

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA
ELEKTRİK ENERJİSİNİN SANAYİDE VERİMLİ
KULLANILMASI

Fatih KAYMAKÇIOĞLU*

ÖZET

Bu bildirinin ana konusu "Sanayide enerji tasarruf olanaklarının ortaya çıkarılması"dır. Bunun yanı sıra, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün (EİE) bu konu ile ilgili olarak endüstri tesislerinde yapmış olduğu çalışmalar hakkında bilgiler verilecektir. Ayrıca, elektrik enerjisinin verimli kullanımının, iyi bir kontrol, yönetim ve yeni teknolojilerle nasıl sağlanabileceğinin belirlenmesi ve uygulamaya dönüşü konusunda öneriler de sunulmaktadır.

GİRİŞ

Enerji tasarrufu kavramı, belirli iyileştirme yöntemleri uygulayarak veya yeni teknolojiler kullanarak üretimi ve kaliteyi düşürmeden enerjinin etkin bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. Ülkemizde tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 60'dan fazlası sanayide kullanılmaktadır. Bu nedenle, sanayide enerji tasarrufu ülke açısından büyük önem taşımaktadır. Elektrik enerjisi kullanım, ölçüm, kontrol ve dağıtım kolaylığı nedeniyle diğer enerji çeşitlerinden daha kullanışlıdır. Buna karşın birim fiyatının yüksekliği nedeniyle elektrik enerjisinin maliyeti daha yüksektir. Elektrik enerjisi fabrikalarda prosese bağlı olarak toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 5-25'i arasında yer alır.

1. EİE'nin Enerji Tasarrufu Çalışmaları

Bugüne kadar Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından yapılan enerji tasarrufu çalışmaları sonucunda, ülkemizde, sanayi, bina ve ulaştırma sektörlerinde % 20 - 50 oranında enerji tasarrufu potansiyeli tesbit edilmiştir. Bu potansiyelin ülke ekonomisine geri kazandırılması için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından EİE İdaresi Genel Müdürlüğü içerisinde "Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM)" kuruldu.

UETM'nin Çalışma alanları:

- Sanayide ve diğer enerji tüketim sektörlerinde yürütülen "Enerji Taraması Çalışmaları, Enerji Verimliliği Test Aracı Programı"
- Sanayide Enerji Tasarrufu Eğitim Çalışmaları, Eğitim Otobüsü Programı
- İstatistiksel Çalışmalar
- Tanıtım ve Yayın Çalışmaları

Enerji Verimliliği Test Aracı Programı çerçevesinde, bugüne kadar yaklaşık 40 sanayi kuruluşunda enerji taraması çalışmaları yapılmıştır. Sanayide

EİEİ Genel Müdürlüğü, Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

enerji verimliliği bilincini oluşturmak, enerji tasarrufunun nerelerde yapılacağını ve değerini belirlemek ve fabrikada etkili bir enerji yönetimi oluşturmak amacıyla yürütülen bu çalışmalar çeşitli aşamalardan oluşur.

Bunlar;

- Ön görüşme
 - Fabrikadan veri toplanması ve ölçümlerin yapılması
 - Sonuçların analizi
 - Sonuç raporu
- olarak özetlenebilir.

Yapılan enerji taraması çalışmaları 3-5 gün sürmektedir. Fabrikanın yoğun enerji tüketen yerlerinden ve çeşitli noktalarından ölçümler alınır. Ölçülen değerlerin sonuçları, toplanan istatistikî veriler ve süreçle ilgili bilgilerle birlikte değerlendirilerek bir rapor hazırlanır. Bu raporda, fabrikanın konumu, enerji tasarrufu potansiyeli, boyut ve önlemleri belirtilir. Enerji Verimliliği Eğitim Aracı Programı çerçevesinde, fabrika personeline enerji tasarrufu ile ilgili konularda yerinde ve kapsamlı olarak 1-2 gün süren seminerler verilir.

