



**John Gionas, COO, Meazon**  
www.eco-yapi.com

# Bina Enerji Tüketim Profiline Tespiti

## 1- ŞİRKET FİNANSAL VERİLERİNE BİNALARINDAKİ ENERJİ TASARRUFUNUN ETKİSİ

**B**ir binadaki farklı sistemler tarafından tüketilen enerji tipleri ve miktarlarını anlamak, bir enerji politikası oluşturmak ve bu tüketimi azaltmak için esastır. Binalar, dünya toplam enerji tüketiminin yaklaşık olarak % 42'sinden sorumludur [1]. Bu enerjinin büyük kısmı aydınlatma, ısıtma-soğutma-havalandırma ve elektrikle çalışan ofis ekipmanları için harcanmaktadır. Gelişmiş ülkelerdeki binalar enerji tüketiminin % 50 - 60'ından sorumludur [2, 3].

Tasarruf oranı, bina kullanıcıları ve sistem yöneticilerinin davranışlarını değiştirmeleri sonucu ortaya çıkacak olan asgari % 2 seviyesinden başlar ve sistem otomasyonu kullanılmaya başlanması ve bina kabuğuna yapılabilecek değişikliklerden sonra elde edilebilecek % 20 ve üzeri oranlara doğru ilerler. Aynı şirketin uhdesinde olan bir bina portfolyosunda % 2'den belirli koşullar altında % 20'ye kadar çıkartılabilecek olan bir tasarruf, milyonlarca dolar ya da euro olarak ortaya çıkabilen FAVÖK (Faiz ve Vergi Öncesi Kâr) iyileştirmeleri ile sonuçlanabilir.

## 2- ENERJİ TASARRUF SİRALI

Şirketler, maliyet kesintileri kaynaklı ciddi FAVÖK iyileştirmeleri ve sürdürülebilirliğin artışı ile sonuçlanacak enerji tasarrufu spirali potansiyelinin kullanımını, bu değişimleri uygulamak için çağrılmış olan organizasyonun olgunluk seviyesi gösterir adım-adım uygulanacak bir yaklaşımın izlenmesi ile sağlayabilirler.

Enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik hedefi genellikle her şeyden önce insan davranışında bazı değişiklikler yapılmasını gerektirir ve şirketlerin enerji yönetimi politikalarının ve hedeflerinin dayanacağı temel, çoğunlukla güçlü değişim yönetimi süreçleridir.

Bir organizasyonun kullanabileceği, iteratif olmaları nedeni ile "döngü" olarak adlandıracağımız, dört enerji tasarruf uygulaması seviyesi mevcuttur. Bu döngülerinin bazı temel özellikleri vardır:

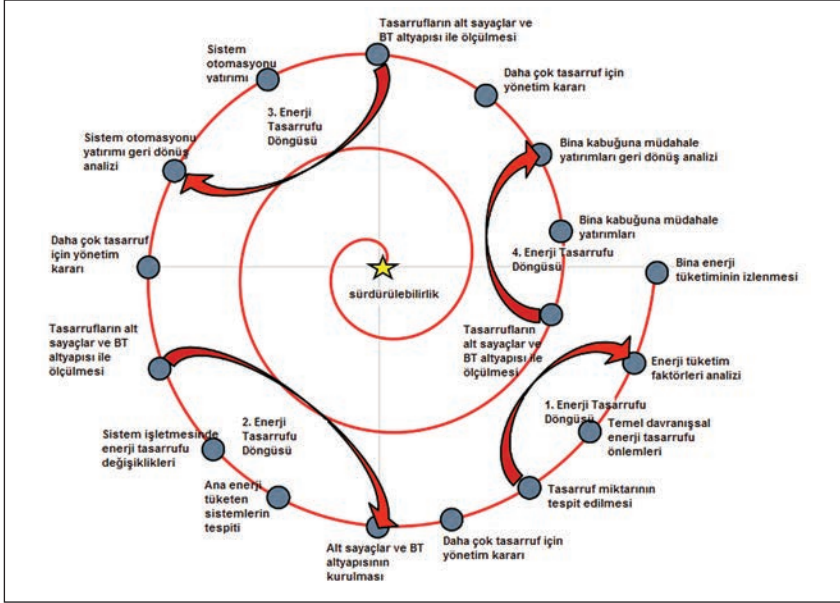
1. Bunlar genellikle iteratif süreçlerdir ve şirketler bunları tekrar ve tekrar uyguladıkça hedeflerin başarılması çoğalır.
2. Her bir döngünün genellikle erişilebilecek tasarruflar konusunda bir üst çıtası mevcuttur.
3. Bir döngüden diğerine geçiş için genellikle gerekli yatırım için bir

