



T.C
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İNŞAAT ÇELİĞİ VE YASSI MAMUL ÜRETEN DEMİR ÇELİK
TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YAN ÜRÜNLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

VOLKAN GÖKPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

Haziran-2012

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNŞAAT ÇELİĞİ VE YASSI MAMUL ÜRETEN DEMİR ÇELİK
TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YAN ÜRÜNLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Volkan GÖKPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Semir Gökpınar danışmanlığında hazırlanan bu tez 11 / 09 / 2012 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Semir GÖKPINAR	Yrd. Doç. Dr. Selçuk MISTIKOĞLU	Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN
Jüri Başkanı	Jüri Üyesi	Jüri Üyesi

Bu tez Enstitümüz Makine Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Demir Çelik Sektörü Şartları.....	4
2.2. Demir Çelik Prosesleri.....	6
2.2.1 Cevher Konsantrasyonu ve Kok Kömürü Üretimi.....	6
2.2.2 Cevher Redüksiyonu.....	7
2.2.3 Demir Yapımı.....	7
2.2.4 Birincil Çelik Üretimi.....	8
2.2.5 İkincil Çelik Üretimi.....	9
2.2.6 Döküm.....	9
2.2.7 Haddelme ve Son Ürün.....	10
2.3. Türkiye’de Demir Çelik Üretimi.....	10
2.3.1 Teşvik Politikaları.....	17
2.3.2 Rekabet Gücü.....	18
2.3.3 Türkiye’de Demir-Çelik Sektörünün Avrupa Birliği Açısından İncelenmesi.....	19
2.3.4 Enerji Kullanımı.....	20
2.3.5 Ülkemizdeki Demir Çelik Sektörü Sorunları	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	33
3.1. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği.....	37
3.2 Sanayide Enerji Verimliliği Çalışmaları.....	42
3.3 Elektrik İletim, Dağıtım ve Üretim Alanında Enerji Verimliliği Çalışmaları.....	63
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	66
4.1. Enerji Verimliliğini Arttırmaya Yönelik Çalışmalar.....	67
4.2. Enerji Tasarruf Potansiyeli.....	74

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR.....	93
TEŞEKKÜR.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	96

ÖZET**İNŞAAT ÇELİĞİ VE YASSI MAMUL ÜRETEN DEMİR ÇELİK
TESİSLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YAN ÜRÜNLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bu çalışmada, dünyadaki gelişmelerin ışığında Türk demir çelik sanayiinin enerji verimliliği konusundaki gelişimi değerlendirilmiştir ve sektörün uzun vadede rekabet edebilirliğini sürdürmeye yönelik strateji önerileri geliştirilmiştir. Verimlilik artışlarının yeterliliği ve girdi sarfıyatının bu tip işletmeler için planlanan miktarlardan fazla olup olmadığı hususları detaylıca incelenmiştir. İnşaat çeliği ve yassı mamul üreten demir çelik tesislerinde enerji verimliliğini arttırmaya yönelik hangi çalışmaların yapılabilirliği ve hangi çalışmalar ile enerji tasarrufları sağlanabileceği açıklanmıştır. Demir çelik tesislerinde yapılan verimlilik çalışmalarından örnekler verilmiştir ve bu örnekler üzerinden çıkarak tasarrufun ne kadar büyük olduğu ispatlanmıştır. Bu tasarruf oranlarının enerji maliyetleriyle ilişkilendirilmesi sonucu demir çelik şirketlerinin maliyetlerinde enerjinin verimli kullanılmasının ne denli önemli olduğu ifade edilmiştir. Ülkemizin enerji kaynakları açısından durumu ve bu durumun demir çelik sektörünü ne ölçüde etkilediği açıklanmıştır. Demir çelik sektöründe yan ürünlerinin değerlendirilmesinin hem maliyet hem de doğanın korunması açısından oldukça önemlidir ve bu hususta bir takım bilgiler çalışma içerisinde ortaya konulmuştur. Demir çelik sektörüyle birlikte diğer sektörlerinde bu sektöre ve ülke enerji verimliliğine ne tür katkılarda bulunduğu açıklanmıştır. Ülke enerji politikalarının sektör üzerindeki etkileri ve sektörün sorunları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

2012, 96 sayfa

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, demir çelik, enerji tasarrufu, enerji

ABSTRACT**ENERGY EFFICIENCY OF WHICH IRON STEEL COMPANIES ARE
PRODUCED CONSTRUCTION STEEL COIL SHEET PRODUCTS AND
EVALUATE BY-PRODUCTS**

In this study, in light of world developments in the Turkish iron and steel industry in the development of energy efficiency were evaluated and developed sector strategy recommendations for sustaining long-term competitiveness. Productivity increases have remained inadequate, and entered the businesses planned for this type of consumption shall not exceed the levels are examined in detail. Producing construction steel and flat products of iron and steel plants to increase energy efficiency, energy savings can be provided by studies which studies and which are described. Iron and steel plants, and these examples are examples of studies on the efficiency savings out of what proved to be too large. These costs relate to energy saving rates as a result of the use of iron and steel companies, how important it is stated that the cost of energy-efficient. Status of our country in terms of energy sources and to what extent this affects the situation described in iron and steel sector. Evaluation of iron and steel industry by-products in terms of both cost and the protection of nature in this respect is very important, and some information put forward in the study. Iron and steel sector and other sectors have contributed to this sector and the country described what kind of energy efficiency. Effects on the country's energy policies and the industry sector are given detailed information about the problems.

2012, 96 pages

Key Words: Energy efficiency, iron steel, energy savings, energy

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Entegre tesislerin ham çelik üretiminin 2000-2009 yılları arası enerji tüketimi.....	2
Çizelge 1.2. Elektrik ark ocaklı tesislerin ham çelik üretiminin 2000-2009 yılları arası enerji tüketimi.....	2
Çizelge 2.1. Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi ve enerji tasarruf miktarları.....	4
Çizelge 2.2. 2001 yılı sonu itibariyle Türkiye’nin kullanılabilecek birincil enerji kaynakları.....	6
Çizelge 2.3. Türkiye’nin uzun, yassı ve toplam çelik üretim kapasitelerinin 2005-2010 yılları arasındaki değişimi ve 2015 yılı hedefi (milyon ton).....	12
Çizelge 2.4. Türkiye’de son yıllarda üretilen ve tüketilen uzun ürün ve yassı ürün miktarları (milyon ton).....	14
Çizelge 2.5. Türkiye’de son yıllarda ihraç ve ithal edilen çelik ürünlerin, ara ürünlerin miktar ve değerleri.....	15
Çizelge 2.6. Türkiye’de yassı çelik üreten yüksek fırınlı ve elektrik ark fırınlı tesislerin hedef kapasiteleri ve 2010 ve 2011 yıllarındaki üretim miktarları (*1000 ton).....	15
Çizelge 2.7. Çelik üretiminde kullanılan ham maddelerle ilgili ülkemizin ithalat değerleri.....	16
Çizelge 2.8. Entegre demir çelik tesislerinde kullanılan enerji girdileri ve kullanım yerleri.....	21
Çizelge 2.9. Yakıtların kalorifik değerleri.....	22
Çizelge 2.10. Örnek demir çelik fabrikası üretim bilgileri.....	22
Çizelge 2.11. Demir çelik tesislerinde enerji dönüşümü sonucu ortaya çıkan gaz miktarları.....	23

Çizelge 2.12. Tesiste üretilen yan ürün yakıtların toplam enerji değerleri.....	24
Çizelge 2.13 Tesisin enerji ihtiyacının karşılanması için gerekli olan yakıt miktarları.....	25
Çizelge 2.14 Yakıtların birim fiyatları.....	25
Çizelge 2. 15 Tesisin toplam yakıt maliyeti.....	26
Çizelge 3.1 Çeşitli bölgelerdeki kişi başına enerji tüketimleri ve enerji yoğunluğu (2003 yılı verileri).....	36
Çizelge 3.2. İmalat sanayii iki basamaklı alt sektörlerinde enerji yoğunluğu.....	45
Çizelge 3.3. 2001 yılı üç basamaklı gıda, içki ve tütün sanayii enerji yoğunluğu.....	46
Çizelge 3.4. 2001 yılı üç basamaklı dokuma, ayakkabı dışında giyim eşyası, deri ve kürk eşyası ile ayakkabı sanayii enerji yoğunluğu.....	46
Çizelge 3.5. 2001 yılı üç basamaklı ağaç ve mantar ürünleri ile ağaç mobilya sanayii enerji yoğunluğu.....	47
Çizelge 3.6. 2001 yılı üç basamaklı kağıt ve kağıt ürünleri ile basım ve yayın sanayii enerji yoğunluğu.....	48
Çizelge 3.7. 2001 yılı üç basamaklı kimya-petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri sanayii enerji yoğunluğu.....	49
Çizelge 3.8. 2001 yılı üç basamaklı taş ve toprağa dayalı sanayi enerji yoğunluğu.....	50
Çizelge 3.9. 2001 yılı üç basamaklı metal ana sanayi enerji yoğunluğu.....	51
Çizelge 3.10. 2001 yılı üç basamaklı metal eşya, makine, teçhizat, ulaşım aracı, ilmi ve mesleki ölçme aletleri sanayii enerji yoğunluğu.....	53
Çizelge 3.11. 1998 yılı türkiye ve IEA-11 ülkelerinde imalat sanayii alt sektörlerinde sanayi enerji yoğunluğu ve enerji kullanımı payı.....	53
Çizelge 3.12. Ülkelere göre 1998 yılı sanayi toplam enerji yoğunlukları.....	54

Çizelge 3.13. Sektörlere göre enerjinin maliyeti.....	56
Çizelge 3.14. Sanayi sektöründe olası yıllık enerji tasarruf düzeyi.....	57
Çizelge 3.15. İmalat sanayii çıktı artış hızı ile enerji kullanımı artış hızı korelasyon matrisi.....	59
Çizelge 4.1. Erdemir enerji yapısı.....	75
Çizelge 4.2. İsdemir enerji yapısı.....	76
Çizelge 4.3. Kardemir enerji yapısı.....	77
Çizelge 4.4. Ülke bazında enerji tüketimleri (mcal/thç).....	79
Çizelge 4.5. Örnek A işletmesinde 1982-1994 yılları üretim mukayese tablosu.....	82
Çizelge 4.6. Örnek B işletmesinde 1982-1994 yılları üretim mukayese tablosu.....	82
Çizelge 4.7. Örnek C işletmesinde 1982-1994 yılları üretim mukayese tablosu.....	83
Çizelge 4.8. A işletmesinde enerji tasarrufu miktarları.....	84
Çizelge 4.9. B işletmesinde enerji tasarrufu miktarları.....	84
Çizelge 4.10. C işletmesinde enerji tasarrufu miktarları.....	85
Çizelge 4.11. Kok fabrikası tasarruf tedbirleri.....	85
Çizelge 4.12. Sinter fabrikası tasarruf tedbirleri.....	86
Çizelge 4.13. Yüksek fırınlar tasarruf tedbirleri.....	86
Çizelge 4.14. BOF(çelikhane) tasarruf tedbirleri.....	87
Çizelge 4.15. Sürekli dökümler tasarruf tedbirleri.....	87
Çizelge 4.16. Sıcak haddehaneler tasarruf tedbirleri.....	88
Çizelge 4.17. Soğuk haddehane tasarruf tedbirleri.....	89
Çizelge 4.18. Teneke hattı tasarruf tedbirleri.....	89
Çizelge 4.19. Galvanizleme hattı tasarruf tedbirleri.....	89
Çizelge 4.20. Gaz flamposu tasarruf tedbirleri.....	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Türkiye’de çelik üreten kuruluşlar ve bölgelere göre dağılımı.....	13
Şekil 2.2. Entegre Tesisin Enerji Durumu.....	24
Şekil 2.3. Tesisin toplam yakıt maliyeti.....	26
Şekil 4.1. İsdemir’de Ton Ham Çelik Başına Enerji Tüketimi.....	69
Şekil 4.2. Entegre Demir Çelik Fabrikaları Nihai Ürün Üretimleri.....	78
Şekil 4.3. Entegre Demir Çelik Fabrikaları Nihai Enerji Tüketimleri	78

1. GİRİŞ

Enerji, bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin göstergesi olan parametrelerden biridir. Enerjinin ekonomik, temiz ve kesintisiz olarak dağıtımın sağlanması ülkedeki refah düzeyinin oldukça iyi olduğu anlamına gelmektedir. Enerji politikalarının uzun vadeli ve doğru şekilde belirlenmesi ile ülkelerdeki gelişmişlik ve refah düzeyi daha da artacaktır. Bu politikalar belirlenirken enerji çeşitliğinin sağlanması gelecekte karşılaşılabilecek problemlere karşı seçim hakkı sağlayacaktır. Enerji seçimleri yapılırken çevre kirliliği yaratacak hususlar ile enerji güvenliği de dikkate alınmalıdır.

Demir çelik sektörü enerji kullanımının yoğun olduğu bir sektördür. Enerji tüketim maliyetleri sektörün en önemli maliyetlerini oluşturmaktadır. Ülkemizde demir çelik sektörünün enerji tüketimi ülke enerji tüketimin ortalama % 6'sını oluşturmaktadır. Sanayi içerisindeki sektör payı ise % 15'tir. Çeliğin ergitilmesinde, dökümünde, haddelenmesinde, toz tutma ve soğutma sistemlerinde harcanan enerji düşünüldüğünde bu payın ortaya çıkmasının normal olduğu daha net ortaya çıkmaktadır. Ark ocaklı demir çelik tesislerinde enerji tüketiminin % 65'i elektrik, % 30'u doğalgaz ve % 5'i motorindir. Entegre üretim yapan demir çelik tesislerinde durum biraz farklıdır. Entegre üretim yapan tesislerin enerji tüketimi, % 75'i kömür, % 5'i elektrik, % 5'i petrol ve % 15'i doğalgaz olarak gerçekleşmektedir.

Enerji tüketimini etkileyen çeşitli faktörler mevcuttur ve bu faktörlerin doğru şekilde kullanımını ile enerji daha verimli bir şekilde kullanılabilir. Ham maddenin kalitesi ve kompozisyonu, enerji tüketiminde en önemli parametredir. Ham maddenin kalitesine göre çeliğin üretiminde uygulanacak prosesler ve proseslerin süreleri değişmektedir ve bu durum da ekstra enerji tüketimleri getirmektedir. Ekstra enerji tüketimlerinin yanı sıra üretim kayıpları ve fazla maliyetler ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda hurda kalitesinin düşmesi ve düşük tenörlü cevherlerin artışı ile demir çelik üreticileri kaliteli ham madde için daha yoğun bir arayış içerisine girmek zorunda kalmışlardır.

Yüksek fırınlar vasıtasıyla demir cevherinden üretim yapan entegre tesislerde, yakıt olarak kullanılan kömür, fuel oil, doğal gaz ve çeşitlerinin, toplam maliyet içerisindeki payı % 20 civarındadır. Ham madde olarak hurdanın kullanıldığı ark ocaklı tesislerde ise hurda maliyetinden sonra en önemli maliyet elektrik tüketimidir. Elektrik tüketiminin bu tür tesislerin üretim maliyeti içerisindeki payı % 15 civarındadır. Elektrik enerjisi fiyatları diğer ülkelere kıyasla önemli miktarda daha yüksek olduğu için demir çelik üreticilerini bu durum olumsuz yönde etkilemektedir. Rekabet gücü diğer ülkelerde bulunan demir çelik üreticilerine göre daha düşük kalmaktadır.

Çizelge 1.1. Entegre tesislerin ham çelik üretiminin 2000-2009 yılları arasında toplamda % 45 ve yıllık bazda yaklaşık % 5 oranında arttığı, enerji tüketiminin ise, toplamda % 25 ve yıllık bazda % 2.7 oranında düştüğü görülmektedir.

	2000	2007	2008	2009	2010	2015	2020
Ham Çelik Üretimi (bin ton/yıl)	5.229	6.392	7.178	7.562	9.000	12.000	15.000
Enerji Tüketimi (MCal/ton üretim)	6.842	5.277	5.139	5.130	5.009	4.750	4.650

Çizelge 1.2. Elektrik ark ocaklı tesislerin ham çelik üretiminin toplamda, % 95 ve yıllık olarak, % 10.6 oranında arttığı, elektrik enerjisi tüketiminin ise, toplamda % 9 civarında, yıllık bazda % 1 oranında düştüğü görülmektedir.

	2000	2007	2008	2009	2010	2015	2020
Ham Çelik Üretimi (bin ton/yıl)	9.096	19.362	19.771	17.741	22.500	30.000	40.000
Elektrik Enerjisi Tüketimi (MWh/ton üretim)	0,558	0,507	0,504	0,508	0,475	0,475	0,475

Üretkenlik artışları üzerine çalışmalar yapılırken daha verimli ve çevre açısından daha temiz ortamlar oluşturacak adaptasyonda üretim teknikleri geliştirilmelidir. Bu tür üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile enerji daha verimli bir şekilde kullanılmakla

beraber ekonomikliği de beraberinde getirecektir. Ayrıca adaptasyonların uygun şekilde olması sadece ekonomiklik üzerine katkılar sağlamayacaktır. Ekonomiklikle birlikte çevresel ve sosyal gelişmeler de daha etkin bir hale gelecektir. Ülke politikalarının ülkedeki potansiyeller ve ortaya çıkabilecek durumlar göz önünde bulundurup gelişimi sağlayacak şekilde belirlenmesi gerektiği aşıkardır. Demir çelik sektöründeki bütün detayların incelenip ortaya bir yaklaşım konulması gerekmektedir. Yapısal kompozisyonlar, üretim, teknolojiler, proseslerin içerisindeki enerji tüketimleri, çevresel etkiler ve sektörün spesifik politikaları detaylıca gözlemlenecektir. Daha sonra demir çelik sektöründe istatistiki ve ekonomik üretkenlik büyümeleri üzerinde durulacaktır.

Gelecekteki enerji kullanımı ve karbon emisyonları yapılacak üretimlerin seviyesi ile birlikte kullanılan teknolojilere bağlıdır. Ayrıca farklı ekonomiler ve politika ayarlamaları sektörün verimliliklerini ve yapısını etkileyecektir. Demir çelik endüstrisinin yapısını etkileyen sürekli değişkenler incelenecektir. En iyi teknolojilerle mevcut bulunan teknolojiler arasında karşılaştırmalar yapılacaktır. Demir çelik sektöründe enerji verimliliğinin sağlanması için yapılması gereken çalışmalarla birlikte örneklere yer verilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Demir Çelik Sektörü Şartları

Ülkemizde enerjinin yoğun olarak kullanıldığı 6 sektör bulunmaktadır. Bu sektörler demir çelik, tekstil, gıda, kağıt, kimya-petrol, çimento-cam sektörleridir. Enerji tüketiminin çok yoğun olduğu bu altı sektörün toplam sanayi enerji tüketiminin ortalama % 74'ünü oluşturmaktadır. Demir çelik sektörü ise % 24'lük payla en üst sıradadır. Demir çelik sektöründe ham çelik üretim miktarları son on yıllık süre içerisinde sürekli artış içerisinde ve bu artışın yükselerek devam edeceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 2.1. Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi ve enerji tasarruf miktarları

Sektör	Enerji tüketimi (TEP)	Toplamdaki (%)	Tasarruf oranı (%)	Tasarruf miktarı (TEP)
Gıda	2.112.782	6	20	422.556
Tekstil	2.112.302	6	25	527.826
Mobilya ve Orman ürün.	309.223	0.7	10	30.670
Kağıt	1.131.262	3.3	20	226.252
Kimya,petrol	5.035.981	15	25	1.258.995
Çimento,cam	7.082.348	20	20	1.416.463
Demir,çelik	8.124.092	24	30	2.440.432
Demir dışı metaller	539.678	2	30	188.887
Makina imal.	595.332	2	10	59.553
Diğer	6 784 000	22	15	1.068.000
TOPLAM	33 827 000	100	22	7.639.634

Ülkemizde demir çelik sektörü üzerine yatırımlar tüm hızıyla devam etmektedir. Bu yatırımlar hurdadan üretim yapan ark ocaklı tesisler bazındadır. Kurulan bu tesislerde yeni teknolojilerin ülkeye getirilmesi esas alınmaktadır. Demir çelik sektörü

enerji tasarruf potansiyelinin en yüksek olduğu sektördür ve % 30'luk bir enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Bu enerji tasarruf potansiyeli 2.440.432 TEP'e tekabül etmektedir. Ülkemizde enerji yoğunluğu, OECD ülkelerinin 2, Japonya'nın ise 4 katıdır. Yani birim mal ve hizmet üretmek için OECD ülkelerinin de kullanılanın 2 katı ve Japonya'da kullanılanın 4 katı enerji tüketilmektedir.

Sanayideki toplam enerji potansiyelinin % 22 olduğu ve yıllık tüketilen 33 MTEP enerjinin 21 MTEP'lik kısmının demir çelik, çimento, cam, petrokimya ve petrol sektörlerinde harcandığı göz önünde bulundurulduğunda bu sektörlerde yapılacak tasarrufların birinci dereceden önemli olduğu görülmektedir. Sanayi kuruluşlarında yapılacak enerji tasarruf potansiyelleri, ilgili sanayi kuruluşunda kullanılan enerji çeşitlerine göre farklılıklar gösterecektir. Bazı sektörlerde elektrik enerjisi ilk sırada yer alırken bir takım sektörlerde is atık baca gazlarının sıcaklarının yüksek olmasından dolayı enerji kayıpları yaşanmaktadır. Bu durum sektörde kullanılan proseslere ve proseste direk olarak kullanılan enerji çeşidine göre değişmektedir.

