

TÜRKİYE DEMİR & ÇELİK İŞLETMELERİNİN ENERJİ TASARRUFU POTANSİYELİ

Potential of Energy Savings in Turkish Iron & Steel Plants

Oğuzhan Sakarya¹, Uğur Cengiz¹

¹Bilecik Demir Çelik San. Tic. A.Ş, Türkiye

Anahtar Kelimeler: enerji verimliliği, enerji yönetimi, PUKO, çelik üretimi, haddehane

Abstract

It is important to adopt and maintain a systematic approach in energy efficiency in Iron - Steel company. For this reason, the existence of TS EN ISO 50001 Energy Management System (EnMS), energy studies and studies to increase energy efficiency have become imperative. As in all management systems, the PDCA cycle is based on the “Plan, Do, Check, Act” ranking in the Energy Management System. In addition to this, energy efficiency for Iron - Steel sector is both an environmental problem, a strategic problem in terms of sustainability, and a current imperative to reduce costs with increasing competition. Increasing and optimizing energy efficiency in enterprises has attracted attention by managers, the methods and tools used for efficient consumption of energy have become more important. This scope of study, Bilecik Demir Çelik, includes energy management system implemented to increase energy efficiency and applicable studies covering all steel meltshop and rolling mills. Studies have shown that energy costs can be reduced between 5% and 20% per year with EnMS and its tools.

Özet

Demir - Çelik işletmelerinde enerji verimliliğinde sistematik bir yaklaşımın benimsenmesi ve sürdürülmesi önemlidir. Bu nedenle işletmelerde TS-EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS)'nin varlığı, enerji etütlerinin ve enerji verimliliğini artırıcı çalışmaların uygulanıyor olması zorunluluk haline gelmiştir. Her yönetim sisteminde olduğu gibi enerji yönetim sisteminde de “Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem al” sıralamasında PUKO döngüsü temel alınmaktadır. Bunun yanında, Demir - Çelik sektörü açısından enerji verimliliği hem çevresel bir sorun, hem sürdürülebilirlik açısından ele alınan stratejik bir problem, hem de artan rekabet ile birlikte maliyetlerin

düşürülmesi için güncel bir zorunluluktur. İşletmelerde enerji verimliliğinin artırılması ve optimize edilmesi yöneticiler açısından önemli bir problem olarak ortaya çıkmış, enerjinin verimli şekilde tüketilmesi için kullanılan yöntem ve araçların önemi daha da artmıştır. Bu çalışma kapsamında; Bilecik Demir Çelik San. Tic. A.Ş.'de enerji verimliliğini arttırmak üzere uygulanan enerji yönetimi sistemine ve tüm Çelikhane ve Haddehaneleri kapsayan uygulanabilir etütlere yer verilmiştir. Araştırmalar göstermiştir ki, EnYS ve araçları ile yıllık enerji maliyetleri %5 ile %20 arasında düşürülebilir.

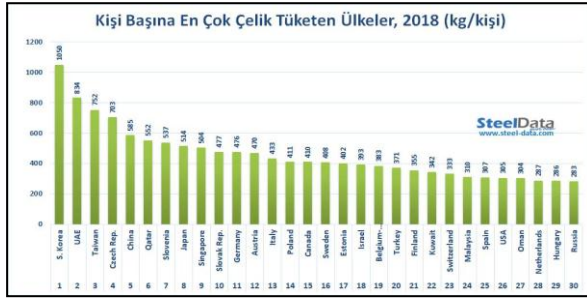
1. Giriş

Aynı ya da daha fazla miktarda ürün üretmek için daha az enerji kullanımı olarak ifade edilen “*Enerji Verimliliği*”nin; sanayi sektörleri içinde en çok enerji tüketen sektörlerden biri olan Demir - Çelik endüstrisinde önemi giderek artmaktadır. Enerjiyi yoğun kullanan Demir - Çelik sektörünün, Türkiye'nin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı, %7,5 sanayi tüketimi içerisindeki payı %21 civarındadır. Demir - Çelik sektöründe, enerjinin girdi maliyetlerindeki payı ise hammadeden sonra 2. sırada yer almakta ve % 15-25 civarında yüksek bir orana karşılık gelmektedir. Enerjinin üretim maliyetleri içerisindeki payı, enerjinin Demir - Çelik sektörü açısından nasıl bir öneme sahip olduğunu göstermeye yetmektedir. Bu nedenle “*Enerji Yönetimi*” enerji maliyetlerini azaltmak için çelik üreticilerinin öncelikli konularından biri haline gelmektedir.

