

DAĞITIK TESİSLİ İŞLETMELERDE ENERJİ TÜKETİMİ İZLEME VE RAPORLAMA SİSTEMLERİ

H. Cem ÇAPIN*, Arif SÖYLEM**

*Koon Kurumsal ve Endüstriyel Bilişim Sistemleri Ltd. Şti.
Ali Çetinkaya Bulvarı No:45 K:2 35220 Alsancak / İzmir
c.capin@koon.com.tr

**Atasel Mühendislik Ltd. Şti.
Hürriyet Bulvarı NO:3/1 D:401/402 35210 Çankaya / İzmir
e-posta : arif.soylem@atasel.com.tr

ÖZET

Tükettiği enerji miktarını, kalite ve performanstan ödün vermeden ve ekonomik kısıtlamalar uygulamaksızın en aza indirmeyi amaçlayan bir işletme, tesislerinde bulunan tüm enerji tüketicilerini belirleyip düzenli bir şekilde izlemek zorundadır. Anlık ya da kısa vadeli ölçümlerden yola çıkan bir çalışma, incelediği verilerin yetersizliğinden işletmedeki gerçek ortamı yansıtamaz. Yanıltıcı veriler ışığında atılan adımlar, güvenilir sonuçlar ortaya çıkaramayacağı gibi, işletmeyi enerji tüketimini azalttığı inancıyla sonuçta etkisiz yatırımlara da yönlendirebilir. Bu yüzden, tüm tüketicileri saptamak, gerçekçi ve güvenilir bir enerji tüketim veritabanı oluşturmakve bu verileri düzenli şekilde güncellemek her enerji yönetim projesinin temelini oluşturmaktadır. Enerji haritasını çizmemiş bir işletme, başarılı ve sürdürülebilir bir enerji yönetim projesi gerçekleştiremez. Tek ve çok tesisli işletmelerin paylaştığı bu ortak sorun, gereksinimler doğrultusunda gelişebilen bir teknik altyapının kurulmasıile çözülebilir.

Dağıtık tesisli bir işletmenin enerji tüketimi belirlenirken, enerji verilerinin toplanması ve değerlendirilmesi tek bir tesisinsüreci ile karşılaştırıldığında, değişik bir boyut kazanmaktadır. Yapılan yerel ölçümler ve noktasal tüketim değerlendirmeleri tesis sayısından bağımsız olarak birbirine benzerken, coğrafi bağlamda dağıtık bir yapıya sahip olan çok tesisli işletmelerin enerji tüketimlerini izleme ve değerlendirme yöntemleri farklıdır. Birden fazla tesisin izlenip değerlendirileceği bir sistemde, toplanan noktasal verilerin ait oldukları tesisleraçısından incelenmelerinin yanı sıra, tüm tesislerde elde edilen verilerin değerlendirmeyi yapan kişinin değişik bakış açılarına ve teknik beklentilerine cevap verecek şekilde karşılaştırılabilmesi desöz konusudur. Değişik düzey ve görevlerde çalışanlar, tüketim verilerini uygun bir enerji tüketimi izleme ve raporlama sisteminin desteğiyle değişik ölçütlere göreçözümleyebilmeli, bunları isteklerine uygun bir biçimde uyarlayıp raporlayabilmelidirler.

GİRİŞ

Sınırlı kaynaklardan elde edilen ve maliyeti durmadan artan enerji,son yıllarda büyük bir hızla gelişmekte olanülkemiz ekonomisi ve endüstrisi için deele alınması gereken önemli bir konu haline gelmiştir. Çalkantılı politik ve ekonomik küresel gelişmelerin yarattığı uluslararası ticari bağımlılıklar sadece enerji kaynaklarının stratejik önemini arttırmakla kalmamıştır.Ülkemiz sanayisinde, incelenen sektöre göreişletmelerdeki toplam giderlerin %55'inekadar varan enerji harcamalarıher

sene artmaktadır. Başarıyla uygulanan bir enerji yönetim projesi, toplam enerji tüketim giderlerini %25 oranındaazaltabilmektedir. Bu amaca yönelik çalışmaların çoğalmasında,söz konusu finansal getirilerin yanı sıra rol oynayan diğer önemli etkenler ise, yasal yaptırımlar veişletmelerin çevreye karşı artan sorumluluk ve duyarlılıklarıdır.

