelerinde çalıştırılmaları kompresöre giren soğutucu sıvının entalpisini ve sıcaklığını artıracaktır. Bunun sonucunda da COP (Coefficient of Performance) artacaktır. Teorik olarak 1 C lik artış %2 lik performans artışına neden olacaktır. Soğutulmuş su sıcaklığının optimizasyonu, soğuk su sıcaklığını tüm kullanıcıların isteklerini karşılamayı göz ardı etmeden maksimum değerine ulaştırmaktıranılabilir mi?

#### **Soğutma kulesi fanları:**

Kondenser suyunun optimizasyonu, toplam enerji tüketim seviyemizi en küçük seviyede tutarak, mümkün olan en düşük sıcaklıkta kondenser suyu sağlamak olarak özetlenebilir.

Kondenser su sıcaklığını düşürmek için daha çok fan çalıştırarak, soğuk su üreticisindeki kompresörde enerji tasarrufu gerçekleştirilebilir. Sonuç olarak tasarruf ettiğimiz paradan daha fazlasını fanlara harcaabiliriz.

Kule fanlarının devreye giriş sıralaması ve kuledeki hava akışının uygun olup olmadığı gene raporlarımızdan anlaşılacaktır. Kondenser suyunun daha çok soğumasını sağlayan hava hızı, fan hızı ile doğrusal orantılıyken, fanların şebekeden çektiği güç fan hızının küpüyle orantılıdır. Alınan raporlar kondenser suyunun sıcaklığını, fanların çalışma hızlarını ve kademesini, kulelerin etkinliğini gösterecek biçimde olmalıdır. Kondenser suyunun uygun sıcaklığa sahip olması, soğuk su üreticisinde yaklaşık %2 lik verim artışına neden olmaktadır.

#### **Elemanların verimlilikleri :**

Verimlilikte eleman dış çevreden bağımsız, tek başına değerlendirilmemelidir. Örnek olarak bir pompanın tek başına en verimli olduğu nokta, toplam sistemin en verimli olduğu nokta olmayabilir. Belki bu durumda soğutma gurupları daha fazla enerji kaybına neden olmakta olabilir.

#### **Pompalar:**

- 1.\_ Pompaların karakteristik eğrileri,
- 2.\_ Her bir paralel pompa gurubuna paralel fark basınç duyar elemanı
- 3.\_ Akış duyar elemanı
- 4.\_ Şebekeden çekilen akım.
- 5.\_ Net pozitif emme basıncının akış miktarına göre değişim eğrisi
- 6.\_ Pompa üzerindeki basıncın tam hızda tek başına çalıştığı hız eğrisindeki akış miktarlarına göre eğrilenmesi
- 7.\_ Pompa motor verimliliğinin yükün % değişimine göre belirlenmesi
- 8.\_ Değişken hız sürücüsü verimliliğinin tasarım için seçilen hızın fonksiyonu olarak belirlenmesi

Yukardaki bilgilerden pompaların değişik yüklerde ve çalışma koşullarında ne verimlilikte çalıştıklarının hesabı yapılabilir.

#### **Fanlar:**

Fanların verimlilik incelemesi de pompaları andırmasına rağmen, gazların sıkıştırılabilir olması bazı değişiklikler oluşturmaktadır. Verimlilik için aşağıdaki verilere ihtiyaç vardır.

- 1.\_ Fan kapasitesi: Birim zaman içinde akan hava miktarı. (m<sup>3</sup>/s)
- 2.\_ Statik Basınç: fan tarafında yaratılan akışın ürettiği potansiyel enerji olarak yada sistemin fana karşı yarattığı sistem basıncı olarak adlandırabiliriz. (Pascal)
- 3.\_ Dinamik Basınç: Fan debisinin karesiyle doğru orantılı bir değerdir ve debi biliniyorsa kolayca hesaplanabilir.
- 4.\_ Toplam Basınç: Statik ve dinamik basınçların toplamıdır.
- 5.\_ Çıkış Hızı: Fan çıkışının bir birim karesinden birim zaman içinde geçen debi.
- 6.\_ Fan fren gücü: İstenen basınç ve debinin sağlanması için şebekeden sağlanması gereken güç.
- 7.\_ Statik etkinlik: Statik basınç, debi ve şebekeden çekilen akımla hesaplanan bir değerdir. Özellikle değişik marka ve tipteki fanları karşılaştırmak için kullanılır.

