

ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE KOMPANZASYON ÇÖZÜMLERİ

Yiğit ÖZŞAHİN

Entes Elektronik Cihazlar İmalat ve Ticaret A.Ş.

yozsahin@entes.com.tr

ÖZET

Artık hepimiz, enerjinin üretim ve tüketim şeklini değiştirmeye başlamazsak geri dönüşü olmayan bir çevre kriziyle karşı karşıya kalacağımızı anlamış bulunmaktayız. Enerji üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazı emisyonları küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli nedenleri arasındadır. Dünya'da enerji tüketiminin bu şekilde devam etmesi durumunda 2020 yılında fosil yakıt kaynaklarının yarısının tüketilmiş olacağı tahmin edilmektedir. Şu anki teknolojik gelişmeler doğrultusunda alternatif kaynaklarla artan talebi karşılamak çokta makul maliyetlerde değildir. Bu yüzden enerjiyi verimli kullanmak ve buna bağlı olarak üretimdeki birim maliyetlerin düşmesi akıllıca yatırımlar olarak görülmektedir. Kullanılan enerjinin miktarı kadar kalitesi ve türü de önem teşkil etmektedir. Dağıtım şebekelerinin kapasitelerinin düzenlenmesi ve ek maliyet getirecek uygulamaların önüne geçebilmek için elektrik enerjisinde aktif, kapasitif ve reaktif güçler, harmonik ve demand gibi özel parametrelerinde ölçülüp yönetilebilmesi gerekmektedir.

Enerji verimliliği nedir?

Üretim süresini, kaliteyi, performansı, iş güvenliğini ve çevresel etki seviyesini koruyarak veya iyi yönde geliştirerek aynı seviyede veya daha fazla üretim miktarı için harcanan enerji miktarını azaltıcı her türlü proses, teknik veya ekipman yatırımı Enerji Verimliliği (EV) Yatırımı olarak tanımlanmaktadır.

Enerji tasarrufu, üretimde, konforumuzda ve iş gücümüzde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır. Enerjinin akıllıca kullanılması, kayıpların en aza indirilmesi, aynı enerji ile daha çok iş yapılması sektörel rekabet için önemli kriterlerdir. Bu şekilde, üretici konumundaki sanayi tesisi ya da endüstriyel işletme aynı miktardaki mal veya hizmetleri daha az enerji veya aynı miktar enerji ile daha çok mal ve hizmet üreterek, ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü artırabilir. [1]

Endüstride ürün ve/veya hizmet kalitesini düşürmeden piyasa fiyatlarında rekabet etmenin yolu "maliyetleri azaltmaktan" geçmektedir. Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının üretim başına kaliteyi düşürmeden, uluslararası alanda rekabet gücünü artırmayı sağlamaktadır. Enerji, ülkelerin ekonomik gelişmelerinin ve sosyal refahın oluşturulmasında belirleyici ve kritik bir konuma sahiptir.

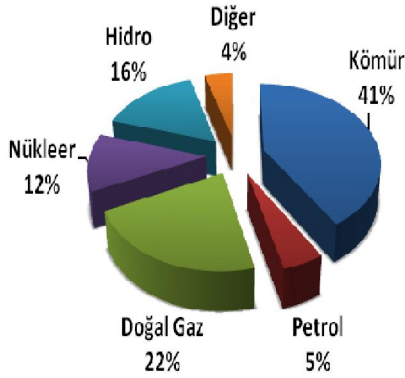
Ülkemizde, enerjinin yoğun kullanıldığı sektörlerde %20-30 dolayında enerji tasarruf potansiyeli olduğu bilinmektedir. Sektörlere göre dağılım, Sanayi \geq %20, Bina ve Hizmet \geq %30, Ulaşım \geq %20 dir.

% 15'lik elektrik tasarruf potansiyeli geri kazanıldığında 6,5 milyar TL 'lik doğal gazlı santral yatırımı önlenebilir. Böylece yılda 3,0 milyar USD' lik doğal gaz ithal edilmeyebilir.[2]

Neden enerjiyi verimli kullanmalıyız?

