

HURDA NEM ORANININ İNDÜKSİYON OCAĞI ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF SCRAP MOISTURE RATIO ON THE ENERGY EFFICIENCY OF THE INDUCTION FURNACE

Burak Ekin¹, Uğur Cengiz¹, Oğuzhan Sakarya¹, Muammer Bilgiç¹

¹Bilecik Demir Çelik A.Ş. Türkiye

Anahtar Kelimeler: Hurda, Nem, İndüksiyon, Enerji

Abstract

Nowadays, iron - steel production is the most important source of iron metal after iron ore. Therefore, it is considered as an important raw material input of the steel industry. Scrap metal, generally, although the new legal regulations require closed stock places; It is stored on floors that are large, not covered and have no coating. However, scraps stored in the open area are directly affected by the seasons, that is to say, from the rainfall, and in the case of induction furnaces where there is no scrap preheating, this drying process takes place in the furnace. It is also the result of these factors that even the slag analysis, which is known in the arc furnaces and which is known as the winter syndrome, is even changed due to the adhesion of dust and soil to scrap.

In this study, the effect of % moisture content of scrap melted in induction furnaces on kiln energy efficiency was investigated in BDC. Scrap that is fed to induction furnaces and stored in open areas is exposed to moisture in rainy weather and winter conditions. The amount of moisture in the scrap surface is a parameter that negatively affects the energy spent in the induction furnace.

Steel shavings scraped into induction furnaces have higher moisture retention potential than other types of scrap due to their high hollow structure (large surface area). The amount of moisture contained in the surface of the steel shavings scrap was calculated by drying the samples taken from different parts of the scrap stock area. The energy consumed per unit tone of wet and dry scrap, which is charged to induction furnaces, was compared for 12 months and the effect of seasonal variability on energy consumption was investigated.

As a result; It has been observed that energy consumption can be achieved between 3.2% and 6% in unit energy consumption by drying or dry storage of scrap charged to induction furnace.

Özet

Günümüzde, Demir - Çelik üretiminde demir cevherinden sonra en önemli “demir metali” kaynağı hurdadır. Bu nedenle çelik endüstrisinin önemli bir hammadde girdisi olarak kabul edilir. Hurda metal, genellikle, her ne kadar yeni yasal düzenlemeler kapalı stok yerlerini zorunlu tutsa da; geniş, üzeri kapatılmamış ve herhangi bir kaplaması olmayan zeminlerde depolanmaktadır. Ancak açık alanda depolanan hurdalar mevsim koşullarından yani yağıştan doğrudan etkilenmekte ve hurda ön ısıtmanın olmadığı indüksiyon ocaklı tesislerde bu kurutma süreci ocak içerisinde gerçekleşmektedir. Ark ocaklarında bilinen ve kış sendromu denilen toz ve toprağın hurdaya yapışması sonucu ocak cüruf analizinin bile değişmesi yine bu etkenlerin sonucudur.

Bu çalışmada, Bilecik Demir Çelik A.Ş.’de indüksiyon ocaklarında ergitilen hurdaların % nem miktarının, ocak enerji verimliliğine etkisi incelenmiştir. İndüksiyon ocaklarına beslenen ve açık alanda depolanan hurdalar yağmurlu havalarda ve kış koşullarında neme maruz kalmaktadır. Hurda yüzeyindeki nem miktarı, indüksiyon ocağında harcanan enerjiyi negatif yönde etkileyen bir parametredir.

İndüksiyon ocaklarına beslenen çelik talaşı hurdası yüksek boşluklu(*geniş yüzey alanı*) yapısından dolayı diğer tür hurdalara kıyasla daha fazla nem tutma potansiyeline sahiptir. Çelik talaşı hurdası yüzeyinde içerilen % nem miktarı hurda stok alanının farklı bölgelerinden alınan numunelerin kurutulmasıyla hesaplanmıştır. İndüksiyon ocaklarına şarj edilen nemli ve kuru hurdaların 12 ay boyunca birim ton başına harcanan enerjileri kıyaslanmış, mevsim değişkenliğinin enerji tüketimine etkisi incelenmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışma kapsamında indüksiyon ocağına şarj edilen hurdaların kurutulması veya kuru ortamda stoklanması ile birim enerji tüketiminde %3.2 ile %6 arasında enerji tasarrufu sağlanabildiği görülmüştür.