8.\_ Toplam etkinlik: Statik etkinliğe benzer, tek fark toplam basıncın kullanılmasıdır ve işletme döneminde önem taşır.

Bu tür veriler için AMCA (Air moving and conditioning association) kaynakları kullanılabilir. Temel ölçülmesi gereken değerler fark basınç ve şebekeden çekilen akımdır.

#### **Aydınlatma:**

Aydınlatma sisteminin etkin kullanımı pek çok parametreye bağlı olduğu için doğrudan hesaplanması oldukça zordur. Pek çok verinin toplanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunlar ortam hala tasarımdaki amaçlarını kullanılıyor, aydınlatma cihazlarının hayat eğrilerinin değişimi, daha az enerji daha çok ışık sağlayan flörsan gibi lambaların kullanımı, daha aydınlık renkte tavan, duvar, mobilya kullanımı, ışık kaynağının yönlendirilebilirliği, ışıkların gerekmediği zaman kapatılması, gün ışığının daha fazla kullanımı, aydınlatma cihazlarının temizlenmesi ve bakımlarının yapılması vb. olabilir.

HVAC ile ilgili olan kısmı ise ısı kontrollü aydınlatma elemanlarıdır. Bu iki sistemin bir birine ilişkilendirilmesi ortamda daha az soğutma ve ısıtma enerjisi talebini sağlamaktadır. Daha fazla bilgi IES (Illuminating Engineering Society) kaynaklarında bulunabilir.

#### **BAKIM SİSTEMİ**

Bakım sisteminde iki tür yaklaşım vardır. "Arıza olduğunda tamir et" yada koruyucu bakım. İlk yaklaşımdaki arıza kavramı genellikle çalışan sistemin tamamıyla durmasından sonra bakım yapan anlayıştır. Bir benzetme yapacak olursak ölmüş hastaya yeniden canlandırma için kalp masajı yapmaya benzer. Türkiyede en çok izlenen yöntem, daha ucuz olduğuna inanılan ilk yöntemdir.

Bu yaklaşımın biraz daha gelişmiş, şikayetler başladıktan sonra gereken tedbirleri almaktır. Yani hastalık belirtilerini gösterir, hasta ölmeden mümkün olan tedaviler gerçekleştirilmeye çalışılır. Burada da artık hastalık başlamış, hastanın normal hayatındaki verimliliği düşmüştür.

Bina yönetim sistemlerinde gereken iyi bakım yönetimi ise yukardakilerin yanı sıra, koruyucu hekimliğe benzetilen koruyucu bakımdır. Koruyucu bakım ön bakımların düzenli yapılması, belirli aralıklarla cihazlarda gereken testlerin yapılması (check-up) ve aksaklıklar tespit edilirse düzeltilmeleridir.

Yöntemler geliştikçe sanılanın aksine işletme maliyeti artmamakta, tersine düşmektedir.

Koruyucu bakımın gerçekleştirilmemesi halinde cihazın devre dışı kalması durumunda ortaya çıkacak olan sonuçlar gayet açıktır. Müşyterileriniz kaçır, fabrikanız üretimi durdurur, tekrar çalıştırılabilmesi için çok büyük paralar ödemeniz gerekebilir. Bu bir buz dağının sadece üstüdür.

En temel koruyucu bakım kuralları temizlik, gevşemelerin önüne geçmek, uygun yağlama ve cihaz güvenliğiyle ilgili malzemelerin çalışır durumda olmasıdır.

Özellikle çok az teknik bilgi gerektiren ve ucuz iş gücüyle gerçekleştirilebilen temizliğin fonksiyonlarına dikkat edelim. Kirli cihazlar, ısı transferini ve sıvı akışını engeller ve yavaşlatır. Bu açıkça daha çok enerji harcamanız demek olacaktır. Gevşemiş cihazlar ise, yağ ve soğutucu sıvı kaybını, hava su ve pisliğin kolayca cihazların için girmesine ve kirlenmeye yol açacaktır. Hava ve su bazı maddelerin, örneğin soğutucu sıvılar gibi karakteristiklerinin değişmesine, korozyona ve etkinlik kaybına neden olacaktır:

Yağlamanın düzenli yapılması ise, dönene aksama karşı oluşan direncin gereksiz artmasının önüne geçeceği ve enerji kaybını önleyeceği açıktır. Bilindiği gibi bu direncin çok artması halinde cihazların yanmasının yada parçalanmasını gündeme getirebilir.

