

DERLEME YAZISI

DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNDE ENERJİ TASARRUFU ve ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Adem BAKKALOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Geliş Tarihi: 26.02.2001

THE ENERGY SAVING PRECAUTIONS IN IRON AND STEEL PLANTS

ABSTRACT

Due to the development in both economy and industry in Turkey, the need to the electrical energy is also enhanced parallel to the country's growth rate. Especially being the main source of both economy and the industry, the electrical energy has the most importance. In this study the progress in electrical saving at integrated Iron – Steel Plants is being observed and also the precautions to be taken are investigated.

ÖZET

Ülkemizde sanayileşme ve ekonomik gelişmeye paralel olarak elektrik enerjisi talebi de artmaktadır. Çünkü enerji, özellikle elektrik enerjisi sanayileşmenin, ekonomik gelişmenin dinamosudur. Bu çalışmada entegre demir-çelik tesislerinde enerji tasarrufu konusunda yapılan çalışmalar ve alınması gereken önlemler incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi yetersizliğinden ve pahalı elektrik enerjisinden en çok etkilenen sektörlerin başında Demir – Çelik sektörü yer almaktadır. Demir – Çelik üretiminde özellikle, ark ocaklı üretimde elektrik enerjisi, hammaddeden sonra %10 – 12 oranı ile en önemli girdidir. Çarkların dönmesi, bacaların tütmesi, üretimin gerçekleşmesi elektrik enerjisinin etkin katkısı ile sağlanabilir. Enerji tasarrufu, enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, kalite ve performansı düşürmeden, en aza indirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda, enerji tasarrufu; daha çabuk, ucuza elde edilebilen yerli ve en temiz enerji kaynağını kullanmaktır.(1)

Ülkemizin metal ana sanayiinde 113 özel ve 15 kamuya ait olmak üzere 128 tesis bulunmaktadır ve yıllık enerji tüketimleri 6,2 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) dir, bu sanayilerde kullanılan yakıtın çeşitliliği, yakma sistemlerinin yönetimi ve personelin eğitimi verimliliği etkiler. Entegre demir çelik tesislerinde harcamaların yaklaşık %30'u enerjidir. Türkiye'de çelik; entegre demir-çelik ve ark ocaklı tesislerde üretilmektedir. 3 adet entegre demir-çelik fabrikasına karşılık 19 adet ark ocaklı tesis üretime devam

etmektedir.2000 yılında toplam çelik üretimi 14.324.735 ton olmuş, bunun 5.228.538 tonu entegre tesislerde, 9.096.197 tonu da ark ocaklı tesislerde üretilmiştir.(Tablo 1).Türkiye'nin 2001 yılı Ocak-Haziran dönemi üretimi,geçen yılın aynı dönemine göre % 6,6 oranında artarak 7,466,874 tona ulaşmıştır.Ark Ocaklı Kuruluşların bu dönemde toplam üretim içindeki payı % 64,1,entegre tesislerin payı ise % 35,9 olmuştur.Türkiye'nin 2001 yılı Haziran ayı ham çelik üretimi,geçen yılın aynı ayına göre %4,2 oranında,Mayıs 2001'e göre ise %1,8 oranında azalmıştır (2).

Tablo 1. Türkiye'de entegre demir-çelik üretim tesislerinin kapasitesi ve 2000 yılındaki üretimi(3)

	Kapasite (ton)	2000 – Yılı Üretim (ton)
Erdemir (Krd.Ereğli)	3.000.000	2.388.009
İsdemir (İskenderun)	2.200.000	1.965.100
Kardemir (Karabük)	700.000	875.429
Toplam	5.900.000	5.228.538

Demir-Çelik sektörünün önemi en başta tüm endüstriyel dallara girdi vermesinden kaynaklanmaktadır. Demir-Çelik sektörünün inşaat, otomotiv, demiryolu ve akla gelebilecek tüm cihaz ve eşya üretimine katkısı vardır. Demir – Çelik tesisleri sanayiinin lokomotifidir. Ülkelerin kalkınmışlık göstergelerinden biride kişi başına tüketilen çelik miktarlarıdır.Demir çelik sanayinin hem iç tüketim hem de ihracatla milli gelire katkıları büyüktür.(4)

Tablo 2' de çeşitli sanayi sektörlerinde tüketilen enerjilerin dağılımı verilmiştir.Tablodan görüldüğü gibi demir-çelik tesisleri sanayii içinde en fazla enerji tüketen bölümdür. Tablo 3 de sektörel bazda enerji tüketiminin dağılımı görülmektedir. Bu durum sektörde enerji harcamalarının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Sanayii sektöründe Enerji Tüketimleri(3)