Bu çalışma çerçevesinde, enerji yönetim projelerinin tesis sayısından bağımsız olan proje süreçlerindeki ortak noktalarına değinildiği gibi, dağıtık yapılı işletmelerin

de gereksinim ve beklentileri tanımlanıp bunları karşılayacak bir sistemin teknik altyapısı genel olarak ele alınmıştır.

DEĞİŞİK GEREKSİNİMLERİ VE BAKIŞ AÇILARINI DESTEKLEYEN BİR İZLEME VE RAPORLAMA SİSTEMİNİN GEREKLİLİĞİ

Tek ya da çok tesisli işletmelerde değişik konumlarda, değişik sorumlulukları bulunan kişiler, tesislerdeki enerji kullanım ve tüketim verilerine de farklı bir anlayışla yaklaşacaklardır. Dolayısıyla bu değerleri kendi bakış açılarından önemli olan bir süreç ya da ölçüt bağlamında ele alıp incelemek isteyeceklerdir. Örneğin:

- Bir genel müdür, işletmenin ülke çapında enerji tüketimini ve yapılan yatırımdan sonra projeden elde edilen güncel toplam getiriyi görmek ve yatırım geri dönüş süresini saptamak isteyebilir.
- İşletmenin teknik müdürü, enerji yönetim projesinin başlangıç aşamasında sayılı tesis bazında yapılan değişik uygulama ve uyarlamalar ile işletmeye özgü bir enerji bilgi ve deneyim dağarcığı oluşturabilir. Seçili tesislerde yapılan araştırmalardan sonra toplanan veriler ile bir model oluşturabilir ve daha sonraki adımlarda bu birikimden yararlanarak tesis bazında en uygun modeli temel alan işletme çapında bir standart belirleyebilir. Daha sonra bu başarılı modeli temel alarak diğer tesislere uyarlatıp proje süreçlerini hızlandırabilir. Böylelikle daha sonra projelendirilecek tesisler de, daha bilinçli ve verimli bir enerji yönetim süreci izleyebilir.
- Üretimden sorumlu bir yönetici, üretim sürecinde harcanan enerjinin güncel tüketim değerlerini incelemek isteyebilir. Böylece yeni ürün satış fiyatının belirlenebilmesi için üretim ile ilgili olan birimler bazında noktasal değerlerle

ilgilenip sistemde sürece ilişkin toplanan veri kümesine odaklanabilir.

- Tesis A'nın teknik müdürü, diğer tesislerdeki uygulamalardan yararlanmak üzere, birim bazında karşılaştırmalar yapmak isteyebilir. Tesislerin ya da birimlerin performanslarının karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan araştırma sonuçlarının yardımıyla, kendi tesisinin ya da belli bir birimin diğerlerine oranla ne kadar enerji tükettiğini hızlı bir şekilde belirleyip gerekli gördüğü noktalarda çalışmalar başlatabilir.
- Tesis A'da çalışan teknisyen, teknik müdürünün yönlendirmesiyle belli bir birimdeki dengesiz enerji tüketimini araştırmak üzere söz konusu birime odaklanarak sistem yardımıyla sadece ilişkili değerleri gözden geçirmek isteyebilir.