Küresel olarak bakıldığında azalan fosil yakıtlar, artan enerji maliyetleri enerjiyi

verimli kullanmak için göz ardı edilemeyecek nedenler olmuştur. Küresel ısınma ve çevreye yapılan zararları azaltmak için ülkeler karbon salımlarını kontrol altına almak üzere Kyoto protokolünü imzalamışlardır. 2011 senesi için dünyada elektriğin üretiminde kullanılan kaynaklar yüzde olarak aşağıdaki grafikte verilmiştir. [5]



Şekil 1 2011 senesi için dünyada elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar
**Diğer jeotermal, güneş, rüzgar, biyoyakıt, çöp ve ısı gibi kaynakları içerir.

Elektrik üretimi için yaklaşık %68 lik bir kısım küresel ısınmaya sebep olan ve çevreyi zararlı etkileyen gazları ortaya çıkartmaktadır. Bunların kullanımın azaltılması için alternatif kaynaklar bulmak ve kullandığımız elektrik enerjisini verimli kullanıldığından emin olmamız gerekmektedir.

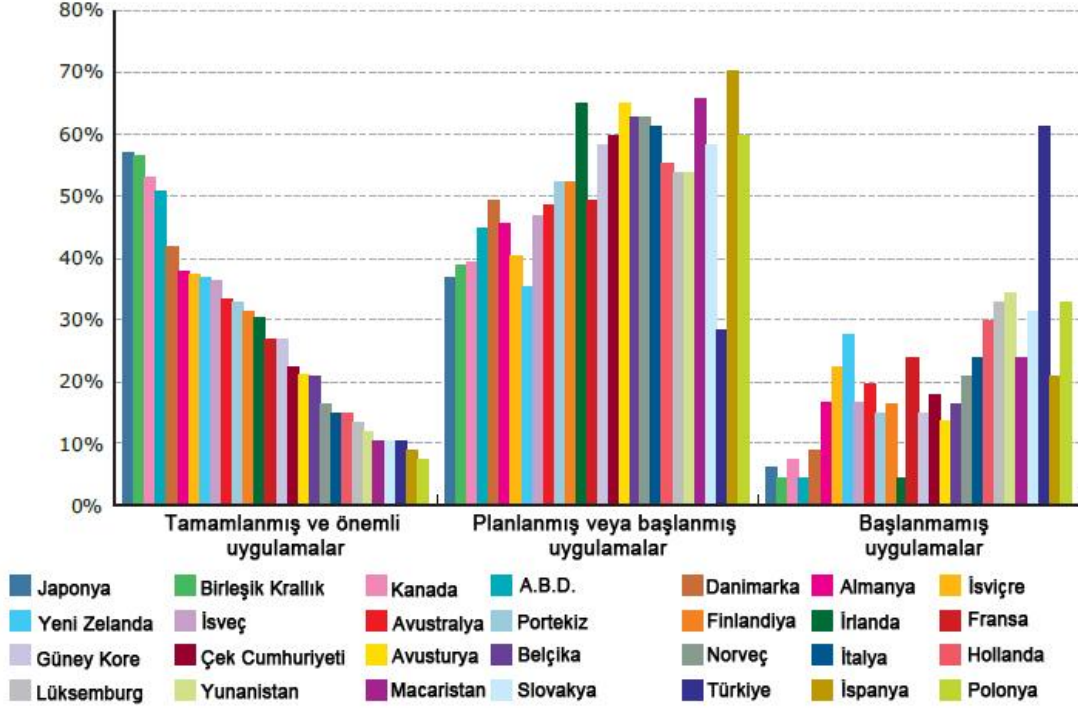
Gelişmekte olan bir ülke statüsünde olan Türkiye'nin şu anda ve ileride hızlıca artacak enerji talebini karşılayacak doğal kaynakları yetersiz kalmaktadır. Enerji talebinin hızlıca arttığı Türkiye'de bu kaynaklar konusunda aynı zamanda büyük oranda dış ülkelere bağımlıdır. 2011 yılında kullandığımız enerjinin %70'ini yurtdışından satın alarak 54 milyar dolar döviz ödemekte olduğumuzu, bu rakamın da cari açığın

yaklaşık %69'una denk gelmektedir. Aynı zamanda 2035 yılına kadar enerji tüketiminde dünyanın yüzde 40 büyüyeceğinin tahmin edilmekte, Türkiye'nin ise önümüzdeki 11 yıl içerisinde enerjide yüzde 100' lük bir büyüyeceği öngörülmektedir.[3]

Enerji maliyetini azaltmak ve karbon salınımı düşürmek için 2007 senesinde Enerji verimliliği kanunu yayınlayarak hedefler belirlemiştir. 2009 senesinde Kyoto protokolünü de imzalamıştır ve bu anlaşma şartlarını yerine getirmekle hükümlü kılmiştir. Bu çalışmaların amacı cari açığı artıran enerji masraflarını azaltmak, üretimde birim maliyeti düşürmek, ülke olarak karbon salınımı azaltmak ve hızla artan enerji talebini karşılamak olarak özetlenebilir.