Demir çelik sektörü genel olarak düşünüldüğünde birçok enerji çeşidinin sektör içerisinde yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Demir çelik sektöründe kaynatma, kimyasal reaksiyon, yoğunlaştırma, soğutma, ayrıştırma, kurutma, buharlaştırma, ısıtma, ergitme ve karıştırma enerji tasarruf potansiyeli olan konular olarak ele alınabilir. Enerji verimliliği çalışmaları için kuruluşlar içerisinde bu tarzda konuları inceleyecek birimler oluşturulmalıdır. Sürekli enerji ölçümleri ile kayıpların sebepleri irdelenip bunların çözüm yolları üzerine yoğunlaşılması gerekmektedir. Ülkemizde 2001 yılı sonu itibariyle kullanılabilir enerji kaynakları aşağıdaki çizelgede görüldüğü gibidir. Türkiye'nin birinci enerji kaynakları bakımından yeterli bir ülke olmadığı görülmektedir. Demir çelik sektöründe ve diğer tüm sektörlerde bu dikkate alınarak enerjinin verimli kullanılması adına çalışmalar hızla devam etmektedir.

Çizelge 2.2. 2001 yılı sonu itibariyle Türkiye'nin kullanılabilecek birincil enerji kaynakları

Kaynaklar	Birim	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü	Milyon Ton	428	456	245	1.129
Linyit	Milyon Ton	7.339	626	110	8.075*
Asfaltit	Milyon Ton	45	29	8	82
Bitümler	Milyon Ton	555	1.086	-	1.641
Hidrolik	GWh/Yıl	125.000	-	-	125.000
	MW/Yıl	34.729	-	-	34.729
Ham Petrol	Milyon Ton	41,8	-	-	41,8
Doğal Gaz	Milyar m ³	8,7	-	-	8,7
Doğal Uranyum	Ton	9.129	-	-	9.129
Toryum	Ton	380.000	-	-	380.000
Jeotermal					
Elektrik	MW/Yıl	200		4.300	4.500
Termal	MW/Yıl	2.250		28.850	31.100
Güneş					
Elektrik	Milyon TEP/Yıl	-	-	-	8,8
Isı	Milyon TEP/Yıl	-	-	-	26,4

2.2. Demir Çelik Prosesleri

Son zamanlarda çelik üretimi için kullanılan iki ana yol bulunmaktadır. Bunlardan ilki birincil çelik olarak demir cevheri ve hurda kullanan üretilmektedir. İkincisi ise ikincil çelik olan hurdayı ana ham madde olarak kullanan üretim şeklidir. Demir çelik endüstrisi çok geniş bir ürün yelpazesinde çelik ürünleri üretmektedir. Bu çelik ürünleri slab, ingot ve ince çelik levhalar olmak üzere çok geniş üretim endüstrilerinde kullanılır. Çelik üretimi mükemmel farklı proseslerle birlikte farklı basamaklar gerektirir. Her basamağın giren malzemesi ve prosesinin her ikisi de esasen üretim sırasındaki toplam enerji tüketimini etkiler. Demir çelik sektörü içerisindeki her malzemenin ve prosesin detaylıca incelenmesi bu sebepler büyük önem arz etmektedir.

2.2.1 Cevher Konsantrasyonu ve Kok Kömürü Üretimi

Demir yapma prosesinde ilk basamak konsantrasyon ve demir cevherlerinin tahlilinin yapılmasıdır. Enerji tüketimi ilk etapta sadece üretimin gerçekleştirildiği

prosesine değil aynı zamanda üretimde kullanılan demir cevherlerinin kalitesine bağlı olarak gerçekleşir. Ham madde olarak taş kömürü kok fabrikalarının kömür hazırlama tesislerine gelir. Buraya gelen kömürler uygun miktarlarda karıştırılır ve konveyör yardımıyla kömür şarj silosuna getirilir. Şarj silosundan şarj edilen kömürler yaklaşık 19 saat kok bataryasında bekletilir ve kok kömürü elde edilir.

2.2.2 Cevher Redüksiyonu

Demir cevherinin peletlenmesi ya da sinterlenmesi üretim prosesinin bir parçasıdır. Global demir elik üretiminin büyük çoğunluğu sayılan yüksek fırın üretim rotasında kok kömürü indirgeyici etken ve birincil fuel olarak kullanılır. Sinterlemedeki amaç yüksek fırın için demir cevherinin uygun ebatlara getirilmesidir. Demir cevherinin redüksiyonu için yüksek sıcaklık ve indirgeyici atmosfer gereklidir. Bu etkenlerin yüksek fırın içerisinde sağlanması ile demir cevheri redüklenmiş hale gelmektedir.

2.2.3 Demir Yapımı

Demir cevherinin ham demir veya sünger demir formuna indirgenmesi demir yapma basamaklarından biridir. Ham demir üretimi ya yüksek fırınlarda birincil yakıt olarak kok kömürü kullanılarak ya da en yüksek avantaja sahip corex prosesi ile indirgeme yoluyla olur. Sünger demir üretimi ise fosil yakıtlar kullanılarak küçük tufal tesislerinde direk olarak redükleme prosesleriyle gerçekleştirilir. Sünger demir, demirin ergime sıcaklık noktasının altındaki sıcaklıklarda ve genellikle de ortam sıcaklıklarında redüklenir.

Demir cevherinin ham demire dönüştürülmesi elik yapımında enerjinin en aşırı kullandığı basamaktır. Sıradan bir demir elik entegre tesisinde ham demir yüksek fırında üretilir ve bu üretim yapılırken sinterlenmiş yada peletlenmiş demir cevherini indirgeyip ham demire dönüştürmede gaz, taş kömürü kombinasyonu enjekte edilmesi yoluyla kok kömürü kullanılır. Bu şekilde ergimiş durumdaki ham demir prensip olarak elde edilir. Kireç taşı da akışkanlığı arttırıcı faktör olarak eklenir. Kok kömürü ya tesisin

içinde kok bataryalarında üretilir ya da tesis dışında yüksek fırına girmeye hazır olarak elde edilmiş olarak tedarik edilir. Kok kömürü indirgeme gereksiniminin yanında taş kömürü enjeksiyonu ya da petrol, doğal gaz gibi diğer yakıtların enjeksiyonu yararlıdır. Bu durumun yararlı olmasının sebebi kok kömürü yapma için yapılan enerji tüketimi ve kok bataryalarına gereksinim azalır. Taş kömürünün ne kadar miktarda enjekte edileceği yüksek fırının proses şartlarına ve enjekte edilen yakıtın kalitesine bağlıdır.

Değişik büyüklükte yüksek fırınlar dünya genelinde işletilmektedir. Mini yüksek fırın denilen Hindistan'daki 75 kt/unit yıllık kapasiteli yüksek fırından, Rusya'daki en büyük yüksek fırın olan 4 Mt/unit yıllık kapasiteli yüksek fırına kadar yüksek fırınlar işletilmektedir. Fırınlar yüksek sıcaklıklarda yaklaşık 1500 oC'de güçlü indirgeme ortamında ergimiş demiri üretir. Bu demirde yaklaşık olarak % 4 çözünmüş karbon ve biraz silikon, manganez, sülfür ve diğer eser elementlerden bulunur. Yüksek fırınlardan üretilen demirin ürünleri yüksek fırın gazları, elektrik ve cüruftur.

Corex prosesi Dünya'daki sağlanabilir en avantajlı arıtılmış ergiyik indirgeme proseslerini kullanarak demir yapma teknolojilerinden biri olarak ortaya konulur. Corex prosesi, ham demir ve yeniden kullanılabilir gaz üretmek için demir oksitlerin indirgenmesi ile taş kömürünün gaz haline getirilmesini birleştirir. Kok kömürünün kullanılması gerekli değildir. Corex teknolojisi çevre kirliliğini azaltırken enerjinin verimli kullanılması ve yatırım maliyetlerini faydalı hale getirebilir. Günümüzde dünya çapında corex metodu çok kullanılan bir metot değildir. Direkt indirgeme prosesleriyle üretilen sünger demir ham demirden daha farklı özelliklere sahiptir. Direkt indirgeme prosesinde demir daha küçük boyutlardaki demir çelik tesislerinde demir cevherinin fosil yakıtlarla indirgenmesi yoluyla üretilir. Direkt indirgenmiş demir ikincil çelik yapımında yüksek kalitede hurda alternatifi olarak kullanılır.

2.2.4 Birincil Çelik Üretimi

Çelik üretimi karbon ve silikonun oksidasyonu sayesinde sıcak demir metali içerisinde karbon miktarının % 1.9 seviyesinin altına indirilmesidir. Birincil çeliğin büyük çoğunluğu iki prosesle üretilir. Bunlar açık fırın ve bazik oksijen fırın

prosesleridir. Açık fırın prosesi eski ve çok fazla enerji tüketen bir procestir ve bazik oksijen fırınından daha çok hurda kullanır. Ayrıca bazik oksijen fırınları açık fırınların yerini dünya çapında hızlı bir şekilde almıştır. Bunun sebebi bazik oksijen fırınlarının üretkenliğinin daha fazla olması ve yatırım maliyetlerinin daha düşük olmasıdır. Bazik oksijen fırınının kesintisiz enerjiye ihtiyacı yoktur ve kendisi bile bazik oksijen fırın gazının ve buharının kesintisiz enerji taşıyıcısı olabilir. Proses sıcak metal içindeki karbonu okside etmek için oksijenin direkt olarak uygulanması yoluyla işletilir. Oksijenin enjekte edilme biçimine bağlı olarak birkaç tane konfigürasyonda bazik oksijen fırını bulunmaktadır. Çelik kalitesi çelik haddeleme içinde tünel fırında inceltme prosesi ile geliştirilebilir.

2.2.5 İkincil Çelik Üretimi

İkincil çelik üretimi bir elektrik ark ocağında yada indüksiyon ocağında hurda kullanmak suretiyle yapılır. İndüksiyon ocakları değerlidir. İkincil çelik endüstrisi mini haddeleme olarak adlandırılan ve genel olarak sade ürünlerin ucuz fiyatlı hurdadan üretildiği haddelemeyi içerir. İkincil çelik üretiminde hurda eritilir ve arındırılır. Bu eritme ve arındırılma ve eritme işlemi sırasında çok güçlü elektrik akımı kullanılır. Doğru akım veya alternatif akım kullanılmasına bağlı olarak farklı birkaç proses bulunmaktadır. Elektrik tüketimini azaltmak için yakıtlar enjekte edilebilir. Dışardan gelen hurda ile temellendirilen çelik üretimi demir cevherinden çelik üretimi yapan tesislerin yarısından daha az enerji gerektirir.

2.2.6 Döküm

Ham çelik üretildikten sonra haddeleme ve son ürün elde etme hazırlığı içerisinde dökülür. Döküm tek defada dökülebilir yada sürekli döküm prosesi içerisinde üretime devam edilir. Dökülen malzeme ingotlar ve slablar şeklinde çelik üretim endüstrilerine satılabilir. İngot döküm ile birlikte sıvı çelik ingotlar içerisine dökülür ve soğutulur. Daha sonra tekrar ısıtılır ve slablar, biletler haline birincil haddelemede sıcak olarak haddelenir. Yarı mamul haline gelmiş çelik soğutulur, tufallerinden arındırılır ve tekrar ısıtılacağı haddeleme bölümüne gönderilmeden önce gözle kontrolü yapılır. Sürekli

dökümde yeniden ısıtma basamağı elemine edilmiştir. Çünkü erimiş çelik yeniden ısıtma fırınlarına sıcak olarak geçebilen slablar ve bloomlar haline direk olarak dökülür. Sürekli döküm bu nedenlerle enerji, kazanç, kalite ve iş gücü üretkenliği açısından daha verimlidir. Üretim kaybını azaltır ve üretim süresini geliştirir. Ingot döküm klasik prosestir ve sürekli döküm makineleri ingot dökümün yerini almıştır. Global sıvı çelik üretiminin büyük çoğunluğunda dünya çapında sürekli döküm kullanılmaktadır.

2.2.7 Haddeleme ve Son Ürün

Son üretim basamaklarında, döküm yoluyla kaba şekli verilen ürün haddelenerek ince saclara, çubuklara, profillere ya da boru ve tel haline çekilir. Genel olarak çelik ergime noktasının altındaki sıcaklıklara sıcak haddeleme sırasında ilk kez ısıtılır ve daha sonra ağır haddeleme merdanelerine geçilerek kalınlık düşürülür. Sıcak haddelemeden sonra bazı ince çelik saclar soğuk haddeleme prosesinden geçirilir ve böylece çok fazla sayıda uygulamada kullanılan daha ince saclar bile üretilir.

Nihai ürün son üretim basamağıdır ve geniş miktarda farklı prosesleri içerebilir. Bu farklı prosesler tavlama, asitleme, galvanizleme, boyama işlemleridir. Asitleme işlemi ile birlikte sac yüzeyindeki tufaller alınır ve kaplama için ön hazırlık yapılır. Nihai ürün basamağında harcanan enerji diğer proseslerle kıyasladığında düşüktür.

2.3. Türkiye’de Demir Çelik Üretimi

Demir çelik tesislerinde yüksek fırınlar veya ark ocaklarıyla çeliğin ergitilmesiyle devam eden süreçte nihai ürünler ortaya çıkmaktadır. Uzun mamul ve yassı mamul olmak üzere iki çeşit ana ürün mevcuttur. İki ana çeşit olarak üretilen bu ürünlerden çok sayıda ürün üretilmektedir ve çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Tüketicinin ihtiyaçlarına, rekabet ortamına ve teknolojiye ortaya çıkan gelişmelere göre ürün çeşitliliği giderek fazla artmaktadır.

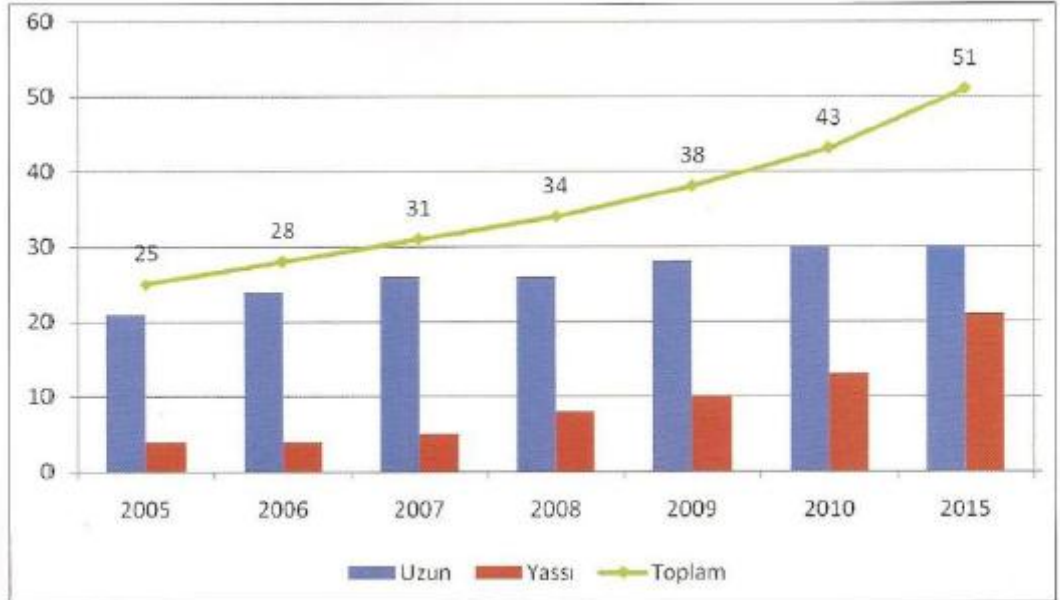
Demir elik sektörü ağır sanayi sektörlerinin en önemlisidir ve beyaz eşya, otomotiv, inşaat, makine sanayi gibi birçok endüstrinin ham maddesini vermektedir. Gelişmiş bir ülkenin çok güçlü demir elik sektörüne ve tüketime sahip olması gerekmektedir. Demir elik sanayinin lokomotif sektör olması nedeniyle ülke ekonomisi ve gelişimi üzerinde etkisi çok büyüktür. Ülkelerin refah düzeylerinin göstergelerinden biri de nitelikli elik tüketimi ve üretimidir. Ülkemizde nitelikli elik üretimi ve tüketimi nüfus yoğunluğu ile kıyaslama yapıldığında çok düşük seviyelerde kalmaktadır. Gelişmiş ülkelerde toplam elik üretimi içerisinde nitelikli elik üretimi payı % 12-20 düzeyinde bulunurken, Türkiye’de ise bu oran ancak % 3-4 arasında bulunmaktadır.

Ülkemizde ham çelikten mamul üreten fabrikalar Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz ve İç Anadolu bölgesinde faaliyet göstermektedir. Üreticilerin büyük çoğunluğu Akdeniz, Marmara, Ege sahil şerisinde bulunmaktadır. Demir elik sektöründe yaklaşık 150 firma faaliyet göstermektedir. Bunların arasında kapasiteleri 50.000 ton ile 3.500.000 ton arasında değişen ark ocaklı tesislerle birlikte toplam kapasiteleri 8.500.000 ton olan entegre üretim tesisleri de bulunmaktadır. Diğer tesisler ise sadece haddehane şeklinde olan tesislerdir. Bu tesisler dışarıdan almış oldukları kütükleri haddeleyerek nervürlü inşaat demiri, profil, yuvarlak inşaat demiri üretirler. 2000 ve 2010 yılları arasında ülkemizin nihai mamul ürün üretimi % 84,3 oranında artış göstermiştir ve bu artış 12.000.000 tona tekabül etmektedir. Uzun mamuller % 76,8 oranında artışla, 11,12 milyon tondan 19,7 milyon tona, yassı mamuller ise % 110,8 artışla, 3,14 milyon tondan 6,63 milyon tona yükselmiştir. 2000 yılında üretilen mamulün % 78’i uzun ürün, % 22’si yassı üründen oluşurken, 2010 yılında, % 74,8’i uzun ürün, % 25,2’si yassı ürünlerden oluşmuştur.

Türkiye dünya sıralamasında elik üretiminde 10. sıradadır ve 43 milyon ton üretim kapasitesine sahiptir. Türkiye’de 2011 yılında kabaca 31 milyon ton elik üretilmiştir. Ancak retim dengesizliği mevcuttur. Uzun mamul üretimi üzerinde yoğunlaşılmıştır. Son dönemlerde ise yassı mamul üretiminde artışlar olmaktadır. Yassı rn üretimi için elektrik ark ocaklı tesisler kullanılmaktadır.

Kardemir Türkiye'nin ilk ve en önemli demir çelik fabrikasıdır. Türk demir çelik sanayinin gelişimi için Kardemir bir okul görevi görmüştür ve çelik sektörünün temel gelişimi burada sağlanmıştır. Kardemir'den yükselen kuvvetle Türkiye uluslararası demir çelik sektöründe söz sahibi olmaya başlamıştır. Türkiye'de Kardemir'den sonra özel sektörün ilk yatırımı olarak uzun mamul üreten Metaş kurulmuştur. Türkiye'de yassı mamul üreten ilk tesis olan Erdemir ise 1965 yılında faaliyete başlamıştır. Erdemir'in başlangıç kapasitesinin 470 bin ton olmasına karar verilmiştir. Erdemir'den sonra kademeli olarak İsdemir devreye alınmıştır. II. Beş Yıllık Kalkınma Planında kısa dönemde çok karlı görülmeyen bazı sanayileri kurmak ve bunları dış rekabetten korumanın çok önemli olduğunu bilen Türkiye, demir-çelik sektöründe özel kesime de yeşil ışık yakmıştır. III. Beş Yıllık Kalkınma Planında da demir çelik ürün maliyetinin uluslar arası alanda rekabet edilebilir düzeyde tutulması gereği vurgulanarak ve ihracat olanağı yaratılabilir görüşü benimsenerek bir bakıma ihracata teşvik sağlanmıştır. Bu dönemde ayrıca demir çeliksiz sanayileşme olmaz kuralı resmi belgelerde bulunmakta idi.

Çizelge 2.3. Türkiye'nin uzun, yassı ve toplam çelik üretim kapasitelerinin 2005-2010 yılları arasındaki değişimi ve 2015 yılı hedefi (milyon ton)



Bu gelişmeler Türkiye'ye birçok sanayi tesisi kazandırmıştır. 1979-1983 dönemini kapsayan IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminin ilk yılında, özel sektör yardımıyla vasıflı çelik üretmek amacıyla kurulan Asil Çelik üretime başlamıştır. Türkiye'de 1980 yılı sonrası sürdürülen ekonomik politikalar kapsamında ark fırınlarına özel elektrik tarifesı, vergi iadesi, navlun teşviki gibi olanaklar sağlanmıştır. Bu politikalar, birçok elektrik ark fırınlı tesisin kurulmasını getirmiştir. Kurulan bu tesislere sonraki yıllarda yeni tesisler eklenmiş ve günümüzde 40 milyon tonun üzerinde kapasiteye ulaşılmıştır. Çizelge 2.3 'de Türkiye'nin uzun, yassı ve toplam çelik üretim kapasitelerinin son yıllardaki değişimi ve 2015 yılı öngörülen kapasiteler görülmektedir.