Son yıllarda daha fazla gündemde olmasına karşın, aslında enerji geçmişte de büyük öneme sahip olan bir konu idi. Çünkü enerji kaynaklarına sahip olmak ve enerji yollarını yönetmek isteyen ülkeler birbirleri ile

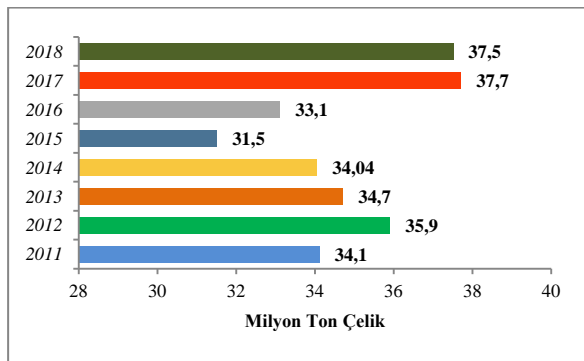
devamlı savaşmışlardır. Dünya savaşlarının arka planına baktığımızda asıl konunun enerji kaynakları ve enerji yolları olduğunu görürüz. Ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlamada istifade ettikleri en önemli unsurlardan biri olan enerji, içinde bulunduğumuz yeni dönemde ise teknolojik yenilikler, sermaye hareketleri için sınırların hemen hemen kalkmış bulunması ve iletişim alanındaki önemli gelişmeler, hem Dünya'daki enerji kullanımının miktar ve hızını arttırmış, hem de enerjiyi üzerinde durulması gereken en önemli sorun alanlarından birisi haline getirmiştir.

Diğer bir yaklaşımla, ülkelerin gelişmişlik seviyelerini belirleyen göstergelerden biri olan kişi başına demir – çelik tüketiminin Dünya ve Avrupa Birliği değerlerini yakalaması amacıyla, ülkede sektör, Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasıyla beraber başlayan sanayileşme sürecinde her zaman önemli bir yere sahiptir. Bu değer, 2000 yılı için Avrupa Birliği'nde ortalama 385 kg/kişi, Türkiye'de ise aynı yıl için 196 kg/kişi, 2005 yılı için 230 kg/kişi, 2018 yılı için ise Şekil 1'de belirtildiği gibi 371 kg/kişi'dir.

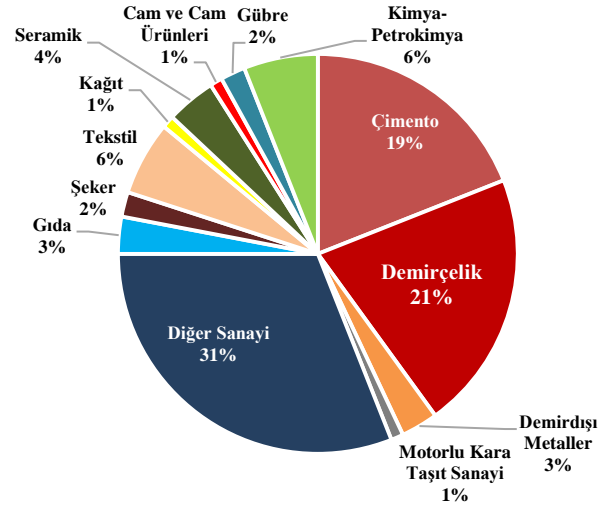


Şekil 1. Kişi başına en çok çelik tüketen ülkeler

Şekil 2'de belirtildiği gibi 2018 yılında 37,3 milyon ton çelik üretimi gerçekleştiren Türkiye, çelik sektöründe, bir önceki döneme göre (37,5 milyon ton) ham çelik üretimi yaklaşık %0,6 oranında azalmıştır. Üretimdeki düşüşe rağmen Türkiye, Dünya ham çelik üretim sıralamasında, ilk 10 ülke arasında 8. sıradaki yerini korumuştur.



Şekil 2. Yıllık bazında ülkemizin ham çelik üretim miktarı



Şekil 3. Türkiye'de Sanayide Tüketilen Nihai Enerjinin Sektörel Dağılımı (2012)

1.2. Enerji Verimliliği Nedir?

Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesidir. Daha geniş anlamıyla enerji verimliliği, gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebinin azaltılması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı önlemlerin bütünüdür [1]. Bu bağlamda, enerji yönetimi, enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak üzere yürütülen eğitim, etüt, ölçüm, izleme, planlama ve uygulama faaliyetleridir (5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu,200:2).