Sanayii Kolu	Tüketim (%)
Demir-Çelik	18.9
Kimya Petrol	7.2
Petro-Kimya	9.3
Çimento	14.4
Şeker	2.6
Demir Dışı Metaller	4
Gübre	5.5
Diğerleri	39.4

Tablo 3. Sektörel Bazda Enerji Tüketiminin Dağılımı(3)

Sektörler	Tüketim (%)
Konut	25.9
Sanayii	26.3
Ulaştırma	17.3
Tarım	3.9
Enerji Dışı	2.1
Çevrim Dışı	24.1

2. ENERJİ TASARRUFU İLE İLGİLİ İSTATİSTİKİ BİLGİLER

Ton ham çelik (THÇ) başına enerji tüketimine bakacak olursak, Şekil 1’de görüldüğü gibi enerji tüketimi Erdemir’de diğer ülkelere göre 2-4 GJ. daha fazla , ancak bazı ülkelere göre de düşüktür.Gelişmiş ülkelerde bu rakam ortalama 17-20 GJ civarındadır. Aradaki fark yapılabilecek tasarruf miktarını göstermektedir. Şekil 2’de 1 ton ham çelik için gerekli olan enerjilerin maliyetleri görülmektedir. Erdemir’de 64 \$/THÇ, A.B.D de 57.12; Fransa’da 40,78; Japonya’da 40,27; İngiltere’de 38,04 ve Almanya’da ise 37,91 US\$ dir.(5,6)

Dünya’da enerji kaynaklarının tüketim hızına bağlı olarak ömürlerine bakacak olursak petrol’ün 40, doğal gazın 60 ve kömürün ise 220 yıllık kullanım ömürleri vardır(7). Buda enerji kaynaklarının sınırsız olmadığına bir göstergesidir. Bu nedenle enerjinin verimli ve tasarruflu kullanılması çok önemlidir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Resmi Gazetenin 11 Kasım 1995 tarih ve 22460 sayısında yayınlanan “Sanayii Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Artırılması İçin Alacakları Önlemler” hakkında yönetmenlik ;2000 tep (ton eşdeğer petrol) eşit ve üzerinde yıllık enerji tüketen kuruluşlarda, enerji tüketiminde verimliliğin artırılması ve “Enerji Yönetim Sistemi” oluşturulması konularını kapsar. Bu yönetmelikle bu kuruluşlarda “Enerji Yöneticisi” atanması da oluşmuştur.

Türkiye’de Entegre Demir-Çelik Tesislerinin ilki olan Kardemir 1939 yılında, Erdemir 1965 yılında, İsdemir ise 1975 yılında üretime başlamıştır. Her 3 tesiste de enerji tasarruf konusunda çalışma yapılmıştır. Enerji tasarrufu potansiyelleri uygulanacak projeler ile enerji yönetim şekli belirlenmiştir. İsdemirde bu çalışma 24 Şubat- 24 Mart 1990 yılında yapılmış olup mevcut enerji tüketimi 8,5 Gcal/ton hadde mamülü olarak tespit edilmiştir. Yapılacak işletme pratiklerine yönelik iyileştirmelerle bu değer 6,9 Gcal/thm çekilebileceği açıklanmıştır.Kardemir’de ise aynı yöntemlerle ve yenileştirme çalışmaları ile tüketimin düşürüleceği açıklanmıştır. En son olarak Siemens Martin Çelik Ocakları yerine Konvertörler ile sürekli döküm tesislerinin devreye girmesiyle birlikte tav fırınlarının üretim dışı bırakılmasıyla büyük oranda enerji tasarrufu yapılmıştır. Bununla birlikte tesisin kapasitesi de artmıştır.(8)

Entegre tesislerde en kapsamlı çalışma Ereğli Demir ve Çelik Fabrikalarında yapılmıştır.İlk çalışmalar 1982 yılında başlamış ve halen devam etmektedir. Bu çalışmalar 3 ana başlık altında yapılmıştır.(9)

1. İşletmede alınan önlemler,
2. Sistemde yenileme çalışmaları,
3. Yatırımlarla yapılan enerji tasarrufu çalışmalarıdır.

Yapılan bu çalışmalarla 1982 yılından 1998 yılı sonuna kadar %36 lık enerji tasarrufu sağlanmıştır.

