



Energy Efficiency in the Iron-Steel Sector

Durmuş KAYA *

Kocaeli Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kocaeli

Keywords:

iron-steel and energy, energy efficiency, energy-saving, global warming

Abstract

Iron and steel industry, both production capacity within the production, both economic value and close to relations with other industries is one of the sectors with high potential and strategic importance. Our country shows an increasing acceleration in iron and steel production from year to year. Iron and steel sector, which has the largest share in terms of energy consumption, it is considered to have high potential in terms of resource efficiency. Therefore, increasing efficiency in the sector; reduce foreign dependency to energy and will contribute to increasing the competitiveness of the sector as well as protecting the environment. In this study, the improvements that can be made in terms of energy efficiency in Iron and Steel sector were investigated. For this purpose, examples of energy efficiency projects carried out in industrial organizations were discussed, saving amount for project, financial equivalent of savings, investment amount and repayment periods were shared.

Demir Çelik Sektöründe Enerji Verimliliği

Anahtar Kelimeler:

Demir çelik ve enerji, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, enerji verimliliği, küresel ısınma

Özet

Demir Çelik sanayi, birçok sanayi dallarıyla iç içe olması nedeniyle stratejik önemi bulunmaktadır. Sektörün aynı zamanda yüksek üretim kapasitesi ve ekonomik değeri mevcuttur. Ülkemizde demir ve çelik üretimi yıldan yıla hızla artan bir trende sahiptir. Demir çelik sektörü enerji tüketimi bakımından imalat sanayi içerisinde en büyük payı oluşturmaktadır. Bu durum aynı zamanda sektörün kaynak verimliliği açısından da yüksek potansiyele sahip olduğu göstermektedir. Bu nedenle sektörde verimliliğin artırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada Demir Çelik sektöründe enerji verimliliği potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçla sektörde enerji verimliliği etütleri yapılarak enerji tasarruf potansiyelleri ortaya koyulmuştur. Söz konusu projeler için ayrıca tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme süreleri hesaplanmıştır.

1 GİRİŞ

Demir-çelik sektörü yaklaşık 24 EJ/yıl (24x10¹⁸ J/yıl) enerji tüketimi ile en çok enerji tüketen sektörlerden birisidir. Sektörün bu tüketim değeri dünyanın toplam enerji tüketiminin %5'ine karşılık gelmektedir [1]. Özgül enerji tüketimi açısından bakıldığında demir çelik sektörü enerji tüketimi 5.6-6.1 GJ/tcm değerindedir. Tesisler açısından bakıldığında ise demir çelik üretiminde en yüksek enerji tüketim payı %50-60'lık pay ile yüksek fırınlarıdır. Bu durum, sektörde ciddi bir enerji tasarruf potansiyeli olduğunu göstermektedir [2-4]. Sektörde enerji tasarrufu potansiyeli açısından en yüksek pay 1.2-1.5 ExzaJoule/yıl ile yüksek fırınlarıdır. Bunu kok fırınları, haddehaneler ve çelikhaneler takip etmektedir [5-6].

*e-Posta: durmuskaya@hotmail.com

2. YÜKSEK FIRINLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

Yüksek fırın prosesi, demirli malzemelerin içerisinde bulunan demir oksidin indirgenmesi sonucu sıcak maden oluşumu prosesine denir. Yüksek fırınlar çok büyük tesisler olup entegre demir çelik tesislerinin ana ünitesi pozisyonundadır. Hammaddeler, yüksek fırına şarj edilmeden önce cevher hazırlama sahasında stoklanır ve istenen özelliklerde harman yapılır. Demirli malzemeler, metalurjik kok ve cüruf yapıcı malzemeler yüksek fırına yukarıdan şarj edilir. Sıcak hava ise fırının alt kısmından üflenir. Şarj edilen malzemeler proses esnasında fırın içerisinde aşağı doğru iner ve fırın haznesinde sıcak maden ve cüruf olarak ayrılırlar. Cüruf, yoğunluğundan dolayı üst tarafa; sıcak maden ise alt tarafa birikir. Fırına üflenen sıcak hava yüksek fırının karın kısmında metalurjik kok ve pülverize kömür ile reaksiyona girer ve karbon monoksit ve azot karışımından oluşan bir gaz oluşturur. Bu gaz, fırın içerisinde yükselirken fırının üst kısmından çöken hammaddeler ile reaksiyona girer. Fırın içerisinde yükselen bu gaz, proses sonucunda fırının üst kısmından atılır ve diğer proseslerde yakıt olarak kullanılmak üzere geri kazanılır. Bu işlem esnasında, demir içerikli malzemelerin kalınlığının fırının üst kısmından şarj edilen kokun kalınlığına oranı ve bunların radyal dağılımı kontrol edilir, böylece sıcak hava fırın içerisinden uygun radyal dağılımla geçebilir.