Termostat, presostat, sınır anahtarları vb. gibi cihazların işlevlerini devam ettirebilir durumda olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Bazan bu termostat olmadan da bu sistem zaten çalışıyor, o yüzden söktük gibi deyimlerle karşılaşılabilir.

Bakım işlemleri pek çok planlama ve hesabı da birlikte getirmektedir. En önemlilerinden biri işgücü planlamasıdır. Türkiye’de iş gücü çok ucuz olmasına rağmen, bu iş gücünün kalitesi de oldukça düşüktür. Bu durum iş gücü planlamasının her koşulda gerektiği anlamına gelmektedir.

Bakımla ilgili bazı tanımları sıralarsak:

**İş gücü:** adam/saat, adam/gün hatta adam/hafta gibi terimlerle ifade edilebilir.

**İş gücü kapasitesi:** İş gücü kapasitesi on an sahip olduğumuz iş gücünün ne kadar süresini ne kadar yüzde ile planlanmış olduğunu gösterir. Sanıldığı gibi aksine %100 dolu olmak en etkin kullanım değildir. Acil, planlanmamış işler içinde belli bir boşluk bırakmak gerekmektedir.

**Planlanan iş başlangıcında kayma süresi:** Planlanan her hangi bir bakım işinden önce mümkün olan en uygun sürede boşluk bırakmak gerekmektedir. İki yada üç günlük kaymalar, planlanmamış ciddi arızaların oluşması durumunda, tüm bakım gücümüzü koruyucu bakıma aktarma durumundan kurtulmamızı sağlayacaktır.

**İş Emri:** Bakım personeline ne iş yapılacağını bildiren dökümandır. Üzerinde işin tanımı, hangi malzemelerin gerektiği, özel araçlar, gereken süre vb. gibi bilgileri içeren bir formdur. Eğer gereken tüm bilgi sağlanmazsa iş emri değil iş isteği olur.

Görüldüğü gibi iş emirleri iyi bir bakım sisteminin en önemli parçasıdır. Koruyucu bakımla ilgili iş emirleri, bakım sisteminin kendisi tarafından üretilirken çalışma saatleri, arızaların değişik türlerine göre oluşan saat toplamları vb gibi bina otomasyon sisteminin sağladığı bilgiler kullanılabilir. İş isteği ise bina otomasyon sistemi, telefon santrali, internet ve intranet, interaktif televizyon yada arıza bilgilerini toplayıp tasnif eden bir operatörden gelebilir. Bu farklı formattaki iş isteklerini tasnif etmek için awk, perl, ced gibi özel yazı işleme dilleri kullanılmaktadır. Bu diller yazıların farklı dillere tercümesinde, farklı haberleşme sistemleri için tercüman programlar oluşturmada, internette değişik raporları almada, elektronik posta hizmetlerini tasnif etmede de kullanılmaktadır. İş isteği haline dönüştürülen bu mesajlar, bu diller tarafından tasnif edilip anlaşılabilir hale getirilmekte, anlaşılabilenleri ise işaretleyip operatörün işlemesine sunulmaktadır. Operatör bu az sayıdaki mesajı tasnifleyip iş isteği olarak bakım sistemine göndermektedir. Bakım sistemi bu istekleri iş emri halinde teknisyenlere aktarmaktadır.

İş emirleri normalde kağıt üzerine basılmış olarak çıkarken, bazı sistemlerde teknisyenin ekrandan bakarak, ihtiyacı varsa dökülmesi yoluna gidilmektedir. Bu şekilde önemli miktarda kağıt tasarrufu sağlanabilmektedir.

**Öncelik Belirleme:** Bakımla ilgili kaynaklarımız sınırlı olduğu için, yapılacak işlere uygun önceliklerin tanımlanması gerekmektedir.

**Malzeme Sağlama:** Her hangi bir malzemeye ihtiyaç olduğu zaman, kesintisiz servis sağlamanın en temel gereklerinden biridir.