Şirketler artık küresel pazarda açık rekabet koşullarında üretim ve satış yapan markalar konumdadırlar. Bu şartlarda enerji tüketimleri daha az olan ve buna bağlı üretimdeki birim maliyeti azaltan kuruluşlar avantajlı konuma gelmektedir. Türkiye'nin de üye olduğu 28 ülkenin ortak değerlendirildiği Uluslararası Enerji Kuruluşu (IEA) raporunda ülkelerin uyguladığı enerji verimliliği tavsiyeleri bulunmaktadır. 2009 senesine ait rapordaki verilerden hazırlanan bir grafik aşağıda yer almaktadır.[6]

28 üye ülkenin IEA tarafından tavsiye edilen enerji politikalarını uygulama durumu



Şekil 2 IEA tavsiyelerinde ülkelerin durumu

Bu grafikte Türkiye'nin geri kalan 28 ülkeye göre yapabileceği potansiyel enerji verimliliği uygulamaları en yüksek seviyededir. Yani enerji verimliliği projeleri uygulayarak artıya çevirebileceğimiz potansiyel açısından en iyi ülke konumunda bulunmaktayız. Şu ana kadar yapılmış ve yapılması kesinleşen yatırımlarından öbür üye ülkelere göre eksik kaldığını anlamaktayız.

Çevreyi korumak adına yapılan bu uygulamalar şirketler tarafından aynı zamanda bir pazarlama stratejisi olarak kullanılmaktadır. Çeşitli kurumlardan alınan çevreye duyarlılık sertifikaları, enerji denetimleri ve sözleşmeler tüketicilere her geçen gün daha fazla pazarlanmaktadır. Algımızı değiştirmeye yarayan televizyonlarda ve yazılı basında, şirketlerin çevre için yaptıklarından dolayı aldıkları

ödülleri çokça görmemizin sebebi bu markaların ürünlerini tercih etmemiz için yapılan yönlendirmelerdir. Çünkü tüketiciler enerjiyi verimli kullanarak çevreyi daha fazla düşünen markaları tercih etmektedirler.

Rekabetin çok yoğun yaşandığı piyasada bu kesimde yer alan tüketicilere ulaşabilmek ve çevreye duyarlı bir marka algısını oluşturmak firmalar tarafından yoğun olarak kullanılan pazarlama taktiğidir.

Enerji verimliliği için EPDK mevzuatı

Enerji piyasası denetleme kurulu tarafından düzenlenen 5627 sayılı mevzuat ile Enerji verimliliği için yapılması gerekenler aktarılmıştır:

Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsar.

Enerjinin türünü doğru seçerek enerji verimliliği nasıl sağlanabilir?

Elektrik sistemleri hem aktif hem de reaktif güç tüketirler. Özellikle manyetik alan etkisiyle çalışan elektrik motorları ve trafoların reaktif güç tüketimi yüksektir. Pek çok elektrikli cihazın gereksinimi olan reaktif enerjinin, üretim tesislerinde üretilerek enerji hatları ile taşınması, reaktif enerjinin de enerji hattında aktif enerji gibi bir yer işgal edeceğinden dolayı, hattın taşıyacağı aktif enerjinin kısıtlanmasına, dolayısıyla hat kapasitesinin düşmesine neden olur. Bu nedenle reaktif enerjinin hatlarda taşınması rantabl değildir. Reaktif gücün aktif güce olan oranının artması dağıtım hatlarından aşağıdaki problemleri ortaya çıkartmaktadır. [4]

- Akım genliğinde ortaya çıkan artışı nedeniyle aktif güç kaybı artar
- Hatlarda, transformatörlerde, iletim hatlarında ve jeneratörlerde gerilim düşümü artar
- Hattın aktif güç taşıma kapasitesi azalır [4]

Bu sorunları ortadan kaldırmak için reaktif tüketimi dengeleyen kompanzasyon sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Dağıtım şebekelerine ek maliyet getirecek ve

verimsizlik ortaya çıkartacak bu sorun, kullanıcıların kendi elektrik panolarına kompanzasyon sistemi kurmaları ile çözülebilir.

