

- ❖ ISITMA
- ❖ HAVA KOŐULLANDIRMA
- ❖ HAVALANDIRMA
- ❖ SU ŐARTLANDIRMA
- ❖ SU ARITIMI
- ❖ ENERJİ
- ❖ OTOMATİK KONTROL
- ❖ BİNA OTOMASYON

- ❖ İŐ YÖNETİMİ VE ORGANİZASYON
- ❖ MALİYE / FİNANS
- ❖ MÜHENDİSLİK GELİŐTİRME
- ❖ PAZARLAMA / SATIŐ
- ❖ HALKLA İLİŐKİLER / REKLAM
- ❖ EĞİTİM
- ❖ AR-GE
- ❖ KİŐİSEL GELİŐİM
- ❖ ÜRETİM
- ❖ İHRACAT / İTHALAT
- ❖ MÜŐTERİ HİZMETLERİ
- ❖ SERVİS HİZMETLERİ

Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ő.  
GOSB – Gebze Organize Sanayi Bölgesi  
Őahabettin Bilgisu Cad. 41480 Gebze / KOCAELİ  
[www.alarko-carrier.com.tr](http://www.alarko-carrier.com.tr)  
[info@alarko-carrier.com.tr](mailto:info@alarko-carrier.com.tr)

Hırant KALATAŞ

## ÖLÇME VE DOĞRULAMADA BİNA OTOMASYON YÖNETİM SİSTEMİNİN KULLANILMASI

\* Yayın Tarihi: Mayıs 2009

\* Yayınlayan: IX. Ulusal Tesisat MühendisliĐi  
Kongresi

\* Kaynak gösterilerek kısmen ya da tamamen  
yayınlanabilir.

# ÖLÇME VE DOĞRULAMADA BİNA OTOMASYON YÖNETİM SİSTEMİNİN KULLANILMASI

Hırant KALATAŞ

## 1. ÖZET

Gerek mevcut binalarda, gerekse yeni yapılan binalarda, çeşitli amaçlarla ölçme ve doğrulama uygulanması gerekir. Benzer şekilde Verim Arttırıcı Projelerin etkinliğinin belirlenmesi de uygulama öncesi ve sonrası parametrelerin ölçülmesi ve doğrulanması ile belirlenebilir. Bu tip projelerde, hedeflenen parametrelerin yanı sıra, olumsuz etkilenme olasılığı bulunan iç ortam kalitesi ile ilgili parametrelerin de uygulama öncesi ve sonrasındaki durumlarının izlenmesi gerekir.

Ölçme ve doğrulama amacıyla, varsa bina otomasyon yönetim sistemleri kullanılabilir. Ancak bu sistemlerin ölçme ve doğrulamayı da dikkate alarak tasarlanmış ve kurulmuş olması gerekir. Bu nedenle şartnameleri bu durum göz önünde bulundurularak hazırlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ölçme ve Değerlendirme

## ABSTRACT

For both existing buildings and new constructions, Measurement and Verification (M&V) is basically a set of procedures, and a systematic process to be applied for various purposes. Similarly, the results of Efficiency Improvement Project is determined by applying M&V procedures, like before and after the energy project. In such similar projects; besides the building owners targets and goals; the parameters of indoor environmental quality, which possibly be impacted, needs to be measured before and after the implementation.

If Building Management System exists in the building, it can be used for M&V purposes, provided that the BMS must have been designed and installed that M&V had been taken into consideration. So, the specifications must be prepared according to this requirement.

**Key Words:** Measurement and Verification

## 2. NEDEN ÖLÇME VE DOĞRULAMA ( Ö & D )

“Ölçmediğin şeyi yönetemezsin”  
Jack Welch – General Electric CEO

### 2.1. Mevcut Yapılar

Bir binada veya işletmede, enerji verimliliği için yatırım yapıldığında doğal olarak yöneticiler bu yatırım karşılığında ne kadar tasarruf sağlandığını ve bunun ne kadar süreceğini bilmek isterler. Enerji tasarrufunun hesaplanması, hassas bir ölçümlemeyi ve tekrarlanabilir bir metodolojiyi gerektirir.

Enerji ve su yönetimi projelerinin uzun süreli başarısı, çoğunlukla proje ortaklarının hassas ve başarılı bir Ö&D planında anlaşma sağlayamamaları nedeniyle baltalanmıştır.

Tasarruf miktarının hassas hesaplanması, işletme/bina sahibi ve yöneticilerine, enerji veya su tüketen sistemlerin çalışma şekilleri hakkında çok değerli geri bildirimler sağlar ve bu sayede daha fazla enerji/su tasarrufu yapmaya dönük projelerin geliştirilmesine olanak sağlar.