ENERJİ YÖNETİM PROJELERİNDE İLK ADIMLAR

Ülkemizde de büyük önem kazanan bu alandaki çalışmaların ortak hedefi, işletmelerin tüm süreçlerinde harcanan enerji miktarını belirlemek ve tüketimi kısıtlamalar yapmaksızın en aza indirmeye yöneliktir. Projenin ilk adımlarında;

1. İşletmenin altyapısında varolan tüm enerji kaynaklarının ve tüketicilerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve sınıflandırılması,
2. Tesis(ler) ile ilgili tüm teknik bilgi ve çizimlerin toplanıp düzenlenmesi, eğer yoksa bu bağlamda oluşturulması ve bundan böyle sürekli güncel tutulması,
3. İşletmenin teknik haritası ortaya çıkarıldıktan sonra enerji tüketim noktalarının belirlenmesi,
4. Bu değerler bazında geçmişteki tüketimi de gözönüne alan bir ön enerji etüdünün gerçekleştirilmesi,

5. Tüm katılımcılar ile birlikte, projenin ileriye dönük strateji ve yöntemlerinin belirlendiği bir çalışmanın yapılması,

sağlıklı bir başlangıç yapılabilmesi ve dolayısıyla projenin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır.

Bir işletmede, tesislerin enerji tüketim noktalarının ve bunlara ait parametrelerin ölçümü projelendirilirken, doğru ve güncel bir tek hat şemasının bulunması zorunludur.

İşletmenin tek hat şeması, enerjinin ne için, ne kadar ve ne zaman tüketildiğini belirlemede yol gösterecek bir kılavuz olduğundan, her enerji yönetim projesinin başlangıcında ilk gözden geçirilmesi gereken teknik belgelerden biridir. Bu şemanın oluşturulmasından ya da işletmenin en son durumunu yansıtacak şekilde güncellenmesinden sonra üzerinde hangi kullanıcı fiderin özel olarak ölçüleceğine proje analiz aşamasında karar verilmelidir. Yeni bir tesisin inşasında, dağıtım panoları bu doğrultuda imal edilmelidir. Varolan bir tesise yeni tüketiciler, sensör ve analizörler eklendiğinde, tek hat şeması değiştirilerek gerekli pano revizyonları da yapılmalıdır. Bununla birlikte enerji ölçümü ile ilgili kullanılacak iletişim ve ağ bileşenlerinin ayrıntılı olarak gösterildiği topolojik diyagram ve gerekli teknik mimari açıklamaları da içeren belgeler hazırlanmalıdır.

Yukarıdaki teknik hazırlıklar gerçekleştirildikten sonra ortaya çıkan haritayla bir ön enerji etüdü gerçekleştirilmelidir. Bu ön etüd sırasında kullanılan enerji kaynakları ve ekipmanlar için bilirkişiler tarafından gerekli raporların hazırlanması, işletmenin enerji kullanım haritasının taslağını belirlemeye yardımcı olacaktır.

Özellikle çok tesisli bir işletmede uygulanacak bir projenin başlangıç aşamasında, proje yönetim süreçlerinin sosyal boyutlarına da önem vermek uygun

olacaktır. Tüm proje katılımcıları yukarıda söz edilen başlangıç çalışmalarının sonuçlarından haberdar edilerek proje hakkında bilgilendirilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Tüm ilgililerin işletme genelinde belirlenen ortak hedefe odaklanarak projeyi benimsemesi ve sahiplenmesi, bu aşamada üzerinde durulması gereken bir konudur.

ENERJİ YÖNETİM DÖNGÜSÜ

Başarılı bir enerji yönetim projesi aşağıdaki dört ögenin eksiksiz olarak tekrar edilmesine bağlıdır:

1. Algılama ve Ölçüm,
2. İzleme ve Raporlama,
3. Enerji Etüdü / Analiz ve
4. Enerji Optimizasyonu.



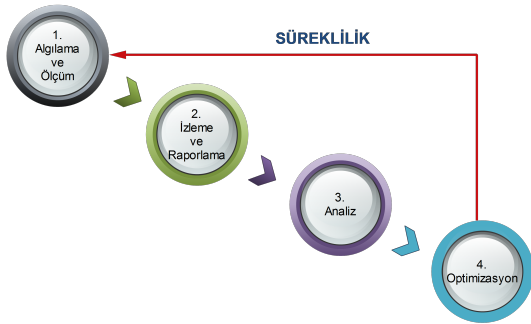
Şekil 1 – Enerji Yönetim Döngüsü

Yukarıdaki dört aşamadan oluşan enerji yönetim döngüsü, işletme altyapısındaki enerji tüketiminin düzenli ve doğru bir biçimde ölçülerek izlenmesi ve raporlanması ile başlar. Tutarlı bir enerji politikası hedefleyen işletmeler ilk aşamada, sahadaki tüketim değerlerini kesin ve sürekli bir şekilde algılayıp ölçebilmelidirler. Bu ölçümlerin sonucunda ortaya çıkan veri kümesinin verimli bir şekilde