analiz yapılması (business case) ve yönetim kararı gerekir.

4. Bir döngüden diğerine geçiş, yatırım miktarını artırır, ancak beklenen tasarrufları da sürdürülebilir olarak yükseltir.
5. Tüm döngüler enerji tüketiminin ölçümünün 15 dakikalık, yarım saatlik ya da saatlik aralıklarda yapılmasını gerektirirler.
6. Birinci seviye giriş döngüsü haricindekiler her bir döngünün başarısını ölçmek, tasarruf miktarlarını tespit etmek ve analizler oluşturabilmek için "alt seviye sayaçlar"ın kullanımını gerektirirler.

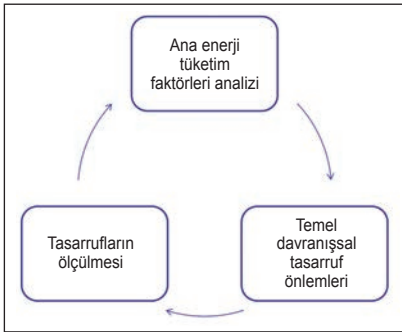
## A- Enerji Tasarrufu Birinci Döngüsü

Birinci tasarruf döngüsü, enerji profili hakkında biraz bilgi sahibi olabilmek için bir şirketin / binanın dahil olması gereken giriş seviyesi tasarruf önlemleri ve sürdürülebilirlik önlemleridir. Genellikle tüm bina enerji tüketiminin saat, yarım saat ya da çeyrek saat seviyesinde teminini gerektirir ve bina enerji karakteristikleri ve davranışları (dış sıcaklık, bina doluluğu, bina büyüklüğü vb. özellikler) üzerinde analiz ve geri besleme sağlanması imkanı



**Bina Enerji Tasarruf Spirali**

sağlar. Temel seviye analizler, enerji maliyet muhasebesi ve karbon muhasebesi yapılmasına imkan tanır.



**Enerji Tasarruf Döngüsü - 1**

Yukarıdakilere dayanarak enerji tüketiminin azaltılması yönünde gerçekleştirilen eylemler, binanın toplam enerji profilini değiştirecek davranışsal ya da anlık önlemlerdir. Örneğin enerji maliyet muhasebesi sonucunda aylık maliyetlerin tespiti ile yüklerin elle azaltılması ya da son kullanıcılara yönelik olarak ışıkların, PC monitörleri ya da diğer enerji tüketen cihazların kapatılması tavsiyeleri ortaya çıkar. Nihai olarak, ısıtma-soğutma

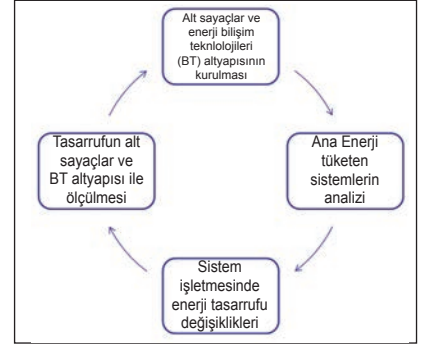
ayarlarının farklı noktalara alınmasının denemesi ve tasarrufun gözlenmesi gibi sezgisel analizlere dayanan uygulamalar da denenebilir.