**İş Planı:** Niye, ne, kim, nerede, ne zaman, nasıl gibi sorulara yanıt veren bir plandır.

**Zamanlama :** Herhangi bir peryoda ilişkin öncelikleri ve kaynakları veren bir plandır.

**Yapılacak işler listesi:** Yapılması planlanan ama henüz bekleyen işlerin listesidir.

**Kontrol Raporları :** Hangi işin ne fiyata yapıldığına ilişkin raporlardır.

**Masraf Dağıtımı:** Maliyet merkezleri, departmanlar, bir den çok binalı komplekslerde binalar üzerinde oluşan maliyetlerin belirlenmesi. Bakım programlarının oluşturulmasında daha işin başında planlanması gereken konulardan biridir.

**Cihaz Tanımları:** Cihazların guruplanması, kullanılan parçaların etiketlenmesi ve tanımlanması ve bilgisayara ağaç yapısında girilmesini sağlayan bilgilerdir.

**Personel Listesi:** Personelle ilgili tanımlar , maliyetleri ve çalışma süreleriyle ilgili bilgiler.

**Parça Listesi:** Parça listesi malzemelerin etiketlenilmesini, tasnif edilmesini, sayılarını ve yerlerini, fiyatlarını tanımlayan kayıtlardan oluşmuş bir listesidir.

**Arıza Listesi :** Cihazın tamamıyla yada kısmen durmasına neden olan arızaların listesidir. Arızaların, neden, ne zamana olduğu yada ön belirtileri gibi kayıtların tutulduğu bir listedir.

**Çözüm Listesi:** Oluşan arızaların nasıl ve kim tarafından ne kadar sürede çözüldüğünü gösteren listedir. İş emirlerinde pek çok bilgi tanımlanmış olmasına rağmen, yeni neden ve çözümlerin kayıtlara geçmesi açısından önem taşımaktadır.

Bakımı yapılan cihazın değeri, ekonomik katkısı, toplam enerji tüketimi, bakım maliyeti, iş gücü maliyeti/malzeme maliyeti oranı, cihazların toplam çalışma süreleri içinde arızalı kaldığı süreler bakımın kalitesini belirlemede kriterler olacaktır, problemlerin nedenleri, oluş sıklıkları kaliteyi belirleyen unsurlardır.

**Düzeltilici Bakım:** Koruyucu bakım, periyodik bakım, arızalı cihazın tekrar çalıştırılması gibi kavramlar oldukça yaygın bir biçimde bilinmesine rağmen aşağıdaki kavramlar pek açık değildir.

Orjinal tasarımda yeni teknolojileri kullanarak yapılanufak değişikliklerle daha güvenilir ve arızaları ortadan kaldıran sistem çözümlerine ulaşmaktır.Bazan arızaların tamamen kaldırılmaları mümkün değilse, mümkün olan en az değere indirmek gerekmektedir.

**Kestirimci bakım:** Ölçülen fiziksel değerlerdeki belirli değişikliklerin, bir arıza belirtisiolduğunu anlayıp, arızanın ortadan kaldırılmasını ilişkin çalışmanın yapılmasını sdağlayan bir yöntemdirBina yönetim sistemindeki duyar elemanlar bunlarla ilgili çok önemli bilgiler verecektir. Bu yöntem cihazı söküp, dağıtmadan iç aksamdaki arızaları analiz etmeye yönelik yöntemler içermektedir. Böylece daha büyük, ciddi arızalar olmasının önüne geçilebilir.

Basınç, seviye, sıcaklık, arıza istatistiklerinin yanı sıra geliştirilen yeni bir teknik titreşim analizi kullanılmaya başlamıştır. Bu yöntem cihazlara ilgili koruyucu bakım sürelerinin periyodunun iki kattan daha fazla uzatmaktadır.

#### **Bakımla ilgili diğer tanımlar:**

Bakım maliyetleri de enerji maliyetleri gibi büyük önem taşımaktadır. Bakım bütçesi kabaca cihaz yada sistemlerde yapılacak değişikliklerin oluşturacakları maliyet olarak açıklanabilir. Fiziksel değişiklikten kasıt, yer değiştirme, yağlama, temizlik, ayarlama ve arızaların giderilmesi vb. gibi tanımlanabilir.

İş gücünün zaman ve mekan olarak uygun dağıtımı, fazla mesainin azaltılması, personel sayısının kontrolü ve iş gücünün tam olarak doldurulması bu hesapta önemli bir yer tutmaktadır. Tamir yada yenileme kararlarıda önemli bir planlama gerektirmektedir.