Şekil 2.1 'den izlenebileceği gibi bugün Türkiye coğrafyasının 4 bölgesinde faaliyet gösteren 30 kuruluşun ürettiği yıllık çelik miktarı ile çelik üretiminde dünyada 10. sıradadır. Üretilen ürünler dünyanın dört bir yanına dağıtılmaktadır. Ancak ürün yelpazesinde yassı ürün aleyhinde dengesizlik vardır. Çizelge 2.4 'den görüldüğü gibi, uzun ürünü tükettiğimizden fazla üretiyoruz, ancak katma değeri daha fazla olan yassı ürün tüketimimizi karşılamamaktadır. Yani ülkemiz uzun üründe ihracatçı, yassı üründe ithalatçı konumdadır. Ülkemizin çelik yarı ürün ve ürün ticaretinin tablosu Çizelge 2.5 'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Türkiye'de çelik üreten kuruluşlar ve bölgelere göre dağılımı

Çizelge 2.4. Türkiye’de son yıllarda üretilen ve tüketilen uzun ürün ve yassı ürün miktarları (milyon ton)

Yıllar		2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ÜRETİM	Uzun Ürün	11.1	15.8	19.2	21.8	22.1	20.7	19.7	22.0
	Yassı Ürün	3.1	3.8	4.1	4.3	4.5	4.4	6.6	8.8
	Üretim Toplamı	14.1	19.6	23.4	26.1	26.7	25.1	26.3	30.8
YÜKETİM	Uzun Ürün	6.8	9.1	10.5	12.1	10.3	9.7	11.6	13.4
	Yassı Ürün	6.7	9.4	10.7	11.7	11.2	8.3	11.9	12.6
	Tüketim Toplamı	13.5	18.5	21.2	23.8	21.5	18.0	23.5	26.0

Son dönemlerde Türkiye’de uzun mamul-yassı mamul dengesizliğini azaltacak yönde çalışmalar bulunmaktadır. Bilindiği üzere yurdumuzda yassı mamul yakın geçmişe kadar sadece Erdemir tarafından üretiliyordu. İsdemir, ek yatırımlarla yassı mamul üreten Yüksek Fırınlı ikinci kuruluş olmuştur. Yassı mamul üretiminde bu kuruluşlara Elektrik Ark Fırınlı tesislerle üretim yapan yeni kuruluşlar katılmışlardır. Çizelge 2.6 ’dan görüleceği gibi bunlar; Çolakoğlu Metalurji, Tosçelik, MMK Metalurji ve Habaş fabrikalarıdır. Türkiye’nin yassı çelik üründe, devreye giren ve süren yatırımlarla ortaya çıkarılacak kapasitelerle, 2013 yılından itibaren net ihracatçı ülke konumuna gelmesi beklenmektedir. 2015 yılından sonra Türkiye’nin 51 milyon ton olacak çelik üretim kapasitesinin kabaca 30 milyon tonunun uzun ürün, 20 milyon tonunun yassı ürün olacağı tahmin edilmektedir. Temel olarak çelik hurdası kullanılarak üretim yapan elektrik ark fırınlı tesislerde ulaşılan ya da ulaşılabilecek toplam yassı çelik üretim kapasitesi, yüksek fırınlı tesislerdeki toplam kapasiteden fazladır. Bu gelişme Türkiye’de, yassı mamulü cevherle üretme alışkanlığını değiştirmiştir.

Çizelge 2.5. Türkiye’de son yıllarda ihraç ve ithal edilen çelik ürünlerin, ara ürünlerin miktar ve değerleri

Yıllar			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
İHRACAT	Kütük/Blum	Bin ton	2 169	1 582	1 625	2 406	2 205	3 523	2 304
		Milyon \$	773	635	864	1 993	910	1 866	1 524
	Slab	Bin ton			35	94	218	212	65
		Milyon \$			18	70	89	114	45
	Yassı Ürün	Bin ton	1 110	1 368	1 144	1 368	1 652	1 520	2 485
		Milyon \$	703	828	984	1 406	948	1 178	2 088
	Uzun Ürün	Bin ton	7 596	9 567	10 890	12 937	11 786	9 232	10 236
		Milyon \$	3 178	4 406	6 247	11 253	5 521	5 344	7 200
	İhracat Toplamı	Bin ton	10 875	12 517	16 694	16 805	15 861	14 487	15 090
	İhracat Toplamı	Milyon \$	4 654	5 869	8 113	14 722	7 468	8 502	10 857
İTHALAT	Kütük/Blum	Bin ton	950	1 521	2 497	3 004	3 430	2 345	1 968
		Milyon \$	343	603	1 304	2 584	1 351	1 242	1 356
	Slab	Bin ton	974	1 317	907	845	214	66	180
		Milyon \$	441	617	491	636	134	42	122
	Yassı Ürün	Bin ton	6 208	7 296	8 647	8 006	5 580	6 834	6 610
		Milyon \$	3 440	4 035	6 628	8 248	4 248	5 690	6 520
	Uzun Ürün	Bin ton	697	743	1 190	1 068	772	1 199	1 360
		Milyon \$	473	527	1 272	1 423	778	1 149	1 560
	İthalat Toplamı	Bin ton	8 829	10 877	13 241	12 923	9 996	10 444	10 118
	İthalat Toplamı	Milyon \$	4 697	5 782	9 695	12 891	6 511	8 123	9 558

Çizelge 2.6. Türkiye’de yassı çelik üreten yüksek fırınlı ve elektrik ark fırınlı tesislerin hedef kapasiteleri ve 2010 ve 2011 yıllarındaki üretim miktarları (*1000 ton)

Yıllar		Hedef Kapasite	2010 Üretimi	2011 Üretimi
YÜKSEK FIRINLI KURULUŞLAR	Erdemir	3 850		
	İsdemir	4 000		
	TOPLAM	7 850		
EAF ‘Lİ KURULUŞLAR	Çolakoğlu Metalurji	3 000		
	Tosçelik	2 000		
	MMK Metalurji	2 300		
	HABAŞ	4 800		
	TOPLAM	12 100		
GENEL TOPLAM (slab olarak)		19 950	7 316	9 740

Ülkemiz çelik üretiminde kullanılan hammaddeler açısından dışarıya bağımlı durumda bulunmaktadır. Çelik üretiminde kullanılan hürdanın, demir cevherinin ve peletin ve ayrıca koklaşabilir kömürün ve kokun önemli kısmı yurtdışından tedarik edilmektedir. Çizelge 2.7’de çelik üretiminde kullanılan ham maddelerin ithalat değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.7. Çelik üretiminde kullanılan ham maddelerle ilgili ülkemizin ithalat değerleri

Yıllar		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Demir Cevheri	Bin ton	4 685	7 209	6 925	5 022	7 772	7 221	7 087
	Milyon \$	315	538	637	749	902	924	1 237
Koklaşabilir Kömür	Bin ton	3 921	4 427	4 934	4 546	4 703	4 977	4 057
	Milyon \$	467	558	645	1 103	1 083	1 009	1 062
Hurda	Bin ton	13 316	15 074	17 141	17 415	15 665	19 194	20 914
	Milyon \$	3 143	3 912	5 592	8 961	4 240	7 120	9 574
Sünger Demir	Bin ton	79	48	138	88	77	278	202
	Milyon \$	17	11	38	35	19	100	88
Pik	Bin ton	412	417	892	803	772	557	1 044
	Milyon \$	120	119	317	469	229	254	559
TOPLAM	MİLYON \$	4 062	5 138	7 229	11 317	6 473	9 407	12 520

Çizelge 2.5 ‘den görüleceği gibi, Türkiye’nin çelik ürün ve yarı mamul ticaretinde, ihracat ile ithalat değerleri arasında bir denge olmakla beraber pek fazla farklılık yoktur. İhracat ithalatı karşılayacak düzeydedir. Son dönemlerde de ihracatın değerleri bir miktar yükselişe geçmiştir. Ancak yurdumuzda çelik üretiminde kullanılmak üzere ithal edilen hammaddelerin miktarlarını ve ödenen bedelleri gösteren Çizelge 2.7 ‘e göre ekonomik krizlerin olduğu zamanlar haricinde çelik üretimi için kullanılan ham maddelere kabaca 10-12 milyar dolar harcanmaktadır. İthalata ödenen toplam bedelin kabaca %20 ‘si cevher ve koklaşabilir kömüre karşılık geldiği kabul

edildiğinde, %80 'i elektrik ark fırınlı tesislerde kullanılan çelik üretim ham maddeleridir. Bunların çok önemli kısmını çelik hurdası oluşturmaktadır.

Görüldüğü üzere 2011 yılında 21 milyon ton kadar hurda ithal edilmiş ve 9.5 milyar dolar ödenmiştir. Ülkemizde kabaca %25 yerli, %75 ithal hurda kullanılmaktadır. Yerli hurdanın çoğaltılması ancak belirli ölçüler çerçevesinde mümkün olabilir. Dışarıdan alınan hurdayı azaltmak için hurdaya alternatif kaynakların yaratılması, bu amaçla araştırma geliştirme faaliyetlerinin ve planlamaların yapılması gerekmektedir. Ülkemizde kalitesi yüksek olmayan demir cevheri yatakları vardır. Bu demir cevheri yatakları değerlendirilerek, çelik üretiminde kullanılabilecek birincil kaynak ham maddeler elde edilebilir.

2.3.1 Teşvik Politikaları

Türkiye’de demir çelik sektöründe oluşan sektörel yapı, uygulanan teşvik politikalarının etkisiyle elektrik ark ocaklı tesislerin sayılarının artmasını sağlayacak yönde gerçekleşmiştir. Entegre demir çelik tesislerine göre % 75 daha düşük yatırım maliyeti ile kurulan elektrik ark ocaklı tesisler devlet teşvikiyle, özel sektör eliyle 1956 yılından 1970’li yılların sonlarına kadar yoğun olarak Marmara bölgesinde kurulmuştur. 1980’li yıllarla birlikte inşaat sektörü üzerine yapılan teşviklerin de etkisiyle İzmir bölgesinde kurulmaya başlanmıştır. Bu süreç içerisinde elektrik ark ocaklı tesislerin sayısının artan yönde ilerlemesi sektörün üretim yapısını olumsuz etkilemiş; uzun ürünlerde iç talebin üzerinde bir kapasite ortaya çıkarken yassı ürün kapasitesi bakımından ise iç talebin yarısı kadar üretilerek dünya ölçeğinin gerisinde kalınmıştır.

Türk demir çelik sektöründe uygulanan yatırım teşvikleri kapsamında gümrük muafiyeti, KDV istisnası, vergi, resim ve harç istisnası, yatırım indirimi sektörde sağlanan teşvik politikası uygulamalarıdır. Ayrıca Türkiye’nin 1996 yılında Türkiye’nin Gümrük Birliği’ne girişinin arkasından ve aynı yılda imzaladığı AKÇT anlaşmasına göre, AB içerisinde demir çelik sektörüne yönelik uygulanan tüm koruma ve teşvik uygulamaları Türkiye tarafından da uygulanabilecektir. Bu anlaşma uyarınca Türkiye’nin bağımsız olarak demir çelik sektörüne uyguladığı teşviklerin sınırlandırılması

ön görülmüştür. Türkiye'nin konuyla ilgili itirazları neticesinde, 2001 yılına kadar Türkiye, anlaşmanın ilgili maddesinden 5 yıl süreyle muaf tutulmuştur. Bunun doğrultusunda sektörde uygulanacak teşviklerin, ulusal yeniden yapılandırma programı hazırlanması ve uygulanması şartıyla verilmesi, Türkiye'nin sıcak haddeleme kapasitesinde artış olmaması, firmaların verimliliği ve piyasa koşullarında üretimlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve amacı dışına çıkmaması koşuluyla 5 yıl süreyle teşvikleri uygulayabileceği hükme bağlanmıştır. Bu sürenin 2006 yılında sona ermesiyle birlikte bir yeniden yapılandırma programı hazırlanarak AB'ye sunulmuş ve AB konseyi, firmaların bireysel iş planları hazırlayıp AB'ye sunmak koşuluyla devlet yardımlarının sınırlı olmak koşuluyla sürdürülebileceği hükme bağlanmıştır.

2.3.2 Rekabet Gücü

Türk demir çelik sektörü rekabet gücü açısından değerlendirildiğinde, uzun mamullerde sektör önemli çelik üreticisi ülkelerle rekabet edebilecek düzeydedir. Dünya demir çelik sektöründe önemli gelişmelerin bulunduğu günümüzde, Mittal Steel ve Arcelor gibi dünyadaki önemli demir çelik üretici firmalar, küresel rekabet koşullarında üretimini istikrarlı bir yapıda sürdürebilmek amacıyla bir takım stratejik iş birliklerine ve bütünleşmelere yönelmektedir. Bu tür birleşmeler Türk demir çelik sektöründe de yaşanmaktadır. Türk demir çelik sektörü de kalite, verimlilik ve üretim teknolojisi açısından küresel rekabet ortamındaki gelişmeleri doğru olarak algılamıştır. Fakat değişim ve yeniden yapılandırma sürecinde gereken ilerlemeyi sağlamada geç kalmıştır.

Türk demir çelik sektöründe yassı mamullerin üretiminde en yüksek pay sahibi olan Erdemir, arzu edilen süre içerisinde özelleştirilememiş ve bünyesine dahil edilen tesislerle güçlendirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, uzun ürünlerin üretiminde önemli bir payı bulunan İsdemir ve çelik boru üretiminde uzman kuruluş olan Çelbor gibi önemli tesisler Erdemir'e devredilmiştir. Türk demir çelik sektörü, ilave olarak yapılan modernizasyon ve ürün dönüşüm yatırımlarıyla küresel rekabet ortamına uyum sağlama yönündeki girişimlerini devam ettirmektedir.

2.3.3 Türkiye’de Demir-Çelik Sektörünün Avrupa Birliği Açısından İncelenmesi

Türkiye’nin 1996 yılında Gümrük Birliği’ne girmesinin ardından Birlik ile imzaladığı AKÇT anlaşmasıyla birlikte Türkiye’nin AB’ye olan ihracatı 1996 yılında 438 bin ton şeklinde gerçekleşirken 2001 yılında 2,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’nin AB’ye olan demir çelik ürünleri ihracatı AB ekonomilerinde ortaya çıkan yavaşlamanın da etkisiyle 2002 ve 2005 yıllarında düşüş göstermiş, her iki yılda da yaklaşık 2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. AB ülkelerinden yapılan demir çelik ürünleri ithalatı incelendiği zaman anlaşmanın imzalandığı 1996 yılında 1,2 milyon ton olarak gerçekleşen ithalat, 2005 yılında ise 2 milyon tona yükselmiştir. Bu verilere göre Türkiye’nin AKÇT ile imzaladığı serbest ticaret anlaşması Türk demir çelik sektörüne sağladığı olumlu faydalarla birlikte önemli bir pozitif ivme oluşturduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Sektörün geleceği açısından devlet yardımlarına ilişkin AB ile yapılan görüşmeler neticesinde, sektöre yönelik devlet yardımlarının 2001 yılından itibaren oluşturulan ulusal yeniden yapılandırma programı çerçevesinde gerçekleştirilmesine karşın, 2006 yılından itibaren ise, bu tür yardımlar her firmanın hazırlayacağı bireysel iş planları çerçevesinde gerçekleşecektir. Uygulanan bu yardımlar sektörde faaliyet gösteren firmaların rakip firmalar karşısında önemli rekabet avantajı oluşturacaktır.

AB komisyonunun, 17 Aralık 2004 tarihli toplantısında aldığı karar doğrultusunda, AB devlet yardımlarının Türkiye’nin Kopenhag kriterlerini yerine getirdiğine ilişkin tavsiye kararının etkisiyle Türkiye’nin 3 Ekim 2005 tarihinden itibaren resmen AB’ye tam üyelik müzakerelerine başlayabileceği kabul edilmiştir. Bu müzakere süreciyle birlikte Türkiye, AB benzerindeki hükümlerin iç hukuk sistemine uygulanmasına yönelik yapılacak düzenlemeleri gerçekleştirmektedir. AB kuralları gereği yapılacak düzenlemeler Türk demir çelik sektörünü de yakından etkileyecektir. Bu düzenlemeler ile birlikte çevre yönetmelikleri ve enerji kullanımı üzerinde yapılacak çalışmalar tüm sektörleri olduğu gibi demir çelik sektörünü de çok olumlu yönde etkileyecektir.

2.3.4 Enerji Kullanımı

Demir çelik sektöründe kullanılan birincil enerji kaynakları kok kömürü, taş kömürü, sıvı hidrokarbonlar ve elektriktir. Kok kömürü dışında çok büyük bir miktarda enerji kullanılır. Kok kömürü, taş kömürü ve sıvı hidrokarbonlar entegre tesislerde çelik üretiminde kullanılan temel enerji girdileridir. Çelik üretimi için elektrik ark ocakları veya indüksiyon ocakları kullanılan küçük demir çelik tesislerinde ise temel enerji elektriktir.

Türkiye’de nihai enerji tüketimi son dönemlerde bu konu üzerine yapılan çalışmalarla azaltılmaktadır. Demir çelik tesislerinde nihai enerji tüketiminde teknoloji ve proses parametrelerinin yanı sıra etkili olan birkaç diğer genel faktörlerde bulunmaktadır. Üretilen ürünlerin çeşit karışımları enerji kullanımı üzerinde çok etkilidir. Kompleks ve yüksek kalitedeki ürünlerin daha fazla oranlarda üretilmesinin artışı enerji tüketim yoğunluğunu aşırı seviyede etkilemektedir. Bunun dışında Türkiye’de enerji tüketiminin yüksek olduğu demir çelik tesisleri incelendiğinde bu tesislerdeki enerji tüketiminin yüksek olmasının sebebinin kullanılan ham maddenin kalitesine bağlı olarak ortaya çıktığı net bir şekilde görülmektedir. İşletme ölçeği, tesislerin büyüklükleri, kok bataryalarının büyüklükleri, tesis kullanım faktörleri, teknoloji güncelleştirme ve modernizasyonlarına adaptasyon için ekonomik ve politik yapılar ile enerji koruma ve geri dönüştürme sistemleri gibi parametrelere bağlı olarak enerji tüketimleri değişmektedir.

Üretimde rekabet edebilmenin yolu üretimde en önemli gider kalemini oluşturan enerji maliyetlerinin azaltılmasından geçmektedir. Rekabet gücünün artırılması için satın alınan enerji kalemleri içinden satın alma ve işletme maliyetleri en düşük ve sürekliliği sağlanabilen yakıtların seçilmesi gerekmektedir. İnsan nüfusunun artması, teknolojinin hızla gelişmesi gibi sebeplerden doğan enerji ihtiyacının, günümüz kaynakları tarafından aynı hızla karşılanamaması nedeniyle enerjinin verimli kullanılması ve küreselleşen rekabet ortamında ucuza mal edilmesi gün geçtikçe toplumların en önemli gündemini oluşturmaktadır. Enerji az ya da çok her alanda

kullanılan bir girdidir. Özellikle üretim maliyetleri içerisinde ağırlıklı bir yer tutmaktadır. Enerji kullanımında birim fiyat oldukça önemlidir.