1. Giriş

Çelik genel anlamda demirin düşük oranlarda karbonla yaptığı alaşımdır. Dolayısıyla çeliğin ana bileşiği demir (Fe) elementidir. Günümüzde çelik üretiminde demirceverherinden sonra en önemli “demir metali” kaynağı hurdadır ve bu nedenle demirçelik endüstrisinin önemli bir hammadde girdisi olarak kabul edilir. Eskimiş,bozulmuş, kırılmış, hasar görmüş, patlamış, çatlamış ve kullanılması ekonomik olmayan makine, tezgah, ekipman, tır, kamyon, otomobil, gemi, uçak, ev eşyası,köprü, demir yolu malzemeleri, tank, silah, top, mermi, bina, fabrika vb. başlıcabileşeni demir olan her türlü kullanım ömrü dolmuş sanayi ürünü, ara iş ve kırıpıntı,imalat artığı, talaş, ıskarta vb. üretim esnasında ortaya çıkan maddelere de hurda denir[1].

BDÇ, ertirme ünitesi olarak İndüksiyon ocaklarını kullanmaktadır. İndüksiyonla ertirme, metal parçaların belirtilen sıcaklık ve sürelerde ısıtmakta kullanılan temassız bir ısıtma ve ertirme yöntemidir. Denetim kolaylığı, yüksek enerji verimliliği, yüksek elektrik iletim verimliliği, yüksek metalik malzeme verimliliği, tam otomatik üretime uygunluğu, göreceli düşük emisyon ve atık, çevre kirliliği yaratmaması gibi üstünlüklerinden dolayı indüksiyon ocakları son yıllarda demir – çelik sektöründe ilgi çekici uygulamalar olmuşlardır.[2].

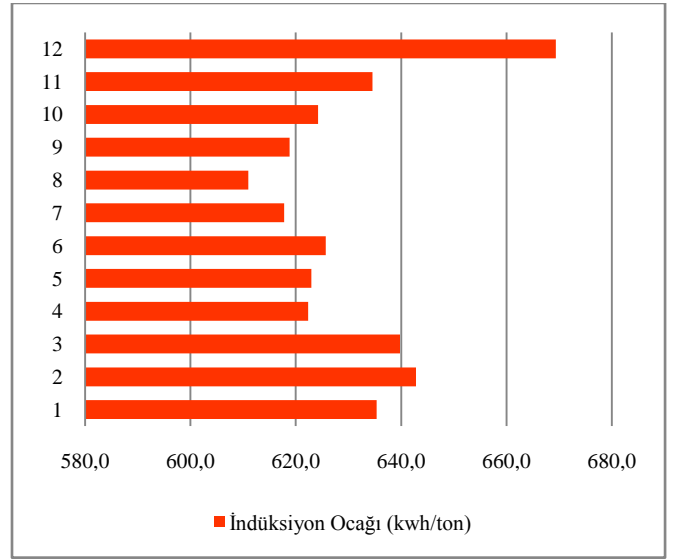
İndüksiyon ocağında ertirme işlemi, seçilen hurdaların ocağa sarsaklı şarj arabaları veya manyetik vinçler yardımıyla beslenmesiyle başlar ve primerden geçen yüksek frekanslı akım sekonderde yani şarjda çok daha şiddetli bir indüksiyon akımı oluşturur, şarj malzemesi bu akıma karşı gösterdiği kendi direnciyle ısınır ve ertir. Sıvı banyosu oluşuroluşmaz şiddetli bir karışma (*sıvı banyo hareketi*) başlar ve katı durumda olan hurdalar sıvı metal tarafından yalanarak ergime hızlanır. Metal (*şarj malzemesi*) tamamen ertiyince oluşan cüruf temizlenir. Ocağa şarj edilen hurdanın kirliliği (*plastik, toz, nemli, ıslak şarj malzemesi vb.*) cüruf miktarının artmasına ve ocak enerji tüketiminin yükselmesine neden olmaktadır. Cüruf süzülükten sonra ise sıvı metalsıcaklığı yakalanır, enerji kesilerek ocak kaldırılır ve sıvı metal potaya alınır [2].

2. Deneysel Çalışmalar

İndüksiyon ocaklarına beslenen ve açık alanda depolanan hurdalar yağışlı havalarda ve kış koşullarında soğutucu etkilere maruz kalmaktadır. Hurda yüzeyindeki nem miktarı, indüksiyon ocağında harcanan enerjiyi negatif yönde etkileyen bir parametredir. Bu nedenle hurda stok alanındaki farklı bölgelerden alınan demir talaşı numuneleri 200°C'deki etüvde 4 saat boyunca kurutulmuştur. Numunelerin kurutulmadan önceki ve kurutulduktan sonraki ağırlıkları kayıt altına alınır hurda % nem miktarı belirlenmiştir.

