

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI-I

**Durmuş KAYA¹, Muharrem EYİDOĞAN², Volkan ÇOBAN², Selman ÇAĞMAN²,
Ahmet Serhan HERGÜL¹, Süleyman SAPMAZ¹**

¹Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği ABD, Kocaeli
²Karabük Üniversitesi, Enerji ve Çevre Teknolojileri Birimi, Karabük

e-posta: ¹durmuskaya@hotmail.com, ²muharrem_eyidogan@hotmail.com,
²coban.volkan@yahoo.com.tr, ²selmancagman@gmail.com, ¹serhanhergul@gmail.com,
¹suleyman_sapmaz@hotmail.com

Özet

Enerji verimliliği ülkemiz için öncelikli konu olup hem sektörel rekabeti artıracak hem de ekonomimizin sürdürülebilir büyümesine öncülük edecektir. Gelişmekte olan ülkeler arasında bulunan Türkiye gelişmişlik düzeyinin artması ile birlikte enerji tüketimleri artmakta ve bu kapsamda enerjinin yoğun olarak harcandığı sanayi sektöründe her geçen yıl tüketimler artış göstermektedir. Bu çalışmada endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Çalışmada ele alınan başlıca enerji verimliliği proje uygulamaları: (1) Yüksek verimli motor ve fanların kullanımı, (2) Halojen ve floresan aydınlatma armatürlerinin led armatürler ile değiştirilmesi, (3) Toz emiş fanlarının değişimi ve hat revizyonu, (4) Soğutma suyu pompalarının yüksek verimli pompalarla değiştirilmesi, (5) Fan sürücü uygulaması.

Anahtar Kelimeler: Enerji tasarrufu, yüksek verimli motor, armatür değişimi, absorpsiyonlu chiller, yüksek verimli pompa, sürücü uygulaması, enerji verimliliği.

1. Giriş

Artan enerji ihtiyacı ile enerjinin üretiminden tüketimine kadar her alanda sayısız çalışmalar yürütülmektedir. Başlı başına arz kaynağı olarak görülmesi gereken verimlilik ve tasarruf ülkemizde henüz yeterince değerlendirilememiş ancak buna nazaran oldukça yüksek bir potansiyel sunmaktadır. Üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden enerji yoğunluğunu azaltacak tedbirler hayata geçirilerek birim hasıla üretimi başına enerji tüketimini düşürmek

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının öncelikli hedefleri arasında 2015-2019 stratejik planında yer almaktadır. Enerji verimliliğinin temel göstergesi durumundaki enerji yoğunluğu, ülkenin sanayi yapısını meydana getiren sektörlerle doğrudan bağlantılıdır. Verimlilik alanında yapılan çalışmalarda açık bir şekilde görüldüğü üzere taşıdığı potansiyel açısından enerjinin yoğun tüketildiği tesislerde enerji tasarruf imkanları oldukça fazladır.

Ülkemizde artan gelişmişlik ile yıllık enerji tüketimi her geçen yıl artarak 2014 yılı itibariyle 255 TWh olarak gerçekleşmiştir[1]. Tüketilen enerjinin büyük bölümü başta sanayi tesislerinde olup bu yönüyle üzerinde durulması gereken en önemli alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde tasarruf potansiyeli açısından farklı rakamlar sunulmaktadır. Bu konuda hükümetler nezdinde enerji verimliliği yeni politikalar ve stratejilerle desteklenmektedir[2]. Özellikle doğalgaz tüketimine dayalı olarak üretim yapan sektörler nedeniyle 2012 yılına kıyasla 2013 yılında yalnızca doğalgaz tüketiminde %2'lik artış meydana gelmiştir. Net elektrik tüketiminde ise %47.1 ile 2013 yılı itibariyle sanayi sektörü birinci sıradadır[3].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 stratejik planında amaç 3 kapsamında enerji verimliliğini arttırmak ve yürütülen ve planlanan çalışmalar kapsamında birincil enerji yoğunluğunun 2023 yılına kadar, 2008 yılına göre %20 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu projeksiyon yenilenen 2015-2019 stratejik planında reel hedefler ile güncellenerek performans göstergeleri ile güçlendirilmiştir.