İşletmede alınan önlemler; işletme pratiklerini geliştirerek, herhangi bir parasal harcama yapmadan sistemin veya prosesin iyileştirilmesi olarak tarifleyebiliriz. Bu önlemlerin en önemlisi yüksek fırında yakıt oranının düşürülmesidir. Entegre demir-çelik tesislerinde ünite bazında enerji tüketimlerine bakacak olursak(Şekil 3).Yüksek Fırınların en fazla enerji tüketen ünite olduğu görülmektedir.Takibinde Sıcak Haddehane ve kok fabrikası

gelmektedir. Bu ünitelerde yapılacak tasarruf çalışmaları sonucu etkilemektedir ve tasarrufa nerelerde ağırlık verilmesi gerektiğini göstermektedir. Yüksek fırınlarda en önemli enerji kaynağı metalurjik kok ve enjeksiyon kömürüdür. Bazı ülkelerde kömür yerine doğal gaz, fuel-oil ve katran enjeksiyonu yapılmaktadır. Bunların tamamına yüksek fırınlarda toplam yakıt sarfiyatı denilmektedir. Erdemir'de bu değer 490 kg/ton sıcak maden (TSM) dir.(9)

Entegre demir-çelik tesislerinde kullanılan yakıtlar Tablo 4' de, benzer biçimde satın alınan yakıtların dağılımı Şekil 4'te verilmiştir(7).

Tablo 4. Entegre Demir-Çelik Tesislerinde Kullanılan Yakıtlar(7)

Yakıt Cinsi	Kullanım Yeri
Metalurjik Kok	Yüksek Fırınlarda, Sinter Fabrikası
Enjeksiyon Kömürü	Yüksek Fırınlarda
Elektrik	Tüm Tesis
Fuel-Oil	Kuvvet Santrali, Tavlama Fırınlarda
Doğal Gaz	Kuvvet Santrali, Proseste
Katran	Kuvvet Santrali, Yüksek Fırınlarda
Proses Gazları (Kok, Yüksek Fırın, Konvertör)	Kuvvet Santrali, Proseste

Geri kazanılan enerjilere bakacak olursak, yani proses gazlarına (Şekil 5) burada en önemli faktör bu gazların proses sırasında oluşması olup (kok fabrikasında metalurjik kok üretilirken kok gazı, yüksek fırında sıcak maden üretilirken yüksek fırın gazı ve çelikhane sıvı çelik üretilirken çelikhane gazı) entegre demir-çelik tesislerinde enerji tasarrufu konusunda en verimli çalışma bu gazların tamamının kullanılmasıdır. Bu gazların ikamesi satın alınan enerjilerdir. Yapılan yatırımlar ve modernizasyon çalışmalarının ağırlığı bunların tamamının kullanılmasına yöneliktir.

Bu gazların ve diğer yakıtların kalorifik değerlerine bakacak olursak (Tablo 5); bu yakıtlardan büyük bir kısmı Kuvvet Santralında yakıt olarak kullanılır. Burada kullanılan yakıtla elektrik üretiminde ve proseste kullanılmak üzere buhar üretilir. Bu buharın özellikleri şöyledir;

- Yüksek basınçta (tesise göre değişmektedir), 45-100 kg/cm² basınçta ve 450 °C sıcaklıktaki buhar, elektrik üretiminde kullanılmaktadır.
- Düşük basınçta (tesise göre değişmektedir), 10-14 kg/cm² basınçta ve 300 °C sıcaklıktaki proses buharı, tüm tesiste ısıtma ve tahliye amaçlı kullanılmaktadır.

Entegre tesislerin diğer bir özelliği'de tükettikleri elektriğin belli bir kısmını kendileri üretmektedir. Aynı zamanda ulusal şebekeden de elektrik aktarılmaktadır. Bu gibi üreticilere Otoprodüktör denmektedir.