1.3. Endüstriyel İşletmelerde Enerji Yönetim Sistemi

Enerji yönetim sistemi, enerji politikasını ve amaçlarını belirlemek ve bu amaçlara ulaşmak için birbirleriyle ilişkisi olan veya karşılıklı etkileşime giren öğeler kümesidir. Enerji politikası ve hedeflerini oluşturmak için birbirleriyle bağlantılı veya etkileşen öğeler grubu ve bu hedeflere ulaşmak için uygulanan proses ve prosedürlerdir [2]. Enerji yönetim sisteminin temel amacı üretilen hizmet ve servislerin en düşük enerji maliyeti ve en az çevresel etki ile sağlanmasıdır [3]. Enerji yönetiminin hedefleri üretim ve kaliteyi düşürmeden enerji maliyetlerini / israfını ve çevresel etkilerini en aza indirmektir [4].

İşletmelerde enerji yönetimi sistemini kurmak planlı bir çabayı gerektirir. Enerji tasarruflarını hedef alan, hedeflere dayanan bir strateji oluşturulmalıdır. Etkin bir enerji yönetimi sistemini kurmak, hedeflere sistematik olarak ulaşmak için aşağıda belirtilen adımlar endüstriyel işletmeler tarafından atılmalıdır ve bu alanlarda iyileştirme yapılmalıdır.

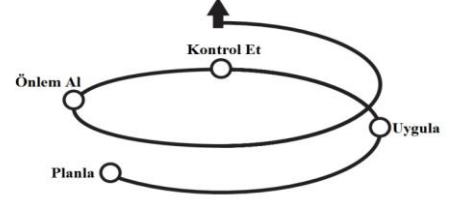
- Verimsiz iş alanları, ekipmanlar ve prosesler belirlenmelidir,
- Kullanılan veya kullanılacak enerji kaynakları hakkında her türlü detay teknik bilgiye sahip olmalıdır,
- İşletmede kullanılan ekipmanların ve üretim prosesinin teknik detay bilgisine hâkim olmalıdır,
- İşletme içerisinde enerji tüketiminin gerçekleştiği başlıca proses noktaları ve ekipmanları belirlenmelidir,
- Detaylı ve derinlemesine olacak şekilde belirlenen bu noktalarda verimsizlikler belirlenmeli ve yok edilmelidir,
- Teknoloji ve ekipman ihtiyacının belirlenmesine yönelik çalışma yapılmalıdır,
- Kaynakları gereksinimi hakkında karar aşamalarında teknik analizler, tartışma ve görüş alışverişleri, beyin fırtınası gibi teknikler kullanılmalıdır,
- İnsan gücü, makine ve teknolojisi gibi kaynaklar yönetilmelidir,
- Hareket planlarını değerlendirilmeli, yatırım dönüş hızları hesaplanmalıdır,
- Yeni üretim süreçleri, yeni teknolojik gelişmeler ve yeni geliştirilmiş makineler sürekli izlenmeli ve uygulanması yönünde değerlendirilmelidir,
- Yapılan çalışmalar değerlendirilmeye tabi tutulmalı ve güncellenmelidir.

Endüstriyel işletmelerde enerji yönetiminin varlığı için bazı ana bileşenlerin bulunması gereklidir;

- Firma üst yönetim taahhüdünün yapılmış olması,
- Enerji yönetim sistemi ve programın hedefleri açıkça tanımlanmış olması,
- Organizasyonel yapı, tanım ve sorumlulukların belirlenmiş olması,
- Kaynakların (*insan & para*) sağlanabiliyor olması,
- Ölçme ve izlemenin sağlanıyor olması,
- İlerlemelerin düzenli olarak inceleniyor olması [5,6].