Yüksek fırınlarda enerji verimliliği çalışmalarında yapılabilecek enerji tasarrufları 3 kısımda incelenebilir: Soba baca gazı ısısının geri kazanılması ile elde edilebilecek tasarruf miktarı, Yüksek fırın iyileştirme projeleri ile elde edilebilecek tasarruf miktarları, Yüksek fırında proses esaslı elde edilebilecek tasarruf miktarları.

Yüksek Fırın İyileştirme Projeleri: Kok kuru söndürme tesisi, Tepe basıncı geri kazanım türbini (TRT), Sıcak madende kükürt giderme, Sıcak hava valfi kontrol sistemi, Çalışma kontrol sistemi, Fırın yükü dağıtım kontrolü, Yüksek fırına atık plastik enjeksiyon sistemi, Potaların ısıtılmasında rejeneratif böner kullanılması, Tüyer iç yüzeylerine seramik astar uygulanması, Yüksek fırın soğutma sistemi, Sobalarda seramik böner kullanılmasıdır.

Yüksek Fırında Proses Esaslı Elde Edilebilecek Tasarruf Potansiyelleri: Yüksek fırın yakma havasının oksijen ile zenginleştirilmesi, Sobalar yakma havasının oksijen ile zenginleştirilmesi, Yüksek fırın yakma havası sıcaklığının artırılması, Pülverize kömür enjeksiyonunun artırılması, Potalarda sıcak maden sıcaklığının korunması, Hammaddedeki kükürt miktarının azaltılması, Sinter miktarının artırılması, Pelet miktarının artırılması, Metalurjik kok külünün azaltılması, Metalurjik kok stabilitesinin artırılması, Metalurjik kok neminin azaltılması, Fırın yükü içerisinde +5 mm büyüklüğündeki malzeme oranının artırılması, Yakma havasındaki nem miktarının artırılması, Cüruf miktarının azaltılması, Cüruf yapıcı malzeme miktarının azaltılması, Alkali miktarının azaltılması, Silis oranının azaltılmasıdır.

3. TAV FIRINLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

İçerisine yerleştirilen ya da sürekli olarak yüklenen malzemeleri ekonomik bir şekilde ısıtmak suretiyle işlem sıcaklığına yükselten ve bu sıcaklıkta gerekli süre kadar tutan teknik ünitelere ocak ya da fırın adı verilmektedir. Tav fırınları; çeliklerin haddelenmesinde, hadde bandı üzerine yerleştirilen ve çeliklerin 1050 – 1300°C arasında sıcaklıklara ısıtılmasında kullanılan ve sürekli çalışan fırınlardır. Tav fırınlarında enerji verimliliği çalışmalarında yapılabilecek enerji tasarrufları şu şekilde sıralanabilir: Fazla havanın azaltılması, Reküperatörlerdeki sızıntı hava kayıplarının önlenmesi, Ekonomizer tesis edilmesi, Tufal kaybının azaltılması, FD ve ID fan motorlarında frekans konvertörü uygulaması ve Fırınlarda termal kamera ölçümleri sonucu belirlenen ısı kayıplarının giderilmesidir [7-8].

Bir Tav Fırınında yapılan çalışmalara ait bulgular aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- Tespit edilen verim kayıpları; reküperatördeki ve reküperatör ile baca arasındaki hava kaçakları, tufal kayıpları ve baca gazı kayıpları olarak belirlenmiştir.

- Fırın yanma gazı ölçümlerinde karbon monoksit değeri sıfıra yakın okunmuştur. Bu nedenle bu fırında eksik yanma açısından bir problem görülmemiştir. Aynı zamanda; fırının optimuma yakın yanma havasıyla çalıştırıldığı tespit edilmiştir.
- Tav fırınında tufal kaybının azaltılmasıyla yapılacak tasarruf miktarı yaklaşık 350.000 USD, bu tasarrufu yapmak için gerekli yatırım maliyeti 530.000 USD geri ödeme süresi 18 aydır.

Haddehanede temiz hava (FD) fanında yapılan çalışmalarda, aynı anda fan motorunun çektiği güç ölçülmüş ve tespiti yapılan durumlar için ekonomik çözüm önerileri aşağıda verilmiştir.

- Mevcut klape ile fazla havanın azaltılması durumunda yıllık tasarruf miktarı yaklaşık 15.000 USD'dir.
- Mevcut klape yerine frekans konvertörü ile motor devrinin düşürülmesi ile yapılacak enerji tasarrufu miktarı yıllık 550.000 kWh'tır. Bu tasarrufun parasal karşılığı yıllık yaklaşık 40.0000 USD'dir. Toplam yatırım maliyeti 20.000 USD ve geri ödeme süresi 6 ay'dır.

4. KAZANLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

Demir çelik sektörüne ait kazanlarında enerji verimliliği etüdü yapılmış ve potansiyel tasarruf alanları hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda, buhar kazanlarında yanma gazı analizi yapılmıştır. Kazan yüzeylerinde ısı kayıplarının tespiti için termal kamera ölçümleri yapılmıştır. Kazan yakma havası ve yanma gazına yönelik debi, sıcaklık, nem gibi gerekli parametrelerin ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçları kullanılarak kazan verimi ve potansiyel tasarruf imkanları hesaplanarak, kazanlarda ne tür bir iyileştirme gerektiğine dair uygulama projeleri önerilmiştir [9-10]. Çalışmalar sonucunda toplam 1.350.000 USD/yıl tutarında tasarruf potansiyeli bulunmuştur. Bu tasarrufun yaklaşık 1.000.000 USD/yıl kısmı hiç yatırım gerektirmeden, 300.000 USD/yıl kadarı ise kısmi yatırımla gerçekleştirilebilecektir.

5. POMPALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

Demir çelik sektörüne ait Pompa istasyonunda mevcut pompa verimliliklerinin etüdü yapılmıştır. Bu amaçla su pompalarında akışkan basıncı, debisi, sıcaklığı gibi pompa parametreleri ile akım, gerilim, güç ve güç faktörü gibi motor parametreleri ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları kullanılarak enerji ve mali tasarruf potansiyelleri hesaplanmıştır [11]. Çalışma sonucunda, kısmi yatırımla yaklaşık 200.000 USD/yıl tutarında tasarruf potansiyeli belirlenmiştir.

6. BASINÇLI HAVA SİSTEMİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

Demir çelik sektörüne ait Kompresör ve basınçlı hava hatlarının verimliliklerinin etütleri yapılmıştır. Bu kapsamda, fabrika genelinde işletmede olan kompresörlerden 100 kW ve üzeri motor güçlerinde 20 adet kompresör ve hatlarında kompresör ve motor verimlerinin belirlenmesi, hava hatlarında sızıntı ve kaçakların tespit edilmesi çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda, toplamda yaklaşık 100.000 USD/yıl tutarında mali tasarruf hesaplanmıştır.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada Demir Çelik sektöründe enerji verimliliği tasarruf imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliği etütleri yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak, enerji verimliliği projeler için tasarruf miktarı, tasarrufun mali karşılığı, yatırım tutarı ve geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Çalışmalar kapsamında önemli miktarda iyileştirme ve tasarruf tespit edilen ünite ve ekipmanlar: yüksek fırınlarda enerji verimliliği çalışmaları, tav fırınlarda enerji verimliliği çalışmaları, kazanlarda enerji verimliliği çalışmaları, pompalarda enerji verimliliği çalışmaları, basınçlı hava sisteminde enerji verimliliği çalışmalarıdır. Söz konusu iyileştirme ve tasarrufların hayata geçirilmesi ile; sektörde verimliliğin artırılması; enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve çevrenin korunmasının yanında sektörün rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Not

Bu makale 01-03 Kasım 2019 tarihleri arasında Kocaeli’de gerçekleştirilen Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongresinde (IMASCON 2019) sözlü bildiri olarak sunulmuş ve yeniden yapılandırılmıştır.

Kaynakça

- [1] C. Xu, and D. Cang, “A Brief Overview Of Low Co2 Emission Technologies For Iron And Steel Making,” *Journal of Iran and Steel Research, International.*, vol. 17 (3), pp. 1–1, 2010.
- [2] A. Özdabak, *Demir Çelik ve Enerji, Erdemir Bilim. Teknoloji Serisi, Rengin Basımevi, İstanbul 2004.*
- [3] M. A., Topbaş, *Endüstri Fırınları, (Cilt 1), Kurtiş Matbaası, İstanbul, 1991.*
- [4] D. Kaya, *Sanayide Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği - Uygulamalı Örneklerle, Umuttepe Yayınları, Mart 2014, Kocaeli.*
- [5] W. Trinks, M. H. Mawhinney, R. A.Shannon, , R. J. Reed, , J. R. Garvey, *Industrial Furnaces, (6th Ed.), John Wiley and Sons, Inc., USA, 2004.*
- [6] P. Mullinger, B. Jenkins, *Industrial and Process Furnaces, Butterworth-Heinemann, UK, 2008.*
- [7] E. Kılınç, “Endüstriyel Fırınlarda Enerji Analizi Ve Verim Artırıcı Yöntemler,” *Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2012.*
- [8] T. West, "From Mechanical to Electronic Control in Industrial Burners", *Technical Bulletin, Energy Technology and Control Ltd, 2002.*
- [9] D. Kaya and M. Eyidoğan, “Energy Conservation Opportunities in an Industrial Boiler System”, *J. Energy Engineering, International.*, 136(1), pp18-25, 2010.
- [10] D. Kaya, H. H. Öztürk, *Kojenerasyon ve Trijenerasyon Tekniği, Umuttepe Yayınları, Kocaeli, Temmuz 2014,*
- [11] D. Kaya, "Açık ve Kapalı Eksenel Akışlı Pompa Çarklarının Pompa Performansına Etkisinin Deneysel Etüdü", *Mühendis ve Makina, 508:47-53, 2002.*