Bu yaklaşım, enerji tüketimi ve sürdürülebilirlik analizi ve eylem planına giriş noktasını oluşturur ve bir sonraki alt seviye sayaçların ve enerji bilgi sisteminin kullanımını gerektiren daha detaylı analiz adımı için yolu hazırlar.

## B- Enerji Tasarrufu İkinci Döngüsü

Bu döngüde bina, web tabanlı alt sayaç teknolojilerinin kullanımı ile daha detaylı ve analitik bir enerji tüketim ölçümüne yönlendirilir ve Bina Enerji Yöneticisi'ne ana enerji tüketim noktalarının derin bir analizini yapma ve bu analizde iç ve dış sıcaklık, doluluk, karbondioksit, nem gibi faktörlerin enerji tüketimi ile ilişkisini kurma imkânını verir. Böylelikle sistem başlangıç senaryoları oluşturulabilir ve daha detaylı davranışsal ve sistem işletmesi kararları ile sezgisel modeller ortaya çıkartılabilir.

Bu seviye az sayıda alt sayaç ile baş-



**Enerji Tasarruf Döngüsü - 2**

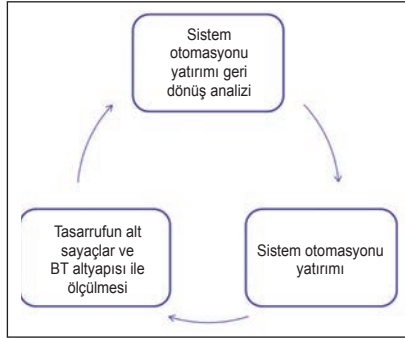
lanabileceği ve analiz ilerledikçe ve fayda ortaya çıktıkça ölçülebilir faydalar sağlayacak ve yatırım geri dönüşü imkân verecek şekilde daha çok sayacın kurulması şeklinde yürütülebileceği için açık bir şekilde iteratif bir süreçtir. Bu şekilde, bir sistemin daha çok alt sisteminin analizi (örneğin ısıtma-soğutma-havalandırma sisteminin kat-kat analizi) ya da daha geniş bakışlı incelemesi (ısıtma-soğutma analizine aydınlatmayı da katmak gibi) ile analiz ve eylemler daha da derinleştirilebilir.

Bu fazda, detaylı ölçümlerin daha derin analizler ve daha güvenilir sonuçlar üretmesi sayesinde enerji tasarruflarının bir önceki faza göre hatırı sayılır bir şekilde artacağı açıktır.

## C- Enerji Tasarrufu Üçüncü Döngüsü

Bu döngüde detaylı alt sayaç ölçümleri kullanılarak otomasyon sistemi yatırımları analiz edilir ve uygulanır. Otomasyon sistemleri ısıtma-soğutma, aydınlatma ve diğer elektromekanik ekipmanın işletmesinin, enerji tüketimi optimizasyonu sağlayacak şekilde objektif bir fonksiyona bağlı olarak otomatikleştirilmesine imkân verir. Otomasyon, elle yapılan işletme ayarlarına göre tahmini zor olamayan nedenlerle daha yüksek seviyede enerji tasarrufuna imkân verecektir.

Bu fazda, enerji alt sayaçları bir yatırım modeli oluşturulması ve geri dönüş analizi için gerekeceği gibi aynı zamanda

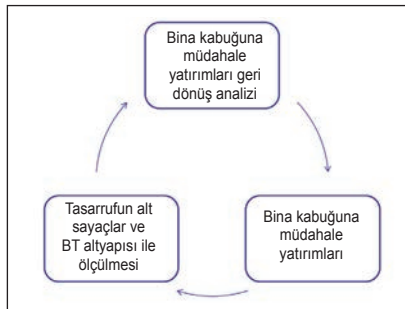


**Enerji Tasarruf Döngüsü - 3**

gerçek zamanlı sistem çıktı değerlerinin optimizasyon kontrol algoritmalarına gerçek zamanlı geri besleme sağlayabilmesi için de gereklidir.