Ülkemiz sanayi sektöründe enerji verimliliğini arttırmak üzere hazırlanan *Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğinin Arttırılması Hakkındaki Yönetmelik* 11.11.1995 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin amacı; EİE/UETM nin yürüttüğü, eğitim, yayın, enerji tasarrufu etütleri gibi faaliyetleri ile sanayi sektörümüzü enerji tasarrufu konusunda yönlendirmektir. Ayrıca; yeni kurulacak tesislerde, yeni alınacak makinaların enerji verimliliği yüksek olan teknolojilerden seçilmesi, enerji etütlerini yaptırması ve etüt sonuçlarının plan çerçevesinde uygulanması, tesisin kendi enerji tüketimini izlemesi ve bu amaçla tesislerine ölçüm cihazlarını taktırması, otomatik kontrol uygulamaları, elektrik sistemlerinde verimin arttırılması gibi önlemler öngörülmektedir.

Bu yönetmelik kapsamında; yıllık (1 Ocak - 31 Aralık) veya kampanya süresince çalışan işletmeler için, kampanya süresini içine alacak şekilde 12 ay boyunca harcadığı her türlü yakıt, satın alınan hammadde ve elektrik tüketimlerinin toplamı fabrikanın enerji tüketimi olarak kabul edilmiş ve 2000 TEP (ton eşdeğer petrol) ve üzeri enerji tüketimi kapsam içine alınmıştır.

Fabrikalar, enerji tüketimini sağlıklı bir şekilde izleyebilmek için 3 yıl içinde gerekli ölçme ve izleme aygıtlarını temin ederek tesislerine monte edecekler; ana ürünler için aylık bazda birim ürün başına enerji tüketimini izleyecekler ve 3 ana ürünü için yıllık ortalamalarını UETM' ye göndereceklerdir. Ayrıca, belirlenen zaman dilimleri içinde enerji tasarrufu etütlerinin yapılmasını veya yaptırılmasını sağlayarak, sonuçlarını ve 2-5 yıllık uygulama planlarını UETM'ye göndereceklerdir. Bu yönetmeliğe göre, Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) tarafından enerji yöneticisi kursları açılacak ve sertifikaları verilecektir.

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

2 . Elektrik Tasarrufu İçin olanaklar

Sanayi tesislerinde yapılan çalışmalar sonucunda, tasarrufun iki grupta toplandığı görülmüştür.

Bunlar;

- i - Basit işletme önlemlerin alınması,
- ii - Küçük ve orta yatırımların yapılması,

i - Basit İşletme önlemleri İle Tasarruf

Basit işletme önlemleri alınarak enerji tüketiminde verimin artırılması için yapılması gereken işlemler aşağıda çıkarılmıştır.

- Enerji yönetimi programı elektrik faturalarının izlenmesiyle başlar. Düzenli olarak değerlerin tablolanması veya grafiklenmesi aşırı tüketimlerin hemen fark edilmesini sağlayacaktır.
- Kullanılmayan elektrikli aygıtlar kapatılmalıdır. Bunlara örnek fanlar, lambalar, kompresörlerdir.
- Elektrik sistemine ait bir bakım programı oluşturulmalıdır. Elektrikli aygıtlar periyodik olarak bakıma alınmalıdır.
- Personelin enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi için bir enerji yönetimi programı başlatılmalıdır.
- İşletmedeki pik talep değerini düşürmek için yeni bir çalışma programı yapılmalıdır.

ii - Küçük ve Orta Yatırımlarla Tasarruf

Basit işletme önlemlerin yanısıra, elektrik tüketen aygıtlar verimli olanlar ile değiştirilebilir veya tasarrufa katkı sağlayacak ek ekipmanlarla donatılabilir. Tüketimi daha iyi izlemek için ölçme ve kontrol aygıtlarının eklenmesiyle elektrik enerjisinde tasarruf için yeni olanaklar sağlanır.

"Küçük yatırımlar" denince, fabrika içine süzme sayaçların takılması ve aydınlatmada daha verimli armatürlerin kullanılması akla gelir.

"Orta yatırımlara örnek ise, motorlarda kullanılan değişken hızlı sürücüler ve statik yol vericilerdir.