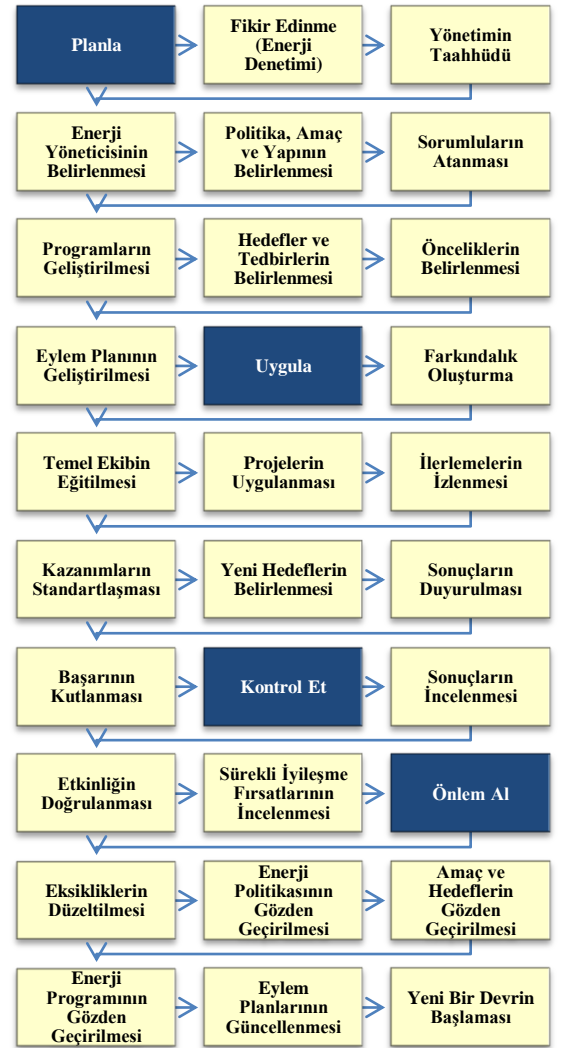
Hemen her yönetim sisteminde olduğu gibi, Enerji Yönetim Sistemlerinde de yönetim akışı, Şekil 4'te verilen, PUKÖ (*planla, uygula, kontrol et, önlem al*)

döngüsüyle sembolize edilebilir. Yönetim sistemlerinin ilk adımı, enerji politikasının oluşturulmasıdır. Sistem yönetiminin bu konudaki vizyonunu ve misyonunu belirlemesi gerekir. Uygulanabilir politikalar ve ulaşılabilir hedefler tespit edilerek iyileştirme çalışmaları başlatılır [5,6].



Şekil 4. PUKÖ döngüsü

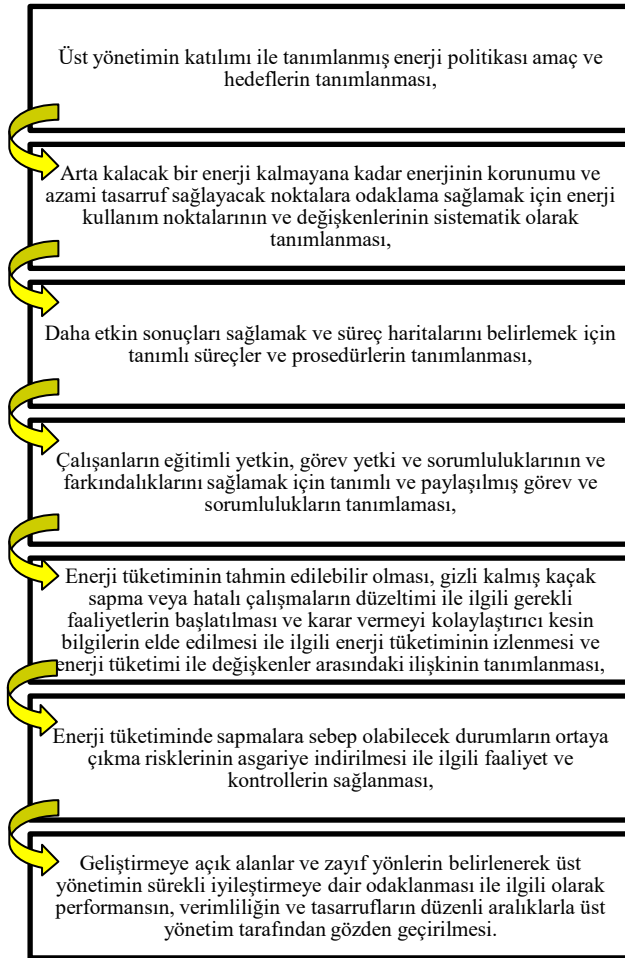
Sürekli gelişim içerisinde PUKÖ döngüsü içerisinde her döngüde de birbirini takip edilmesi gereken süreçler vardır. Temel bir fikir vermesi açısından örnek bir enerji yönetimi yaklaşım planı Şekil 5'de verilmiştir [5,6].



Şekil 5. Enerji yönetimi yaklaşım planı

Endüstriyel işletmelerin Enerji Yönetim Sistemi kurmada ve sürdürülebilirliğini sağlamada ISO 50001 EnYS standardı Dünya çapında uygulanabilir bir standarttır. Mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına, rekabet gücünün artırılmasına, sera gazı emisyonları ve diğer ilgili çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur. ISO 50001 EnYS standardı, kullanılan enerji türlerine bağlı olmaksızın uygulanabilir [5,6].