### D- Enerji Tasarrufu Dördüncü Döngüsü

Bu fazda, binaya yapısal müdahale yatırımlarının analizi ve değerlendirilmesi yapılır. Bina yapısal yatırımları; bina yalıtımı, ısıtma-soğutma-havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin değişimi gibi yatırımlardır ve binanın sıfır enerjili bir binaya doğru evrimleşmesinin yolunu açarlar. Bu faz genellikle alt sayaçlardan detaylı ölçümler gerektiren bir finansman modeli yaklaşımı oluşturulmasını gerektirir.



**Enerji Tasarruf Döngüsü - 4**

## 3- ENERJİ YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ

Geçtiğimiz on yılda enerji alt sayaçları devrimsel olarak nitelendirilebilecek değişimler geçirdiler. Çok hassas ölçümler yapabilmenin yanı sıra artık ölçülen veriyi

internete / buluta gönderme ve Enerji Yönetim Sistemi kullanıcılarına harekete geçmelerini sağlayacak bilgiyi çok kısa süre içerisinde sağlama imkanına sahipler. Güvenli bir şekilde bilgiye erişim bulut hizmetleri sayesinde her yerden mümkün ve kişiye/işletmeye özel hale getirilebilen raporlama ve veri analizi algoritmaları yukarıda anlatılan dört döngüye uygulanabilir enerji verimliliği eylemlerini destekler durumdadır.

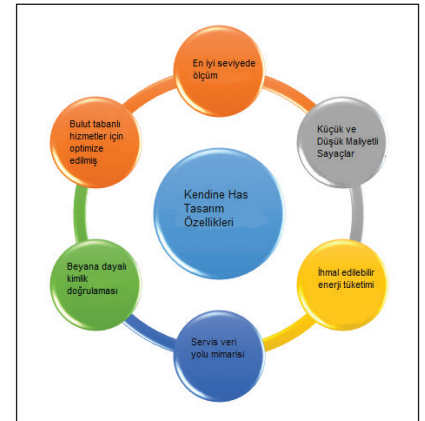
### A- Web Özellikli Enerji Alt Sayaçlarının Özellikleri

Web özellikli elektrik alt sayacı, çok hassas gerçek zamanlı elektrik ölçümleri yapabilen bir cihazdır. Elektrik ölçümleri terimi ile bir kurulumun (ev, ofis, endüstri vb.) elektriksel davranışları ile ilgili ölçümleri kastediyoruz. Bunlar voltaj, akım, güç faktörü, reaktif güç vb. olabilir. Bu ölçümler, önceden belirlenen sürelerde ya da talep üzerine ölçüm cihazından kablosuz olarak daha yüksek seviye bir uygulamada görüntülenmek, analiz edilmek üzere iletilir.

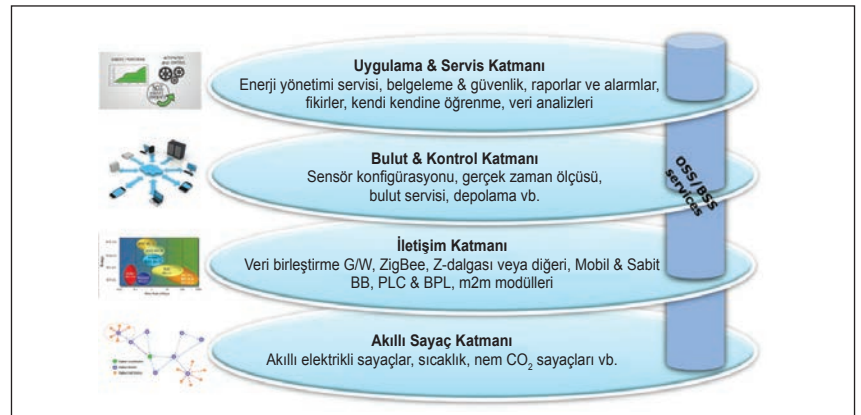
Her bir alt sayaç dakikada birden fazla örnek alma ve %1'in altında hata ile ölçüm yapma yeteneğine sahiptir. Meazon'un enerji izleme cihazı üç fazlı olduğu gibi, tek fazlı uygulamalarla da uyumludur. Ayrıca bazı yükleri uzaktan kontrol edilebilme ve işletme takvimini

belirlemek amacı ile dahili açma kapama rölelerini de içerebilir.