Çok sayıda noktadan gerçek zamanlı ölçüm, bina yöneticilerine kuvvetli bir gözlemleme aracı sağlar ve bu sayede binadaki enerji sistemlerinin daha verimli ve bu yüksek verimlerde sürekli çalışmalarını olanaklı kılabilecek yolların anlaşılması, izlenmesi ve ayarlanması mümkün olur. Ayrıca Ö&D nin sağlayacağı performans geri bildirimleri, sistemlerin çalışma ayarlarının revizyonu ve arıza önleyici bakım programlarının oluşturulmasını olanaklı kılar. Bu özellikle ilk bir iki yıllık binanın çalışma döneminde çok daha önemlidir.

## 2.2 Yeni Yapılar

Yeni yapılan binalarda, Ö&D sayesinde, tasarım safhasında öngörülen performanslara ulaşıp ulaşılmadığının belirlenmesi, gerekli düzeltme ve ayarların yapılması mümkün olur. Ayrıca Ö&D, işletmeye alma uygulamasını (commissioning) ciddi bir şekilde kolaylaştırır.

Yeni binaların tasarımında, son zamanlarda giderek artan bir uygulama, bina tasarım ücretinin hiç değilse bir kısmının, binanın beklenen performansı ne ölçüde gerçekleştirdiğine bağlı olarak ödenmesidir. Bu uygulama henüz ülkemizde yaygınlaşmamış olsa da, bina tasarımcıların ölçülebilir olması açısından, yatırımcıların gittikçe artarak ilgisini çekmektedir. Bu tip tasarım anlaşmalarının kapsamında iyi bir Ö&D planının yer almasının gerekliliği kaçınılmazdır.

Mevcut bir binada, enerji verimini arttırmaya dönük bir değişiklik yapılmadan önceki durum biliniyor bellidir. Mevcut bina "Temel" (baseline) olarak ele alınır ve değişiklikten sonraki durum bununla kıyaslanır. Yeni binada ise, tasarım safhasında "Temel bina" tamamen varsayımsaldır, fiziksel olarak mevcut değildir, gözlemlenemez ve ölçülemez. Binanın performansı bir takım varsayımlar, kabuller ve kestirimlerle veya simülasyon programları ile hesaplanır.

Bina tamamlandıktan sonra, mal sahibinin beklentilerinin ne ölçüde sağlandığı, sağlanamamış ise muhtemel düzeltici uygulamalar açısından Ö&D zaruridir.

LEED™ gibi bina derecelendirme programları, yeni binalarda Ö&D ye önem vermektedirler. Benzer program ve kaynakların bir kısmı ASHRAE Guideline 14 Appendix B – Resources da listelenmiştir.

## 2.3 Performansa Dayalı Verimlilik Arttırıcı Proje (VAP) Uygulama Anlaşmalarında.

18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve bu kanun kapsamında 25.10.08'de yayınlanan Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelikle enerji etüdüleri, bu etütlere dayalı VAP lar ve bu VAP lara dayalı Performans Garantili Uygulama Anlaşmaları hayatımıza girmektedir.

Yönetmeliğin çeşitli kısımlarında "ölçümler" den bahsedilmekte ancak bununla ilgili herhangi bir düzenleme bugün itibarı ile (16.02.2009) bilinmemektedir. Performans Garantili Uygulama Anlaşmaları açısından Ö&D planı, hayati bir öneme sahiptir ve mutlaka anlaşmalar kapsamında yer almalıdır. Esasen, anlaşmazlıklar halinde hukuksal sonuçlar doğurabilecek bu anlaşmalara esas teşkil edecek şekilde, bir Ulusal Performans Ölçme ve Değerlendirme Protokolü gerekliliği açıktır.

Çoğu VAP lerin, iç ortam kalitesi (İOK) olarak adlandırdığımız termal konfor koşulları, kirletici yoğunluğu, aydınlatma kalitesi gibi unsurları olumlu veya olumsuz etkileme ihtimalleri söz konusudur. Büyükşehirlerde insanlar zamanlarının %90'dan fazlasını bina içinde geçirmektedirler. Buldukları ortamın kalitesi sağlıklarını ve verimliliklerini etkilemektedir. "Hasta Bina Sendromu" kaynaklı sağlık problemleri en fazla görülen ilk beş hastalık arasında sayılmaktadır. VAP uygulanması neticesinde

İOK da oluşabilecek olumsuz değişiklikler nedeniyle bina sakinlerinin sağlık ve verimliliklerinin bozulmasının yaratacağı finansal kayıplar, VAP in getireceği kazançları geçebilir.

Belirli VAP lerin, İOK ne olası etkilerine örnekler Tablo-1 de verilmiştir.