3. Güç Faktörünün Düzeltilmesi

İşletmenin güç faktörü sürekli ve düzenli olarak ölçülmeli ve kompanzasyonun güç faktörü sınırlarına göre yapılmasına önem verilmelidir. Güç faktörü düzeltimi "Dinamik Faz Kaydıncılar" ve "Statik Faz Kaydıncılar" olmak üzere iki şekilde yapılır. Birinci şekil sürekli bakım gerektirmeleri ve şebekeye gereksiz yere reaktif güç yüklemeleri nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedir. Statik Faz Kaydıncılar ise, enerji tüköten birimlere bağlanır. Bu nedenle orta ve alçak gerilim şebekeleri boş yere reaktif güçle yüklenmezler. Kayıpları çok düşüktür ve çok az bakım gerektirirler. Ayrıca, ulaşımı ve tesisi ve montajı kolaydır. Gerektiğinde

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

genişletilerek güç artımına gidilebilir. Bu nedenle kondansatörler, kompanzasyon için en uygun araçlardır.

Kompanzasyon Tesislerinde Dikkat Edilecek Noktalar

- Kompanzasyon tesislerinin otomatik ayar kademeli yapılmaması durumunda (özellikle küçük tesislerde) kompanzasyonun bireysel tüketim noktalarına konulmasına özen gösterilmelidir.
- Gerek bireysel ve gerekse merkezi kompanzasyon tesislerinde, elektrik kesilmesi durumunda bu kompanzasyonun şebeke ile ilişkisini kesecek şekilde gerekli önlem alınmalıdır.
- Kompanzasyon tesisi güç faktörü sınırlarını (0.85-1) kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Aşırı kompanzasyonun tesiste gerilim yükselmesine neden olacağı unutulmamalıdır.
- Kondansatörler devreden çıkarken büyük arklar meydana getirirler. Bu yüzden açma anahtarları çok hızlı olmalıdır.
- Açma sırasındaki arkların kontakları yakmaması için anahtarlar kondansatör akımının 1.25-1.8 katına göre seçilmelidir.
- Başlangıçtaki darbe akımları gözönüne alınarak kondansatör tesislerinde kullanılan iletkenlerin kesitleri belirli bir akım şiddeti için normal tesislerdeki kesitlerden daha büyük seçilmelidir.
- Kondansatör tesislerinde yüksek harmoniklerin etkisi göz önüne alınarak sigorta akımları, nominal kondansatör akımından % 70 kadar daha büyük seçilmelidir. Ayrıca bu nedenlerden dolayı gecikmeli tip sigortalar tercih edilmelidir.

4. Talep ve Tüketim Yönetimi

Fabrikanın maksimum talebi ve yük faktörünü belirlemek amacıyla enerji aldığı noktaya "Enerji monitörü" bağlanmaktadır. Enerji monitörü ile fabrikanın ortalama enerji tüketimi kaydedilir. Monitör, sayaca en az 3-4 gün bağlı kalmaktadır. Çalışmalarda 24 saatlik periyotlar gözönüne alınmaktadır.

Talep yönetiminde; elektrikli cihazların ve yüklerinin kontrolü ile toplam tüketim (kWh) ve maksimum talep (kW) azaltılarak faturalarda tasarruf sağlanır.

Yük faktörü; tüketilen elektriğin, kaydedilen maksimum talep x saat değerine bölümüdür. Bu faktör 0 ile 1 arasında değişir. Yük faktörünün 1 olması tercih edilir. Bu değer düşük olması durumunda talep kontrolü imkanı vardır. Tek vardiyalı bir işletmede yük faktörü 0.25-0.35; ikili vardiyalı bir işletmede 0.50-0.60 arasındadır. Üçlü vardiyalı işletmelerde ise bu değer 0.80'e kadar çıkmaktadır.

Maksimum talep el ile veya otomatik olarak kontrol edilebilir. El ile kontrol tekniğinde; yüklerin çalışma zamanları ayarlanarak daha düzgün dağılım elde edilir.

Bir başka yöntem ise enerji senkronizasyonu ile kısımların bir arada çalışmasıdır. Bu durumda akımı ölçen ölçüm cihazları bir merkezi denetim odasından ya da panodan gözlenir. İzlemeyi yapan kişi ile kapatılacak ekipmanın başındaki kişi arasında iyi bir iletişim olmalıdır. Bu kontrol otomatik olarak da yapılabilir. Otomatik izlemeye, talep önceden belirlenmiş yük değerini geçerse alarm sistemi çalır.