Enerji alt sayaçları ve veri toplama cihazı arasındaki iletişim, kurulumda zaman ve para kazandıracak şekilde kablosuz bir protokol üzerinden sağlanmaktadır. ZigBee düşük maliyetli, düşük enerji tüketimli bir kablosuz mesh tipi ağ standardıdır. Düşük maliyet, teknolojinin kablosuz kontrol ve izleme uygulamalarında geniş bir uygulama alanı bulmasına imkan tanımaktadır. Düşük enerji tüketimi ise sisteme daha küçük bataryalar ile daha uzun ömür sağlamaktadır. Mesh tipi ağlar yüksek güvenilirlik ve geniş bir erişim alanı sağlarlar. ZigBee ağ katmanı, yıldız, ağaç ve jenerik mesh tipi network topolojilerini doğal olarak destekler.



**Alt Sayaç Tasarım Karakteristikleri**



**Enerji Yönetim Bilgi Sistemi**

## B- Yerel Veri Toplama İletişim Karakteristikleri

Alt sayaç ve sensörlerden verinin toplanması için aşağıdaki iletişim özelliklerine sahip bir yerel veri toplama cihazı (ağ geçidi) kullanılmaktadır:

1. Ölçülen değerlerin, kullanıcı tanımlı aralıklarda HTTP'ye iletimi.
2. Cihazların uzaktan kontrolüne imkan veren (açma-kapama, takvimleme amaçlı) kalıcı web soket bağlantısı.
3. Ölçüm iletimi ve uzaktan kontrol için MQTT yayını/aboneliği
4. MQTT+HTTP otomatik güncelleme özelliği. (MQTT duyurusu cihazları yeni versiyonların varlığı konusunda bilgilendirir ve cihazların yine MQTT aracılığı ile duyurulan URL'lerden bunları indirmeleri ve kurmaları sağlar).
5. ZigBee ağının kurulumunu kolaylıkla ve hızla izlemek için yüksek frekanslı ölçüm izlemesi yapabilen ve ağ geçidi ile ZigBee ağı üzerinde idari görevler (IP konfigürasyonunun belirlenmesinden ray tipi cihazlarda her bir fazın görevinin belirlenmesine kadar) yürütülebilen yerel HTTP sunucusu.

Yukarıdakiler haricinde ağ geçidi, ölçümleri periyodik olarak yerel bir SQLite veritabanında depolar. Depolama aralıkları, iletim aralıkları ile senkronize edilebilir. Böylelikle iletimlerin başarısı güvence altına alınır, başarısız olanlar tekrarlanabilir.

Güvenlik / teknik ya da idari nedenlerle bulut servislerine erişim imkanı olmayan çeşitli uygulamalarda veritabanı kayıtları offline / yerel amaçlarla da kullanılabilir ve doğrudan erişilebilir ya da çeşitli formatlarda (ör. CSV) ihraç edilebilir. Bu sonradan işleme ya da analiz imkanı veren yüksek frekanslı ölçümlerin yapılmasına da imkan tanır.

Ağ geçidi etherhet, 3G/GPRS, Wi-fi geçit arayüzlerini her tür ortamda, en düşük maliyetle çalışabilmek amacıyla desteklemektedir.