değerlendirilmesi ve bir sonraki adımda gerçekleşecek olan enerji etüdünün oluşturulması için uygun bir şekilde raporlanarak analize hazır bir duruma getirilmesi gerekmektedir. Döngünün bu ilk iki ögesi eksiksiz ve düzenli olarak gerçekleştirildiğinde projenin başarısı da bununla doğru orantılı olarak artmaktadır. Pratikteki deneyimler göstermiştir ki; kestirme, ortalama, anlık ya da kısa vadede yapılmış ölçümlerden yola çıkan uygulamaların getirileri beklenenin çok altında olmaktadır ve hedeflenen verimliliği yakalayamamaktadırlar.

Döngünün ilk iki aşamasında toplanan ve değerlendirilen bu verilerin ışığında, üçüncü aşamaya geçilerek işletmenin ayrıntılı enerji etüdü gerçekleştirilir. Bu çalışmanın sonucunda ortaya çıkan tablo ile döngünün dördüncü aşamasını oluşturan enerji optimizasyonu çalışmalarına başlanarak sahadaki enerji tüketicileri hedeflenen koşullara uyarlanır.

Döngünün sonuncu aşaması olan enerji optimizasyonu çalışmalarının sonlanması yeni bir döngünün de başlangıcıdır. Çünkü, başarılı enerji yönetim projelerinin uzun vadede tutarlılığını sağlayan görünmez ögesi sürekliliktir. (Şekil 2)



Şekil 2 – Enerji Yönetim Projelerinde Değişen Endüstriyel Koşullara Uyum Süreklilik ile Sağlanır

Süreklilik kavramı ile döngünün dört ögesinin sırayla tekrarlanması kastedilmektedir. Endüstriyel ortamlarda durmadan değişen koşulların ve süreçlerin bir parçası haline gelen evrimsel proje

yönetim yaklaşımının, yani ‘devamlı geliştirme / ilerleme’ kavramının enerji yönetim projelerine yansımaları olan bu öge, proje değişkenlerini güncel ortama uyarlayarak tüketicileri tekrar en yüksek tasarrufu sağlayacak şekilde optimize etmeyi amaçlamaktadır. Döngünün ilk iki aşamasını oluşturan Algılama / Ölçüm ve İzleme / Raporlama aşamalarının kurulacak sistem tarafından istemsiz bir şekilde (otomatik) gerçekleştirilmesi, bu proje yönetim süreci için gerekli olan disiplinin elde edilmesine büyük ölçüde destek olur.

Bu bağlamda, sürekliliği destekleyecek diğer bir unsur da, projeye tüm yaşam döngüsü boyunca sahip çıkacak bir (iç ya da dış) birimin belirlenmesidir. Sistemlerin bakımı ve onarımı ile görevlendirilecek bu proje biriminin oluşturulması sistemlerin uzun vadede sorunsuz bir şekilde çalışmalarına destek olacaktır. Bu ekip, projenin planlama aşamasından başlayarak, bakım ve geliştirme süreci boyunca sistemlerin sürekliliğini sağlamakla görevli olmalıdır. Başarılı bir enerji yönetim döngüsünün gerektirdiği bu süreklilik, veri akışının kesintisiz ve doğru bir biçimde sağlanmasına bağlı olduğu için, gerek saha enstrümanlarında, gerekse yerel ve merkezi bilişim sistemlerinde ortaya çıkabilecek sorunlar en kısa zamanda belirlenip bu ekip tarafından çözülmelidir.