Reaktif enerji çoğunlukla dönel bir manyetik alan oluşturmak için kullanılır. Nihai kullanıcılar, yönetmeliklerde belirtilenler, kullandıkları aktif enerjinin belli bir yüzdesinden fazla reaktif enerji tükettiklerinde, bu reaktif tüketim bedelini ödemek zorunda kalırlar. Reaktif enerjinin belirtilen oranlardan fazla kullanımı, elektrik dağıtım şebekeleri ve kullanıcılar için enerjiyi verimli kullanamadıkları anlamına gelir ve ek masraf yaratır. Kullanıcılar enerjiyi kaliteli kullanmak ve cezai yaptırımlardan etkilenmemek için kompanzasyon sistemleri kullanırlar.

Reaktif / Aktif Enerji oranları sınır değerleri %	
Endüktif Oran	Kapasitif Oran
<= %20	<= % 15

Tablo 1 Reaktif- Aktif enerji oranları

Bir kompanzasyon sistemi temel olarak şu bileşenlerden oluşur.

- Kondansatör: Sistem için gerekli olan kapasitif etkiyi oluşturur.
- Şönt reaktör: indüktif yük ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmıştır.
- Harmonik Filtre: Sistem üzerinde oluşan harmonik akımlarına karşı kondansatör empedansı artırır, rezonans frekansı kaydırılarak ana harmonik akımların oluşturduğu frekansların altında tutar.
- Kontaktörler: Kondansatörleri devreye almak için yardımcı eleman olarak kullanılır.
- Akım trafosu: Primer akım ile sekonder akım arasındaki faz farkı sıfır derece olan bir ölçü transformatörüdür, Rölelerin ve ölçü aletlerinin yüksek gerilim sisteminden yalıtımını sağlarlar.

- Reaktif Güç Kontrol rölesi: sistemin reaktif ve aktif tüketimleri kontrol ederek gerekli kondansatörleri ve şönt reaktörleri otomatik olarak devreye alır, kullanıcıların enerjisi verimli kullanılmasını sağlar ve reaktif bedel ödemekten kurtarır. Bunlara ek olarak şebekenin elektriksel parametrelerini de ölçer ve enerjileri kayıt eder.
- Enerji İzleme Yazılımı: Kullanıcı bu yazılım aracılığıyla saatlik, günlük, aylık tüketimlerini detaylı bir şekilde görebilir ve cezai durumlara düşmemek için müdahale etmesi gereken kompanzasyon sınırını belirleyebilir.

Enerji verimliliği uygulamaları nasıl başlatılır?

Enerji verimliliği sağlayabilmek için sanayide ve işletmelerde kullanılan elektriği ve kalitesini öncelikle ölçmek gerekmektedir. Şebekeden kullanılmış olduğumuz elektrik enerjisinin kalitesinin ölçümünde sayaçlar yetersiz kalmaktadır. Elektriksel parametrelerin ölçümlerinin detaylı şekilde yapılması gerekmektedir. Detaylı elektriksel parametrelerin ölçümleri analizör kullanarak öğrenilebilir ve kaydedilebilir.

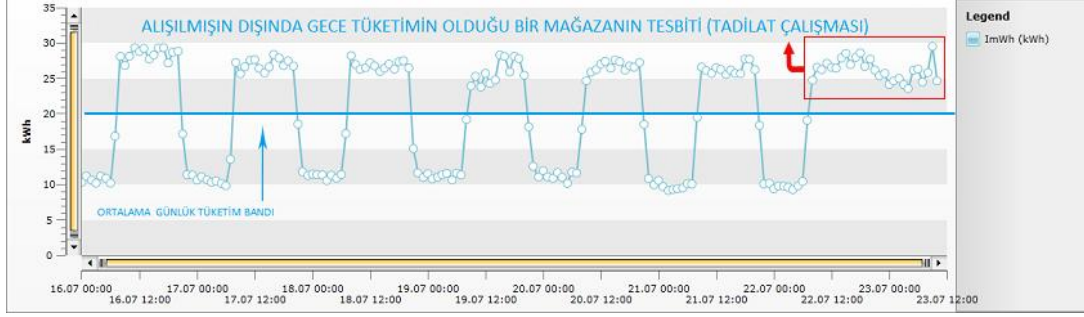
ÖLÇÜLEN PARAMETRELER			
Faz – Nötr Gerilimleri (V_{LN})	Nötr Akım (In)	Aktif Güç (P)	Aktif Enerji- Import (kWh veya MWh)
Faz – Faz Gerilimleri (V_{LL})	Toplam Akım ($\sum I$)	Reaktif Güç (Q)	Aktif Enerji- Export (kWh veya MWh)
Ortalama Faz – Nötr Gerilimi	Güç Faktörü (P.F)	Görünür Güç (S)	İndüktif Reaktif Enerji (kVArh veya MVArh)
Ortalama Faz – Faz Gerilimi	Cos ϕ	Toplam Aktif Güç ($\sum P$)	Kapasitif Reaktif Enerji (kVArh veya MVArh)
Maks. Demand	Frekans (Hz)	Toplam Reaktif Güç ($\sum Q$)	Gerilim- Akım Harmonikleri Ayrı Ayrı
Faz Akımları (IL)	Maks. / Min. Değerler	Toplam Görünür Güç ($\sum S$)	