## C- Bulut ve Kumanda Katmanı Karakteristikleri

Ağ geçidi; ölçümleri biraraya getirir ve bunları işlenmek üzere bulut bazlı bir yazılıma gönderir. Bu hizmeti barındıran bulut altyapısı açık, esnek ve hiç bir hata noktası olmayacak şekilde güvenilir olmalıdır. Meazon'un bulut hizmeti Microsoft Azure tabanlıdır. Sürekli olarak birden fazla web hizmeti süreci açık tutulmakta ve müşteri kurulumlarından gelen ölçümleri dinlemektedirler. Azure, müşteri sayısı arttıkça daha fazla web sürecinin sorunsuz olarak eklenmesine imkan tanımaktadır. Bulut yazılımına ulaştıklarında ham ölçümler bir veritabanında depolanmaktadır. Bunu takiben, raporların oluşturulması ve diğer analizler için depolanan ölçümler işlenmektedirler. Bulut katmanı, müşteri ve altyapısı arasındaki açma-kapama, takvim komutları gibi kumanda mesajlarını yönlendirmek üzere başka bir web hizmeti kategorisini de barındırmaktadır. Bulut ve kumanda katman altyapıları 7x24 çalışır haldedir.

## D- Uygulama ve Hizmet Katmanı Karakteristikleri

Nihai müşteriler, iş ortakları, entegratörler ve enerji hizmet şirketleri web portalı aracılığı ile kurulum yapılmış sistem(ler) üzerinde tam bir kontrole sahip olabilmektedirler. Ölçüm tarafında, yetkilendirilmiş bir nihai kullanıcı kurulu olan sayaçların çalışma durumlarını kontrol edebilir, anlık güç, toplam enerji, günlük enerji tüketimi gibi gerçek zamanlı göstergeleri inceleyebilir, bir sayacın tüm ölçüm tiplerinin farklı zaman aralıklarındaki toplamalarını karşılaştırabilir, birden fazla sayacın aynı zaman periyodundaki ölçümlerinin biraraya getirilmiş toplamaları karşılaştırabilir ve çeyrek/saat/gün/ay/yıl süreli raporları herhangi bir sayaç grubu için oluşturabilir. Finansal tahmin ve öngörüler, bina enerji ayakizi, baz yük analizi, pik yük analizi, PV ve HVAC sistemlerinin sıcaklıkla ilişkilendirilerek, izlenmesi, teknik

bilgisi olmayan çalışanlara bile değerli ve eyleme geçirici bilgi sağlayabilmektedir.

Kontrol tarafında ise yetkilendirilmiş bir nihai kullanıcı, bir sayacı açıp kapatabilir. Dahası, belirli bir periyottaki enerji tüketimi ayarlanan seviyeleri aştığında uyarı mesajlarını (SMS ya da e-posta) tetikleyen kurallar tanımlayabilir. Zaman periyotları ve sınırları tamamen kullanıcı tanımlıdır. Nihai kullanıcılar, iş ortakları, entegratörler ve enerji hizmet şirketleri ilgili altyapılarına GOOGLE hesap bilgilerini kullanarak güvenli bir şekilde erişebilirler. Facebook, MSDN gibi ilave kimlik sağlayıcılar desteği de hazırlanmaktadır.

## 4- SONUÇLAR

Bir hizmet olarak enerji yönetimi, azalan enerji faturaları ile sağlanan nakit akımı optimizasyonu ve seneler içerisinde artan katma değer sayesinde binalar için yüksek değer yaratabilir. İlk yatırım çoğunlukla düşük maliyetlidir ve proje küçük ölçekli olarak başlatılıp, binalar için faydalar ortaya çıktıkça büyütülebilir.

Akıllı alt sayaç katmanı, iletişim katmanı, bulut ve kumanda katmanı ve hizmet katmanından oluşan enerji yönetim platformu, bu değer yaratım sürecini desteklemesi açısından önemlidir. Açık, IP bazlı, maliyet etkin ve büyüdükçe öde yaklaşımı, bu tür hizmetlerin daha hızlı benimsenmesine imkan vermektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2007, DOE/EIA-0383(2006) (Washington, DC, February 2007)
- [2] K.B. Janda, J.F. Bush, World Status of Energy Standard for Building, Energy, vol. 19 no. 1, 1994, pp. 27-44.
- [3] R. Berkebile, F. McLennan, The Living Building, The World & I, vol.14, no. 10, October, 1999, p. 160. 🏠