Entegre tesislerde, fiyatı belirleyen en önemli faktörler üretim tesisi ve kullanılan yakıttır. Türk sanayisinin özellikle demir çelik sektörünün dış pazarlarda rekabet gücünü arttırmak ancak enerji maliyetlerini düşürmek ve enerjiyi verimli kullanmakla mümkün olabilecektir. Entegre demir çelik tesislerinde metalürjik kok, enjeksiyon kömürü, elektrik, fuel-oil, doğalgaz, katran ve yan ürün gazları başlıca enerji girdileri olarak kullanılmaktadır. Entegre Demir Çelik Tesislerinde Kullanılan Enerji Girdileri ve Kullanım Yerleri Çizelge 2.8’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.8. Entegre Demir Çelik Tesislerinde Kullanılan Enerji Girdileri ve Kullanım Yerleri

Yakıt Cinsi	Kullanım Yeri
Metalürjik Kok	Yüksek Fırın ve Sinter
Enjeksiyon Kömürü	Yüksek Fırın
Elektrik	Tüm Proseste
Fuel Oil	Kuvvet Santrali, Tavlama Fırınları ve Yüksek Fırın
Doğalgaz	Kuvvet Santrali, Tavlama Fırınları ve proses
Katran	Kuvvet Santrali, proses ve Yüksek Fırın
Yan Ürün Gazları (Yüksek Fırın Gazı, Kok Gazı ve Çelikhane Gazı)	Kuvvet Santrali, Tavlama Fırınları ve Proses

Entegre Demir Çelik Tesislerinde yüksek fırın, kok, çelikhane gazları ve katran yan ürün yakıtlar olmakla beraber tesislerin enerji ihtiyacının bir kısmını karşılayabilmektedir. Geri kalan enerji ihtiyacı satın alınan fuel oil, doğalgaz, elektrik enerjisi vb. gibi yakıtlarla karşılanmaktadır. Yakıtların fiyatları kalorifik değerleri ve ulaşılabilirlikleri bu seçimlerde önemli rol oynamaktadır. Kullanılan yakıtların Kalorifik değerleri Çizelge 2.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9. Yakıtların Kalorifik Değerleri

Yakıt Cinsi	Kalorifik Değeri (Kcal/kg, Nm³)
Fuel-oil (No.6) (alt ısı değeri)	9200
Katran	9000
Doğal Gaz (alt ısı değeri)	8250
Kömür	7000
Metalurjik Kok	6500
Kok Gazı	4500
Çelikhane Gazı	1500
Elektrik	860
Yüksek Fırın Gazı	750

Sektörde enerji maliyetlerini azaltmak vazgeçilmezlerin başında gelmektedir. Demir çelik sektöründe enerji maliyetleri maliyetler içinde en önemli olanlarından biridir. Rekabet gücünün artırılması için enerji maliyetleri önemli kazançlar sağlamaktadır. Satın alınan enerji kalemleri içinden satın alma ve işletme maliyetleri en düşük ve sürekliliği sağlayabilen kalemlerin seçilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Ülkemizin büyük entegre demir çelik tesisleri içinde yer alan ve yıllık 2.000.000 ton çelik üretim kapasiteli tesisin enerji tüketimi yaklaşık 7595 Mcal dir. Bu tesisin yıllık üretim miktarları Çizelge 2.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.10. Örnek Demir Çelik Fabrikası Üretim Bilgileri

ÜRETİM TÜRÜ	(Ton/Yıl)
Sıcak Maden	2.072.228
Sıvı Çelik	1.890.500
Slab-Kütük-Blum	1.782.194
Nihai Mamul	1.730.512
Pig	191.867

Tesiste, sıcak maden üretimi esnasında yüksek fırınlarda üretilen yüksek fırın gazı, sıvı çelik üretimi esnasında konverterlerde üretilen çelikhane gazı, kömürün

koklaştırılması sırasında kok bataryalarında açığa kok gazı, katran çıkmaktadır. Enerji dönüşümü sırasında ortaya çıkan bu gazların miktarları Çizelge 2.11’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.11. Demir Çelik Tesislerinde Enerji Dönüşümü Sonucu Ortaya Çıkan Gaz Miktarları

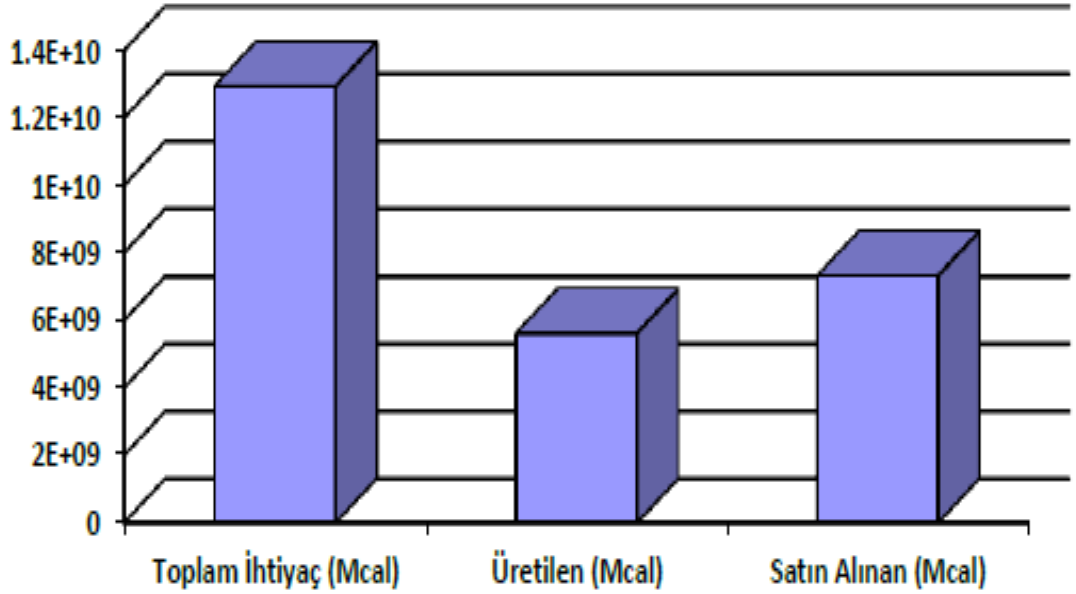
ÜRETİLEN YAN ÜRÜN	MİKTARI	KALORİFİK DEĞER	BİRİM
Yüksek Fırın Gazı	3.889.454.000	745	Nm ³
Kok Gazı	477.221.000	4.230	Nm ³
Çelikhane Gazı	185.269.000	1.560	Nm ³
Katran	45.286	9.000	Ton/yıl

Üretilen yan ürün yakıtların kullanım şekilleri şöyle ortaya konabilir. Yüksek fırınlarda sıvı maden üretimi esnasında açığa çıkan ortalama 745 kcal/Nm³ ısı değeri olan yüksek fırın gazı tesiste yüksek fırınlar sobalarının ısıtılmasında, kok bataryaları ve buhar kazanlarında, çelikhane konverterlerde sıvı çelik üretiminde oluşan ve ortalama 1560 kcal/Nm³ ısı değere sahip olan çelikhane gazı kazanılarak buhar kazanlarında, kömürün koklaştırılması prosesinde açığa çıkan ortalama 4230 kcal/Nm³ ısı değere sahip kok gazı tesiste başta kok bataryaları, buhar kazanları ve tavlama fırınları olmak üzere birçok proste yakıt olarak kullanılmaktadır. Kömürün koklaştırılması prosesinde açığa çıkan ortalama 4230 kcal/Nm³ ısı değere sahip katran tesiste öncelikle Buhar kazanları ve tavlama fırınlarında yakıt olarak kullanılmaktadır. Kazanımı yapılan yan ürün yakıtların toplam enerji miktarları Çizelge 2.11’de verilmiştir.

Çizelge 2.12. Tesiste üretilen yan ürün yakıtların toplam enerji değerleri

YAKIT	BİRİM ENERJİ	TOPLAM ENERJİ Mcal
Kok Gazı	4.230 Nm ³	2.018.644.830
Yüksek Fırın Gazı	745 Nm ³	2.897.643.230
Çelikhane Gazı	1.560 Nm ³	289.019.640
Katran	9.000 Ton/yıl	407.574.000
TOPLAM		5.612.881.700

Tesisin toplam enerji ihtiyacı 12.934.394.900 Mcal olup yan ürün yakıtlardan elde edilen enerjiler tesisin yakıt olarak enerji ihtiyacını karşılamamaktadır. Tesisin ihtiyacı olan 7.321.513.200 Mcal enerji dışarıdan satın alma yoluyla, kömür, doğalgaz, LPG ve fuel-oil vb. olarak karşılanması gerekmektedir.



Şekil 2.2 Entegre Tesisin Enerji Durumu

Tesisin ihtiyaç duyduğu yakıtın türünün belirlenmesinde belli başlı bazı kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Yakıtın temin süresi, lojistik ve sürekliliği çok

önemlidir. Ayrıca 24 saat ve 3 vardiya çalışan entegre demir çelik tesislerinde üretimin sürekliliğinin devamı da önemli kriterlerden biridir. Seçim aşamasında yakıtın çevresel atıkları da (kül, NO_x, CO vb.) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Çizelge 2.13'te tesisin enerji ihtiyacının karşılanması için gerekli olan yakıt miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.13 Tesisin Enerji İhtiyacının karşılanması için gerekli olan yakıt miktarları

YAKIT CİNSİ	MİKTAR	BİRİM
Linyit Kömürü (Toz)	1.565.764	Ton/yıl
Kömür	1.045.930	Ton/yıl
Doğal Gaz	887.456.145	Sm ³ /yıl
LPG	665.592	Ton/yıl
Fuel – Oil	765,688	Ton/yıl

Günümüz global çelik pazarında rekabet gücünü artırmak için entegre demir çelik tesislerinde üretim maliyetlerinde önemli bir paya sahip olan enerji giderlerinin azaltılması gerekmektedir. Bu sebeple seçilen yakıtın birim enerji maliyeti düşük olması gerekmektedir. Alternatif yakıtların aralık 2012 birim fiyatları ve kalorifik değerleri Çizelge 2.14’de gösterilmiştir.

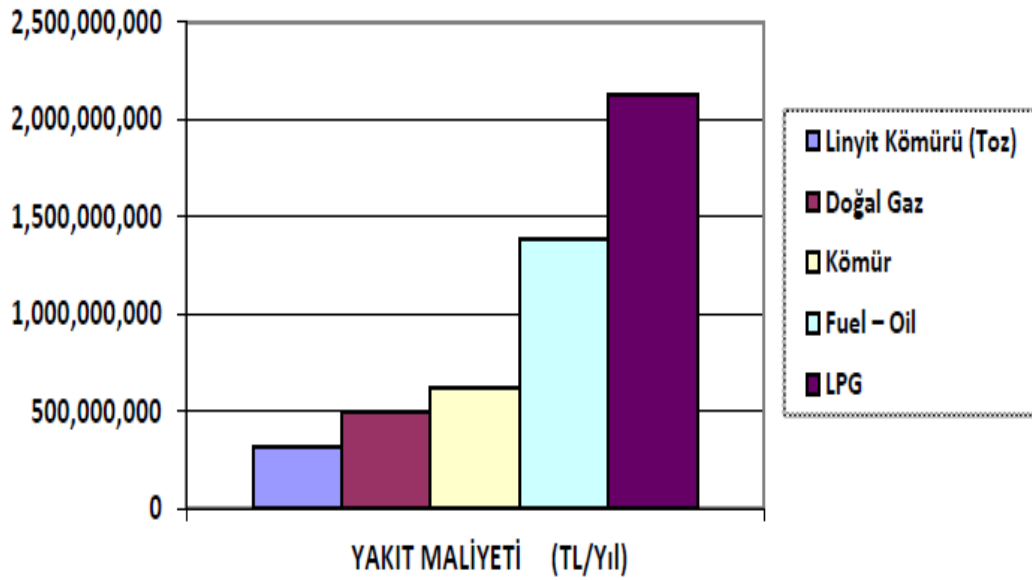
Çizelge 2.14 Yakıtların birim fiyatları

YAKIT CİNSİ	BİRİM FİYAT	KALORİFİK DEĞER
LPG	3,193182 TL/kg	11000 kcal/kg
Fuel – Oil	1,813559 TL/kg	9562 kcal/kg
Kömür	0,593220 TL/kg	7000 kcal/kg
Doğal Gaz	0,565050 TL/Sm ³	8250 kcal/Sm ³
Linyit Kömürü (Toz)	0,203000 TL/kg	4676 kcal/kg

Çizelge 2.13 ve Çizelge 2.14’deki değerler göz önünde bulundurulduğunda tesisin yakıt maliyeti Çizelge 2.15 ve Şekil 2.3’ de belirtilmektedir.

Çizelge 2. 15Tesisin toplam yakıt maliyeti

YAKIT CİNSİ	YAKIT MALİYETİ (TL/Yıl)
Linyit Kömürü (Toz)	317.850.124
Doğal Gaz	501.412.722
Kömür	620.236.761
Fuel – Oil	1.388.193.206
LPG	2.125.235.604



Şekil 2.3. Tesisin toplam yakıt maliyeti

Çizelge 2.15 incelendiğinde, tesisin yıllık yakıt maliyeti, linyit kullanılması durumunda en ekonomik olmaktadır. Ancak, linyit kullanımının çevresel etkileri ve bu etkileri en aza indirmek için kurulması gereken filtreleme tesisleri yatırım maliyetleri, linyitin verimli bir şekilde kullanılması için çok karmaşık ve zahmetli ön hazırlama işlemlerine ihtiyaç duyması, linyitin yapısının toz şeklinde olması, taşıma zorluğu ve maliyetleri etkilemektedir. Bütün bunlara rağmen, tesis linyit yataklarına yakın olması durumunda linyit maliyet açısından iyi bir tercih olduğu görülmektedir.

Düşük baca gazı emisyonları sayesinde çevre koşullarını sağlayan, boru hatları ile taşınması nedeniyle temini kolay ve sürekli olan doğal gaz entegre tesisler için en iyi yakıt tercihidir. Diğer enerji kaynaklarına göre temini kolay ve çevreye zararlı etkisi

daha az olan doğal gazın ülkemizde birincil enerji kaynağı olarak kullanımı giderek artmaktadır. Yüksek verim ve kısa zamanda işletmeye alma gibi avantajlarından dolayı doğalgaz yakıtlı kombine çevrim santralleri ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde son yıllarda giderek artan bir oranda kullanılmaktadır. Doğal gaz yakıtlı kombine çevrim termik santralleri diğer fosil kaynaklı yakıt kullanan termik, nükleer ve hidroelektrik santrallerine göre daha düşük kurulum maliyeti ile daha kısa sürede işletmeye alınabilmektedirler. Kombine çevrim santrallerinde gaz türbinleri ve buhar türbinleri birlikte kullanılmaktadır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılan gaz türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisinin yanı sıra türbin egzozundan yüksek sıcaklığa sahip egzoz gazlarının atık ısısının kazana verilmesiyle elde edilen buhar ile buhar türbinlerinden de ek elektrik üretimi sağlanmaktadır. Ancak ithal edildiğinden dolayı dışa bağımlılığı unutulmaması gereken önemli bir konudur. 2008 yılında İran'ın doğal gaz vanasını kapatmasıyla doğal gaz ile çalışan termik santrallerin üretimi durdurulmuştur.

Uzun süreli master planları ve fizibilite etütleri yapılırken birim fiyatların değişimi de analizleri oldukça zorlaştırmaktadır. Doğalgaz bulunmayan bölgelerde maliyeti doğalgazın üzerinde bulunan kömür tercih edilebilmektedir. Doğalgaz bulunan bölgelerde ise hem maliyeti hem de çevresel faktörlerden dolayı kömür tercihi enerji maliyetlerinde ekstra artış getirmektedir. Maliyeti yüksek olmasına rağmen üretim sürekliliği, istenilen veya güvenli duruş süresi gerektiren işletmelerde LPG ve fuel oil alternatif yakıt olarak kullanılabilir. Bu uygulama için işletmenin minimum stok miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca minimum stok miktarına uygun stoklama tanklarının tesis edilmesi zorunluluğu yer ve maliyet anlamına gelmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ışığında entegre tesisler için; dışa bağımlılık ve buna bağlı olarak birim fiyat değişikliği dezavantajına rağmen doğal gaz en uygun yakıt tercihidir. Fuel oil ve LPG tesislerde alternatif yakıt olarak bulundurulması düşünülmelidir. Linyit ise tesisin linyit yataklarına yakın olması durumunda tercih edilmeli ve yakıtın ön hazırlık tesisleri ile filtreleme tesislerinin kurulum maliyetleri de dikkate alınmalıdır. Enerji maliyetlerini minimum seviyeye indirilebilmesi için alternatif enerji kaynaklarının da sanayide kullanılabilirliği araştırılmalıdır. Bu konuda AR – GE çalışmalarına önem verilmeli, endüstri bu çalışmalara kaynak ayırmalıdır.

2.3.5 Ülkemizdeki Demir Çelik Sektörü Sorunları

Bir ülkenin demir çelik sektöründe sahip olduğu avantaj ve dezavantajlar diğer endüstrilerdeki üretim süreçlerini de doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra sektör, ekonomide yaşanan gelişmelerden en fazla etkilenen sektörlerin de başında gelmektedir. Türkiye'nin sanayileşmesinde ve ekonomik gelişmesinde önemli bir rol oynayan demir-çelik sektörünün içinde bulunduğu sorunlar, sanayi ürünleri üretimini ve ekonomik gelişmesini olumsuz etkilemiştir. Türkiye'de demir-çelik sektöründeki sorunlar dört grupta incelenebilir. Bu sorunlar; yapısal sorunlar, rekabet sorunları, finansman sorunları ve diğer sorunlardan oluşmaktadır. Türk demir-çelik sektörü üretim yapısı açısından gelişmiş ülkelerin tersi bir yapıda gelişmiş; katma değeri düşük olan ürünlerin üretiminde yoğunlaşmıştır. Buna göre uzun ürünlerde arz fazlası oluşturan sektör, yassı ürünlerde talep fazlası oluşturmış ve bu talep fazlası ithalat yolu ile giderilmektedir.

Türkiye demir-çelik üretiminde en fazla paya sahip olan uzun ürünler 2005 yılında 17.5 milyon ton üretilmiş ve toplam demir-çelik üretiminin % 83'ünü oluşturunurken, yassı ürünler ise 3.1 milyon ton ile toplam üretimin % 15'ini oluşturmaktadır. Son yıllarda üretim ve tüketim değerleri ülkelerin gelişmesinde önemli bir ölçüt haline gelen vasıflı çelik ürünleri ise, 377 bin ton ile toplam üretimin % 2'sini oluşturmaktadır.

Türkiye sanayisinin 2004 yılında yassı ürün talebi 7.9 milyon ton gerçekleşmesine karşılık bu talebin % 38'lik kısmı olan 3 milyon tonu yurtiçi üretimden sağlanmış, geri kalan % 62'lik kısmı oluşturan 4.9 milyon ton yassı ürün talebi ise ithalat yoluyla karşılanmıştır. Uzun ürünler açısından iç talep 12 milyon ton olmasına karşılık, toplam üretim 17.5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Uzun ürünlerde 5.5 milyon tonluk arz fazlası ihracat yoluyla azaltılmaktadır. Türkiye'nin 1980 sonrasında inşaat sektöründe uyguladığı teşvik politikaları neticesinde, uzun ürünlerin üretiminin gerçekleştirildiği ve tesis kurulum maliyetlerinin düşük olması nedeniyle elektrik ark ocaklı tesislerin ve bu alanda üretim yapan küçük ve orta ölçekli işletmelerin sayılarının hızla artmasına neden olmuştur. Tüm bu nedenlerden dolayı Türkiye demir-çelik üretimi uzun ürünlerin lehinde gelişmiş, entegre tesislere yönelik ilave yatırımların

ve modernizasyon-dönüşüm yatırımlarının gerçekleştirilememesi üretim yapısının gelişmiş ülkelerin tersi bir yapıda gelişmesine neden olmuştur.

Türk demir-çelik sektöründe bu alandaki üretim-tüketim dengesizliğini gidermeye yönelik önemli bir adım atılmıştır ve uzun ürünlerin üretiminde ağırlığı bulunan İsdemir, 2002 yılında dönüşüm ve modernizasyon yatırımları yapılarak yassı ürün üretiminin gerçekleştirilebilmesi amacıyla Erdemir'e devredilmiştir. Katma değeri yüksek olan yassı ürünlerin ve vasıflı çelik ürünlerin üretiminin gerçekleştirildiği entegre tesisler ise, kurulum, modernizasyon ve ürün dönüşüm tesis yatırım maliyetlerinin yüksek düzeyde olması ve bu yatırımların uzun sürede gerçekleştirilebilmesi dolayısıyla Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelerin aksine elektrik ark ocaklı tesislerin özel sektör tarafından, entegre tesis yatırımlarının ise devlet tarafından gerçekleştirilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Entegre tesis yatırımlarının yüksek düzeyde sermaye birikimi ve belirli bir tesis ölçeğinde gerçekleştirilebilmesi dolayısıyla, entegre tesisler Türk demir-çelik sektörü içinde birer kamu iktisadi teşebbüsleri şeklinde kurulmuş ve günümüze kadar devam etmiştir. Bu teşebbüslerin zamanla küresel rekabet ortamına uyum sağlayamaması ve üretimini istikrarlı bir yapıda gerçekleştirememesi değişim ve yeniden yapılanma ihtiyacını ortaya çıkarmış, sektördeki özelleştirme uygulamalarını gündeme getirmiştir. Bu amaçla 1987 yılında sektörde özelleştirme çalışmalarına başlanmış fakat; siyasi ve hukuki nedenler sektördeki bu değişim ve yeniden yapılanma sürecini başarısızlıkla sonuçlandırmıştır.

Sektördeki özelleştirme uygulamalarına daha sonraki yıllarda da devam edilmiş, bu kapsamda 1994 yılında Kardemir özelleştirilmiştir. Bunun ardından Türkiye'nin vasıflı çelik üretiminde önemli bir paya sahip olan Asil Çelik T.A.S. özelleştirilmiştir. Türk demir-çelik sektörünün yassı ürün talebini karşılayan Erdemir ise ancak 27 Subat 2006 tarihinde özelleştirilebilmiştir. Türk demir-çelik sektöründeki değişimin ve yeniden yapılanmanın gecikmesi sektördeki yapısal sorunların asılabilmesi açısından önemli bir zaman kaybına neden olmuştur.