Tablo 2 Ölçülen parametreler

Kullanılan enerjinin kalitesi işletmelerde bulunan makine ve sistemler için önem taşımaktadır. Çünkü kalitesiz enerji bu sistemlerin verimli çalışmasına engel olacaktır. Elektrik enerjisinin kalitesini ve tüketimleri ölçülmeden işletmelerin verimi bilinemez. Düşük verim yüksek maliyet demektir, buda enerjinin boşa harcanmasıdır.

Ölçülen bu elektriksel parametrelerin kaydedilmesi ve geriye dönük değerler ile karşılaştırılması gerekmektedir. Bunun için dijital ölçüm yapan analizörlerin

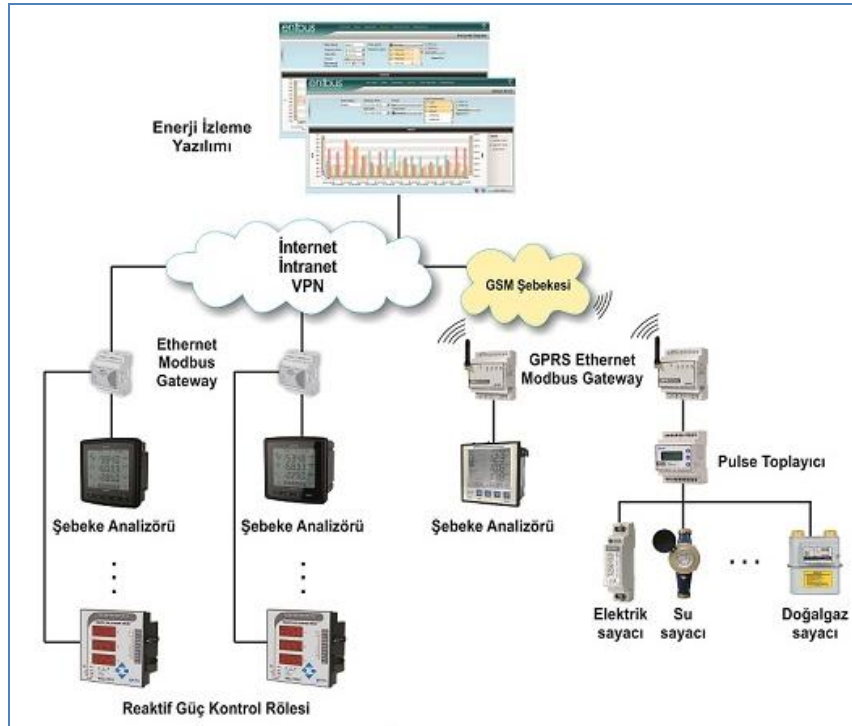
haberleştirilerek bir yazılımda tanımlanması ve ölçülen bu parametrelerin analizler için raporlandırılması önem taşımaktadır. Çünkü enerjiyi verimli kullanmak için öncelikle tüketimi analiz etmek gerekmektedir. Kullanılan yazılımın detaylı raporları sunması beklenir. Aşağıdaki raporda ortalama tüketim ve aşırı tüketim değerlerinin olduğu grafik raporu görülmektedir. Bu tip bir sistem kullanarak enerji verimliliği sağlanır ve bu durum kalıcı kılınır.