Bu örneklerin sayısı artırılabilir. Dolayısı ile VAP uygulaması durumunda sadece hedeflenen parametrelerin değil, uygulamadan etkilenmesi muhtemel parametrelerin de uygulama öncesi ve sonrasında Ö&D si gerekir. Bu hususa, 6 Şubat 2009 tarihli "5267 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ'in ekindeki VAP Raporu örneğinin 5.2.5 maddesinde "ETKİ ANALİZİ" başlığı altında genel olarak değinilmiş ancak detaylandırılmamıştır. Ancak hazırlanacak Ö&D Planında bu husus göz önünde bulundurulmalı ve Tablo 2 de listelenen İOK parametrelerinden, etkilenmesi muhtemel olanlar belirlenerek, plana eklenmelidir.

**Tablo 1.** VAP veya Değişikliklerin İOK ne Olası Etkileri, İlgili Tedbirlere Örnekler

VAP veya Değişiklik	İOK ya olası etkiler	Önlem
▪ Egzost havasından veya başka atıklardan ısı geri kazanımı.	Bazı ısı geri kazanım sistemleri egzost havasındaki nem ve kirleticilerin, besleme havasına karışmasına neden olabilirler.	İstenmeyen nem ve kirletici transferi engellenmelidir.
▪ Serbest soğutma (freecooling) amacıyla dış hava ekonomizeri kullanılması.	Genel olarak ortalama dış hava miktarı artacağı için İOK iyileşecektir. Nemli iklimlerde, bu uygulama iç ortam neminin yükselmesine ve nem kaynaklı İOK problemlerine neden olabilir.	Taze hava alış menfezleri araç egzostu HVAC egzostu, restaurant egzostu, atık depolama alanı gibi kuvvetli kirletici kaynaklarının mümkün olduğu kadar uzağında olmalı. Gerekli filtreler kullanılmalı. Dış havada ozon kirliliği söz konusu ise, iç ortamdaki ozon seviyesi ölçülmeli ve gerekiyorsa aktif karbon filtreler kullanılmalı. Nemi giderici önlem alınarak ekonomizör kontrol cihazlarının ve ilgili minimum taze hava miktarlarının periyodik kalibrasyonu ve muhafazası sağlanmalı.
▪ Dış hava ile gece ön soğutma.	Nemli iklimlerde HVAC ekipmanlarında ve bina elemanlarında yoğuşma ve bundan kaynaklanan mikroorganizma üreme riski vardır.	Dış havanın çığ noktası sıcaklığı kontrol edilerek yoğuşma riski oluşturduğunda gece soğutması durdurulmalıdır.
▪ Sabit hava debili sistemin değişken hava debili olarak değiştirilmesi.	İç ısıtma veya soğutma yüklerinin az olduğu durumlarda yetersiz taze hava beslenmesi. Minimum taze hava miktarının sabitlenmesi durumunda, üfleme sıcaklığının kontrol edilmemesi halinde düşük soğutma yüklerinde aşırı soğuma. Mahale hava dağıtımında düzensizlik ve hava cereyanı oluşumu.	Minimum taze hava miktarının beslenmesinin her debide sağlanması gerekir. Soğutma yüklerinin düşük olduğu durumlarda üfleme sıcaklığının yükseltilmesi gerekebilir. Soğutmada, hava cereyanı oluşumunu engellemek üzere, minimum debi, üfleme sıcaklığı iyi belirlenmeli ve gerekiyorsa menfezler değiştirilmeli.
▪ Soğutmada üfleme sıcaklığının, yükseltilmesi (Soğutma Grubu'nun çektiği enerji azalır, ancak fanın enerjisi artar).	Üfleme sıcaklığının yükseltilmesi için, chiller su çıkış sıcaklığının yükseltilmesi, santral soğutma bataryasında nem alma miktarının azalması, dolayısı ile iç ortam bağıl neminin yükselmesine neden olur.	Nemin kontrolüne olanak sağlayacak soğuk su sıcaklığı korunmalıdır.

**Tablo 2.** İOK Parametreleri

- Termal Konfor
- Taze Hava Miktarı
- CO<sub>2</sub> Konsantrasyonu
- CO Konsantrasyonu
- Ozon Konsantrasyonu
- Partikül Konsantrasyonu
- Bioaerosol Konsantrasyonu
- VOC
- Aydınlatma yeterliliği
- Sakinlerin İOK memnuniyet oranları

### 3. Ö&D DE BİNA OTOMASYON YÖNETİM SİSTEMİNİN (BYS) KULLANILMASI

Ö&D yapılabilmesi için, ilgili parametrenin ölçümüne dönük sistem ve ekipmanların kurulması, temin edilmesi gerekir. Bunun da bir maliyeti vardır. Eğer binada bir BYs mevcut ise veya yeni yapılacaksa bilgi toplama için BYs den yararlanılabilir. Ancak, bunu yapabilmek için BYs nin kendi gerçek zamanlı kontrol fonksiyonunun yanı sıra bu ekstra işi de yapacak şekilde tasarlanmış olması gerekir.