İndüksiyon ocaklarına beslenen demir talaşı hurdası, diğer hurdalara(*yağın yoğunluğu yüksek hurdalar*) nazaran yüzey alanının yüksek olması nedeniyle daha fazla nem tutma potansiyeline sahiptir. Demir- Çelik talaşı hurdası bünyesinde ihtiva edilen % nem miktarı hurda stok alanının farklı bölgelerinden alınan numunelerin kurutulmasıyla hesaplanmıştır. İndüksiyon ocaklarına şarj edilen nemli ve kuru hurdaların 12 ay boyuncabirim ton başına harcanan enerjileri kıyaslanmıştır.

BDÇ, indüksiyon ocaklarına beslenen hurdaları ertirmek için birim ton başına (*2018 yılında alınan 10262 adet döküm*) harcanan enerji (*Kwh*) verileri Şekil 1'de belirtildiği gibi kayıt altına alınmıştır. Ton çelik başına (*Satılabilir iyi ürün, ton*) enerji tüketiminde meydana gelen değişim, mevsimsel şartlar, soğuk şarj etkisi ve hurda yüzeyinde ihtiva edilen nem miktarı ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 1. Birim ton başına (*2018 yılında alınan 10262 adet döküm*) harcanan enerji (*Kwh*) verileri

3. Sonuçlar ve Tartışma

Hurda stok alanındaki farklı bölgelerden alınan farklı numunelerin nem miktarları Tablo 1' de verilmiştir. İndüksiyon ocaklarında ertirilen hurdaların nem oranı yaklaşık %4.9 olduğu görülmüştür.

Numune	İlk Ağırlık (g)	Kurutma Sonrası Ağırlık (g)	Nem Miktarı (%)
1	2759	2609	5.5
2	1548	1457	5.9
3	3798	3597	5.3
4	843	808	4.1
5	537	516	3.9

Tablo 1. Farklı demir talaşı numunelerinin nem miktarı.

Mevsimsel şartlar, soğuk şarj etkisi ve nemli hurda kullanımının birim ton enerji tüketiminin hesaplanabilmesi için hurda yüzeyinde ihtiva edilen nem miktarı, suyun ısınma ısısı ve suyun buharlaşma ısısı gibi veriler Tablo 2'de belirtilmiştir.

Suyun Isınma Isısı	4.18 kJ/kg.K
Suyun Buharlaşma Isısı	2260 kJ/kg.K
Suyun Sıcaklık Değişimi	~100 K

Tablo 2. Su özellikleri

Bununla birlikte soğuk hava şartları için hurda besleme sıcaklığının mevsim koşullarına göre değişiminin birim enerji üzerine etkisi incelenmiştir.

1 ton çelik hurdasında bulunan 50 kg suyun buharlaşma enerjisinin ton başı birim enerji üzerine teorik incelemesi aşağıdaki gibidir.

1 ton çelik hurdasında bulunan yaklaşık 50 kg su için;

Isınma enerjisi (H_1):

$$4,18\text{kJ/kgK} \times 100 \text{ K} \times 50 \text{ kg} = 20900 \text{ kJ}$$

Buharlaşma enerjisi (H_2):

$$2260\text{kJ/kg} \times 50 \text{ kg} = 113000 \text{ kJ}$$

Hurda içerisindeki suyun uzaklaştırılması için gereken toplam enerji (H_T):

$$H_1 + H_2 = H_T$$

$$H_T = 20900 \text{ kJ} + 113000 \text{ kJ}$$

$$= 133900 \text{ kJ}$$

1 ton Çelik hurdası içerisindeki %5 oranındaki suyun uzaklaştırılması için gereken enerji 133900 kJ olarak hesaplanmıştır.

İndüksiyon ocağında 1 ton çelik hurdadaki suyun uzaklaştırılması için gereken teorik elektrik enerjisi:

$$1 \text{ kJ} = 0,00028 \text{ kWh}$$

$$133900 \text{ kJ} = \mathbf{37,5 \text{ kWh}}$$

BDC. indüksiyon ocaklarında kış mevsimi şartlarında ergitilen her 1 ton çelik için suyun sistemden uzaklaştırılma enerjisi 37.5 kWh olarak hesaplanmıştır. Tablo 3'de 2018 yılına ait aylara göre ton başı birim enerjileri verilmiş ve mevsimlere göre sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda pratik uygulamadaki mevsimsel şartların etkisi teorik hesaplama sonucunda elde edilen değer ile ilişkilendirilmiştir.