Tablo 5. Proses Gazlarının ve Diğer Yakıtların Kalorifik Değerleri

Yakıt Cinsi	Kalorifik Değeri (Kcal/kg, Nm ³ , kwh)
Kömür	7000-7700
Metalurjik Kok	6500-7100
Fuel-oil (No.6)	9200 (alt ısı değer)
Elektrik	860/2300
Doğal Gaz	8300 (alt ısı değer)
Katran	9000
Kok Gazı	4000-4500
Çelikhane Gazı	2000
Yüksek Fırın Gazı	700-800

3. ENERJİNİN YÖNETİLMESİ

Demir-Çelik tesislerinde enerji üretim ve tüketimi birbiriyle çok yakın ilişkilidir. Sistemin yönetim yeri Enerji Merkezi diye adlandırılan yer olmalıdır. Tesiste üretilen ve tüketilen tüm enerji buradan yönetilmektedir. Proses sırasında üretilen gazların, tüketilmesi işletme şartlarına göre değişmektedir. En az kayıpla bu enerjilerin kullanılmasının sağlanması hem maliyet hem de enerji açısından önemlidir. Enerji Merkezlerinin fonksiyonu şöyledir;

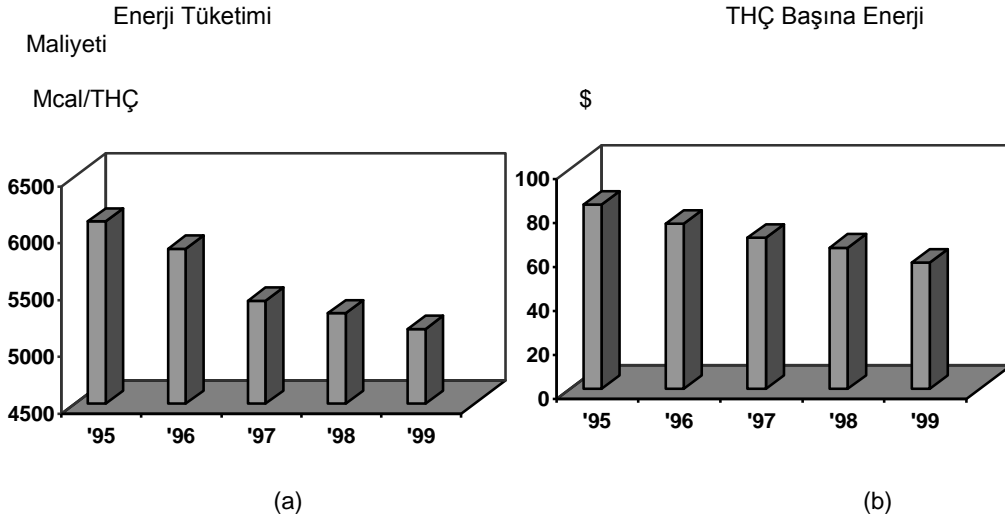
- A. Enerjinin Tek Elden Yönetilmesi
 - İşletmenin mevcut durumuna hakim olmak,
 - Genel enerji dengeleri arasında öncelikleri tespit etmek,
 - Enerji üretim ve tüketimini ayarlayarak maliyetleri kontrol altına almak,
 - Enerji ekipmanlarının kontrolünü yapmak,
 - Enerji kalitesini kontrol altında tutmak,
- B. Elektrik Üretimini Merkezden Yönetmek.
- C. Bilgi Yönetim Merkezi Olmak,
 - Üretim aktiviteleri hakkında bilgi,
 - Enerji üretim ve tüketimi için bilgi,
 - Saha hizmetleridir.

3.1 Erdemir'de Enerji Yönetimi

Erdemir, üretim maliyetinin yaklaşık %27'sini teşkil eden enerjinin verimli kullanılmasına ve sağlanacak tasarrufa çok önem vermektedir. Enerji tasarrufu çalışmalarıyla THÇ + ithal slab başına enerji tüketimi 1998 yılında 5296 Mcal iken, 1999 yılında 5160 Mcal olmuş ve % 2,6'lık enerji tasarrufu sağlanmıştır. 1999 yılında enerji harcaması (koklaşabilir taş kömürü, enjeksiyon kömürü, satın alınan kok, doğalgaz, fuel-oil ve elektrik) 62.066 Milyar TL'dir.(149.6 Milyon \$).

Erdemir, Türkiye genelinde üretilen elektriğin yaklaşık % 1'ini tüketmektedir. Erdemir enerji tesislerinin devreye girmesiyle 50 MW olan elektrik üretim kapasitesi 130 MW'a çıkmıştır. (Yatırım çalışmaları devam eden Buhar Türbini Generatör/Motor Blower Tesisinin Ağustos, 2000 de devreye girmesiyle bu kapasite 155 MW olmuştur). 1999 yılında tüketilen elektriğin % 73'ü kendi ürettiği olup, % 27'sini TEAŞ'tan satın almıştır.