Karmaşık işletmelerde ise, yüklerin sayısı ve özelliği çok farklı olduğu için el ile kontrol zor hatta olanaksızdır. Bu durumlarda otomatik yük kontrolü yapılabilir. Bu durumda, işletmenin pik değeri izlenip, istenen maksimum değer aşıldığında bazı yükler devre dışı kalırlar.

5. Elektrik Motorlarında Enerji Tasarrufu

Motorun üzerindeki etiketindeki sınırlamalara göre çalıştırılmasına dikkat edilmelidir. Motor ömrünü kısaltan ve güvenlik sorunları yaratan bir duruma yol açmamak için aşağıdaki özelliklere uyulmalıdır.

- Motorlar etiketteki gerilimin \pm % 10'undan daha farklı bir gerilimde ve frekanslarda çalıştırılmamalıdır.
- Motorlar etikette yazılı olan değerlerden daha fazla olarak yüklenmemelidir.
- Sıcaklık artışı etikette belirtilen değeri aşmamalıdır.
- Motor tasarımı olmadığı bir ağır çalışma çevriminde çalıştırılmamalıdır.

5.1 Elektrik Motorlarında Tasarruf

Aşağıda, elektrik motorlarında tasarruf sağlayacak bakım önerileri sıralanmıştır;

- Gevşek bağlantı ve oksitlenmiş kontaklar düzeltilmelidir.
- Motorlar hem daha az enerji tüketmeleri hem de ömürlerinin uzaması için temiz tutulmalıdır.
- Aşırı ses ve titreşimler yok edilmelidir.
- Aşınmış yataklar değiştirilmelidir.
- Kayış ve makaralar gerilmelidir
- Motor sargıları temizlenmelidir. Bunun için yumuşak bir fırça ve yavaş tepkimeye giren bir çözücü kullanılmalıdır.
- Motor gücünü aşan trafolar devre dışı bırakılmalıdır.
- Motorun tahrik ettiği aksamlar iyi yağlanmalı ve düzenli olarak bakıma alınmalıdır.
- Aşırı ısınmaya dikkat etmek gerekir. Bu havalandırma eksikliği anlamına veya motorun bozuk çalışması anlamına gelir.
- Yüksek veya düşük gerilim durumu incelenmelidir. Gerilim motorun gerektirdiği kadar olmalıdır.

Motor veriminin artırılmasına yönelik olarak bir kontrol ve koruyucu bakım programı geliştirilmesi gerekir. Son yıllarda motorların verimlerini artırmak amacıyla tasarımlarında çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Geliştirilen yeni tip

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

motorlara "yüksek verimli motorlar" denilmektedir. Yüksek verimli motorların üretimi son 15 yıldır artan enerji fiyatları ile paralel olarak gelişmiştir. Bu motorların fiyatları % 15 - 25 fazla olduğu halde, geri ödemeleri kısa dönemdedir.

5.2 Statik Yolvericiler (Soft Starter)

Güç dengeleyicisi olarak çalışan statik yolvericiler, standart üç fazlı AC indüksiyon motorları için, düşük gerilimli motor kontrol cihazları ve starterleridir. Bu cihazlar;

- Elektrik enerjisi tüketiminde tasarruf sağlamakta,
- Motorun güç faktörünü yükseltmekte,
- Motora yumuşak bir yol verme sistemi sağlamakta,
- Motorun çalışma ısısını düşürmekte,
- Motorun beslendiği gerilimi gereken seviyede tutabilmekte,
- Faz kayıplarından motoru korumaktadır.

5.3 Motorların Tekrar Sarımı

Gelişmiş ülkelerinde yapılan araştırmalar, tekrar sarım işleminin doğru olarak yapılması durumunda, motorların orijinal verimlerini koruyabildiğini göstermiştir. Ancak bu işlem küçük motorlar için genellikle ekonomik olmamaktadır. Motorda yapılan kötü sarımın, motor verimini % 1 - 4 arasında düşürdüğü görülmüştür. Motorların tekrar sarımı yapıldıktan sonra verimini kontrol etmek gerekir. Bir kaydedici ampermetre ile kontrol edilir. Aynı çalışma koşullarındaki akım değerleri ile karşılaştırma yapılır. Motorun kullanımı veya değiştirilmesine karar verilebilir.