Türk demir çelik sektörü içinde bulunduğu yapısal sorunlara rağmen, üretim teknolojisi, kalite ve verimlilik açısından küresel rekabet ortamında üretimini gerçekleştirebilecek düzeyde bulunmaktadır. Fiyatlar genel düzeyinde 2003 yılından bu yana sağlanan istikrar sektörü olumlu etkilemiştir. Fakat sektördeki üretim maliyetlerinin yüksekliği sektörün diğer demir çelik üreticisi ülkeler karşısındaki rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. Sektörün temel girdileri arasında yer alan ve maliyetleri içerisinde ham maddeden sonra en fazla payı teskil eden elektrik enerjisi maliyetinin toplam maliyet içinde % 10 düzeyine ulaşması enerji, cevher ve kömür üzerindeki fon ve kesintiler, hurda ithalatında uygulanmak istenen fonlar ve Türkiye'nin 1996 yılında AKÇT ile imzaladığı anlaşmaya göre yapılması gereken çevre yatırımlarının sektörde faaliyet gösteren firmaların öz kaynaklarından sağlanması, sektördeki üretim maliyetlerini arttırarak sektör üreticilerinin rekabet güçlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Türkiye'nin 1996 yılında Gümrük Birliği'ne girisinin ardından Birlik ile imzaladığı AKÇT anlaşmasına göre, sektöre yapılan devlet yardımları ve sektördeki tesvik politikaları kapsamında uygulanan istisna ve muafiyetlerin bes yıllık bir süre için devam ettirilmesi ön görülmüştür. Türkiye, 2001 yılında bu sürenin bitmesiyle AB komisyonu ile yeniden görüşmelere başlamış 5 yıllık bir ilave süre talebinde bulunmuş ve AB komisyonu sektöre yönelik bir yeniden yapılanma programı hazırlamak şartıyla kabul edilmistir. 2006 yılında yürürlüğe girecek olan yeni bir ulusal yeniden yapılandırma planıyla, sektördeki firmaların bundan sonraki devlet yardımlarından faydalanabilmesi için bireysel is planları hazırlayıp, bu planları AB komisyonuna sunmaları gerekmektedir. Sektörde uygulanan tesvikler ve devlet yardımları sektörün geleceği açısından önem arz etmektedir. Sektörün önündeki diğer finansman sorunları şu şekilde özetlenebilir. Eximbank'ın demir çelik ihracatçılarına kullandığı kredi imkanları yetersiz ve bu kredilerde zaman yönünden etkinlik sağlanamamaktadır. Demir-çelik üretiminin gerçekleştirildiği bölgelerdeki banka subelerindeki görevli personelin Eximbank kredi işlemleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması, demir-çelik üreticisi ve ihracatçısı firmaların finansman imkanlarından yararlanmalarını zorlaştırmaktadır.

Türkiye’de demir çelik sektöründe birçok önemli sorun bulunmaktadır. Dünya uzun ürün ticaretinde önemli bir paya sahip olan Türk demir çelik sektöründe maliyetlerin diğer çelik üreticisi ülkelere oranla yüksek düzeyde olması, dünya piyasasındaki fiyat dalgalanmaları, dış talebin azalması ve Türkiye’nin ihracat yaptığı bazı ülkelerin telafi edici vergilere başvurması Türkiye’nin uzun ürün ihracatını olumsuz etkilemektedir. Sektör, AR-GE konularında gerekli finansal desteği sağlayamamaktadır.

Türkiye’de demir-çelik sektörünün yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu amaçla alınacak tedbirler şu şekilde sıralanabilir. Türkiye demir-çelik üreticilerinin ortak bir platformda sorunlarını tartışabilecekleri, basta AR-GE olmak üzere ve diğer konularda sektörün ihtiyaç duyduğu bilgileri sağlayabilecek demir ve çelik enstitüsü kurulmalıdır. Elektrik enerjisi fiyatlarındaki uygulanan tarife farklılıkları giderilmelidir. Küresel rekabet ortamındaki gelişmeler doğru olarak algılanmalı, bu bağlamda stratejik işbirlikleri ve ortak projeler geliştirilmelidir. Sektörün ihracatında kullanılan Eximbank kredilerindeki bürokratik işlemler olabildigince azaltılmalı, bu finansman yönteminde zaman ve miktar yönünden etkinlik sağlanmalıdır. Sektördeki üretim faaliyetlerinin çevreye yönelik zararlarının en düşük düzeye indirilmesi amacıyla yasal mevzuattaki eksiklikler giderilmeli ve bunların uygulaması ilgili birimlerce denetlenmelidir. Üretim yapısındaki ve kompozisyonundaki dengesizliği gidermeye ve yassı ürünlerde dışa bağımlılığı ortadan kaldırmaya yönelik girişimlerin bir sonucu olarak 2002 yılında Erdemir’e devredilen, İsdemir’deki modernizasyon ve ürün dönüşüm yatırımlarındaki süreç hızlandırılmalıdır. Uluslararası demir çelik ticaretinde, Türk demir-çelik sektörüne yönelik uygulanan tarife dışı engeller ve anti-damping uygulamalarına karşı devletin ilgili birimleri yeni politikalar belirlemeli ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO) nezdinde girişimlerde bulunulmalıdır.

Dünya demir-çelik piyasasındaki ve sektörel yapıdaki gelişmeler takip edilmeli, bu çerçevede yeni stratejiler oluşturulmalıdır. Vasıflı çelik ürünleri grubunu oluşturan ve savunma, otomotiv, otomotiv yan sanayi, makine ve yay imalat sanayisinin temel girdisini oluşturan özel yapı, paslanmaz ve ısıya dayanıklı çelik ürünlerinin üretimi teşvik edilmelidir. Sektörde faaliyet gösteren küçük ölçekteki işletmelerin ihracata

yönlendirilebilmeleri amacıyla, bu alanda firmalara maliyet, kalite, finansman, nitelikli iş gücü, verimlilik gibi avantajlar sağlayacak Sektörel Dış Ticaret Sirketi (SDS) modeli altında örgütlenmeleri teşvik edilmelidir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli girdilerinden biri enerjidir. Bu yönüyle enerji bir toplumun yaşam standardının yükseltilmesinde önemli rol oynar. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması da yine enerjiyle olasıdır. Ancak, enerji kaynaklarının en önemlisini oluşturan petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtların hızla tükenmekte oluşu ve bu kaynakların yol açtığı çevresel sorunlar; enerji verimliliğini, dolayısıyla da enerji yoğunluğu kavramını gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda, enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak için çok çeşitli programlar uygulanmaktadır.

Günümüzde, dünya enerji ihtiyacının önemli bölümünü karşılayan fosil yakıt tüketimi hızla artmaktadır. Özellikle de ekonomisi hızla büyüyen ülkelerin fosil yakıt taleplerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın bu rezervler aynı ölçüde artmamaktadır. Enerjiye yönelik talep artmadan sabit kalsa bile, bu yakıt rezervlerinin sınırlı olması nedeniyle, çok da uzak olmayan bir gelecekte tükeneceği tahmin edilmektedir. Enerji ihtiyacının sürekli arttığı, ancak rezervlerin giderek azaldığı bir ortamda enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması önem kazanmaktadır.

Enerji verimliliği konusu, enerji üretimi ve tüketimi alanında genel etkinlik çalışmalarının tümünü kapsar. Bu çerçevede, bir yandan en az kaynak kullanımıyla en çok enerji üretiminin gerçekleşmesi, diğer yandan aynı miktar enerji kaynağı kullanılarak daha çok üretimin sağlanmasına yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmaların daha çok gelişmiş ülkelerde kamu kurumları, büyük şirketler ve üniversiteler tarafından yürütülen programlarla gerçekleştirildiği gözlenmektedir.

Son yılların önemli kavramlarından biri olması dolayısıyla enerji verimliliğinin birçok farklı tanımı yapılmaktadır. Enerji verimliliği; enerji girdisinin üretim içindeki payının azaltılması, aynı üretimin daha az enerji tüketerek gerçekleştirilmesidir. Bir başka tanımda ise enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden iktisadi kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden enaza indirilmesi biçiminde ifade edilmiştir.

Daha geniş bir biçimde enerji verimliliği; gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebini azaltması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, kojenerasyon ve enerji geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı önlemlerin bütünüdür.

Enerji verimliliğinde en önemli faktör enerji tasarrufudur. Genel olarak az enerji tüketmek olarak anlaşılan enerji tasarrufu; enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla enerji tüketimini en aza indirmektir. Enerji tasarrufu iki biçimde gerçekleştirilmektedir. Birincisi, doğrudan enerji tasarruf eden ev, araba ve diğer son teknolojileri kullanmak; alışkanlıkları ve günlük davranışları enerjiyi daha verimli kullanacak biçimde düzenlemek gibi somut önlemlerden oluşmaktadır. İkincisi ise, dolaylı enerji tasarrufu olup mevcut malların daha uzun süre kullanılmasını sağlayarak yeni malların üretimini azaltmak; enerji tüketimini minimize edecek biçimde yerleşim yerlerini düzenlemek, ekonomide doğrudan materyal tüketiminin olmadığı etkinliklere geçiş yapmak gibi önlemlerdir.

Enerji verimliliğinin göstergelerinden biri olarak tüm dünyada enerji yoğunluğu kullanılmaktadır.

Enerji yoğunluğu, birim hasıla başına birincil ya da nihai enerji tüketimi göstermekte olup, birincil ya da nihai enerji tüketiminin gayri safi yurt içi hasılaya (GSYİH) bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

Enerji yoğunluğu göstergesinde ekonomik çıktı, enerji verimliliğindeki değişimlerle birlikte ifade edilmektedir. Ancak bu değişimlerin tümü toplu olarak tek bir göstergede incelenmesi olanaksızdır. Bununla birlikte enerji yoğunluğu göstergesi, enerji verimliliğinin incelenmesinde ve karşılaştırılmasında yoğun olarak kullanılmaktadır.

Enerji verimliliği ile enerji yoğunluğu ters yönlüdür. Bir ülkede veya bir sektörde hesaplanan enerji yoğunluğu ne kadar düşükse, enerji verimliliği o kadar yüksektir.

Genel olarak enerji yoğunluğu, ekonominin ilk kalkınma aşamalarında artmakta, ancak gelişmiş ekonomilerde bu oran azalma eğilimindedir. Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, kişi başına enerji tüketimi ve enerji yoğunluğu göstergeleri ile izlenmektedir. Kişi başına enerji tüketiminin yüksek olması, hem ekonominin canlandığı, hem de ülkede ulaşım araçları ile elektrikli aletlerin yaygın kullanıldığı ve yüksek konforlu barınma olanaklarının arttığını gösterir. Enerji yoğunluğunun düşüklüğü ise aynı enerji kullanımıyla daha çok katma değer yaratılması anlamına gelir. Öyleyse bir ülkede enerji açısından gelişmişliğin göstergesi, kişi başına enerji tüketiminin yüksek, enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır.

Bazı bölge ve ülkeler ile Türkiye'deki enerji yoğunluğu ve kişi başına enerji tüketimlerini karşılaştırmak amacıyla Çizelge 3.1. düzenlenmiştir. Bu tablo incelendiğinde görüleceği üzere; bir ülkenin gelişmişlik göstergesi olarak kullanılan kişi başına enerji tüketimi; en yüksek 4675 kilogram petrol eşdeğeri (KEP) ile OECD ülkelerindedir. Bu ülkeleri 4039 KEP'le Japonya izlemektedir. Japonya'nın enerji yoğunluğu ise dünya enerji yoğunluğundan düşük, dolayısıyla enerji verimliliği daha yüksektir. Bunu OECD ülkeleri izlemektedir.

Türkiye'de kişi başına enerji tüketiminin Afrika, Asya ve Çin'den daha fazla, ancak OECD, Japonya, Ortadoğu, Eski Sovyet Ülkeleri ve OECD dışı Avrupa Ülkelerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Türkiye'de kişi başına enerji tüketimi 1113 KEP, enerji yoğunluğu ise 0,38'dir. Japonya ile karşılaştırıldığında, Türkiye'de kişi başına enerji tüketimi Japonya'nın dörtte biri iken, enerji yoğunluğu 3,5 katı civarındadır. Bu göstergelerden, Türkiye'de enerji yoğunluğunun yüksek olduğu, dolayısıyla enerjinin verimli kullanılmadığı anlaşılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerin çoğunda, enerji yoğunluğunu düşürmeye yönelik çeşitli enerji verimliliği programları uygulanmaktadır. Bu programların hayata geçirilmesiyle birlikte bu ülkelerin çoğunda enerji yoğunluğu düşmeye başlamıştır.

Çizelge 3.1 Çeşitli Bölgelerdeki Kişi Başına Enerji Tüketimleri ve Enerji Yoğunluğu (2003 Yılı verileri)

Bölgeler	Nüfus (Milyon)	Tüketilen Enerji (MTEP)	GSYH (2000 yılı) Milyar Dolar	Kişi Başına Enerji Tüketimi KEP	Enerji Yoğunluğu TEP/Bin Dolar
Dünya	6268	10578	33391	1688	0,32
OECD	1154	5395	26792	4675	0,20
Ortadoğu	177	446	679	2520	0,66
Eski Sovyet Ül.	286	962	454	3364	2,12
OECD-Dışı Avr.	55	103	136	1873	0,76
Çin	1295	1426	1550	1101	0,92
Asya	2018	1224	1697	607	0,72
Lâtin Amerika	432	464	1443	1074	0,32
Afrika	851	559	641	657	0,87
Japonya	128	517	4876	4039	0,11
Türkiye	71	79	210	1113	0,38

Enerji verimliliğini artırmaya yönelik olarak binalarda, santrallerde, ulaştırma, sanayi ve elektrik sektörlerinde çalışmalar yapılmaktadır. Anılan sektörlerle ilişkin verimlilik çalışmalarına kısaca değinilecektir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) üyesi ülkelerde nihai enerjinin yaklaşık olarak üçte biri konut ve ticari binalarda tüketilmektedir. Bu nedenle binalarda uygulanacak çeşitli teknik donanım ve alınacak tasarruf önlemlerinin büyük miktarlarda enerji verimliliğini artırabileceği öngörülmüştür. Binalarda enerji verimliliğini artırmanın en önemli yolu ise, bina dış kabuğunun enerji etkinliğinin iyileştirilmesi, yapı elemanlarının ısı geçirime oranlarını düşürerek ısı ve enerjinin ısı direncinin yükseltilmesi, binanın mimari tasarımı ve ev cihazlarında önlemler alınmasıdır. Özellikle konutlarda tüketilen enerjinin %80'i ısınma için kullanıldığından yalıtım önlemleri enerji verimliliğinde en önemli unsur olmaktadır.

Santraller ise enerji üretmek için enerji tüketmektedir. Termik santraller kül, kömür, su soğutma ve besleme, atık ve ham su, baca gazı arıtma sistemleri bir santralin ürettiği toplam enerjinin % 10 ile % 15'ini tüketmektedir. Hidrolik santrallerde bu tüketim daha azdır. Bu nedenle termik santrallerde kazan verimliliğini artırmaya yönelik teknolojiler, uygun yakıt kullanımı, pompa ve fanların otomasyonu, atık ısının geri

kazanımına yönelik önlemler enerji verimliliği açısından önemli olup, çalışmalar bu alanlarda yoğunlaşmaktadır.

Ulaştırma sektöründe enerji verimliliğini, şehirlerin yerleşim ve iş alanları, yük taşıma, dağıtım yöntemleri, araçların modeli, motor gücü ve performansı ile enerji tüketimi etkilemektedir. Ulaştırma kesiminde enerji verimliliği çalışmaları da bu alanlarda yapılmaktadır.

Sanayide enerji verimliliği uluslararası rekabet gücü açısından çok önemlidir. Sanayide enerji verimliliğini artırmak için, enerji muhasebesi, kontrol sistemleri, yalıtım, yeni teknolojiler ve endüstriyel süreçler, hammadde özellikleri, ürün çeşitleri ve özellikleri, iklim şartları ve çevresel etkiler, kapasite kullanımı gibi alanlarda çalışmalar yapılmaktadır.

Ayrıca elektrik tüketimini miktar ve zaman yönünden etkileyecek, uygulama ve değerlendirme çalışmaları da yürütülmektedir. Bu çalışmalar talep yönetimi olarak adlandırılmaktadır. Üç yöntemle yapılan talep yönetimi çalışmalarının herhangi biri veya birkaçı bir arada uygulanabilmektedir. Bu yöntemlerden birincisi olan teknik önlemler; yüksek verim sağlayan aydınlatma, yüksek verimli motorlar, soğutma sistemleri, bina yalıtımı gibi alanları içerir. İkinci yöntem bilgilendirme olup, hazırlanan teknik belgelerle tüketicilerin bilgi eksikliği giderilmektedir. Bilgilendirme; enerji verimlilik merkezlerinde enerji talebinin düşürülmesi ile ilgili çalışmaları yönlendirmek, danışmanlık yapmak, eğitim kursları ve seminerleri düzenlemek ve enerjiyi verimli tüketen donanım kullanımını özendirmek üzere tanıtım konularını içermektedir. Üçüncü ve en çok uygulanan yöntem ise, tarifelerde farklılığa gidip, tüketim yapısını değiştirmek kullanma zamanına veya kullanma miktarına göre fiyatlandırmalar yapmaktır.

3.1. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği

Enerji verimliliğine yönelik ilk çalışmalar, petrol krizi ve fiyat artışlarına bağlı olarak sanayileşmiş Batı ülkeleri ve Japonya’da başlamış ve uygulanmıştır.

1980’li yıllardan itibaren ise anılan çalışmalar, ülkelerin kalkınma stratejilerinin önemli bir politikası durumuna gelmiştir. Konuyu incelemek amacıyla sırasıyla AB, ABD ve Japonya’da yapılan çalışmalara ve enerji verimliliğinde sağlanan iyileşmelere değinilecektir.

Birliğin kuruluş anlaşmasında enerji ile ilgili konular yer almamaktadır. Daha sonra enerji konusuyla ilgili düzenlemeler; dış ilişkiler, iç pazar, çevre gibi politikalar içinde bulunmaktadır. AB son yıllarda enerjide dışa bağımlılığın artması, nükleer enerjide güvenlik, elektrik ve gaz piyasalarının serbestleştirilmesi, çevre, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi gibi konu ve sorunlarla karşılaşmıştır. AB Komisyonu bu sorunları çözmek üzere bir enerji politikası oluşturmuştur. Bu enerji politikasının sacayağını; enerji arzı güvenliği, en düşük maliyetle enerji arzı için rekabet ve çevre-insan sağlığının korunması oluşturmaktadır. Enerji politikalarına uygun olarak hazırlanan çerçeve programının uygulanması ise altı alt programa dayanmaktadır. Bu programlar, tüm karar vericilerin piyasadaki gelişmeleri izleyerek ulaşabileceği ekonomik analizler, enerji öngörülerini için referans bilgilere yönlendirme için Etap programı, enerji sektöründe uluslararası ilişkilerin güçlendirilmesi için Synergie programı, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması için Altener programı, enerjinin verimli ve rasyonel kullanımı için Save programı, katı yakıt kesiminde çevre dostu teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması programı, Rusya ve yeni bağımsız devletler ile sanayide işbirliği ve nükleer enerjinin güvenli kullanımının sağlanması için Sure programıdır.

1998-2002 döneminde yukarıda yer alan çerçeve program ile yeni şartlara uyumlaştırılmış enerji politikası uygulanmış ve ulaşılan sonuç ve deneylerle uzun vadeli enerji stratejisini ortaya koyan Yeşil Tebliğ adlı belge hazırlanmıştır. Bu Tebliğ ile Avrupa Birliğinin gelecek 20-30 yıllık dönemdeki enerji arz güvenliğini ve Kyoto Protokolü çerçevesindeki taahhütlerini yerine getirecek hedefler belirlenmiştir.

AB’de enerji verimliliği ile ilgili en önemli çalışma, 1991 yılında başlayan Save programıdır. Bu programın amacı sanayi, ticaret ve ulaştırma gibi yurtiçi sektörlerde enerji verimliliğini geliştirmek ve enerji tasarrufunu teşvik etmektir. Bu programda

enerji politikaları önlemleri, bilgilendirme çalışmaları, yöresel ve bölgesel enerji ajansları kurulması gibi birçok çalışma yer almıştır. Program 1995 yılında tamamlanmış, ardından Save II programı beş yıllığına uygulanmaya konulmuş, 2000 yılında ise topluluk stratejisini belirleyen Enerji Çatı Programı kapsamına alınmıştır.

15 Avrupa ülkesi ve Norveç'in enerji verimliliği ve çevre politikalarından sorumlu kuruluşlarının katılımıyla ortak politika ve önlemler için Odysse-mure veri izleme projesi başlatılmıştır. Ayrıca Birlik ülkeleri ile diğer ülkeler arasındaki enerji politikalarında işbirliğini geliştirmek için 1980'li yıllardan itibaren Synergy programı başlatılmıştır. Bu program da Enerji Çatı Programı kapsamına alınarak 1998-2002 yıllarında uygulamaya devam edilmiştir.

Bunun yanı sıra AB'de binalarda, sanayide, ulaşırmada ve ev aletlerinde enerji verimliliğine yönelik uygulamalar başlatılmıştır. Avrupa'daki veri toplama kuruluşlarından Odysse'nin göstergelerine göre; AB'de enerji verimliliğinde genel olarak 1990-2002 yılları arasında yaklaşık yıllık % 0,8 ve toplam % 10 düzeyinde, büyük ev aletlerinde yıllık % 2 ve toplam % 21 düzeyinde, sanayide % 13 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır. Otomobillerin özellikli enerji tüketimlerinde 1990'dan itibaren yıllık % 0,6 düşme gerçekleşmiştir. Özellikle 1995 yılından itibaren bu düşüş daha da % 1,7 hızlanmıştır.