1999 yılında Erdemir genelinde 1.456.403 TEP enerji tüketilmiştir. Elektrik enerjisi ve buhar üretiminde kullanılan yakıtların % 71'i atık ve geri kazanım ürünleri (yüksek fırın gazı, kok gazı, çelikhane gazı ve katran'dır.), % 29'u ise, satın alınan doğalgaz ve fuel-oil'dir. Erdemir'de yapılacak yeni yatırımlar ve işletme pratikleri ile enerji tasarrufu önlemleri neticesinde enerji tüketimini 4500 Mcal seviyesine indirmeyi hedeflemektedir. Şekil 6 a ve b'de sırasıyla THÇ başına enerji tüketimi ve enerji maliyeti verilmiştir.



Şekil 6. THÇ Başına a) Enerji tüketimi b) Enerji maliyeti (10)

4. ENERJİ KONTROLÜ NASIL SAĞLANIR

A. Enerji Tasarrufu Aktivitelerinin Geliştirilmesi.

- Sağlıklı ölçüm ve veri elde etme sistemleri kurulmalı,
- Veriler sağlıklı olarak değerlendirilmeli ve depolanmalı,
- Enerji verimliliği ve tüketimler iyi analiz edilip yorumlanmalıdır.

B. Geniş İşbirliği ve Yardımlaşma Ortamı Sağlanmalı.

- Yöneticiler enerji tasarrufuna yönelik çalışmalarını desteklemelidirler,
- Enerji tasarrufu bilinci her kademede çalışana anlatılmalıdır,
- Çalışanların enerji tasarrufuna katılımını sağlayacak organizasyonlar yapılmalıdır.

C. Enerji Tasarrufuna Yönelik Hedefler Tespit Edilmelidir.

- D. Üzerinde Çalışılacak İyileştirmeye Açık Alanlar Tespit Edilmelidir.
- Bir sonraki prosesi etkileyecek iyileştirmelerin belirlenmesi,
 - Kaliteli üretim için iyileştirmelerin belirlenmesi,
 - Çalışma ortamının iyileştirilmesi,
 - Kirliliğe neden olan faktörlerin iyileştirilmesi.
- E. Geliştirme Planının Uygulanması.
- Planlama / Hedeflerin belirlenmesi, hedefe nasıl ulaşılabileceğinin tespiti,
 - Uygulama / Gerekli eğitim ve kurslardan sonra planın uygulamaya geçilmesi,
 - Teyid Etme / Uygulamanın her kademede kontrolü ve sonuçların değerlendirilmesi,
 - Değerlendirme / Hedefe ulaşırsa çalışma şartlarının standartlaşması, ulaşılmamışsa yeni düzenleyici önlemler alınmalıdır (11).

5. DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNDE ENERJİ TASARRUFUNA YÖNELİK ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Enerji tasarrufunu sağlayacak önlemler 4 ana grupta incelenebilir.

- 1- Satın Alınan Enerji Miktarı ve Maliyetinin Azaltılması.
- A. Elektrik Tüketiminin Azaltılması.
- Elektrik yükü ayarlaması ve düzenlilik,
 - Elektrik tüketiminin kontrolü, optimum yük dağılımı ve optimum yakıt dağılımı.
- B. Kuvvet Santrali Verimliliğinin Artırılması.
- Kuvvet santrali ve ekipmanlarının modernizasyonu,
 - Gaz türbin tesisinin kurulması,
 - Blower, oksijen fabrikaları, buhar ve basınçlı hava gibi hizmetlerin verimliliğinin artırılması.
- C. Yakıt Çevrimi.
- Petrol ve yan ürünlerinin kullanımından, kömür ve doğal gaza geçilmesi,
 - En ekonomik yakıt balansına göre çalışması.
- 2- Minimum Enerjinin Ekonomik Olarak Kullanılması.
- A. Ekipmanlarda Kullanılan Enerjinin Azaltılması,
- Dönme hızı kontrolleri,
 - Yanma kontrolü,
 - Güç faktörü ayarlanması, elektrik rezistans kaybının azaltılması,
 - Soğutma ve ısıtma ısılarının optimizasyonu,
 - Aydınlatma sisteminin modernizasyonu.
- B. Enerji Kayıp ve Kaçaklarının Önlenmesi,
- Isı yalıtımının güçlendirilmesi, fırınlarda sızdırmazlığın sağlanması,
 - Yeni yalıtım malzemelerinin kullanılması,
 - Enerji hatlarındaki boruların iyileştirilmesi,
 - Enerji kaçaklarının erken tespiti ve giderilmesi,
 - Isı çeviricilerinin ısıtma yüzey alanının artırılması, modifikasyonu ve temizliği.