İş gücü planlamasındaki önemli bir zorluk yaptıkları her işin acil olduğuna inanmaları yada öyle olduğunu iddia etmeleridir. Bunun önüne geçmenin en temel yolu, her bir cihaz ve alt sistem için, hangi işin ne kadar yapıldığının tasniflenmesidir. Yani gerçekten acil işler planlı işlerden ayrılmalıdır. Bu planlı ve düzenli yapılan işlerin belirlenmesini gündeme getirmektedir.

#### **Bakımla ilgili stoklar:**

Normal stoklara göre yavaş devir hızına sahiptirler ve stok maliyeti yüksektir.Gereken yedek parçanın satıcılardan hemen sağlanamayabilecek olması stok tutmayı zorunlu kılmaktadır.Genellikle arızalanmalarında pahalya patlayan ve güvenliği azaltan malzemeye öncelik verimelidir.

Belli sayıda malzeme kullanılacak kadar bulundurulmalıdırlar.Geçmiş kayıtlardan ortalama ihtiyaç düzeyi ve sipariş miktarı belirlenir. Stoğa giren malzeme iki tür maliyet oluşturmaktadır.

Satın alma maliyeti sipariş formuna kadar oluşan, alım isteği, işlemler, ve alım işleminin oluşmasıyla ilgili yönetim giderleri, gelen malzemeyi alma, belirleme, kontrol etme ve teslim etmeyle, taşıma ve kurma gibi maliyetlerin hepsinin satın alma fiyatına eklenmesiyle bulunmaktadır.

Stok maliyeti ise, stokta kalmasını getireceği amortisman maliyeti, sigorta ve vergi, yer, tesis ve ortam koşullandırmasıyla ilgili maliyetler ve stok personelinin oluşturduğu maliyetlerin toplamıdır.

Bu yukardaki iki maliyetten yatırım maliyetine ulaşmaktadır.Yatırım maliyeti, satın alma ve stok maliyetlerinin ödeme haline dönüştüğü tarihlerdeki değerinin , banka faizi ve benzer bir yatırımda elde edilecek getirinin ortalaması düzeyinde uygulanmış bir faiz oranıyla getirisi hesaplanarak bulunur.

Bakım sistemi personel kullanımında %5..%25, stok maliyetlerinde ise %10..20 daha etkin kullanım sağlamaktadır.

## KULLANILAN İSTATİSTİK YÖNTEMLER

Pek çok hesap için formüller geliştirilmiş olmasına rağmen, bizim sistemimize özgü koşullar ve sistemdeki elemanların karakteristiklerinin değişimi istatistik yöntemleri zorunlu kılmaktadır. Bina yönetimde karar verme sürecinde bize yardım edecek bu modellerden kabaca bahsetmek istersek, kuyruk modelleri, envanter modelleri, simulasyon, doğrusal programlama, kuadratik programlama ve ağ modelleridir. Karmaşık olan bu yöntemler için uygun bilgisayar programlarının kullanılmasını gerektirir.

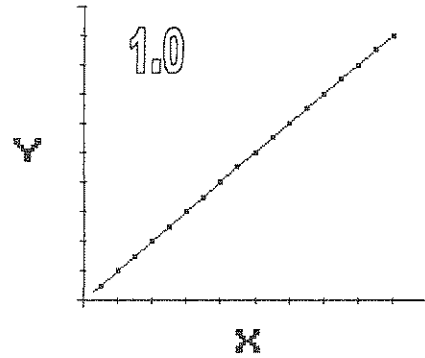
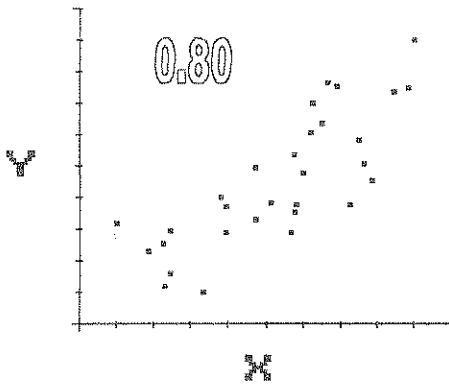
Yaygın olan kullanım, sadece zaman grafikleri yada paylaşım grafikleri olup, sadece insan gözüyle karşılaştırma tekniğine yöneliktir. Bu tür kullanım etkin kullanım sağlamamaktadır. İstatistiğin biraz daha anlaşılabilir açıklaması, bina yönetimde belli katkılar sağlayacaktır.