Şekil 3 Örnek bir ortalama tüketim analizi raporu

Uzaktan enerji izleme yazılımları ile harcamış olduğunuz enerjiyi anlık olarak takip edebilirsiniz. Sistem analiz raporları, kullanıcıya, izlenen değerleri anlaşılır grafikler halinde sunarak işletmenin enerji röntgenini çekmesini sağlar. Bu yazılımlara web tarayıcısı üzerinden kullanıcı adı ve şifre girilerek kolaylıkla erişim sağlanmaktadır. Başka bir yöntem olarak kullanıcıların kendi donanımlarına bu

yazılım kurulmaktadır. Sanayi kuruluşlarına kurulacak bu ölçme ve uzaktan izleme sistemleri enerji verimliliği için gerekli olan hamleleri yapabilmeye olanak sağlar. Bu sistemler işletmelerde yer alan makinelerin üretimde ne kadar verimli çalıştığını da tespit edebilir ve verimsiz çalışan cihazları, makineleri tespit ederek gerekli iyileştirmeler yapıldıktan sonra enerji masraflarını azaltmaktadır.



Şekil 4 Enerji izleme sistemi

Yapılan uygulamalarda çözümlenen problemler ve alınan sonuçlar

Türkiye’de kamu kuruluşlarına enerji bakanlığı tarafından gönderilen bildiriye “Enerji verimliliği” projesi adı altında verimlilik, 2014 yılında %10 ve 2023 yılında %20 olarak belirlenmiştir. Bu projede tüketicilerin enerji ölçümleri gerçekleştirmeleri, kayıt etmeleri ve hedeflenen enerji verimliliği değerlerini yakalamak için yapılan uygulamaları raporlarla belgelendirmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın yapıldığı ilk üniversitelerden biriyle ortak çalışma ile gerekli noktalara kompanzasyon röleleri ve analizörler yerleştirilmiştir. Bu dijital ölçüm cihazlarının anlık olarak izlenebilmesi için enerji yönetimi sistemi ile haberleştirilerek gerekli raporlar elde edilmiştir. Genel olarak üniversitenin kullanmış olduğu elektriğin kalitesi için trafodaki frekans, gerilim, demand ve harmoniklerin ölçülmesi ve ileriye dönük genişleme planındaki elektrik alt yapı gereksiniminin hesaplanabilmesi gerekmektedir.

Çözüm olarak aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiştir:

Üniversite tarafından yapılan verimlilik çalışmalarında, binaların tüketimleri aylık olarak kayıt altına alınmıştır. Bu verilerin yaz-kış, öğrenci varken-yokken için karşılaştırmaları yapılmıştır. Yıllık analiz sonucunda havalandırma, aydınlatma ve jeneratör kontrolü yapılarak bu sistemlerin enerjisi verimli olarak kullanmaları sağlanmıştır.

Şebeke Analizörleri ile hassas ölçümler yapılarak gerekli frekans, gerilimler ve demand değerleri kaydedildi, alınan raporların analizi yapıldı. Üniversitedeki testler için kullanılan pahalı deney cihazlarının, harmonikler ve aşırı yüklenme gibi sorunlardan bozulmaları önlenmiş. Seçilen elektriksel parametrelerden alarm

oluşturularak sistemin bakım onarım faaliyetleri düzenlenmiştir.

Tesisleşme açısından yükün gece, gündüz, hafta içi ve hafta sonu gibi zaman dilimleri izlenerek yeni yapılanma için gerekli trafo yükü hesaplanmıştır.

Bu projenin sonucunda aylık 750.000 TL elektrik faturası ödeyen üniversite “Enerji Verimliliği” projesi hedefleri olan %20 tasarruf ile ayda 150.000 TL daha az ödemektedir.

Okullardaki problemler ve amaçlar:

Bir ilimizde bulunan okullarda aydınlatma, bilgisayar, klima, UPS vb. enerji tüketimi yüksek olan noktalarda enerji verimliliğine yönelik çalışmalar başlatıldı. Fakat bu çalışmalar aktif bedelin düşmesini sağlarken, reaktif bedelin de artmasını beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği çalışmaları yapılırken kompanzasyon sisteminin gözden geçirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Aksi takdirde ödenecek reaktif bedel, aktif bedelden yapılacak tasarrufu aşacaktır. 19 okulda 2011 yılı için 37.000 TL, 2012 yılı için ise 40.000 TL’lik reaktif bedel ödeniyordu.