6. Aydınlatmada Tasarruf

Enerji tasarrufu sırasında aydınlık seviyesi "luxmetre" ile fabrika içinde ölçülür. Yapılan çalışmalar sonucunda, ne kadar gün ışığından yararlanıldığı ve kontrolün nasıl yapıldığı belirlenir. Işık renginin fabrika üretimindeki etkisi gözönüne alınır. Renk ayırım endeksi yükseldikçe lambaların etkinlik faktörleri düşer. Bu durum enerji tüketimi bakımından ekonomik değildir. Aydınlatılan ortamın renk ayırım özelliği, çalışılan ortamın koşullarına göre belirlenir. Hazırlanan raporda olması gereken aydınlık seviyeleri tablolar halinde verilir ve aydınlatmada verimli (etkinlik faktörü yüksek) ışık kaynaklarının kullanılması ile ne kadar enerji tasarrufu sağlanacağı belirtilir.

Verimli Aydınlatma

Işık kaynaklarının verimli olanlarla değiştirilmesi, enerjide önemli bir tasarruf sağlayacaktır. Verimli ve iyi bir aydınlatma için:

- Yüksek verimli uygun ışık kaynağı,
- Işığı en verimli şekilde kullanan armatürler,
- Armatürün düzenli bakımı,
- Uygun aydınlatma proje tasarımı,

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

- Gün ışığından maksimum düzeyde yararlanabilmek için uygun kontrol sistemlerinin kullanımı,
 - Duvar, tavan ve dekorasyon malzemesinin mümkün olduğunca açık renkli seçilmesi,
 - Aydınlığın ihtiyaca göre seçilmesi,
 - Armatürlerin ışık dağılım eğrisine kumanda eden yansıtıcısıyla verimi %10 ile %15 arasında arttırılabilmekte ve tam kontrol için en verimli durum yansıtıcı-kırıcı kombinasyonları ile sağlanması,
 - Ekonomik olması,
- gibi durumlara dikkat edilmelidir.

Teknolojik gelişmeler aydınlatma alanında da kendini göstermiştir. Bu yeni ürünler klasik ürünlere göre daha pahalı ama ömürleri uzundur.

Evlerde aydınlatmada tasarruf için toplu floresan lambalar (kompakt) önerilebilir. Örneğin 75 Watt'lık akkor flamanlı lambaya karşılık, 15 Watt'lık bir toplu floresan lamba kullanarak %80 tasarruf sağlanabilir. Ülkemizde, bu lambalar, pahalı olması nedeniyle, gelişmiş ülkelere oranla yaygınlaşmamıştır.

Ofislerde en uygun aydınlatma floresan lambalarla yapılabilir. Ofislerde tüketilen toplam elektrik enerjisinin % 50'sinden fazlası aydınlatmaya harcanmaktadır. 38 mm çaplı 20 W, 40 W ve 65 W'lik lambalar yerine, 26 mm çaplı sırasıyla 18 W, 36 W ve 58 W'lik floresan lambalar kullanılmaya sunulmuştur. Ofislerde elektronik balastlı 58 W'lik floresan lambaların kullanıldığı verimli armatürlerle birlikte otomatik kontrol sistemlerinin de kullanılması ile %75 'lere ulaşan enerji tasarrufu sağlanır.

Endüstriyel aydınlatmada:

- Yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine, özel metal halide lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 30,
- Yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine özel yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 40, Yol aydınlatmasında:
- Yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine özel yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 50, Yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılırsa aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 60 , Bahçe ve çevre aydınlatmasında:
- Yüksek basınçlı civa buharlı lamba yerine alçak basınçlı sodyum buharlı lamba tercih edilirse aynı aydınlık düzeyinde yaklaşık % 70, enerji tasarrufu elde edilebilir.

TMMOB 1. ENERJİ SEMPOZYUMU-12-14 KASIM 1996 ANKARA

KAYNAKLAR

- 1- EİE'nin yapmış olduğu çalışmaları
- 2- işletmelerde Enerji Tasarrufu
Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.
Oğuz Arıcan
- 3- Aydınlatma Tekniđi
İ.T.Ü.
Muzaffer Özkaya
- 4- "Kaynak" Elektrik Dergisi
- 5- Konu ile ilgili çalışan şirketlerin katalogları