ENERJİ PARAMETRELERİN ÖLÇÜMÜ

Sanayide kullanılan enerji tüketicilerinin etki derecesini ve enerji tüketim parametrelerini belirlemek için çeşitli saha enstrümanları kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları olan:

1. Elektrik parametreleri, Enerji analizörleri ile,
2. Yakıt, gaz ya da sıvı durumuna göre:
 - a. Doğal gaz, Vortex ya da Kütle Akışmetreler ile,
 - b. Fuel Oil, Pozitif Deplasmanlı Akışmetreler ile,

- c. Light Oil, Türbinli ya da Deplasmanlı Akışmetreler ile,
3. Basıncı hava, Vortex ile,
4. Buhar, Vortex Kütle Akışmetreler ile,
5. Su / Atıksu, Elektromanyetik Akışmetreler ile,
6. Hava Kalitesi, Kapalı Alan ya da Kanal İçi Hava Kalite Sensörleri ile,
7. Isı, Direnç Tipi Isı Sensörleri ile,
8. Işık seviyesi, Lüksmetreler ile ölçülür.

Günümüzde kullanılan enstrümanların gömülü işlemcileri sayesinde değer ölçümünün yanısıra değişik yetenekleri de olabiliyor. Örneğin modern enerji analizörleri;

- gerilim,
- akım,
- nötr hat akımı,
- şebeke frekansı,
- aktif/reaktif/görünen güç,
- güç faktörü

gibi elektriksel büyüklüklerin anlık, minimum/maksimum, ortalama değerlerini belirleyip kullanıma sunabiliyorlar. Ayrıca, hem yüksek hem de düşük tarife bazında tüketim değerlerini, gerilim/akım için THD'nin (Toplam Harmonik Bozulma) yanısıra ayarlanabilen aralıklarda (faz başına ya da tüm sistemin) aktif iş, reaktif iş ve görünen iş değerlerini de belirleyebiliyorlar. Örneğin, programlanmış ölçüm aralıklarında aktif güç ile reaktif güç için ortalama değerleri belirleyebilen ve bunu işlenmeye hazır tutan bir analizör, işletmede kurulması planlanan enerji izleme ve raporlama sistemini doğrudan destekleyerek yük profillerinin hızlı bir şekilde oluşturulmasına yardımcı olabiliyor.

Kullanılan sensör ve analizörlerin;

- Sert koşulların varolduğu endüstriyel ortamlarda (IP65) kullanılma,
- Enerji alımı ve verimini birbirinden ayrı olarak kaydedebilme,

- İstendiğinde gerilim trafosu üzerinden ölçümler yapabilme,

gibi özellikleri de olabiliyor.

Çeşitli haberleşme arayüzleriyle donatılmış olan bu saha enstrümanları, ölçüm değerlerini Fieldbus (örneğin Modbus, Profibus) ya da Ethernet gibi iletişim kanalları üzerinden diğer sistemlere de sunabiliyorlar.

Anlaşılabileceği gibi, etkileşimli sistemlerin etken bir ögesi haline gelen güncel sensör ve analizörlerin seçimi, projelendirme aşamasında belirlenmiş istekleri karşılayacak şekilde yapılmalıdır.

DAĞITIK TESİSLİ İŞLETMELERİN İZLEME VE RAPORLAMA SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Dağıtık tesislerde yapılan ölçümlerin merkezi olarak izlenebilmesi ve raporlanabilmesi için gerekli sistem:

1. Tesislerdeki elektrik, yakıt, buhar, basınçlı hava ve su tüketimini algılayan saha enstrümanlarından, (Şekil 3),
2. Saha enstrümanları ile haberleşmeyi sağlayacak yerel bir iletişim ağından,
3. Tüm tesislerden toplanan enerji değerlerini belirlizaman aralıklarında merkezi sistemlere aktaran güvenli bir genel iletişim ağından,
4. Dağıtık sistemler ile iletişim kurarak noktasal verileri merkezi veritabanına aktaran bir sistemden (Şekil 4),
5. Bu verileri görselleştirip son kullanıcıya sunan etkileşimli bir yazılımdan oluşur.