İstatistiğin temel amacı iki değişken arasındaki ilişkiyi(korelasyon) nicel ve nitel olarak tanımlamaktır. Bu ilişki pek çok sorunun yanıtını vermektedir. Örnek olarak,

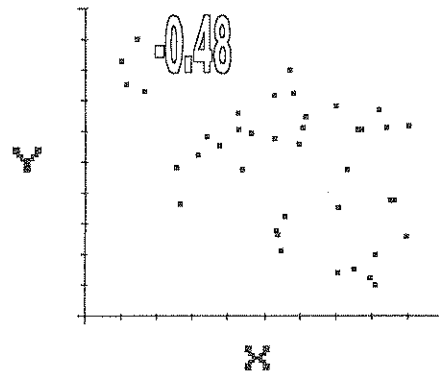
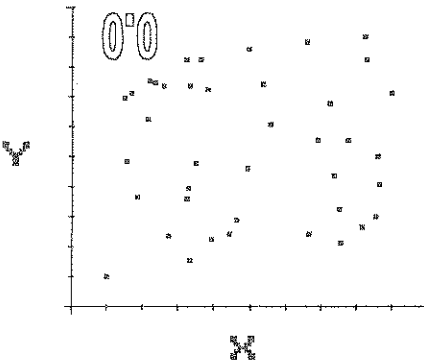
1. Her hangi bir elemandan akan sıvının o eleman üzerinde yarattığı basınç ve debi bir biriyle ilişkilidir.
2. Alan büyüdükçe ortama daha fazla enerji sağlamak zorundayız.
3. Kaynaklarda enerji tasarrufu sağlarsak iletimde daha fazla enerji harcarız.
4. Fanları yeşile boyarsak daha fazla enerji tasarrufu yaparız.

Korelasyonu belirleyen iki büyüklük vardır, şiddeti ve yönü. Şiddeti ne kadar olduğunu gösteren bir orandır ve % ile ifade edilir. Örneğin %80 ilişkili gibi. Yönü ise değişkenler biri artarken diğerinin artma yada azalma yönünde nasıl hareket ettiğini göstermektedir. Yukardaki örneklerde 1 ve 2 pozitif ilişkiyi, 3 negatif ilişkiyi ve 4 ise ilişki olmaması durumunu göstermektedir.

Korelasyonda yön ve şiddeti göstermek için  $-1,0,0,0,1$  aralığında değişen sayılar kullanılmaktadır.



Yukarda iki değişken arasındaki ilişki %80 pozitifdir. Sınırlı kaynakları olan bir yazılımla basitleştirildiği zaman korelasyon katsayısı 1.0 pozitif olan bir doğru ortaya çıkar.



Bina yönetim sistemi kayıtlarında 4 temel türde farklı veri olabilir ve bunların hepsi arasındaki ilişkiler farklı yöntemlerle bulunur. Ama korelasyon katsayısının anlamı değişmez.

*Var-Yok (Dichotomous)* : 1 ve 0 bilgilerinden oluşan veriler. Tüm anahtarlama ve durum bilgileri bu sınıfa girer.

*Var-Yok sayılan analog*: 1 ve 0 sayılabilen analog değerlerdir. Örneğin ortalama çalışma saatinin altında ve üstünde kalan elemanlar gibi.

*Sıralanmış (Ordinal)* : Örneğin tüm motorlarımızı güçlerine göre tasnifledik ve en büyükden küçüğe doğru 1,2,3,...n gibi numaralar vererek sıraladık.

*Aralıklı (Interval)* : Analog ölçümlerin hepsi bu tasnife girmektedir.

Verilerin değerlendirilmesi sırasında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- İki değişken arasındaki ilişki doğrusal yada eğrisel olabilir.
- Aşırı farklı değerlerin ortadan kaldırılması gerekebilir.
- Toplam verilerin içinde ilişki yok gibi gözükmesine rağmen, alt guruplar arasında ilişki olabilir.
- Kullanılan alt ve üst sınırlar ilişki katsayısının değerini değiştirebilir.
- İlişki var gibi gözükmesine rağmen bu bir tesadüf olabilir.
- Veri güvenilir değilse gerçek ilişki katsayısı daha küçük olabilir.