ISO 50001 EnYS'nin ana hatları ve kuruluşa sağladığı faydalar şunlardır;



1.3. Demir - Çelik Sektöründe Enerji Verimliliği

Demir - Çelik sektörümüzde, enerji verimliliğini arttırmak amacıyla;

- Kaliteli girdi malzeme tedariki ve kullanımı,
- Hammadde depolama, elleçleme, taşıma ve harmanlama işlemlerinde oluşan difüz emisyonların azaltılması,
- Hurdanın kapalı ortamda stoklanmasına dikkat edilmesi,

- Hurda içeriğinin satın alma aşamasından itibaren takip edilerek hurdaların sınıflandırılması ve istenen çelik kalitesine göre kullanılması,
- Tufal içeren çamurun, bağlayıcı madde eklenerek briket haline dönüştürülmesi ve konvertere - EAO - İO'ya şarj edilmesi,
- Brülör ve tav fırınlarında yanma verimliliklerinin artırılması ve emisyonların kontrolü,
- Yakıt-hava oranının izlenmesi ve optimize edilmesi,
- Tesisteki önemli enerji akışları ve yanma prosesleri için online izleme - kontrol sistemlerinin kullanılması,
- Proses kontrol tekniklerinin geliştirilmesi ve otomasyon uygulanması,
- Reaktif gücün boyutunu azaltmak için alternatif akım (AC) devresinde kapasitörlerin kurulması,
- Her bir prosesin enerji tüketimini kontrol etmek için raporlama ve analiz araçlarının (Pinch Analizi, PUKÖ döngüsü vb.) kullanılması,
- Soğutmada su tüketimini azaltacak kuru soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılması,
- Yüksek verimli elektrik motoru kullanımı,
- Aydınlatma, ısıtma, pompalar, kompresörler gibi, ana üretim hatlarına göre, enerji tüketimi daha düşük olan yardımcı tesislerde de, enerji tasarrufu yapılması,
- Enerji yoğunluğunu düşürmek amacıyla, katma değeri yüksek ürün üretimine geçilmesi,
- Etkin bir enerji yönetim sisteminin oluşturulması ve enerji tüketimlerinin izlenmesi,
- Her türlü yan ürün ve atığın geri kazanımı,

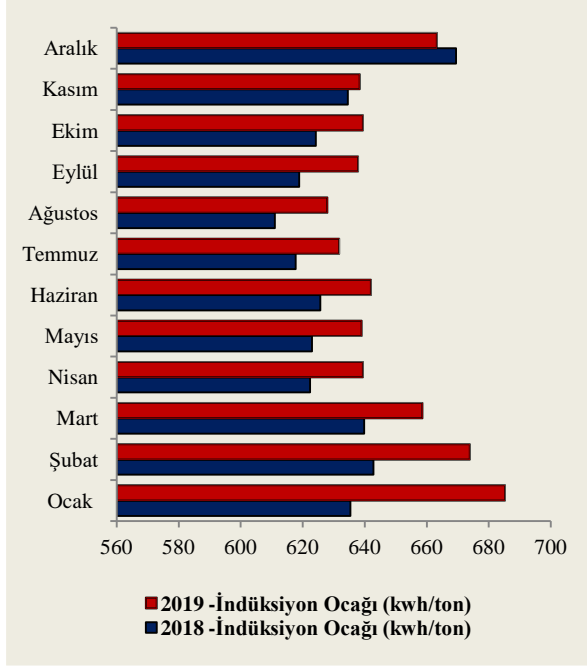
gibi başlıca konularda azami çaba gösterilmelidir.

2. Deneysel Çalışmalar

Çelikhanelerde, enerji tüketiminin fazla olduğu ünitelerde, yüksek fırın, kok fabrikaları, ark ocağı, indüksiyon ocağı, tav fırınında, ocağı besleyen enerji sistemlerinde, toz tutma ve su soğutma sistemlerinde enerji tüketimini azaltacak çalışmalar yapılmalıdır. Ark ocağı, pota ısıtma, tandış ısıtma ve haddehane tav fırınlarında yakıt olarak, verimliliği yüksek ve düşük karbonlu doğal gaz kullanımının artırılmasıyla, fuel oil ve motorin kullanımından kaynaklanan çevresel etkiler azaltılmalıdır.

Hammadde kalitesi ve kompozisyonu, enerji tüketimini doğrudan etkileyen çok önemli bir parametredir. Nemli hurda, toprak, taş ile kirletilmiş hurda ve oksitli hurda eriyerek, cürufa karışır, cüruf

bazıklığını sağlamak için, ilave kireç kullanımı gerekir. İçerisinde, alüminyum, bakır, çinko, kurşun vb. metallerin bulunduğu hurda, üretim hızını, dolayısıyla, enerji tüketimini arttırırken, çelik kalitesini düşürücü bir etki yaratır. Sektörümüzde, kirli hurdanın olumsuz etkilerini giderebilmek için, hurda elleçleme büyük öneme sahiptir.