Örneğin, eğilim fonksiyonunun yoğun olarak kullanılması, BYs nin temel fonksiyonlarında aksaklıklara neden olabilir. Bazı parametrelerin izlenmesine, kontrol açısından gerek olmayabilir ama bu ilave noktaların tasarım safhasında göz önünde bulundurulup, şartnameye eklenmesi gerekir. Elektrik güç tüketim ölçümü buna bir örnektir. Küçük güç tüketimlerinin, aydınlatmanın ve ana güç beslemesinin eğilim analizleri, yüksek kalitede verimlilik kararları ve işletme geri bilgi beslemesi açısından çok faydalıdır, ama gerçek zamanlı kontrol açısından hiçbir anlamı yoktur.

Yazılımın içine kolayca eklenebilecek fonksiyonlardan biri de, set noktalarındaki değişikliklerin otomatik kaydedilmesidir.

Doğrulama için gerekli eğilim analizi yeteneğinin BYs ye eklenmesi çok özel bir durum değildir, genel bir uygulamadır. Ancak, bilgilerin eğilim analizinin yapılması, bilgisayar çalışmasını, haberleşme bant genişliğini ve depolamayı kilitleyebilir. Uygun yazılım ve donanımın mevcut olması gerekir.

Sistemin ekstra eğilim analizi kapasitesinin mevcut olması durumunda, işletme elemanlarının sistem problemlerini önceden teşhis amacıyla kendi istedikleri eğilim analizi bilgilerinin toplanmasını geliştirebilmeleri için, BYs nin kullanımı konusunda eğitilmiş olmaları gerekir.

BYs eğilim analizi yapabilirliği ile enerji kullanımını kaydedebilir. Ama BYs lerin çoğu “Değer Değişimi” olaylarını kaydetmektedir, her bir değer değişimi arasındaki zaman aralığı bilinmediği sürece enerji tasarrufunun hesaplanması mümkün değildir. Eğilim analizini daha düzenli aralıklara zorlamak amacıyla, değer değişimlerinin sınırları sıkılaştırılabilir, ancak bu yoğunlukta bilgi işlemeye uygun olarak tasarlanmamış sistemler aşırı yüklenebilir. Şu konulara özellikle dikkat edilmesi gerekir:

- Enerji bilgilerinin çıkartıldığı, BYs nin eğilim kayıtlarına giriş ve/veya değiştirme kontrolü
- Analiz yapabilmek için, BYs nin Değer Değişimi bilgilerini zaman serisine döndürmek amacıyla gerekli prosedürlerin geliştirilmesi.
- BYs tedarikçisinden;
  - Tüm sensörlerin kalibrasyon standartları ve prosedürleri
  - Pulsları, Btu ları ve kWh bilgilerini hesaplama ve/veya toplamada kullanılan özgün algoritmaların hassasiyetinin ve doğruluğunun kanıtları
  - BYs de kendi kontrol fonksiyonunu yerine getirirken, buna paralel eğilim analizi bilgilerini işlemeye ve depolamaya yeterli kapasitenin varlığının taahhüdü, istenmelidir.

## KAYNAKÇA

- [1] International Performance Measurement & Verification Protocol, Volume I, Concept and Options for Determining Energy and Water Savings. - U.S. Department of Energy – Mart 2002.
- [2] International Performance Measurement & Verification Protocol, Volume II Concept and Practices for Improved Indoor Environmental Quality. - U.S. Department of Energy – Mart 2002.
- [3] International Performance Measurement & Verification Protocol, Volume III, Part I Concepts and Practices for Determining Energy Savings in New Construction. - U.S. Department of Energy – Ocak 2006
- [4] LEED New Construction & Major Renovation Version 2.2 Reference Guide - U.S. Green Building Council – Ekim 2007
- [5] Enerji Verimliliği Kanunu - TBMM – Nisan 2007
- [6] Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı – Ekim 2008
- [7] 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ. — Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü – Şubat 2009
- [8] ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 Energy Standard for Buildings Except Low – Rise Residential Buildings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. – 2004
- [9] ANSI/ASHRAE Standard 60.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.- 2004
- [10] ASHRAE Standard 55 Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.-2004

## ÖZGEÇMİŞ

### Hırant KALATAŞ

1959 Yılında İstanbul'da doğdu. 1981 yılında İTÜ Makina Fakültesinden ve 1982 yılında İÜ İİE den mezun oldu. 1984 yılında çalışmaya başladığı Alarko Şirketler Topluluğunda çeşitli görevler aldı. Halen ALARKO CARRIER SAN. VE. TIC. A.Ş. de Pazarlama' dan sorumlu Gurup Koordinatör Yardımcısı olarak görev yapmaktadır. MMO ve TTMD üyesidir. LEED AP dir.