Çözüm olarak aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiştir:

20 kVA, 30 kVA, 40 kVA, 50 kVA güçlerinde Kompanzasyon sistemi kurularak ilk olarak 19 okulun mevcut panoları revize edildi. Panosu olmayan okullara güç analizi yapılarak sıfırdan kompanzasyon sistemi kuruldu.

Yıllık olarak ödenen faturanın %33’ü oranındaki reaktif bedel ortadan kaldırılarak, 2013 yılı itibariyle 38.000 TL’lik bütçenin başka yatırım projelerinde kullanılması sağlandı.

Ayrıca haftada bir kez tüm okulların kontrolü için ayrılacak zaman; 19 nokta X 1 saat = 19 saat aylık, yıllık 19 saat X 52 hafta= 988 saatlik iş gücü kaybı ortadan kalmış oldu.

Zincir mağazada yaşanan problemler ve amaçlar:

Son kullanıcıya hitap eden ürünleri ile müşterilerde olan marka algısına katkı sağlamak için çevre dostu, enerji verimliliği politikalarını desteklemek.

Yaptıkları değerlendirmeye göre mağazanın alanı oranına göre enerji tüketimlerini kWh/m² ve satış cirolarını TL/m² şeklinde raporlayabilmek. Mağazaların tüketimlerini karşılaştırırken, bu birimlerle oluşturulan raporlar üzerinden analiz etmek.

Perakende sektöründe, zincir mağazalar grubu olarak çalışan bir müşterimizin yaklaşık 935 lokasyonda mağazası bulunmaktadır. Dağınık ve çok sayıda lokasyon olması sebebiyle enerji maliyetlerinin manuel olarak takip edilememektedir.

Çözüm olarak aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiştir:

935 lokasyonun izlenmesi için enerji izleme sistemi kullanıcı sunucularına kuruldu ve eğitimleri verilerek sistemin yönetimi müşteriye aktarıldı. Sahada gerekli noktalara elektriksel parametreleri ölçen cihazlar takıldı ve bunlar haberleşme modülü ile internet üzerinden sisteme tanıtıldı.

Şebeke analizörleri ile ayrı ayrı noktalarda yapılan ölçümler doğrultusunda Entbus yazılımının oluşturduğu raporlarda mağazaların genelde enerji tüketimleri %30 Aydınlatma, %30 Soğutma dolapları, %30 Klimalar ve %10 diğer kalemler (Ofisler, prizler gibi) şeklinde analiz edilmiştir.

Yine yapılan tespitlere göre (Yaz ve Kış olarak) ortalama günlük enerji tüketimleri

%55 T1, %25 T2, %20 T3 şeklinde gerçekleştiği anlaşıldı.

Tüketilen toplam enerjinin %30'u olan "Soğutma dolaplarının" gece müşteriye kapalıyken yalıtım amacıyla perde ile kapatılarak verimli soğutma elde edilmiştir. Deneme olarak dolaplara kapak takılarak da enerji tüketimi izlenmiş ve tasarruf sağladığı anlaşılmıştır.

Tüketilen toplam enerjinin %60'ı olan "Klimalar ve Aydınlatma" sistemlerinde tüketimi azaltmak için belirlenen saat aralığı dışına açık unutulmuş cihazlar için Entbus yazılımında alarm oluşturuldu.

Mağazanın alanı oranına göre enerji tüketimlerini kWh/m² ve satış cirolarını TL/m² şeklinde raporlar sayesinde benzer mağazalar mukayese edilerek verimsizlikler tespit edildi ve gerekli önlemler alındı.

Enerji tüketiminin 3. en büyük gider kalemi olduğu anlaşıldı. Senelik 110-120 milyon TL maliyet oluşturmaktadır. İlk hedef olarak konulan %1 enerji verimliliği ile senede 1-2 milyon TL kazanç oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

[1] TMMOB Konya şubesi "Enerji tasarrufu", Enerjinin Etkili ve Verimli Kullanımı

[2] Türkiye'de Enerji verimliliği ve tasarruf potansiyeli-Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği

[3] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız'ın konuşması

http://www.eie.gov.tr/duyurular_haberler/h_milyonluk_projeye_destek.aspx

[4] Ahmet KARANCI-EMO İzmir Şubesi (http://www.emo.org.tr/ekler/f33f9a831253704_ek.pdf?tipi=2&туру=X&sube=7)

[5] International Energy Agency 2013 Key World Statistics

[6] International Energy Agency 2009 Implementing Energy Efficiency policies