Bu çalışma ile endüstride başarı ile uygulanan bazı enerji verimliliği projelerine dikkat çekmek ve ülkemizde bu projelerin yaygınlaşmasına katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

2. Enerji Verimliliği Uygulamaları

2.1. Kurutma Fanlarının ve Elektrik Motorlarının Verimliliği ile Değiştirilmesi

Bir sanayi kuruluşunda 2 adet kurutma fanı bulunmaktadır. Bu kurutma fanları;

Kurutma-1 fanı; yongalama makinalarından elde edilen makro talaşları ve kurutma yanma hücrelerinden (cehennemlikten) elde edilen ısı ile kurutucu ringinden fan sistemi ile emilen ve ısını talaşa aktaran gazlar ile rutubeti atılmak istenen talaşın pnömatik olarak taşınması için kullanılan ekipmandır. Fanın önünde kurutucu (döner ring) fanın arkasında siklon ve baca gazının yıkandığı sulu filtre bulunmaktadır. Kurutma-1 fanı uzun yıllar çalıştığı için fan ve elektrik motoru verimi düşüktür. Ayrıca, fan ve elektrik motoru arasında güç aktarımı kayış-kasnak ile yapıldığından %4~5'e varan kayıplar söz konusudur. Fan ve elektrik motorları daha verimliliği ile değiştirilerek, kayış-kasnak yerine fan ile elektrik motoru birbirine akuple edileceğinden enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Kurutma-2 fanı; yongalama makinalarından elde edilen mikro talaşları ve kurutma yanma hücrelerinden (cehennemlikten) elde edilen ısı ile kurutucu ringinden fan sistemi ile emilen ve ısını talaşa aktaran gazlar ile rutubeti atılmak istenen talaşın pnömatik olarak taşınması için kullanılan ekipmandır. Fanın önünde kurutucu (döner ring) fanın çıkışında siklon bulunmaktadır. Siklondan çıkan gazların bir kısmı resirkülasyon yapılarak döner ringe geri gönderilmektedir. Kurutma-2 fanı uzun yıllar çalıştığı için fan ve elektrik motoru verimi düşüktür. Ayrıca, fan ve elektrik motoru arasında güç aktarımı kayış-kasnak ile yapıldığından %4~5'e varan kayıplar söz konusudur. Fan ve elektrik motorları daha verimliliği ile değiştirilerek, kayış-kasnak yerine fan ile elektrik motoru birbirine akuple edileceğinden enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Kurutma Fanı 1;

Yıllık enerji tasarrufu = 216.652,80 kWh/yıl

Yıllık enerji tasarrufu mali değeri
= 51.064,06 TL/yıl

Kurutma Fanı 2;

Yıllık enerji tasarrufu = 82.212 kWh/yıl

Yıllık enerji tasarrufu mali değeri
= 19.377,37 TL/yıl

Yıllık enerji tasarrufu_{toplam} = 82.212 kWh/yıl

Yıllık enerji tasarrufu mali değeri_{toplam}
= 32.669,72 TL/yıl

Elektrik motoru değişim ve sürücü maliyeti
= 119.190,02 TL

Amortisman süresi = $\frac{119.190,02}{32.669,72} = 3,65$ yıl

2.2. Halojen ve Floresan Aydınlatma Armatürlerinin Led Armatürler ile Değiştirilmesi

Aydınlatma sistemleri, elektrik tüketiminde tasarruf sağlamanın en cazip ve kolay yollarından biridir. Enerji verimliliği, aydınlatmanın kalitesini düşürmeden yani aynı aydınlık düzeyini elde etmek üzere daha az enerji tüketerek yapılabilir. Bunun sonucunda verimli bir aydınlatma ile hem daha az elektrik enerjisi tüketimi, hem de kaliteli aydınlatma sağlanmaktadır.

Önerilen bu projede iç ve dış mekan aydınlatmasında kullanılan farklı tipte armatürlerin yerine LED aydınlatma teknolojisinin kullanılması ile aydınlatma sisteminde sağlanacak enerji tasarrufu değerlendirilmektedir.

LED armatürlerin mevcut armatürlere göre avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- LED aydınlatma ürünlerinin sağlayacağı faydalardan en önemlisi, LED aydınlatmanın düşük enerji tüketimi ve uzun ömrü sayesinde geleneksel aydınlatmaya göre çok daha ekonomik olmasıdır.
- LED aydınlatma ürünleri, standart lambalara göre % 80, tasarruflu lambalara göre %50 daha az enerji harcamaktadır.

- LED armatürler 30.000 saat ve üzeri çalışma ömrüne sahiptir ve ısı da yaymazlar. LED aydınlatma oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Otomasyon ile uyumludur, farklı renk sıcaklıkları ve dim edilebilir seçenekleri de mevcuttur.