Enerji Tüketim Verilerinin Algılanması



Şekil 3 – Yerel Tüketim Değerlerinin Sahada Algılanması ve Ölçümü



Tesislerdeki Enerji Tüketim Bilgilerinin Merkezi Veritabanına Aktarılması



Enerji Verilerinin İzlenmesi ve Raporlanması



Şekil 4 – Dağıtık Tesislerdeki Tüketimin Merkezi Veritabanına Aktarılması

Tesislerde monte edilen saha enstrümanlarında toplanan bilgiler, tesislerdeki yerel sistemlere endüstriyel alanda kullanılan Ethernet ya da Modbus gibi iletişim teknoloji ve protokollerinin yardımı ile aktarılır. Kullanılabilecek iletişim teknolojileri değişik özelliklere sahip olduklarından, proje analiz sürecinde;

- Yerel sistemlere bağlanacak saha enstrümanlarının sayısı,
- Bunlardan aktarılacak toplam bilgi kümesi,
- Bilgilerin aktarım sıklığı,

gibi değişkenler dikkate alınmalı ve yerel ağ altyapısı bu ölçütler doğrultusunda seçilmelidir. Yerel ağın öngörülen teknik koşulları sağlayabileceği onaylandıktan sonra, sıra bu ağların yardımıyla toplanan enerji verilerini, İnternet üzerinden merkezi sistemlere aktarmaya gelecektir.

Günümüzde bazı büyük işletmelerin tesis veya iş ortaklarının sistemlerini tümleştiren özel iletişim ağ altyapıları (İntranet / Extranet) vardır. Ancak günümüzde yerel sistemler, merkezi sistemler ve yabancı sistemler arasındaki bilgi erişimi genel olarak;

- kablosuz (GSM / GPRS / 3G / WiFi / WiMax),
- kablolu (xDSL / FiberOptik) ya da
- uydu bağlantılı

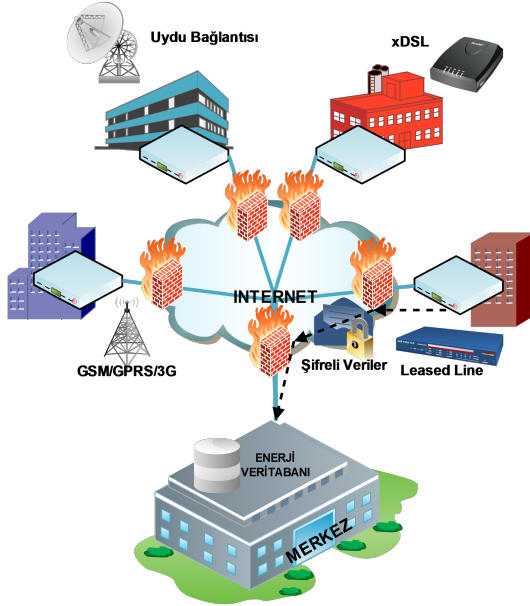
teknolojilerin yardımı ile İnternet üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Enerji tüketim değerlerinin yerel sistemlerden merkezi sistemlere kesintisiz ve güvenli bir biçimde aktarılması için;

1. İşletmenin gerekli görüldüğünde iletişim kanallarını yedekleyerek, kanallardaki bir hata anında istemsiz hat devretme (FailOver) özelliği olan teknik bileşenler kullanması, ayrıca
2. Tesislerdeki yerel sistemleri,

3. Merkezde bulunan sistemleri,
4. Tesisler ve merkezi sistemler arasında gerçekleşecek iletişim içeriğini

koruma amacıyla, iletişimbirimlerinin İnternet gibi her kullanıcıya açık ağlarla kesiştiği noktalarda ağ ve veri güvenliğini sağlayandonanım ve yazılım bileşenlerin kullanılması gerekmektedir. (Şekil 5)



