

HURDA NEM ORANININ İNDÜKSİYON OCAĞI ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

The Effect of Scrap Moisture Ratio on the Energy
Efficiency of the Induction Melting Furnace

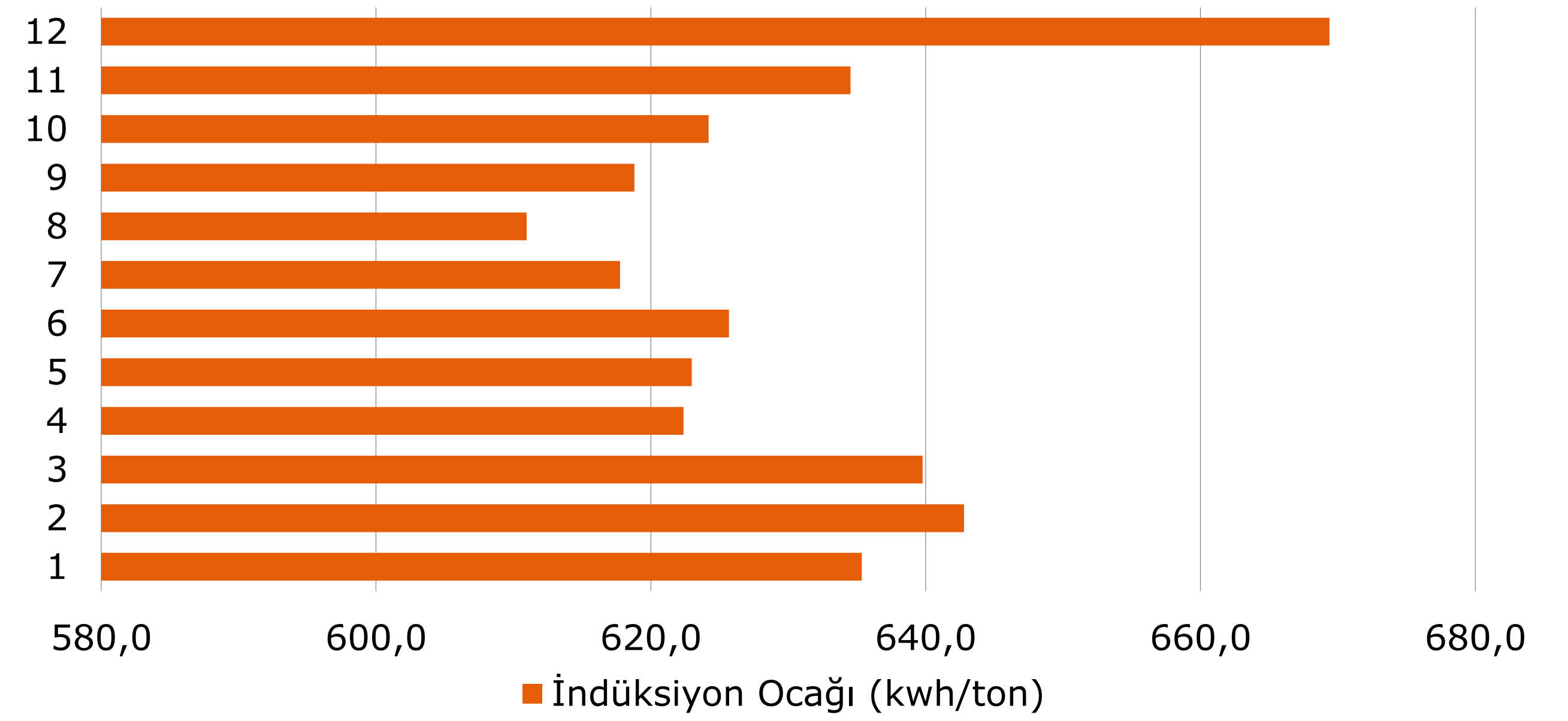
Burak EKİN, Uğur CENGİZ, Oğuzhan SAKARYA ve Muammer BİLGİÇ
Bilecik Demir Çelik, 11300, Bozüyük/Bilecik

BİLDİRİ ÖZETİ

Günümüzde, Demir - Çelik üretiminde demir cevherinden sonra en önemli "demir metal" 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.

DENEYSEL

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 alınıp hurda % nem miktarı belirlenmiştir. Demir talaşı hurdası bünyesinde ihtiva edilen % nem miktarı hurda stok alanının farklı bölgelerinden alınan numunelerin kurutulmasıyla hesaplanmıştır. 12 ay boyunca birim ton başına harcanan enerjileri kıyaslanmış, BDÇ. indüksiyon ocaklarına beslenen hurdaları ergitmek için birim ton başına harcanan enerji 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. (Dikey eksen ayları, yatay eksen ortalama birim enerjileri ifade etmektedir.)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Hurda stok alanındaki farklı bölgelerden alınan farklı numunelerin nem miktarları Tablo 1' de verilmiştir. İndüksiyon ocaklarında ergitilen 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 ısıtma ısı ve suyun buharlaşma ısı 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. Hurda neminin termodinamik 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 (H₁): 4,18kJ/kgK x 100 K x 50 kg = 20900 kJ
Buharlaşma enerjisi (H₂): 2260kJ/kg x 50 kg = 113000 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 hurdasındaki suyun uzaklaştırılması için gereken teorik elektrik enerjisi:

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

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

BDÇ 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	
Geçiş	Mart	638	622
	Nisan	619	
	Mayıs	623	
	Eylül	620	
Yaz	Ekim	627	619
	Haziran	628	
	Temmuz	619	
	Ağustos	612	

Tablo 3. 2018 yılı aylık ortalama birim enerjileri.

Tablodaki veriler doğrultusunda BDÇ. indüksiyon 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 enerjileri.

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.

SONUÇLAR

- BDÇ, indüksiyon ocaklarında yapılan bu çalışmada nemli ve kuru hurdaların arasındaki birim ton ergitme enerjisi farkı kıyaslanmış olup teorik çalışma ile ilişkilendirilmiştir.
- Kış şartlarında hurda stok alanındaki farklı bölgelerden alınan demir talaşı hurdasında 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 ergitme 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 ergitilmeden önce işletme içerisinde kapalı ve yağış almayan bir bölgede stoklandıktan sonra ergitilmesinin 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.