3. Atık Isı ve Enerjinin Geri Kazanımının Artırılması.
 - A. Geri Kazanım Ekipmanlarının Montajı.
 - Kok kuru söndürme tesisinin kurulması,
 - Sinter atık ısı geri kazanım tesisinin kurulması,
 - Diğer tesisler.
 - B. Geri Kazanılan Enerjilerin Verimli Kullanılması.
 - C. Geri Kazanım Ekipmanlarının Verimliliklerinin Artırılması.
4. İşletmecilik Tekniklerinin Geliştirilmesi.

Burada en önemli husus çalışanların her konuda fikirlerini söyleyebilmeleri, uygulamaya geçilmesinde herkesin yardımcı olmasıdır. Mesela sıcak haddehanede tüm tesislerde uygulanan sıcak şarjın hem üretim hem de maliyet açısından ne kadar verimli olduğu bilinmektedir. Bu konuda tüm aksaklıkların giderilmesi için yeni teknik uygulanmalıdır. Bu örnekler çoğaltılabilir. Çalışanların daima gözü ve kulakları etraflarında olmalıdır. Örnek verecek olursak; Şirkette kullanılan basınçlı hava hatlarındaki kaçakların neye mal olduğunu Tablo.6 da görebiliriz.

Tablo 6. Basınçlı Hava Hatlarındaki Kaçakların Maliyeti(3)

Kaçığa neden olan delik çapı	6 Bar basınçta kaçak miktarı	Tüketilen güç (motor gücü)	1 yılda tüketilen enerji	Tüketilen enerjinin yıllık parasal değeri
1 mm	3,6 m ³ /saat	0,3 kw	2520 kwh	151 USD
3 mm	36 m ³ /saat	3,1 kw	26102 kwh	1566 USD
5 mm	97,2 m ³ /saat	8,3 kw	70000 kwh	4200 USD
10 mm	378 m ³ /saat	33 kw	277200 kwh	16632 USD

Gelişmiş ülkelerde mukayese yapacak olursak Şekil 7'de görüldüğü gibi Erdemir ve İsdemir'in 3 ve üzeri gigajoul'luk enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Erdemir ve İsdemir'in yıllar itibarıyla enerji tüketim değerleri ise Şekil 8'de görülmektedir.

6. SONUÇ

Tüm şirketler enerji tasarrufu konusunda gerekli atılımları yapmak zorundadırlar. Türkiye'de enerjinin yoğun tüketildiği demir-çelik tesislerinde yapılacak küçük tasarruflar uzun vadede enerji konusunda büyük kazanımlara sebep olur.

Bu nedenle gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmenin en önemli unsuru kaliteli ve ucuz üründür. Bunun başlangıcı da en tepedeki yönetici ile en aşağıdaki çalışanın inanması ve bilinçlenmesidir. Ne yapılmalıdır; 1-Sorumlu belirlenmeli, 2-Sistemini kurmalı, 3-Performansları hesaplamalı ve muayene etmeli, 4-Plan ve organizasyon yapmalı, 5-Kullandığı enerjinin payını hesaplamalı, 6-Tasarruf edeceği miktarı hesaplamalı 7-Kontrol etmeli ve izlemelidir. Gelişmiş ülkelerde demir-çelik sektöründe enerji tüketim rakamları

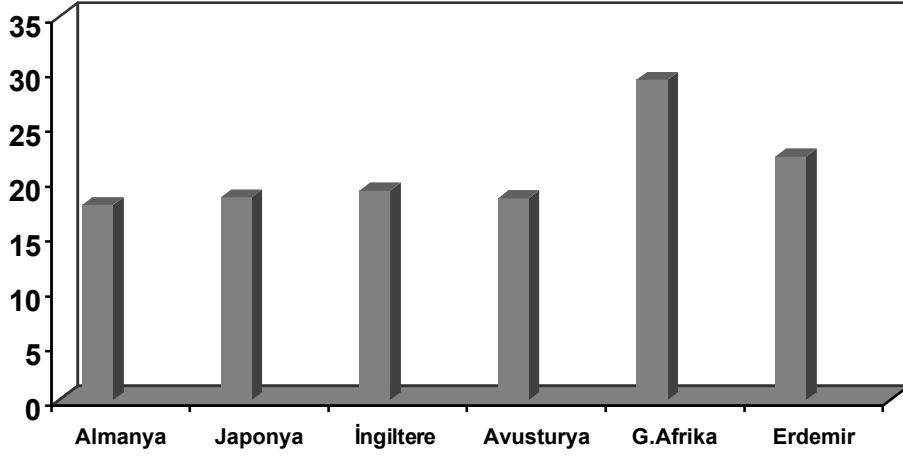
incelendiğinde, entegre tesislerin yapısına, kapasitesine, ürün yelpazesine ve teknoloji kullanımına bağlı olarak gelinen noktanın 17-18 GJ/THÇ olduğu görülmektedir