Bina yönetim sisteminde istatistiğin otomasyon, denetleme ve planlamada çok karmaşık uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin yük paylaşım kontrolündeki kuadratik eğriler istatistik yöntemlerle oluşturulmaktadır. Bildiride sadece gözle farkedilebilecek olan temel yaklaşımlar verilmiştir. Bu tür paketler bina otomasyon sistemi ve elle girilen verilere aşağıda özet listesi verilen değişik işlemleri uygularlar.

Varyans analizleri, özet istatistikler, zaman serisi analizleri, katsayı analizleri, regresyon analizi, olasılık dağılımları, hipotez testleri, grafik çizimleri, korelasyon matrisleri ve çapraz raporlar olarak tasnif edilebilir.

## YÖNETİM EKONOMİSİ

Bina yönetim sisteminden sorumlu olan mühendisler neredeyse 500000\$ lık yıllık işletme bütçelerini kontrol etmektedirler. Her ne kadar ticari kararlarda tek başlarına yetkili değilse bile, ekonomik kararları doğru vermeleri diğer departmanları ve işletme sahiplerini ikna etmelerinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca işletme bütçesinde gerçekleştirdikleri tasarruflar bazı uygulamalarda kendilerine pirim olarak dönmektedir. Tüm bu özellikler mühendislik ekonomisi bilgisinin yaygın bir şekilde bu alanda uygulanmasını gündeme getirmektedir.

Malzeme ve işletme tekniği seçimi, cihaz değiştirilmesi, maliyet düşürme, hizmet kalitesinin düzeltilmesi vb. gibi kararlar hep bu türden kararlardır. Bu tür kararlarda göze alınması gereken ekonomik kriterler büyüklük, ödeme yada tahsilat, zaman ve faiz oranlarıdır. Yapılacak ödemeler yada tahsilatlar bir tek ödeme, düzgün, doğrusal büyüyen, geometrik büyüyen yada düzensiz ödemeler olmak üzere 5 türde gerçekleştirilmektedir. Bu farklılığı belirleyen nitelik kullanılan kaynağa uygulanan faiz miktarının zamana göre değişmesiyle oluşmaktadır.

Bu tür yazılımlar kaynak hareketlerinin şimdiki, gelecekteki, yıllık değer değişimlerini, yatırımların geri dönüşüm oranları, fayda-maliyet oranları, nakit akışı, risk analizleri, ekonomik ömür analizleri gibi analizleri gerçekleştirip, mühendislere yardımcı olmaktadır.

Özellikle ekonomik ömür analizi sistemleri modernleştirme yada yenileme gibi kararlarla karşılaştığımızda kolaylık sağlamaktadır.



## SONUÇ

Görüldüğü gibi bina yönetim sistemi sadece otomasyon sistemi değildir. Otomasyon sisteminden toplanan binlerce verinin işlenmesi, değerlendirilmesi ve uygun politikaların oluşturulmasıdır. Bina otomasyon sisteminin görünen amacı binayı kolay işletmek olmasına rağmen, temel amaç paradır. Yani mümkün olan en iyi koşulu, mümkün olan en ucuz şekilde sağlamaktır.

## ÖZGEÇMİŞ

1984 İTÜ-Elektronik ve haberleşme bölümü mezunudur. Aynı üniversitede Kontrol-Bilgisayar bölümü lisans üstü programlarına belli bir süre devam ederek, bilgisayarla ilgili derslerini almıştır.

Okul bitiminden sonra Garanti Bankası bilgi işlem merkezinin kuruluşunda çalışmış ve 1987 yılında Alarko'ya katılmıştır. Alarko'da başta bina otomasyon sistemleri olmak üzere üretim ve zaman kontrol sistemleri üzerinde çalışmıştır. Sabancı iş merkezi ve Swiss Otel başta olmak üzere pek çok yurt içi ve yurt dışı projede mühendis ve yönetici olarak görev almıştır.

1997 yılında kurucu ortak olarak VİKON'u kurmuştur. Burada bilgisayar, otomasyon ve veri iletişim alanında yazılım ve danışmanlık hizmetleri gerçekleştirmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.