Yıllık enerji tasarrufu = 732.598,80 kWh/yıl

Yıllık tasarruf = 141.904,39 TL/yıl

Yatırım maliyeti = 538.027,50 TL

Basit geri ödeme süresi= 538.027,50 TL / 141.904,39 (TL/yıl) = 3,79 (yıl)

2.3. Toz Emiş Fanlarının Değişimi Ve Hat Revizyonu

Söz konusu fabrikada; emprenye kağıtlarını MDF'nin üzerine yapıştırmadan önce, yüzey belli incelikte zımparalama işleminden geçirilmektedir. Bu işlem sırasında ortaya çıkan talaş ve tozları, barberan emiş hattında 18.000 m³/h debiyle toplanmaktadır. Zımparalama işleminden sonra yüzey üstü ve kenarlarında kalan toz ve talaşları, fırçalama emiş hattında 2.000 m³/h debiyle toplanmaktadır. Burdan tıraşlama hattına giden MDF'nin sivri kenarlarını ovalleştirme işlemi için kenarlarına pah kırma uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulama sırasında açığa çıkan toz ve talaşları tıraşlama, tıraşlama emiş hattında 5.000 m³/h debiyle toplanmaktadır. En son işlem olarak ebatlama bölümüne gelen MDF istenilen boyutlarda kesilmekte ve bu işlem sırasında ortaya çıkan toz talaşları ise ebatlama emiş hattında 24.000 m³/h debiyle toplanmaktadır. Yukarıda bahsedilen tüm emiş hatları tek bir fan vasıtasıyla sağlanmaktadır. Bu hatların tıkanmadan çalışması için içindeki havanın belli bir hıza sahip olması gerekmektedir.

Toz toplama hatlarında bu hızı yakalayabilmek için boru hattının bir ucu dışarı açılarak 8.000 m³/h debide hava emdirilmektedir. 3 üniteye tek fan tarafından emiş yaptırılmaktadır. Fakat fanlar %60 oranında birlikte çalışmaktadır. 3 ünitenin aynı anda çalışmadığı durumlarda da toz emiş hattında istenilen hava hızını sağlamak için fan aynı kapasitede çalıştırılmaktadır. Mevcut durumda kullanılan tek fan yerine her üniteye ayrı ayrı fan yerleştirilmesiyle kullanılmayan ünitelerde gereksiz enerji sarfiyatı engellenmiş olacaktır. Diğer bir ifade ile üç ayrı fan ve bu fanlara ait hava hattı oluşturulacaktır. Yeni yapılacak hava hatlarının çapı daha küçük olacağı için istenilen hava hızını sağlamak daha kolay olacaktır[4].

Yıllık Enerji Tasarrufu (kWh) = 317.816,61 kWh/yıl

Yıllık Enerji Tasarrufu Mali Değeri (TL/yıl) = 66.741,49 TL/yıl

Fan Yatırım Maliyeti = 28.838,91 TL

Toz Emiş Hatlarının Revizyon Maliyeti=78.323,56 TL

Toplam yatırım maliyeti = 107.162,47 TL

Geri Ödeme Süresi (yıl) = Yatırım Maliyeti (TL) / Yıllık Enerji Tasarrufu Mali Değeri (TL/yıl)

=107.162,47 / 66.741,49 =1,61 yıl

2.4. Soğutma Suyu Pompalarının Yüksek Verimli Pompalarla Değiştirilmesi

Bir üretim tesisinde soğutma ihtiyacı, soğutma kulesi ile sağlanmaktadır. Soğutma kulesinde prosesin ihtiyaç duyduğu sıcaklığa düşürülen su 3 adet pompa ile prosese gönderilmektedir. Pompalardan iki adedi sürekli çalışırken biri yedek beklemektedir. Soğutma kulesi, soğutma suyu pompalarının verimi oldukça düşüktür (uzun yıllardan beri kullanılmaları nedeniyle). Ayrıca pompalarda hız sürücüsü olmadığından dolayı istenilen su debisi hassas biçimde ayarlanamamaktadır.

Üç adet soğutma suyu pompası, yüksek verimli pompalarla değiştirilerek enerji tasarrufu sağlanacaktır. Üç pompaya bir adet hız sürücüsü uygulanarak su debisinin istenilen hassasiyette ayarlanması sağlanacaktır.

Tasarruf Edilen Yıllık Enerji Miktarı_{toplam}
= 288.028,8 $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{yıl}}\right)$

Tasarruf Edilen Yıllık Enerji Maliyeti_{toplam}
= 57.058,51 (TL / yıl)

Alımın bedeli_{toplam} = 126.361,68 (TL)

Proje Basit Geri Ödeme Süresi (yıl)

= $\frac{\text{Alımın bedeli}_{\text{toplam}}}{\text{Tasarruf Edilen Enerji Maliyeti}_{\text{toplam}}}$
= $\frac{126.361,68 \text{ (TL)}}{57.058,51 \left(\frac{\text{TL}}{\text{yıl}}\right)}$

Proje Basit Geri Ödeme Süresi = 2,2146 (yıl)

2.5. Fan Sürücü Uygulaması

Bir üretim tesisinde bulunan 2 adet fan makinelerinin bulunduğu odayı ısıtmaktadır. Fanların her ikisinde de atmosferden emilen hava eşanjör vasıtasıyla kızgın yağ kullanılarak ısıtılmaktadır. 1 nolu fan ısınan havayı odaya göndererek odanın sıcaklığını istenilen değere getirmektedir. 2 nolu fan ise lif taşıma görevi yapmaktadır. Bu fanlar, makineler aktif olarak çalıştığı zamanlarda devreye girmektedir. 2 nolu fan 18 (ton/h)'lik lif taşıma kapasitesine sahiptir.