Şekil 6. Farklı mevsimsel koşullarda birincil ertitme ünitesinin ton çelik başına enerji tüketimi

BDC, ertitme ünitesi olarak indüksiyon ocaklarını kullanmaktadır. İndüksiyonla ertitme, metal parçaların (*şarj malzemesi*) belirtilen sıcaklık ve sürelerde ısıtmakta kullanılan temassız bir ısıtma ve ertitme yöntemidir. Denetim ve yatırım 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.[7].

İndüksiyon ocaklarına beslenen demir hurdası (*şarj malzemesi*) tamamen ertiyince oluşan cüruf temizlenir. Ocağa şarj edilen hurdanın kirli olması (*plastik, toz, nemli, ıslak şarj malzemesi vb.*) cüruf miktarının artmasına ve ocak enerji tüketiminin yükselmesine neden olmaktadır. Cüruf süzöldükten sonra ise sıvı metal sıcaklığı yakalanır, enerji kesilerek ocak kaldırılır ve sıvı metal potaya alınır [7].

BDC'nin indüksiyon ocaklarında kış mevsimi şartlarında ertitilen her 1 ton çelik hürdası içerisindeki %5 oranındaki suyun uzaklaştırılması için gereken teorik elektrik enerjisi 37,5 kWh'dır. Bu doğrultuda Şekil 6'da gösterilen pratik uygulamadaki mevsimsel faktörlerin etkisi teorik hesaplama sonucunda elde edilen değer ile ilişkilendirilmiştir. Hurda neminin buharlaştırılması sırasında harcanan enerjiyi azaltmak amacıyla hürdalar ertitmeden önce işletme içerisinde kapalı ve yağış almayan bir bölgede stoklandıktan sonra ertitilmesinin temini ile birim enerjiler üzerinde %3.2 ile %6 arasında enerji tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir.

Haddehanelerde ise genel olarak enerji tüketim değerleri incelendiğinde çelikhane prosesinden farklı olarak doğalgaz tüketimleri ön plana çıkmaktadır. İndüksiyon ocağında elektrik tüketimine dayalı bir enerji sarfiyatı söz konusu iken haddehanede daha ziyade doğalgaz tüketimine dayalı bir enerji sarfiyatı söz konusu olmaktadır. Bu sarfiyatın özellikle yarı mamul olan kütüklerin haddeleme öncesinde yeniden ısıtma işlemine tabi tutulduğu tav fırınından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte elektrik sarfiyatı da söz konusu olmaktadır. Elektrik sarfiyatının da büyük çoğunluğunun haddeler ve su tesislerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 1. Bilecik Demir Çelik 2018 ve 2019 yılları için çelikhane ve haddehane elektrik/doğalgaz tüketimleri

Bölüm	Çelikhane		Haddehane	
	2018	2019	2018	2019
Doğalgaz Tüketimi (m ³)	375.000	750.000	10.500.000	11.000.000
Elektrik Tüketimi (kWh)	220.000.000	247.000.000	18.000.000	20.000.000

Tablo 1'de Bilecik Demir Çelik 2018 ve 2019 yılları için çelikhane ve haddehane elektrik/doğalgaz tüketimleri kıyaslamalı olarak verilmiştir. Bu değerlerden anlaşıldığı gibi haddehane için doğalgaz tüketimi, çelikhane için ise elektrik enerjisi tüketimi ön plana çıkmaktadır.

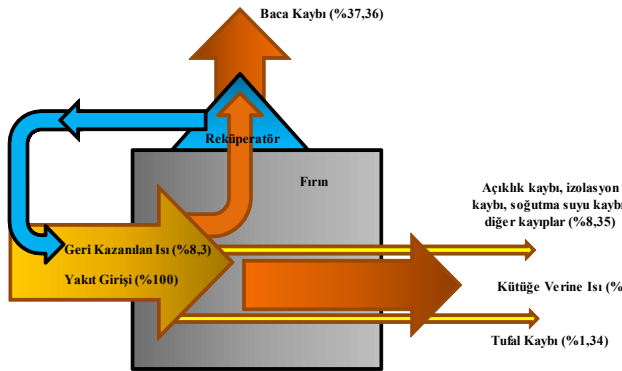
Çelikhanedeki gelen yarı mamul kütükler kristalizasyon sıcaklığının üzerinde, genellikle 900-1250°C arasında bir sıcaklığa kadar homojen bir şekilde ısıtılarak haddeleme yoluyla şekillendirme için uygun bir hale gelmektedir. Bu ısıtma işlemi Şekil 7'de belirtilen haddehane tav fırınlarında gerçekleştirilmektedir.