Demir-Çelik sektörü en yoğun elektrik enerjisi kullanıcısıdır. Elektrik enerjisi krizin çıkış yolu olarak kısa ve orta vadeli önlemlerin acilen alınması zorunludur. Sektörün krizden etkilenmesini önlemek amacıyla, demir-çelik üreticilerinin, kendi tüketeceği elektrik enerjisini kendileri üretmek amacıyla sektörel bazda enerji üreten bir santral kurarak girişimlerde bulunulması belki de örnek bir öncülük olacaktır.

KAYNAKÇA

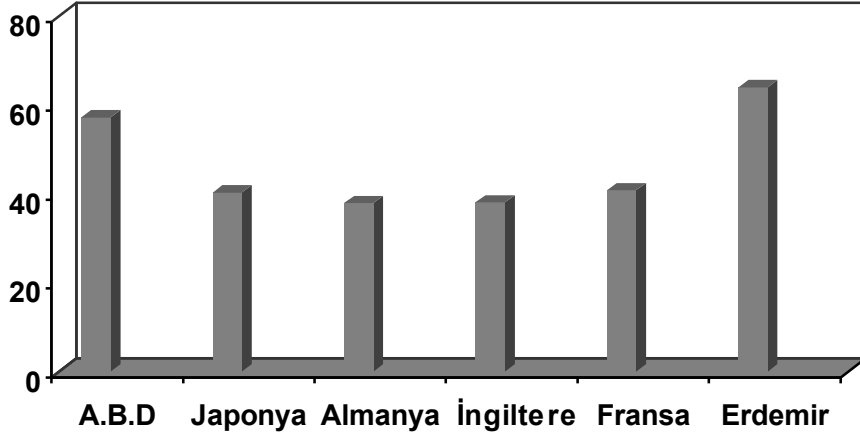
- [1] Demir-Çelik üreticileri derneği, aylık dergisi Turkish Iron & Steel Producers Association, Kasım 2000, No:21.
- [2] Demir-Çelik Üreticileri Derneği Aylık Dergisi,Eylül 2001,No:25.
- [3] ETKB/EİE Demir-Çelik Enerji Yöneticisi Eğitim Notları,1998.
- [4] <http://www.igeme.org.tr/tur/foyler/sanayi/demir1>. (İhracatı geliştirme merkezi, internet Web sayfası), 22.5.2001
- [5] Ç.Fikret, A.Özdabak, "Erdemir'de 2004 yılı projeksiyonu", 10. Uluslar arası Metalurji ve Malzeme Kongresi, Metalurji Mühendisleri Odası, 2000,s.205-214
- [6] World Steel Dynamics,1998.
- [7] Özdabak A."Entegre Demir-Çelik Fabrikalarında Enerji Tasarrufu,"Erdemir Eğitimi Notları",2000
- [8] İsdemir Enerji Raporu.
- [9] Nippon Steel Cooperation, Erdemir Energy Final Report,1999.
- [10] Erdemir Faaliyet Raporu,1999.
- [11] Iron and Steel December-1996.

Gj/THÇ

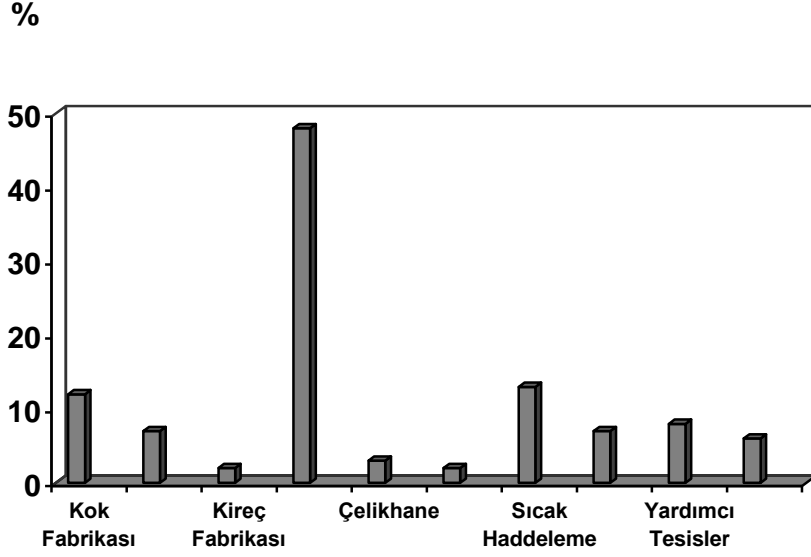


Şekil 1. Ton Ham Çelik Başına Enerji Talebi(6)