Bu fanların seçimi yapılırken gerek duyulan kapasitenin üstünde bir güçte seçildiğinden, gerekli hava miktarını ayarlamak amacıyla fanların emiş tarafında klape kullanımı yoluna gidilmiştir. 1 nolu fan yıllık ortalama %73,3 klape açıklık oranı ile çalıştırılırken, 2 nolu fan ise %63 klape açıklık oranında çalıştırılmaktadır. Proje kapsamında her iki fana da frekans konvertörü uygulanarak klape %100 açıklık oranında çalıştırılacak ve bu sayede enerji tasarrufu sağlanacaktır[5].

$$\begin{aligned} \text{Tasarruf Edilen Yıllık Enerji Tüketimi}_{\text{toplam}} \\ = 240.240 \text{ (kWh / yıl)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasarruf Edilen Enerji Maliyeti}_{\text{toplam}} \\ = 47.591,56 \text{ (TL/yıl)} \end{aligned}$$

$$\text{Alımın bedeli}_{\text{toplam}} = 103.286,00 \text{ (TL)}$$

$$\begin{aligned} \text{Proje Basit Geri Ödeme Süresi (yıl)} \\ = \frac{\text{Alımın bedeli}_{\text{toplam}}}{\text{Tasarruf Edilen Enerji Maliyeti}_{\text{toplam}}} \\ = \frac{103.286,00 \text{ (TL)}}{47.591,56 \left(\frac{\text{TL}}{\text{yıl}}\right)} \end{aligned}$$

$$\text{Proje Basit Geri Ödeme Süresi} = 2,1703 \text{ (yıl)}$$

3. Sonuçlar

Bu çalışmada endüstriyel kuruluşlarda gerçekleştirilen enerji verimliliği proje örnekleri ele alınmış, her bir proje için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Çalışmada ele alınan başlıca enerji verimliliği uygulamalarından: Yüksek verimli motor ve fanların kullanımı ile sağlanan enerji tasarrufu 82212 kWh, mali karşılığı 19.377,37 TL, yıllık enerji tasarrufu

mali değeri 32.669,72 TL, yatırım miktarı 119.190,02 TL, basit geri ödeme süresi 3,65 yıldır. Halojen ve floresan aydınlatma armatürlerinin led armatürlerle değiştirilmesi ile elde edilen yıllık enerji tasarrufu 732.598,80 kWh, yıllık enerji tasarrufu mali değeri 141.904,39 TL, yatırım maliyeti 538.027,50 TL, basit geri ödeme süresi 3,79 yıldır. Toz emiş fanlarının değişimi ve hat revizyonu ile sağlanan enerji tasarrufu 317.816,61 kWh, yıllık enerji tasarrufu mali değeri 66.741,49 TL, toplam yatırım maliyeti 107.162,47 TL, geri ödeme süresi 1,61 yıldır. Soğutma suyu pompalarının yüksek verimli pompalarla değiştirilmesi ile sağlanan yıllık enerji tasarrufu 288.028,8 kWh, tasarruf edilen yıllık enerji maliyeti 57.058,51 TL, yatırım maliyeti 126.361,68 TL, basit geri ödeme süresi 2,2146 yıldır. Fan sürücü uygulaması ile sağlanan yıllık enerji tasarrufu 240.240 kWh, tasarruf edilen yıllık enerji maliyeti 47.591,56 TL, yatırım maliyeti 103.2863,00 TL, proje basit geri ödeme süresi 2,1703 yıldır.

Kaynaklar

- [1] TEİAŞ Türkiye Elektrik Üretim - İletim İstatistikleri-2014.
- [2] Kaya, D., and C. Güngör. "Sanayide Enerji Tasarrufu Potansiyeli-II." Mühendis ve Makine Dergisi 515 (2002).
- [3] TEDAŞ Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri – 2013.
- [4] Tüpraş İzmit Rafinerisi Proses Atık Buharı Isı Enerjisinin Geri Kazanılmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- [5] Research.Kaya D., Saraç H.I., Olgun H., 2001. Energy Saving in Compressed Air Systems, 2001. The Fourth International Thermal Energy Congress, Çesme/TURKEY, 69-74.