Şekil 7. Haddehane tav fırını

Genellikle doğalgaz kullanan bu tav fırınları, haddehanenin büyük oranda enerji tüketiminden sorumlu olmaktadır. Dolayısıyla gerek yakıt tüketimi açısından gerekse bacadan atılan yanma gazlarının oluşturduğu kirlilik açısından bu fırınlar enerji tasarrufu yöntemleri için oldukça önemli olmakta ve mümkün olduğunca verimli çalıştırılması gerekmektedir.

Haddehane tav fırınlarında en büyük kayıp baca kayıdır. Baca kayıplarının bu denli büyük olmasının nedeni brülörlerde gerçekleşen yanma sonucunda sistemden atılan gazın yüksek sıcaklıklarda olmasıdır. 650°C sıcaklıklarda olan baca gazının enerjisi sisteme ilave edilen *reküperatör* ile yakma havasının ön ısıtılmasında kullanılarak enerji geri kazanımı sağlanabilmektedir.



Şekil 8. Tav fırını toplam enerji dengeli Sankey diyagramı

Şekil 8'de ki Sankey diyagramından da görüleceği gibi fırına verilen enerjinin %52,45'i kütüklere aktarılmakta, %8,35'i açıklık, izolasyon ve diğer kayıplar, %37,86'sı bacadan yanma gazı ve %1,34 ise tufal ile ısı kaybı olarak atılmaktadır. Bacadan yanma gazı ile kaybedilen ısının %8,3'ü reküperatör ile geri kazanılabilmektedir [8].

Fırınlarda ısıtma enerjisi taban, yan duvarlar, tavan ve kapak izolasyonundan kaybolmaktadır. Açık kalan kapak ve menfezler ile baca kayıpları verilen enerjinin büyük bir kısmının kaybına neden olmaktadır. Bunlar dışında soğutma suyu kayıpları ve diğer kayıplar da dikkate alınmalıdır.

Fırınlar için ilk bakışta oldukça iyi bir enerji tasarrufu yöntemi olan sıcak şarj yöntemi kullanılabilmektedir. Bu uygulamada sürekli döküm makinesinden çıkan yarı mamul kütükler, tamamen soğumaları beklenmeden 500 ile 800°C arası sıcaklıklarda tav fırınına sevk edilmektedir (*İşletmenin kütükleri tav fırınına şarj edebilme pratiğine göre değişmektedir, BDÇ'nin çelikhane ve haddehane tesisleri arasında lojistik imkanı bu şarj yöntemine uygun değildir, fakat Şekil 9.'da belirtilen vince entegre edilen aparat yardımıyla tav fırınına sıcak şarj yapılabilir.*)



Şekil 9. Tav fırınına sıcak şarj aparatı

Böylelikle yarı mamulün fırınlarda haddeleme için istenen sıcaklığa getirilmesi çok daha az enerji tüketimiyle ve kısa sürede gerçekleşmekte, üretim ve verimlilikte artış sağlanabilmektedir. Aynı zamanda depolama faaliyetlerini de azaltarak stok maliyetlerini de düşürecektir. Bu uygulamanın yapılabilmesi için çok iyi bir üretim planlaması yanında çelikhane ile haddehanenin lojistik olarak uygun bir yerleşim planı içerisinde bulunması şarttır. Bu uygulama özellikle çelikhane ve haddehane tesisleri arasında lojistik imkanı kolay olan ve aynı tip nihai mamulleri seri olarak imal eden üreticiler için bir avantaj olarak değerlendirilebilmektedir.

Fırınlarda yarı mamullerin homojen olarak ısıtılmaları esastır. Fırın tipine göre kütüklerin şarj edilme yöntemi değişmektedir. İtmeli fırınlarda kütükler ard arda şarj edilirken, yürüyen kirişli fırınlarda kütüklerin aralarında belirli mesafeler bırakılarak şarj edilir. Ard arda şarj edilen itmeli fırınlarda kütüklerin yüzeyleri temas etmekte ve homojen ısıtma imkanı sağlanamamaktadır. Bu durum yürüyen kirişli