AB'nin Yeşil Tebliğ'den önce biçimlenen ve bu çerçevede hazırlanan enerji verimliliğine ilişkin politikaları belirleyen Aksiyon Planı tahminine göre; 1998-2010 döneminde, 1995 yılı tüketimine göre % 18'lik bir enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Enerji verimliliği çalışmalarında olumlu sonuçlar alan ülkelerden biri ABD'dir. Bu ülkede yaklaşık 30 yıl içinde enerji verimliliği, yüksek teknolojiler kullanılarak önemli ölçüde artmıştır. 1973 yılından 2000 yılına kadar ABD ekonomisi % 126 oranında büyürken, aynı dönemde enerji kullanımındaki artış % 30 düzeyinde gerçekleşmiştir. ABD'de enerji kullanımı, ekonomideki büyümeye paralel olsaydı, 2001 yılında tüketilen enerji miktarı yaklaşık % 70 daha fazla olacaktı.

ABD, birincil enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı olduğundan hükümetlerin öncelikli konusunu enerji verimliliği oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, 1970'lerin ortalarından itibaren Kongre ve ilgili yönetim birimleri tarafından federal kuruluşlarda enerji verimliliğini artırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Enerji Bakanlığına göre 1975-1991 yılları arasında bu programlarla yaklaşık 8 milyar dolarlık enerji maliyetinden tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarruf, aynı dönemde enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yapılan yatırımların üç katına eşittir. Bunun yanı sıra gelişmiş aydınlatma sistemleri, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin iyileştirilmesinde uygun ve maliyet etkin teknolojilerin kullanılmasıyla daha büyük tasarruf sağlamanın olasılığı ifade edilmektedir.

Enerji talebinin yaklaşık % 83'nü ithal eden Japonya'da hükümetlerin öncelikli konusunu enerji verimliliği oluşturmaktadır. Dolayısıyla da enerji tasarrufuyla ilgili birçok program uygulanmaktadır.

Ülkede hayat standardı yüksek, mevsimler arası gece ve gündüz sıcaklık farkları fazla olduğundan enerji tüketimi de yüksektir. Japonya'da hava sıcaklığının 30 derecenin üstündeki her bir derecelik artış yaklaşık 4400 MW elektrik talebini artırmaktadır. Soğukluğu buz içerisinde depolayan hava soğutma sistemleri geliştirilmiş, geceleri buz oluşturup gündüzleri buzun soğukluğundan yararlanarak elektriğin daha tasarruflu ve akılcı tüketimi sağlanmıştır. Ayrıca elektrik tüketen aletlere ve ofis makinelerine 1993 yılında yeni standartlar getirilmiştir. Bu doğrultuda uygulanan Enerji Tasarrufu Kanununa ilave olarak Enerji Tasarrufu Yardım Kanunu çıkarılarak enerjiyi verimli kullanan donanım ve sistemlerin düşük faizli kredi ve vergi indirimi ile desteklenmesi sağlanmıştır.

Japonya enerji verimliliği konusunda dünyanın en ileri uygulamalarına sahip ülkesidir. Enerji verimliliği bilincinin çok yüksek olduğu bu ülkede, devletin yanı sıra sanayi kuruluşları ve tüketiciler de verimlilik çalışmalarına destek vermektedirler. Bu çalışmalardan birini Kawagoe şehir yönetiminin, yıllık elektrik tüketimini her yıl % 1 oranında düşürmeyi hedefleyen kampanyası oluşturmaktadır. Bu uygulama ile dört yılın

sonunda ilave bir yatırım yapmadan elektrik tüketiminde % 5’lik tasarruf sağlanmıştır. Bu oran, 10 milyon kWh’ten fazla enerjiye ve 2,5 milyon dolara denk gelmektedir.

2010 yılına kadar enerji tasarrufu programında şunlar yer almaktadır. Sanayide gönüllü faaliyet programı, bütün fabrikalarda her yıl %1 oranında enerji tasarrufu programı, enerji verimli ekipmanların alımı için finansal destek, enerjiyi verimli kullanan aparatlar sınıflandırma katalogu, enerji tasarrufu sağlayan giyecek, yiyecek gibi mallar hakkında bilgi servisi, Top Runner Programının diğer bazı ürünler (ısıtıcılar, gazla çalışan sıcak su sistemi, petrole çalışan sıcak su sistemi, termal mutfak fırınları, fanlı ısıtıcılar, elektrikli tuvalet seti, otomatik satış makineleri, elektrik transformatörü) ve ulaştırma sektöründe otomobiller için uygulanması, ileri trafik sistemlerinin (ulaştırma talep yönetimi, kent ulaştırma ve park sistemi planlaması, akıllı ulaştırma sistemleri, elektrikli geçiş parası toplama sistemi, araç bilgi ve iletişim sistemi, vs.) uygulamaya konulmasıdır.

Türkiye’de enerji verimliliği ile ilgili ifadeler 7. ve 8. Beş Yıllık Kalkınma Planları’nda yer almıştır. 7. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda, “Yurtiçi enerji kaynaklarının miktar ve kalite olarak yetersiz ve yüksek maliyetli olması, ithal enerji kaynakları için gerekli döviz ihtiyacı, aşırı enerji kullanımının çevre sorunu yaratması gibi nedenlerden dolayı, sanayide ve toplumsal yaşamın her kesiminde enerji yoğunluk değerlerinin aşağıya çekilmesi, verimliliğin artırılması ve tasarruf programlarının hayata geçirilmesi sağlanacaktır.” denilmektedir.

8. Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda ise aynı doğrultuda; enerjinin, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdisi olduğu; artan nüfus, şehirleşme, sanayileşme, teknolojinin yaygınlaşması ve refah artışına paralel olarak tüketiminin arttığı; buna bağlı olarak da enerji tüketiminin en düşük düzeyde tutulması ve enerjinin en tasarruflu ve verimli bir biçimde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca planın ilerleyen bölümlerinde, “Günümüzde, kişi başına enerji tüketimi bir gelişmişlik göstergesi olmaktan çıkmıştır. Amaç, kişi başına enerji tüketimini artırmak değil, bir birim enerji tüketimi ile en fazla üretimi ve refahı yaratmak” denilmektedir. Böylece enerji verimliliğinin belirleyicisi olan enerji yoğunluğu kavramına da vurgu yapılmıştır. Her iki kalkınma planında da önem ve

gerekliliği belirtilen enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinin artırılması konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Ayrıca Türkiye’de enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla 01.06.2006 tarihinde “Enerji Verimliliği Kanunu Tasarısı” Taslağı oluşturulmuştur. Bu taslağın hazırlanması ile Türkiye’de enerji verimliliğine gösterilen önem daha da belirginleşmiştir.

3.2 Sanayide Enerji Verimliliği alışmaları

Türkiye’de enerji tüketiminin yaklaşık % 43’ü sanayide gerçekleşmekte olup en büyük pay bu sektöre aittir. Bu nedenle ilk enerji tasarrufu çalışmaları da bu sektöre yönelik olmuştur.

Türkiye’de ilk planlı enerji tasarrufu çalışmaları, 1981 yılında Elektrik İşleri Etüd (EİE) İdaresi Genel Müdürlüğüne başlatılmıştır. Bu çalışmaların yurt genelinde daha etkili ve kapsamlı yürütölmesi amacıyla 1992 yılı sonunda EİE bünyesinde Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) oluşturulmuştur. EİE/UETM içinde yapılan Sanayide Enerji Verimliliği şubesi, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Sanayi sektöründe enerji verimliliğini artırmak üzere hazırlanan "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğinin Artırılması Hakkında Yönetmelik" 11 Kasım 1995 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğe göre, enerji tüketimi yıllık 2000 ve daha fazla Ton Eşdeğer Petrol (TEP) olan tüm fabrikalar, enerji yönetim sisteminin kurulması kapsamında belirli yükümlölükleri yerine getirmek zorundadırlar.

Türkiye’de sanayide enerji tasarrufuna ilişkin farklı bilgiler mevcuttur. UETM tarafından yapılan bir çalışmada; 1996 yılı için enerji tasarruf potansiyeli, sanayinin o yıl kullandığı enerjisinin yaklaşık % 24’ünü oluşturan 4,2 milyon TEP olarak belirtilmiştir. Bu enerjinin nakit değerı de yıllık yaklaşık 1 milyar \$ olarak tahmin edilmiştir. Bu

enerjinin tasarruf edilmesi için gerekli yatırım miktarı ise 2,3 milyar \$ olarak öngörülmüştür. Ayrıca bu yatırımların geri ödeme süresi minimum bir yıldan maksimum üç yıla kadar değişmektedir.

EİE/UETM'nin başlattığı çalışmalar doğrultusunda, bazı kuruluşlarda enerji verimliliği açısından ciddi gelişmeler kaydedilmiştir. Ancak bu gelişmelerin her birine yer vermek olanaklı olmadığından bazı örnekler sunulacaktır.

Erdemir Kapasite Artırımı ve Modernizasyon projesi kapsamında yapılan yatırımlar sonucunda; yüksek fırınlar soba bacaları atık gazının, sobalarda kullanılan yakma havası ön ısıtılmasında ve kömür enjeksiyon tesisinde öğütülen kömürün kurutulmasında ve nakliyesinde kullanılmasıyla yıllık yaklaşık 50.972 TEP'lik bir tasarruf sağlanmıştır.

Türk Ytong kuruluşunun Pendik fabrikasında 1996 yılında başlayıp 2001 yılında sona eren enerji tasarrufu çalışmaları; buhar akülerinin kurulması, buhar kazanlarının verimliliğinin artırılması ve atık buhar geri kazanım sisteminin devreye alınması biçiminde üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Yapılan yatırımlar ile tam kapasite üretimde yaklaşık % 30 enerji tasarrufu ve üretim sürecinde kullanılan hammaddelelerden de % 5 oranında tasarruf sağlanmıştır. Beş yıllık dönemde, yapılan çalışmaların sonucunda 935.000 \$'lık tasarruf gerçekleşmiştir.

Oyak-Renault, “Enerjinin Verimli Kullanılması” projesi kapsamında doğalgazın optimal düzeyde tüketimi hedeflemiş ve bu doğrultuda elektrik ve su tüketimlerinin azaltılmasını da içeren çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar doğrultusunda yaklaşık % 47,9 elektrik ve 2001-2002 döneminde % 28 doğalgaz tasarrufu sağlanmıştır.

Türkiye imalat sanayiinde enerji verimliliği ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu durum, objektif ve düzenli veri setinin bulunmamasından kaynaklanmaktadır.

Bu nedenle oluşturulabilen veri seti ile imalat sanayiinin alt dallarında enerji kullanımı, enerji kaynaklarının dağılımı, enerji verimliliğindeki gelişmeler araştırılmaktadır. Kullanılacak veriler, Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) sağlanmıştır. TÜİK'te imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin veriler uzun bir zaman aralığını kapsamakla beraber, alt sektörler itibariyle enerji verileri 1995-2001 dönemi için bulunmaktadır.

Ayrıca bu dönemde, TÜİK'ten elde edilen veriler iki farklı sınıflama koduna göre biçimlendirilmiştir. Bu çalışmada (Usss-2 Rev)'e göre sınıflandırılmış imalat sanayii çıktı değerleri ile enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. İmalat sanayii verileri; 10 ve daha fazla kişi çalıştıran özel sektör ile kamuya ait imalat sanayii işyerlerini kapsamaktadır.

Diğer yandan, dört basamaklı bazı imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin verilere ulaşılamamıştır. Çünkü, özel sektörde üçten daha az işyerinin olduğu alt sektörler ait üretim bilgisi gizlilik nedeniyle TÜİK tarafından verilmemektir. Benzer biçimde bazı alt sektörlerde bazı yıllara ait verilerin kesiklik veya kopukluk gösterdiği de gözlenmiştir.

Çalışmanın yapıldığı dönemde, imalat sanayiindeki çıktı değerlerine ilişkin veriler en son 2003 yılına kadar mevcuttur. Buna karşın, imalat sanayii alt sektörleri itibariyle enerji verileri 2001 yılından sonra hazırlanmadığından analizler beş yıllık geriden yapılabilmiştir. Elde edilen verilerde belirtilen eksiklikler olmakla beraber, imalat sanayii alt sektörlerinde ortaya çıkan genel eğilimleri gözlemek açısından yeterli olacaktır.

Enerji yoğunluğu hesaplamalarında kullanılan imalat sanayii dalları itibariyle yıllara göre çıktı değerleri, öncelikle 1994 yılı bazlı imalat sanayiine göre TEFE serisi 1995 yılı temel olacak biçime dönüştürülmüş ve bu seriyle deflete edilmiştir. Daha sonra deflete edilmiş çıktı değerleri, 1995 yılı cari ortalama dolar kuruna bölünerek, ABD doları cinsinden hesaplanmıştır. Böylece çıktı değerlerinde dolar kurundan kaynaklanan sapmalar ortadan kaldırılmıştır.

İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji kullanımının, çıktı değerlerine bölünmesiyle hesaplanan enerji yoğunluğunun yıllar içindeki gelişimi Çizelge 3.2’de toplu biçimde verilmiş olup, aşağıda da ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Çizelge 3.2. İmalat Sanayii İki Basamaklı Alt Sektörlerinde Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 1995	TEP/Çıktı Bin Dolar 1996	TEP/Çıktı Bin Dolar 1997	TEP/Çıktı Bin Dolar 1998	TEP/Çıktı Bin Dolar 1999	TEP/Çıktı Bin Dolar 2000	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
31 Gıda	0,058	0,065	0,064	0,062	0,062	0,066	0,057
32 Dok.Gi	0,051	0,050	0,046	0,045	0,060	0,060	0,052
33 Orman	0,062	0,055	0,066	0,054	0,067	0,068	0,089
34 Kağıt	0,129	0,164	0,158	0,208	0,177	0,182	0,241
35 Kimya	0,101	0,157	0,125	0,129	0,104	0,098	0,081
36 Taş-top	0,753	0,735	0,664	0,618	0,678	0,742	0,767
37 Metal	0,454	0,619	0,480	0,533	0,589	0,594	0,568
38 Diğer	0,015	0,015	0,014	0,012	0,015	0,013	0,015
3 İmalat S.	0,134	0,156	0,136	0,135	0,140	0,140	0,129

Genel olarak 31 No’lu sektörün enerji tüketimi ile çıktı değerleri yıllar itibariyle istikrarlı bir biçimde artmıştır. Ayrıca sektörün enerji yoğunluğu Çizelge 3.2’de yer almaktadır. Bu tablo incelendiğinde; sektördeki enerji yoğunluk değerlerinin 1995-2001 yılları arasında 0,058 ile 0,057 arasında seyrettiği görülmektedir. Bu sanayide enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğundan daha düşüktür. Bu durum, gıda sanayiinin istikrarlı olduğunu göstermektedir. Sektörde 1996-2000 yılları arasında enerji yoğunluğu biraz artmış, ancak 2001 yılının kriz yılı olması nedeniyle bu yoğunluğun düştüğü gözlenmektedir.

Çizelge 3.3. 2001 Yılı Üç Basamaklı Gıda, İçki ve Tütün Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
31	0,057
311 Gıda	0,083
312 Gıda dışı	0,053
313 İçki	0,033
314 Tütün	0,004

Öte yandan 31 No'lu alt sektörde dört ana alt sanayi bulunmaktadır. Bunlar; gıda maddeleri sanayii, başka yerde sınıflandırılmamış gıda maddeleri sanayii, içki sanayii ve tütün sanayiidir. 2001 yılı verileriyle oluşturulmuş bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Çizelge 3.3'te yer almaktadır. Bu sanayi dalları içinde enerji yoğunluğunun en düşük olduğu sanayi tütün sanayi olup, onu takiben içki, başka yerde sınıflandırılmamış gıda sanayii ve gıda maddeleri sanayii gelmektedir.

Dokuma sanayii, 32 No'lu sektörün bir alt sanayi dalı olup, kriz yılları da dâhil olmak üzere ihracatı sürekli artan bir sektördür. Bu sanayi dalının enerji tüketimleri yıllar itibariyle dalgalanma göstermiştir. Ancak 2000 yılı dışında, sektörde enerji tüketiminin genel bir artış eğilimi içinde olduğu söylenebilir. Çizelge 3.2 incelendiğinde bu sanayide enerji yoğunluk değerlerinin 1995-2001 yılları arasında 0,051 ile 0,052 arasında seyrettiği görülmektedir. Bu sanayide de enerji yoğunluğu yıllar itibariyle artmış olmasına karşın imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır. 1999 ve 2000 yıllarında enerji yoğunluğu biraz artmış, ancak 2001 yılında düşmüştür.

Çizelge 3.4. 2001 Yılı Üç Basamaklı Dokuma, Ayakkabı Dışında Giyim Eşyası, Deri ve Kürk Eşyası ile Ayakkabı Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
32	0,129
321 Dokuma	0,066
322 Ayak.dış.giyim	0,013
323 Deri	0,007
324 Ayakkabı	0,013

32 No'lu sektör; dokuma ayakkabı dışında giyim eşyası; deri, deri benzeri maddeler ve kürk eşyası ile ayakkabı sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle hesaplanmış bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Çizelge 3.4'te yer almaktadır. Bu sektördeki enerji yoğunluğu, dokuma sanayiinde diğer alt sanayi dallarına göre daha yüksektir. Ancak bu oran yüksek olmasına karşın, yine de imalat sanayii enerji yoğunluğundan daha düşüktür.

Orman ürünleri ve mobilya sanayiinin enerji tüketimi yıllar itibariyle dalgalanma göstermekle birlikte bu dalgalanmanın düşük olduğu gözlenmiştir. Bu sanayinin çıktı değerlerinde ise 2001 yılı hariç genel olarak bir artış olmuş, ancak yıllar itibariyle iniş ve çıkışlar göstermiştir.

Çizelge 3.2'den görüleceği üzere, bu sanayide enerji yoğunluğu 1995-2001 yılları arasında 0,062 ile 0,089 arasında seyretmiştir. Bu sanayide de enerji yoğunluğu yıllar itibariyle artmış, ancak yine de imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır. Tüketilen enerji ile gerçekleştirilen çıktı düzeyi yıllar itibariyle iniş çıkışlar göstermesi nedeniyle, enerji yoğunluğu da küçük olmakla birlikte dalgalanmıştır.

Çizelge 3.5. 2001 Yılı Üç Basamaklı Ağaç ve Mantar Ürünleri ile Ağaç Mobilya Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
33	0,089
331 Ağaç ve mantar	0,151
332 Ağaç mobilya	0,001

33 No'lu sektör; ağaç ve mantar ürünleri sanayii ile ağaç mobilya ve döşeme sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle hesaplanmış bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Çizelge 3.5'te görülmektedir. Mobilya ve döşeme sanayiinin enerji yoğunluğu çok düşük düzeydeyken, ağaç ve mantar ürünleri sanayiinde enerji yoğunluğu imalat sanayi enerji yoğunluğundan daha yüksek çıkmıştır. Çünkü mobilya ve döşeme sanayiinin üretim süreci, basit ve az enerji gerektiren bir süreçtir. Oysa ağaç mobilya

ve döşeme sanayii daha karmaşık süreçler içerdiğinden daha fazla enerji kullanımını gerektirmektedir.

Kâğıt-kâğıt ürünleri ve basım sanayiinin enerji tüketimi 1999 yılı hariç diğer yıllarda artmış, çıktı değerleri ise giderek azalmıştır. Çıktıdaki düşmenin birinci nedeni, anılan yıllarda kâğıt sektöründe ithalatın giderek artma eğiliminde olmasıdır. 1995-2000 döneminde Türkiye'nin kâğıt ithalatı 711 milyon dolardan 927 milyon dolara çıkmış, yaklaşık % 30 oranında artış göstermiştir. Böylece ithalatın yurtiçi çıktı içindeki payı % 19'dan % 25'e yükselmiştir. İkinci neden ise, ithalat nedeniyle yurtiçi kâğıt fiyatlarının fazla yükselememesi, bunun da çıktı düzeyini olumsuz etkilemesidir.

Sektördeki enerji yoğunluğu ise Çizelge 3.2'den görüleceği üzere, 1995-2001 yılları arasında 0,062 ile 0,089 arasında seyretmiştir. Bu sanayide enerji kullanımı artarken, çıktı değerlerinin giderek düşmesi, enerji yoğunluğunun artmasına yol açmıştır. Sektördeki enerji yoğunluğu 1995-2001 yılları arasında % 87 civarında artış göstermiştir. Ayrıca 1995 yılında Türkiye imalat sanayii değerinin altında olan enerji yoğunluğu, bu sanayide 1996 yılından itibaren artmaya başlamıştır. 1996 yılından sonraki süreçte ise Türkiye imalat sanayii enerji yoğunluğunun hep üstünde seyretmiştir.

Çizelge 3.6. 2001 Yılı Üç Basamaklı Kağıt ve Kağıt Ürünleri ile Basım ve Yayın Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
34	0,241
341 Kağıt	0,328
342 Basım-yayın	0,120

Kağıt-kağıt ürünleri ve basım sanayii, kağıt ve kağıt ürünleri ile basım-yayın ve bunlara bağlı sanayiden oluşmaktadır. Bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu Çizelge 3.6'da görülmektedir. 2001 yılı verilerine göre, kâğıt ve kâğıt ürünlerinde enerji yoğunluğu, imalat sanayii değerinden yüksek iken, basım-yayın sanayiinde daha düşüktür.