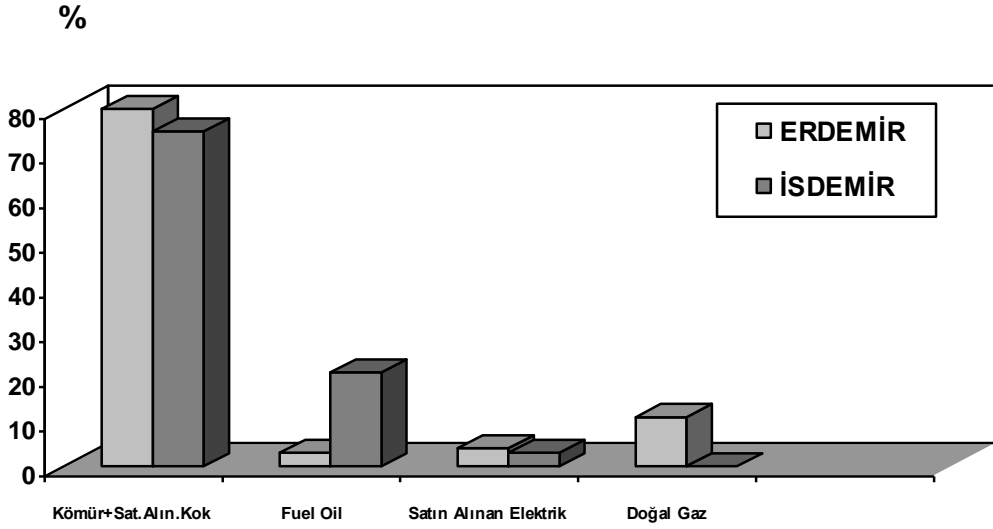
USD/THÇ



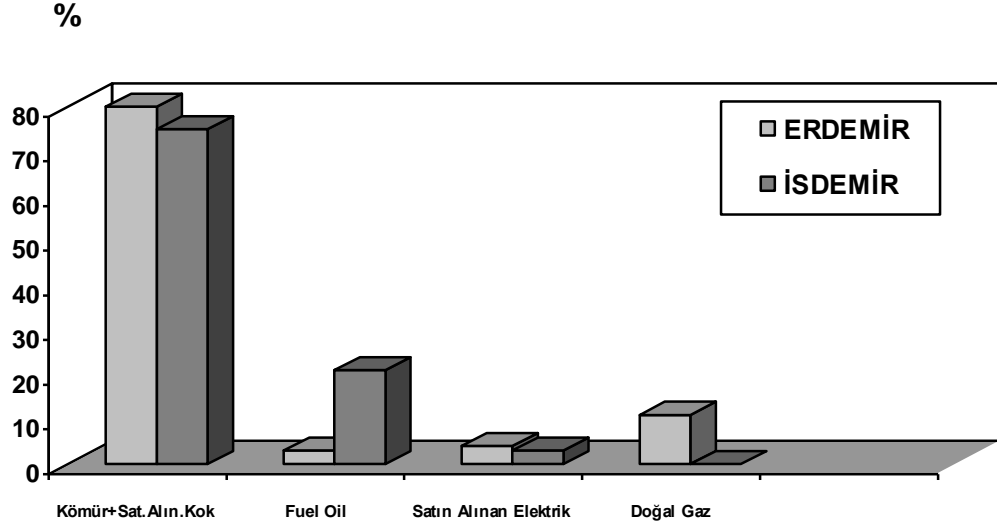
Şekil 2. Enerji Maliyetleri (6)



Şekil 3. Enerjinin Proseslere Dağılımı(11)



Şekil 4. Satın Alınan Yakıtların Dağılımı (7)



Şekil 4. Satın Alınan Yakıtların Dağılımı (7)

Makale Kaynağı : [Sigma](#)