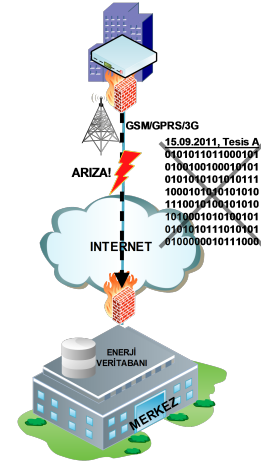
Şekil 5 – İletişim Altyapısı

Güvenilir olmayan ağlar üzerinden haberleşen bilişim sistemlerinin teknik mimarileri çerçevesinde almaları gereken önlemlerden bir diğeri de veri kaybını engelleyici düzeneklerdir. Sistemler arası iletişimin kesintiye uğraması durumunda, devreye girecek bu düzenek, iletişim kanallarının tekrar devreye alınmasına kadar geçen sürede toplanan enerji değerlerini saklayabilmeli ve bunları erişimin tekrar sağlanmasıyla merkezi sistemlere eksiksiz ve doğru olarak aktarabilmelidir. (Şekil 6) Bunun yanı sıra dağıtık sistemlerde oluşabilecek zaman sorununun, yani sistem saatlerinin senkronizasyonunun da dikkate alınması gerekmektedir. Değinilen noktalara gereken önemin verilmemesi, enerji verilerinin eksik olması ya da uyumsuz zaman dilimlerinde karşılaştırılmaları gibi

sorunlara ve böylelikle yanlış kanılara varılmasına yol açabilir.

Teknik altyapıyı oluşturan bu sistemlerin kurulumunda, sistemler genellikle birbirinden bağımsız olarak ele alınırlar. Bunun sebeplerinden başta geleni, işletmelerde geçmişte gerçekleştirilmiş değişik projeler için gereksinimleri karşılayacağı düşünülen sistemlerin, iletişim ağlarının ve bileşenlerin varolmasıdır. Eğer bu sistemlerin enerji yönetim projesi için değerlendirilmesi düşünülüyorsa, söz konusu tüm mevcut bileşenler proje isterleri dikkate alınarak gözden geçirilmeli ve oluşturulacak tümleşik enerji tüketim izleme ve raporlama sisteminin gereksinimlerini karşılayacak durumda ve performansta oldukları onaylanmalıdır.

Doğru kararların verilebilmesi, tesislerde toplanan tüketim verilerinin eksiksiz ve uygun biçimde işlenmeye hazır bulunmasına bağlıdır.



Şekil 6 – İletişim Sorunundan Kaynaklanan Veri Kaybı

SONUÇ

Anlaşılabacağı gibi, bir enerji yönetim projesi belli noktalara yerleştirilen sayaçlardan ve kaydettikleri değerler ile yapılan basit aritmetik işlemler üzerine kurulu bir düzenekten oluşmamaktadır. Enerji giderlerini olası en düşük düzeye indirmeyi hedefleyen bir işletme, konuyu ancak

tümleşik bir biçimde ele alıpgereksinimleri doğrultusunda projelendirdiği zaman istediği sonuçlara ulaşabilir.

Enerji yönetim projelerinde değerlendirilen süreçler, konular, değerlendirmeyi yapan kişiler, temel alınan ölçütler gibi değişkenler gözönüne alındığında, değişik bakış açılarını ve gereken teknik çözünürlüğü destekleyebilecek özelliklere sahip dağıtık sistemler ve etkileşimli yazılımlar, işletmenin özgün gereksinimlerine uyarlanmış başarılı bir projenin ilk adımı olacaktır. (Şekil 7)



Şekil 7 – Bir İşletmenin Tesis Bazında Tüketim Değerleri ve Birim/Ay Bazında Karşılaştırmaları

KAYNAKLAR

1. Intelligent Information Systems And Knowledge Management For Energy:Applications For Decision Support, Usage And Environmental Protection, Kostas Metaxiotis, 2010, P.272-295
2. IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities, IEEE Std 739-1995, P. 200-271
3. Guide To Energy Management, 5th Edition, Barney L. Capehart, Ph.D., Wayne C. Turner, Ph.D., William J. Kennedy, Ph.D., 2006
4. Energieeffizienz, Martin Pehnt, 2010
5. Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, Kubilay Kavak, T.C. Başbakanlık DPT, 2005, www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/3226/enerji.pdf, (Son erişim tarihi: 15.09.2011)