Kimya-petrol, kömür, kauçuk ve petrol ürünleri sanayiinin enerji tüketimleri 1996 yılından itibaren sürekli azalmış, 1996 yılından itibaren sürekli düşen enerji tüketimi ise 1999-2001 yılları arasında fazla değişmemiştir. Sektördeki enerji tüketimi giderek azalmakla birlikte, imalat sanayiinde tüketilen enerjinin yaklaşık %18 ile % 25 arasında değişen önemli bölümü bu sektör tarafından kullanılmaktadır. Sektördeki çıktı değerinde ise 1995-2000 döneminde önemli bir değişiklik olmamış, 2001 yılında ise büyük ölçüde artış meydana gelmiştir.

Bu sanayinin enerji yoğunluğu dalgalanmakla beraber 1998 yılına kadar arttığı, ancak bu yıldan itibaren azaldığı Çizelge 3.2’den görülmektedir. Bir yandan çıktı değerlerindeki artma, diğer yandan enerji kullanımının azalması, sektördeki yoğunluğunu düşürmüştür. Ayrıca bu sektörün enerji yoğunluğu, Türkiye imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır.

Çizelge 3.7. 2001 Yılı Üç Basamaklı Kimya-Petrol, Kömür, Kauçuk ve Plastik Ürünleri Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
35	0,081
351 Ana Kimya	0,298
352 Diğer Kimyasal	0,018
353 Petrol Rafine.	0,093
354 Çeşitli Petrol	0,002
355 Lastik Ürünler	0,064
356 Plastik Ürünler	0,029

Ancak kimya-petrol, kömür, kauçuk ve petrol ürünleri sanayiindeki enerji yoğunlukları, alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör, ana kimya sanayii, diğer kimyasal ürünler sanayii, petrol rafinerileri, çeşitli kömür ve petrol türevleri sanayii, lastik ürünler sanayii ve plastik ürünler sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri dikkate alınarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve Çizelge 3.7’de belirtilmiştir.

Ana kimya sanayiinde enerji yoğunluğunun çok yüksek olduğu, imalat sanayii değerinin bir hayli üstünde seyrettiği, diğer alt sektörlerde enerji yoğunluğunun düşük olduğu görülmektedir. Ana kimya sanayii, Türkiye'nin enerji yoğun sektörlerinden birisidir.

Taş ve toprağa dayalı sanayi, enerjinin en yoğun kullanıldığı sektör olma özelliğine sahiptir. Bu sektördeki enerji tüketimi 1995-2000 yılları arasında artmış, 2001 yılında bir düşme olmasına karşın, genel olarak bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu sektörün çıktı değerleri ise 1998 yılına kadar artmış, izleyen yıllarda ise az da olsa azalma eğilimine girmiştir.

Çizelge 3.2'deki verilere bakıldığında, sektördeki enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğunun bir hayli üstünde gerçekleşmiştir. Öyle ki sektörün enerji yoğunluk değerinin, Türkiye imalat sanayii değerlerinin yaklaşık 5-6 katı civarında olduğu görülmüştür. 1995-2001 dönemindeki enerji yoğunluğunun seyri ise, 1998 yılına kadar biraz düşmüş, 1999 yılından itibaren artış eğilimine girmiştir. Ayrıca bu sanayi, diğer imalat sanayii alt sektörleri içerisinde en yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir.

Çizelge 3.8. 2001 Yılı Üç Basamaklı Taş ve ToprağaDayalı Sanayi Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
36	0,767
361 Çanak, Çömlek	0,491
362 Cam ve cam ür.	0,347
369 Taş ve Topra.da	0,963

Öte yandan taş ve toprağa dayalı sanayideki enerji yoğunlukları, alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör; çanak, çömlek, çini, porselen vb. sanayii; cam ve cam ürünleri sanayii; taş ve toprağa dayalı diğer sanayiden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri kullanılarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve Çizelge 3.8'de yer verilmiştir.

Taş ve toprağa dayalı diğer sanayi enerji yoğunluğunun Türkiye imalat sanayii verilerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Çanak, çömlek, çini, porselen sanayii ile cam ve cam ürünleri sanayii enerji yoğunluğu da, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında yüksek olmasına karşın 36 No'lu sektörün verilerinin altında seyretmektedir. Taş ve toprağa dayalı sanayinin enerji yoğunluğunun çok yüksek çıkmasının nedeni, bu sektörün üretim biçimi itibariyle enerjinin daha yoğun kullanmasından kaynaklanmaktadır.

Metal ana sanayinde enerji tüketimi, 2000 yılına kadar istikrarlı sayılabilecek bir seyir izleyerek artış göstermiş, ancak 2001 yılında krizin de etkisiyle azalmıştır. Sektörün çıktı değerleri ise yıllar itibariyle iniş-çıkışlar göstermiştir. Bu sanayide enerji yoğunluğunun dalgalı bir seyir izlediği Çizelge 3.2'de görülmektedir. Bu verilerden görülmektedir ki, sektördeki enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğunun bir hayli üstündedir. Ayrıca bu sanayi, diğer imalat sanayii alt sektörleri içerisinde taş ve toprağa dayalı sanayiden sonra en yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Öte yandan sektördeki enerji yoğunluğu 1995-2000 yılları arasında yaklaşık % 30 civarında artmıştır.

Ayrıca metal ana sanayideki enerji yoğunluğu da alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör; demir çelik metal ana sanayi ile demir çelik dışında metal ana sanayiden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanarak Çizelge 3.9. düzenlenmiştir.

Çizelge 3.9. 2001 Yılı Üç Basamaklı Metal Ana Sanayi Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
37	0,568
371 Demir Çelik	0,661
362 Demir Çelik Dı.	0,181

Demir elik metal ana sanayide enerji yoğunluğu, hem imalat sanayii, hem de metal ana sanayi enerji yoğunluğundan buyktr. Demir elik dışında metal ana sanayinde ise enerji yoğunluğu düşük olmasına karşın, yine de imalat sanayi verilerinin bir hayli üstünde gerçekleşmiştir.

Metal eşya, makine, teçhizat, ulaşım aracı, ilmi ve mesleki lme aletleri sanayiinin hem enerji tüketimi, hem de çıktı değerleri 1995-2001 döneminde inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir. Bu sektördeki enerji yoğunluğu izelge 3.2’den de görüleceği üzere, düşük düzeyde gerçekleşmiş, ancak yıllar itibariyle istikrarlı bir seyir izlemiştir. Enerji yoğunluğu 1995, 1996, 1999 ve 2001 yıllarında aynıdır. 1997, 1998 ve 2000 yıllarında biraz daha düşük kalmış olsa da, sektörün enerji kullanımının dengeli olduğu söylenebilir. Bir başka nokta, bu sanayi, en düşük enerji yoğunluğuna sahip sektördür. Diğer bir ifadeyle bu sektörün enerji yoğunluğu, diğer bütün sektörlerden daha düşüktür. Bu durum, sektörde enerji tasarruf edici teknolojilerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Sektördeki enerji yoğunlukları alt sektörler itibariyle de farklılıklar göstermektedir. Bu sektör, metal eşya sanayii, makine sanayii, elektrik makineleri ve aygıtları sanayii, taşıt araçları sanayii ve mesleki ve ilmi aletler ile başka yerde sınıflandırılmamış lme ve kontrol aletleri ile fotoğrafçılık malzemesi ve optik aletler yapım sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri kullanılarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve izelge 3.10’da belirtilmiştir.

Ancak mesleki ve ilmi aletler ile diğer türden araçlar sanayiine ilişkin enerji kullanımı verileri olmadığından, bu alt sektörün enerji yoğunluğu hesaplanamamıştır. Metal eşya sanayiinde enerji yoğunluğu diğer alt sanayi dallarına göre biraz daha yüksektir. Ancak genel olarak bu sanayide enerji yoğunluğunun imalat sanayii enerji yoğunluğundan daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.10. 2001 Yılı Üç Basamaklı Metal Eşya, Makine, Teçhizat, Ulaşım Aracı, İlimi ve Mesleki Ölçme Aletleri Sanayii Enerji Yoğunluğu

Sektörler	TEP/Çıktı Bin Dolar 2001
38	0,015
381 Metal Eşya	0,024
382 Makine Sanayii	0,014
383 Elekt. Makine	0,011
384 Taşıt araçları sa	0,017

Genel olarak Türkiye İmalat Sanayiinde enerji kullanımı 2000 yılına kadar artmış, 2001 yılında ise düşmüştür. Çıktı değeri de 1998 yılı dışında düzenli bir artış eğiliminde olmuştur. Sektörün enerji yoğunluğu verileri Çizelge 3.2’de verilmiş olup, yıllar itibariyle farklılıklar gösterse de 2000 yılına kadar istikrarlı olduğu söylenebilir.

Ayrıca IEA’nın 11 ülkesine ait alt sektörleri ile çeşitli ülkelere ilişkin enerji yoğunluğunun Türkiye imalat sanayii verileriyle karşılaştırması da yapılmıştır. Bu doğrultuda ilk olarak IEA-11 ile Türkiye imalat sanayiindeki enerji yoğunlukları ve enerji kullanım oranları Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. 1998 Yılı Türkiye ve IEA-11 Ülkelerinde İmalat Sanayii Alt Sektörlerinde Sanayi Enerji Yoğunluğu ve Enerji Kullanımı Payı

İmalat Sanayii Alt Sektörleri	Enerji Yoğunluğu (1)		Alt Sektörlerde Enerji Kullanım Payı	
	IEA-11	Türkiye	IEA-11 (2)	Türkiye (3)
Kâğıt	0,74	0,36	14	4,0
Kimya	0,38	0,39	20	20,3
Metal dışı mineral	0,52	1,77	9	23,8
Ana metaller (Demir-çelik ile demirçelik dışı)	1,03	1,77	24	34,1
Gıda	0,17	0,20	8	8,7
Diğer	0,07	-	25	0,1
Tekstil	-	0,24	-	6,5
Orman	-	0,18	-	0,5
Metal eş.ve makina	-	0,07	-	2,0
Toplam	0,20	0,53	100	100,0

Bu tablo incelendiğinde, Türkiye’de ve IEA ülkelerinde ana metal sanayiinin hem enerji yoğunluğu hem de enerji kullanım payının çok yüksek olduğu görülmektedir. Dikkat çeken alt sektörlerden birisini de metal dışı mineraller oluşturmaktadır. Bu alt sektörde enerji yoğunluğu IEA-11 ülkelerindeki ortalamadan yüksek, ancak Türkiye’den düşüktür. Bunların dışındaki sektörlerde enerji yoğunluğu IEA-11 ülkeleri ile Türkiye’de birbirine çok yakın seyretmektedir. Bir başka nokta da Türkiye’de toplamda enerji yoğunluğu, IEA-11 ülkelerinden yüksektir.

İkinci olarak Türkiye ile IEA’ya üye bazı ülkelerin enerji yoğunluğuna ilişkin yapılan karşılaştırma Çizelge 3.12’de görülmektedir.

Çizelge 3.12. Ülkelere Göre 1998 Yılı Sanayi Toplam Enerji Yoğunlukları

Ülkeler	Enerji Yoğunluğu*	
	MGJ/\$-95	TEP/Bin \$
Norveç	21,6	0,52
Avustralya	19,8	0,47
Kanada	17,3	0,41
Finlandiya	15,5	0,37
İsveç	13,5	0,32
Hollanda	11,3	0,27
ABD	9,9	0,24
Fransa	7,6	0,18
Japonya	7,5	0,18
İngiltere	7,4	0,18
İtalya	7,0	0,17
Almanya	7,0	0,17
Danimarka	6,9	0,16
TÜRKİYE	22,2	0,53

Tablodan da görüleceği üzere; Türkiye imalat sanayiinde enerji yoğunluğu, gelişmiş ülkelerden daha yüksektir. Dolayısıyla Türkiye’de enerji verimliliğinde, özellikle sanayi sektöründe enerjinin daha etkin ve verimli kullanılması yönünde önlemlerin alınması gerekmektedir.

Türkiye’de imalat sanayiinde, özellikle de enerjinin daha yoğun kullanıldığı sektörlerde enerjinin verimli kullanılmasına ilişkin bazı çalışmaların yapıldığı görülmektedir. En önemli çalışma; enerjinin yoğun kullanıldığı alt sektör olan metal ana sanayide faaliyet gösteren Erdemir’deki gelişmelerdir. Bu işletmede, hammadde kalitesinin yükseltilmesi, atık sıcak gazların yeniden değerlendirilmesi, büyük yassı demirlerin eritildiği yerde yükleme oranının yükseltilmesi, kok kömürü yerine kömür enjeksiyonun kullanılması ve personelin enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda 20 yıl içerisinde bir ton sıvı çelik üretimi için harcanan birim enerji % 38 oranında azaltılmıştır.

Ayrıca EİE ile Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)’nın işbirliğiyle oluşturulan “Türkiye’de Enerji Tasarrufu Projesi” çalışmaları başlatılmıştır. Bu doğrultuda JICA uzmanlarınca Erdemir’e ilişkin 2002 yılında bir çalışma yapılmış ve çalışmalar sonunda hazırlanan “Energy Conservation Diagnosis on Integrated Steel Industry in Turkey” başlıklı raporda enerji tüketim verileri sunulmuştur. Bu raporda, Erdemir’de bir ton sıvı çelik başına enerji tüketiminin, Japonya’daki enerji tüketimiyle yaklaşık aynı olduğu belirtilmiştir.

Ancak, Türkiye’deki diğer çelik üreticisi işletmelerde bu gelişmeler söz konusu değildir. Gerek yönetim sorunları, gerek fiziki şartların olanaksızlığı, gerekse de yeterli finansman bulunamaması yüzünden bu doğrultuda yatırımlar yapılamamıştır. Dolayısıyla da Erdemir’deki gelişmeler, öteki işletmelerde yaşanmamış ve metal ana sanayinin enerji yoğunluğu da yüksek gerçekleşmiştir.

Metal ana sanayideki belirtilen gelişmeler, Türkiye imalat sanayiindeki diğer alt sektörlerinde ya da işletmelerinde uygulandığı takdirde, önemli bir enerji tasarrufu sağlanacağı umutlarını vermektedir.

Öte yandan, Türkiye’de 1999 ve 2001 yıllarında olduğu gibi, yaşanan krizler, son birkaç yıl hariç enflasyonun ve kredi faizlerinin yüksek olması, finansman olanaklarının yetersizliği gibi nedenlerle, özel sektör enerji verimliliğiyle ilgili gerekli yatırımları yapamamıştır.

Türkiye imalat sanayiindeki alt sektörlerin her biri enerji kullanımı açısından farklı özellikler göstermesi nedeniyle bu sektörlerdeki enerji maliyetleri de farklılaşmaktadır. Kömürün ağırlıklı kullanıldığı sektörlerde birim enerji maliyeti düşüken, elektrik, motorin, fuel-oil gibi enerji kaynaklarının ağırlıklı kullanıldığı sektörlerde enerji maliyeti daha yüksektir. İmalat sanayii 2 basamaklı alt sektörlerle ilişkin enerji maliyeti ABD doları cinsinden Çizelge 3.13’te yer almaktadır.

Çizelge 3.13. Sektörlere Göre Enerjinin Maliyeti

SEKTÖRLER	2001 Yılı Enerji Harcaması (1995 Milyon TL)	2001 Yılı Enerji Harcaması (1995 yılı fiyat. \$)	2001 Yılı Enerji Tüketimi (TEP)	1 TEP Enerjinin Maliyeti (\$/TEP)
31 Gıda Sanayii	14573620,7	318588223,1	1165254	273,4
32 Dokuma ve Giyim Sanayii	21860762,7	477889583,8	1165270	410,1
33 Orman Ürünleri Sanayii	1791767,6	39169131,3	106641	367,3
34 Kâğıt Sanayi	7310550,6	159813086,6	709661	225,2
35 Kimya Sanayi	31485859,6	688300061,1	2779456	247,6
36 Taş-Toprağa Da. Sanayii	39698866,1	867841384,6	3927409	221,0
37 Metal Ana Sanayi	50688134,5	1108073484	4823752	229,7
38 Metal Eşya ve Mak. Sanayii	8739602,1	191053024,3	328572	581,5
39 Diğer İmalat Sanayii	1103633,1	24126091,3	94689	254,8
3 İmalat Sanayi	177252797,0	3874854070,0	15100704	256,6

Tablodan görüldüğü gibi en düşük maliyetli enerji kullanımı taş ve toprağa dayalı sanayide, en yüksek maliyetli enerji kullanımı ise metal eşya ve makine-teçhizat sanayiinde gerçekleşmiştir.

İmalat sanayii alt sektörlerinin hesaplanan birim enerji maliyetlerinden yola çıkarak, bu sektörlerde sağlanabilecek enerji tasarrufu da hesaplanabilir. Bu hesaplamayı yapabilmek için gerekli olan veriler TÜİK, EİE ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından sağlanmıştır. İmalat sanayii alt sektörlerinin enerji tüketim oranları, TÜİK'in 2001 yılı verileriyle her bir alt sektörün payı, oran olarak hesaplanmıştır. Bu sektörlerin enerji tüketim tahminleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından alınan 2003 yılı imalat sanayii tahmini enerji tüketimi, sektörler düzeyindeki 2001 yılı tüketim payı değişmediği varsayılarak hesaplanmıştır. Sektörel olarak öngörülen enerji tasarruf oranları ise EİE'den alınmıştır.

İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji tüketimi ile EİE'den edinilen sektörel tasarruf oranlarının çarpılmasıyla da 2003 yılında sağlanabilecek olası tasarruf düzeyi TEP cinsinden hesaplanmıştır. Bu tasarrufun parasal değerini bulmak için de birim enerji maliyeti ile çarpılmış ve Çizelge 3.14'te sunulmuştur.

Çizelge 3.14. Sanayi Sektöründe Olası Yıllık Enerji Tasarruf Düzeyi

SEKTÖRLER	Sanayi Enerji Tüketim Oranları (2001) (1)	2003 Yılı Sanayi Enerji Tüketim Tahmini (TEP) (2)	Sektörel Olası Enerji Tasarruf Oranı (%) (3)	Olası Enerji Tasarrufu Miktarı (TEP) (4=2x3)	Sektörlere Göre Enerjinin Maliyeti (\$/TEP) (5)	Sağlanacak Tasarrufun Parasal Bedeli (Dolar) (6=4x5)
31 Gıda Sanayii	8,2	2207932	20	441586,4	273,4	120729721,8
32 Dok. ve G	12,3	3311898	25	827974,5	410,1	339552342,5
33 Orman Ü. Sa.	1	269260	5	13463	367,3	4944959,9
34 Kağıt Sanayii	4,1	1103966	20	220793,2	225,2	49722628,6
35 Kimya Sanayii	17,8	4792828	25	1198207	247,6	296676053,2
36 Taş-Toprağa S.	22,4	6031424	10	603142,4	221	133291170,4
37 Metal Ana S.	28,6	7770836	35	2719792,6	229,7	624736360,2
38 Metal E.Mak.S.	4,9	1319374	10	131937,4	581,5	76721598,1
39 Diğer İ. Sa.	0,1	26926	0	0	254,8	0
3 İmalat Sanayii	100	26926000	-	6156896,5	-	1646374835

Yapılan hesaplamada, Türkiye imalat sanayiinde yıllık yaklaşık 1,6 Milyar Dolarlık bir enerji tasarrufunun sağlanabileceği saptanmıştır. Türkiye imalat sanayiinin büyümesiyle enerji kullanımı arasında da bir ilişki aranmış ve elde edilen ve hesaplanan verilerle yapılan regresyon analizi sonuçları değerlendirilmiştir.

Türkiye imalat sanayiinde enerji verimliliği ile sektörün büyüme hızı arasındaki ilişkiyi inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Ancak çalışmalar genel olarak imalat sanayiini kapsamakta olup, 4 basamaklı alt sektörlerle ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu nedenle bu bölümde oluşturulabilen veri seti ile imalat sanayiinin 4 basamaklı alt sektörlerindeki enerji kullanımı büyüme oranı ile çıktı büyüme oranı arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler TÜİK'ten sağlanmıştır. TÜİK'te imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin veriler uzun bir zaman aralığını kapsamakla beraber, 4 basamaklı alt sektörler itibariyle enerji verileri 1995-2001 döneminde bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma anılan dönem aralığını kapsayacak biçimde daraltılmış ve (Usss-2 Rev)'e göre sınıflandırılmış imalat sanayii çıktı değerleri ile enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Ancak imalat sanayiinde (Usss-2 Rev)'e göre

sınıflandırılmış 86 adet dört basamaklı alt sektör bulunmasına karşın, çalışmada 60 adet dört basamaklı alt sektörün verileri kullanılmış, yaklaşık 26 sektöre ilişkin veri seti tam olarak oluşturulamamıştır. Bilgi edinilen sektörlerle ilişkin elde edilen veri seti 1995-2001 dönemi kapsadığından, yani 7 yıllık gözlem bulunduğundan regresyon analizinde zaman serisi kullanılamamıştır. Onun yerine 60 adet imalat sanayii alt sektörünün¹ yatay kesit verileri kullanılmıştır. Bu veriler, öncelikle 1994 yılı bazlı imalat sanayiine göre TEFE serisi 1995 yılı baz olacak biçime dönüştürülmüş ve bu seriyle deflete edilmiştir. Daha sonra deflete edilmiş çıktı değerleri, dolar kurundan kaynaklı sapmaların ortadan kaldırılması amacıyla, 1995 yılı cari ortalama dolar kuruna bölünerek ABD doları cinsinden hesaplanmıştır. Ayrıca alt sektörlerin enerji tüketim verileri TEP ve TL değeri cinsinden de hesaplanmıştır.