Mevsimler	Aylar	Birim Enerji (kWh/ton)	Mevsimsel Ort. (kWh/ton)
Kış	Kasım	635	640
	Aralık	672	
	Ocak	618	
	Şubat	639	
	Mart	638	
Geçiş	Nisan	619	622
	Mayıs	623	
	Eylül	620	
	Ekim	627	
Yaz	Haziran	628	619
	Temmuz	619	
	Ağustos	612	

Tablo 3. 2018 yılı aylık ortalama birim enerjiler

Tablodaki veriler doğrultusunda BDC. İndüksiyon ocağı yaz ve kış koşulları ortalama ergitme enerjileri arasında yaklaşık 21 kWh / ton fark bulunmaktadır. Nemi uzaklaştırmak için gerekli enerjiler hesaplanan değer 37.5 kWh / ton ve pratikteki değer ise 21 kWh / ton olmuştur. Aralarında olan 16.5 kWh / ton enerji farkının muhtemel nedenleri; (1) aylık üretim miktarlarındaki değişiklik, (2) hurda şarjlarındaki farklılıklar ve (3) indüksiyon ocaklarında enerji-süre verimliliğindeki değişiklikler olarak sıralanabilir. Ancak kış şartları ve diğer mevsimsel şartların arasındaki birim enerji farkının büyük bir kısmı kullanılan hurdaların hurda stok alanında maruz kaldığı nem kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Hem hurdaların nem miktarındaki değişimler hem de birim enerjilerin uğradığı değişimler mevsimsel koşullardan direkt olarak etkilenmektedir. Bu doğrultuda, 2019 yılı ilk üç ayı indüksiyon ocakları birim enerjileri Tablo 4'de verilmiştir.

Aylar	Birim Enerji (kWh/ton)	Mevsimsel Ort. (kWh/ton)
Ocak	685	673
Şubat	674	
Mart	659	

Tablo 4. 2019 yılı ilk üç ay ortalama birim enerjiler

Tablo 3 ve 4'deki değerlere göre her iki yılın ilk üç ayındaki değişime bakıldığında 2019 yılı ilk üç ayında 41 kWh fazla enerji tüketimi gerçekleşmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre fabrikamızın yer aldığı Bozüyük/Bilecik konumunda 2019 yılında 2018'e göre yaklaşık %80 yağış artışı gözlenmiştir [3].

4. Sonuç

BDÇ, indüksiyon ocaklarında yapılan bu çalışmada nemli ve kuru hurdaların arasındaki birim ton ertme enerjisi farkı kıyaslanmış olup teorik çalışma ile ilişkilendirilmiştir.

Kış şartlarında hurda stok alanındaki farklı bölgelerden alınan demir talaşı hurrasında bulunan %5 nemi uzaklaştırmak için hesaplanan teorik enerji 37.5 kWh'dir. Bununla birlikte 2018 yılına ait mevsimsel ortalama farkı yaklaşık 21 kWh/ton olarak hesaplanmıştır.

Pratik uygulamada ise Aralık 2018 indüksiyon ocakları birim ton ertme enerjisi 672 kWh iken%80 yağış artışı ile bu değer Ocak 2019'da 685 kWh/ton olarak gerçekleşmiştir.

BDÇ'de hurda neminin buharlaştırılması sırasında harcanan enerjiyi azaltmak amacıyla hurdalar ertilmeden önce işletme içerisinde kapalı ve yağış almayan bir bölgede stoklandıktan sonra ertilmesinin temini ile birim enerjiler üzerinde %3.2 ile %6 arasında enerji tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışma ile; çelik üretim esnasında mevsimsel şartların, soğuk şarj işleminin ve nemli şarj malzemesi kullanımının birim ton enerji tüketimine etkisini anlamlandırmada temel bilgi oluşturulmuştur.

Referans

[1]TC. DPT Müsteşarlığı: 2126-ÖŞK:328, (Ankara,1988), *Demir ÇelikHammaddeleri*.

[2]Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Metalurji Alanı, "İndüksiyon Ocağı" Ankara, 2006.

[3]<<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-raporu.aspx?b=m#sfB>> Son erişim:16.04.2019