fırnlarda söz konusu değildir fakat bu tip fırnlarda da kütükler arası mesafenin düzgün hesaplanması gerekmektedir. Fırnlarda yüksek sıcaklıklara çıkıldığı için özellikle 800°C'den sonra fırın içerisinde radyasyon ile ısıtma büyük ölçüde etkin olmaktadır. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklarda hem fırının kapasitesini verimli kullanabilmek hem de ısıtmanın homojen ve verimli olmasını sağlayabilmek için fırın içerisindeki kütükler arası mesafeler önemli olmaktadır. Genellikle şarj edilen kütükler arasında, kütük yüzey mesafesinin bir buçuk katı kadar mesafe bırakmak yoluyla bunu sağlamak mümkün olabilmektedir. Eğer bu mesafe fırın kapasitesini yükseltmek için azaltılırsa iki kütük arasında ısıma kaynaklı bir ısı duvarı oluşabilir. Bu durum ise kütüğün homojen tavlmasını ve tavlama süresini geciktirmekte, verimden ziyade kayıplara neden olabilmektedir.

Çelikhane ve Haddehanelerde verim artırıcı yönde yapılacak belli başlı bazı iyileştirmelerle, haddehane ve çelikhane pota ısıtma brülörlerinde yakıt optimizasyon programı uygulanarak sistemin otomasyon ile kontrol altına alınabilir (*dijital yanma kontrolü, geniş alevli brülörler vb.*) ve yakma havası ile oksijen zenginleştirilmesi yapılarak doğal gaz tasarrufu sağlanabilir. Tav fırın kapasitesine ve tipine göre optimum şarj ve kütük mesafesinin belirlenmesi gerekmektedir. BDC'de haddehaneye giren yarı mamul kütüklerde % 1.5 düzeyinde tufal kaybı olmaktadır. Tufal oluşumunu engellemek için tav fırınının içerisindeki havayı kontrol etmek, fırın içi oksitleyici ortamı kontrol altına almak ve fırın duvarlarının sürekliliğini & izolasyonunu kontrol etmek gereklidir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Sonuç olarak, uygulanabilir etütler Demir - Çelik sektöründe enerji tasarrufu potansiyelinin yüksek olduğunu açıkça göstermektedir. Bu önemli potansiyelin ekonomiye bir artı değer olarak kazandırılması ise ancak bu konuda enerji yönetimi sistemleri gibi kararlı politikaların uygulanması ile mümkündür. Sanayi kuruluşlarının üretimde enerji verimliliğini sürekli ön planda tutmaları, piyasaya yeni ürünler üretirken enerji verimliliği yüksek ürünleri tercih etmeleri ve tasarımları gerekmektedir. Bu nedenle Çelikhaneler ve Haddehaneler verim artırıcı, rekabet koşullarında avantaj sağlayacak enerji verimliliği uygulamaları için kendi imkanları ve

kararları ile kolayca yapabilecekleri çalışmalarını vakit geçirilmeden uygulamaya koymalıdır.

Demir - Çelik sektöründe sistematik kalıcı ve bir şekilde enerji yoğunluğunun düşürülmesi için *TS-EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS)* izlenmeli, yasal mevzuat ve süreçler yakından takip edilmeli, enerji etütleri, gönüllü anlaşmalar, verimlilik artırıcı projeler, teşvikler ve enerji verimliliği danışmanlığı şirketlerinin desteği ile enerji verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar sürekli gündemde tutulmalıdır. Araştırmalar göstermiştir ki, Enerji Yönetim Sistemi ve araçları ile yıllık enerji maliyetleri %5 ile %20 arasında düşürülebilir.

Referanslar

- [1]Enerji Verimliliği Derneği (*ENVERDER*), 2010:29.
- [2] TSE Türk Standartları Enstitüsü, 2005.
- [3]BEE, Bureau of Energy Efficiency (2005), National Certificate Examination for Energy Managers and Energy Auditors, New Delhi, India. s:1-5.
- [4]BEE, Bureau of Energy Efficiency (2005), Question Bank for Energy Managers and Energy Auditors, New Delhi, India. s:1-5.
- [5]CIPEC, Canadian Industry Program Energy Conservation (2002), Energy Efficiency Planning and Management Guide, Canada , s.12
- [6]CIPEC, Canadian Industry Program Energy Conservation (2003), Canadian Foundry Association, , Guide to Energy Efficiency Opportunities in Canadian Foundries, s.9.
- [7]Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (*MEGEP*), Metalurji Alanı, "İndüksiyon Ocağı" Ankara, 2006.
- [8]Emre BARAN - haddeleme prosesinde tav fırını (*annealing furnace in hot rolling process*) - Dokuz Eylül Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, İzmir, e-posta: emre.baran@deu.edu.tr