Yatay kesit verileri ile yapılan çalışmalarda bir yıllık büyüme hızı anlamlı bir ölçü olmadığından, 1995-2001 dönemi imalat sanayii alt sektörlerinin çıktısının yıllık ortalama büyüme hızı ile enerji tüketimi yıllık ortalama büyüme hızını hesapladık. Oluşturulan verilerden, yıllık büyüme hızına ulaşabilmek için $A_t = A_0 (1+r)^t$ formülünden yararlandık. Burada, (A_t) ; (t) dönemindeki (2001) sabit fiyatlarla alt sektörlerin hem çıktısını hem de enerji tüketimini, A_0 ; başlangıç yılındaki (1995) sabit fiyatlarla yine alt sektörlerin hem çıktısını hem de enerji tüketimini, (t) yıl sayısını ve (r) yıllık ortalama büyüme hızını vermektedir.

Öncelikle hesaplanan imalat sanayii alt sektörleri çıktısının yıllık ortalama büyüme hızı ile TEP, ABD Doları ve TL cinsinden hesaplanmış enerji kullanımı yıllık ortalama büyüme hızı arasında basit korelasyon ilişkisi araştırılmış ve elde edilen bulgular Çizelge 3.15'te verilmiştir.

Çizelge 3.15. İmalat Sanayii Çıktı Artış Hızı İle Enerji Kullanımı Artış Hızı Korelasyon Matrisi

	Çıktı Artış Hızı
Enerji TL	0.220012
Enerji TEP	0.092680
Enerji \$	0.220289

Korelasyon matrisi, imalat sanayii çıktı artış hızı ile TL ve Dolar cinsinden enerji artış hızı arasında düşük de olsa bir ilişkinin varolduğunu göstermektedir. Hatta Dolar ve TL cinsinden hesaplanan enerji verilerine ilişkin korelasyon katsayısı daha yüksek çıkması nedeniyle regresyon denklemi tahmininde bu iki seri kullanılmıştır.

Yukarıda tanımlanan değişkenler kullanılarak yapılan Granger nedensellik testinde imalat sanayii alt sektörleri çıktılarındaki ortalama büyüme hızı, enerji kullanımı ortalama büyüme hızını etkilemekte, yani imalat sanayii çıktı düzeyinin artması, enerji kullanımını da artırmaktadır. Bu beklenen sonuçtur. Oysa enerjinin verimli kullanılması açısından istenilen sonuç, sektör büyürken enerji tüketiminin azalmasıdır.

Bu nedenle 60 adet imalat sanayii dört basamaklı alt sektörlerine ilişkin enerji verileri bağımlı, çıktı verileri de açıklayıcı değişken olacak biçimde denenen basit doğrusal regresyon denklemi tahminleri aşağıda verilmiştir. (Y, birinci denklemde Dolar, ikinci denklemde TL cinsinden hesaplanmış enerji kullanımı yıllık ortalama büyüme hızını; X TL cinsinden hesaplanmış çıktı yıllık ortalama büyüme hızını göstermektedir.)

Tahmin edilen bu iki regresyon denkleminde Türkiye imalat sanayii dört basamaklı alt sektörlerinde enerji kullanımını büyüme oranı ile çıktı büyüme oranı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır.

Tahmin ettiğimiz regresyon denkleminin enerji kullanımındaki büyüme oranının kendi ortalaması çevresinde yaptığı varyasyonu ne ölçüde açıklama gücüne sahip olduğunu gösteren R^2 ise % 4,8 çıkmıştır. Bu sonuçtan anlıyoruz ki, çıktı büyüme oranı bağımlı değişkendeki varyasyonun ancak % 4,8'ini açıklamaktadır. Enerji kullanımını açıklayan diğer değişkenler tahmin denklemine dâhil edilmediğinden R^2 düşük çıkmıştır.

Dünyadaki enerji rezervlerinin sınırlı olması nedeniyle enerji talebini karşılamaya yönelik önlemlerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu sorunun giderilmesinde tüketime sunulan enerjinin verimli kullanılması ve genel enerji tüketiminin günlük hayatın rahatlığını etkilemeden düşürülmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de birincil enerji kaynaklarının büyük bir kısmı ithal edilmekte olup, bu ithalatın gelecek yıllarda da artacağı gözlenmektedir. Öyleyse enerjinin hem sanayi üretiminde temel girdilerden olması, hem ulaştırma maliyetlerinde büyük yer tutması, hem de ticarethanelerden konutlara kadar pek çok yerde kullanılması açısından enerji verimliliğinin önemi daha da artmaktadır. Ancak Türkiye'de enerji verimliliği dünya ortalamasının gerisinde kalmakta ve bir birim katma değer yaratabilmek için birçok ülkeye göre daha çok enerji harcanmaktadır.

Türkiye'de sanayi kesiminde enerjinin yeterince verimli kullanılmadığı istatistiki verilerden anlaşılmaktadır. Özellikle sanayinin bazı alt sektörlerinde enerjinin oldukça verimsiz kullanılması nedeniyle, enerji verimliliği daha önemli hale gelmiştir. Bunun yanı sıra binalarda, ulaşırmada ve elektrikli ev aletlerinin kullanımında enerji verimliliği uygulamalarının yeterince başarılı olduğu söylenemez. Öte yandan Türkiye'de elektrik enerjisinin verimli tüketildiğini söylemek de olası değildir. Elektrik dağıtımında yaşanan kayıp ve kaçaklar elektrik tüketimini artırmakta, yeni enerji yatırımları gerektirmekte, elektriğin kaçak kullanımı enerji israfına yol açmaktadır.

Dünyada enerjinin etkin kullanımına ilişkin enerji verimliliği programları oluşturulmuş ancak bu programlardan çok azı Türkiye'de uygulanmıştır. Buradan da anlaşıyor ki Türkiye'de enerji verimliliği ile ilgili yeterli bilinç oluşmamış ve enerji sorunu konusu yeterince algılanmamıştır.

Öyleyse her şeyden önce genel olarak halkın ve sanayicinin enerji tüketimi ve enerji verimliliği konusunda bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi, daha sonra da bu bilinçle enerji çalışmalarının etkin olarak kamusal tüm birimlerin desteğini de alacak biçimde yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Türkiye’de 01.06.2006 tarihinde “Enerji Verimliliği Kanunu Tasarısı” Taslağı oluşturulmuştur. Bu kanun taslağı en kısa zamanda kanunlaşır, ilgili kuruluşların katılımıyla uygulama daha hızlı gerçekleşebilir. EİE İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesinde 1992 yılı sonunda UETM’nin enerji tasarrufu konusundaki etkinliğinin artırılması gerekmektedir.

Yurtdışında geliştirilen enerji tasarrufu teknolojilerinin takip edilebilmesi, nihai tüketim sektörlerinde ve enerji sektöründe hazırlanan düzenlemelere yansıtılması ve bu konuda ODYSSEE gibi veri ağları ya da bilgi bankaları oluşturulması sağlanmalıdır.

AB Türkiye Ulusal Programı, katılım öncesi dönem içinde, kısa ve ortavadedeki yükümlülükleri ve sorumlulukları için Türk Hükümetine resmi bir yolgösterici olarak tanımlanmaktadır. Revize edilen Türkiye Ulusal Programı, TBMM tarafından onaylanmış ve Haziran 2003 tarihinde de yürürlüğe girmiştir. Program, ilgili AB müktesebatı ile uyumlaştırma çalışmaları için detaylı ve stratejik zaman cetvelini içermekte ve enerji verimliliği de Program dahilindeki 1 Türkiye İçin Enerji Verimliliği Stratejisi, Nisan 2004 konular arasında bulunmaktadır. Bu açıdan, AB Finansal İşbirliği Programı çerçevesinde bir Ulusal Enerji Verimliliği Stratejisinin hazırlanması kısa süreli bir proje çerçevesinde öngörülmüştür. Tüm nihai enerji tüketim sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması önünde saptanan engelleri ortadan kaldırmaya yardımcı olmak, enerji verimliliği stratejisinin en önemli görevlerinden biridir. Türkiye’de nihai enerji tüketim sektörlerinde enerji verimliliğini iyileştirmek üzere gerekli strateji ve ilgili önlemlerin belirlenmesi amacıyla bir proje yürütülmüştür. Başlıca nihai tüketim sektörlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve yerel kaynakların optimum kullanımının sağlanması, ulusal enerji politikasının ana unsurlarını oluşturmaktadır. Dolayısıyla, EİEİ/UETM’in ana misyonu, enerjinin rasyonel kullanımını desteklemek ve talep tarafında enerji verimini iyileştirmek için ilgili kurum ve kuruluşlar ile birlikte planlanan ve bütünleşik işbirliği mekanizmalarını oluşturmaktır. Bu amaçla; hazırlanan “Strateji” de belirlenen hedeflere ulaşmak üzere; hususlarındaki önerilerini ortaya koymuştur. Stratejide vurgulanan Türkiye’de enerji verimliliği önlemlerinin etkili bir şekilde uygulanması koşullarından bazıları aşağıda kısaca özetlenmektedir. Enerji fiyatları oldukça yüksektir, bu da enerji tasarrufu önlemlerini, ekonomik olarak

uygulanabilir olması açısından, desteklemektedir. Merkezi idarede temel idari yapı ve kapasiteler mevcuttur (EİEİ içinde bir birim halihazırda oluşturulmuş ve bu konuda bir çok çalışma yürütmüştür.) Enerji verimliliğinde beli başlı AB müktesebatı (elektrikli ev aletleri etiketlemesi vb.) büyük ölçüde uygulamaya girmiştir. Hükümette karar verme sürecinde enerji verimliliği bilinci yeniden oluşmuştur. Türkiye enerji tasarrufu teknolojileri vs. için çok büyük bir pazardır. Serbest piyasa ortamı, enerji (elektrik/gaz) piyasasında kurulmuş olup verimlilik uygulamaları için bir nevi destek niteliği taşımaktadır. AB müktesebatının benimsenmesine yönelik olan Ulusal Program, enerji verimliliği stratejisinin etkili bir şekilde uygulanmasını destekleme potansiyeline sahiptir. AB ve diğer destek olabilecek kurumlardan sağlanmakta olan finansal yardım henüz istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Enerji verimliliği hususunda entegre ve programlı bir yaklaşım henüz tam olarak geliştirilmemiştir. Binalarda mevcut ısı yalıtımı ile ilgili yasal düzenlemelere uyulması ve takibinin yasalara uygunluğu yetersiz düzeyde olup geliştirilmesi gerekmektedir. Merkezi düzeyde bir organizasyona dayanan verimlilik politikaları, çoğu zaman uygulama kapasitesinin yetersizliği ve diğer olumsuz koşullar nedeniyle yerel düzeylere ulaşmamaktadır. Enerji verimliliği yatırım ve uygulamalarına, mali kaynakların yetersizliği nedeniyle finansman sağlanamamaktadır. Stratejide, Türkiye’de geniş ölçüde uygulanabilir ve kısa vadede yüksek kârlılığa sahip enerji verimliliği önlemlerinin mevcut olduğu ancak diğer yandan enerji verimliliği önlemlerinin hayata geçirilmesini engelleyen bir takım sorunların mevcut olduğu da vurgulanmaktadır. Bu nedenle sorun alanları aşağıdaki belirtilen konularda alt sorunlarla birlikte tanımlanmış, çözüm önerileri yine alt başlıklarla işaret edilmiş ve bunlar için gereken faaliyetler adım adım kısaca ortaya konmuştur. Bunlar; olarak sıralanabilir . Strateji çerçevesinde ortaya konulan sorunlar çözüm önerileri ve takvim 2003 yılı itibarıyla o günkü mevcut durumu kapsamaktadır. EİEİ, Kanundan sonraki durum ve Kanunun gerektirdiği faaliyetlerle bu stratejiyi yenileyerek ülke çapında en kısa sürede takvimli ve bütçeli olarak deklare etmelidir.

3.3 Elektrik İletim, Dağıtım ve Üretim Alanında Enerji Verimliliği Çalışmaları

Üretilen elektriğin nihai tüketiciye ulaştırılması esnasında trafo, OG (orta gerilim) ENH, dağıtım hatları ve ölçü sistemlerinden kaynaklı kayıplar ortaya çıkmaktadır.

Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Başkanı Kemal Ulusaler'in (2006) yaptığı açıklamaya göre; 2004 yılında Türkiye'de elektrik dağıtımdaki teknik kayıplar % 10,4 civarındadır. Yalnızca dağıtımdan kaynaklı olarak meydana gelen elektrik kaybı % 5,4 olup, bu oran teknik kayıpların yarısını oluşturmaktadır. Öte yandan % 10, 8 oranında da kaçaklar bulunmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de elektrik kayıp ve kaçakları 2004 yılında % 21,2 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Öte yandan gelişmiş ülkelerde de kayıp ve kaçaklar bulunmaktadır. Örneğin Almanya'da % 5 kayıp, % 0,3 kaçak, ABD'de % 6,4 kayıp, % 1 kaçak, İngiltere'de % 9,4 kayıp, % 0,15 kaçak, Yunanistan'da % 10,4 kayıp, % 1,5 kaçak, Meksika'da % 10,8 kayıp, % 7,1 kaçak, Japonya'da % 3,8 kayıp ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında kaçakların Türkiye'de fazla olduğu görülmektedir. Öte yandan Türkiye'nin koşulları ile paralellik gösteren ülkelerde kaçakların birbirine yakın olduğu belirtilmiştir.

Türkiye'deki bu kayıpların ve kaçakların önlenmesine ilişkin bazı çalışmalar yapılmaktadır. TEDAŞ ve TEİAŞ tarafından dağıtım şebekelerinde denetimli kontrol ve veri toplama sistemi (SCADA), coğrafi bilgi sistemi (GIS) projesi, abone-net projesi, çok zamanlı elektrik tarifiesi, Elektrik İletim Koordinasyon Birliği ile enterkoneksiyon gibi çalışmalar başlatılmıştır.

Türkiye'de elektrik santrallerinin büyük bir bölümünü termik santralleri oluşturmakta, bu santrallerden özellikle kömür yakıtlı santraller de yeterince verimli çalışmamaktadır. Ancak son yıllarda doğalgaz yakıtlı santrallerin artması ile toplam verimlilik kısmen de olsa artmıştır.

Santrallerde üretim veriminin artırılması; otomasyonun geliştirilmesi, termik santrallere yeterli miktar ve dizayn kalitesinde yakıtın sürekli olarak sağlanması, koruyucu bakım sistemlerinin oluşturulması sonucu arızaların azaltılması, arıza müdahale ve periyodik bakım sürelerinin kısaltılması, yedek parça stok kontrolü sistemlerinin kurulması ve uzman eleman çalıştırılması ile gerçekleştirileceği ileri sürülmektedir.

Bu doğrultuda enerjinin kaybolmasını önlemek amacıyla bazı çalışmalar başlatılmıştır. Bunlardan biri Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) Genel Müdürlüğü'nün bünyesinde bulunan üretim tesisleri özelleştirme kapsamına alınması planlanmış, üretim özelleştirmelerine 1 Temmuz 2006'dan itibaren başlanması öngörülmüştür. Bu çalışmalar dâhilinde gerçekleşecek enerji tasarrufu ancak 2006 yılından sonra ortaya çıkacaktır. Ayrıca termik santrallerinin verimli olabilmesi için tesislerin optimal büyüklükte kurulması, kurulacak üretim tesislerinin ünite güçleri ile bunların hangi zaman aralığında çalıştırılacaklarının belirlenmesi gerekmektedir.

Öte yandan AB enerji verimliliği mevzuatına uyum faaliyetleri çerçevesinde, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca, 13 yönergeden 11'ine uyum sağlanması amacıyla yönetmelikler hazırlanarak Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönergeler şu şekildedir. Isı jeneratörlerinin ısıtma performansı ve yeni ya da mevcut sanayi dışı binalarda sıcak su üretimi ve yeni sanayi dışı binalarda ısıtmanın yalıtımı ve iç sıcak su dağılımı, sıvı ya da gazlı yakıtlarla ateşlenen yeni sıcak su ısıtıcıları için verimlilik ihtiyaçları, ev için elektrikli buzdolapları, soğutucular ve bunların bileşimlerinin enerji etiketleri, ev için çamaşır makinelerinin enerji etiketleri, ev için elektrikli çamaşır kurutucularının enerji etiketleri, ev için elektrikli buzdolapları, soğutucular ve bunların bileşimleri için enerji verimlilik ihtiyaçları, ev için kombine çamaşır makinesi-kurutucusunun enerji etiketleri, ev için bulaşık makinelerinin enerji etiketleri, ev tipi ampullerin enerji etiketleri, ev tipi elektrikli fırınların enerji etiketleri, floresan aydınlatma için balastların enerji verimliliğidir.

4. ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA

Demir elik sektöründe enerji tüketime genel bakacak olursak, elik endüstrisi dünyada en fazla enerji tüketen sektörler arasında yer almaktadır. Bu da yaklaşık % 4 civarındadır. Bunun da en büyük sebebi çeliğe olan ihtiyaçtır. Ancak elik üretim kaynaklarının sınırlı olması üreticilere bazı kısıtlamalar getirebilmektedir. Bu nedenle çeliğin geri kullanım oranı zamanla artmaktadır. Bu oran yaklaşık % 65 civarındadır. Bu yüksek orandaki geri dönüşüm miktarı ile sektörde enerji tüketimi tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Ancak hurdayı ham madde olarak kullananlar, demir cevherinden üretim yapanlara göre daha az enerji harcamaktadırlar. Bu da hurdaya olan talebi

arttırmaktadır. Bu nedenle her iki üretim prosesinde ihtiyaca göre dengeyi çok iyi ayarlamak gerekir.

Cevhere dayalı proses olan yüksek fırınlarda, redükleme ve ergitme olayı ile üretim yapılmakta, redükleme aracı olarakta karbon ve hidrojen kullanılmaktadır. Bu nedenle de yakıt olarak kömür, fuel oil, doğal gaz ve türevleri kullanılmaktadır. Örneğin kömürün türevi metalurjik kok gibi, kok yüksek sıcaklıkta demir oksitin redüklenmesine neden olmaktadır.

Entegre demir çelik tesislerinde tüketilen toplam enerjinin % 60'ı demir üretim prosesinde harcanmaktadır. Bunun % 35'i ergime ve cüruf oluşumu için tüketilmektedir. Bu proses karmaşık yapıya sahiptir. Yüksek enerji tüketimi izlenimi vermektedir. Tüketilen enerji için teorik bazı limitler mevcuttur. Ancak redükleme işlemi için daha fazla enerjiye ihtiyaç olabilir. Bu bakımdan her zaman iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Bunlara örnek olarak, ara proseslerin azaltılması, yakıtların ön ısıtılması gibi işlemler verilebilir. Bundan dolayı toplam maliyet içinde yakıtlar ilk sırayı almaktadır ve % 10-20 arasında değişmektedir. Bu değer aralığı üretim şekline ve mevcut şartlara bağlıdır. Böylece çelik şirketleri tasarruf konusunda sürekli uygulanabilir ve fizibil olan araştırmalar içindedirler. Bu yaklaşımla geçmiş 10-20 yıl içerisinde gerçekleşmiş önemli tasarruflar tek proses halinde izlenmiştir.

4.1. Enerji Verimliliğini Arttırmaya Yönelik Çalışmalar

Demir çelik sektörümüzde enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çeşitli projeler bulunmaktadır. Yüksek fırınlara pulverize kömür enjekte edilmesi, kömür ve kok neminin kontrolü, yüksek fırınlarda soba modernizasyonu ve soba atık ısısının geri kazanımı, kok gazı ve yüksek fırın gazı gibi yan ürün gazlarının tesis içinde yakıt olarak değerlendirilmesi ve tüketim oranlarının artırılması, yan ürün gazlarından daha fazla yararlanabilmek için özellikle buhar kazanlarında gerekli iyileştirme çalışmaları yapılarak fuel-oil tüketiminin düşürülmesi, hurda kalitesini iyileştirmek amacıyla, hurdanın ayıklanmasının, yıkanmasının ve zenginleştirilmesinin sağlanması, hurda ön

ısıtma sisteminin devreye alınması, şarj arası, enjeksiyon kömürü miktarının artırılması, yüksek kapasiteli motorlarda (toz toplama fanları, haddeleme motorları) frekans invertör sistemi kullanılması, tav fırını ve buhar kazanlarının baca gazı analizlerinin sonuçlarına göre, yakıt-hava oranının ayarlanarak verimli yanmanın sağlanması, ark ocagında oksijen-dogal gaz brülörü (jet brülör) kullanımı ile kimyasal enerji kullanımının artırılması ve bunun sonucunda, döküm süresinin azaltılması, ergitme sırasında, oksijen tüketiminin artırılması yanında toz karbon ilave edilmesi, ark ocaklarında, fırın duvarları ile tavanının, su veya buharla soğutulması, elektrik şebekesindeki kayıpların azaltılması için, orta gerilim elektrik hattı için, kompanzasyon ünitesinin (SVC) devreye alınması, sıcak gazların ve atık ısıların; yanma havası ön ısıtmasında, sıcak su eldesinde ya da kütük ön ısıtmada kullanılarak, geri kazanımı, ısı geri kazanımının mümkün olduğu tav fırınlarında, esanjör sistemlerinin kullanılması şeklinde projeler sıralanabilir.

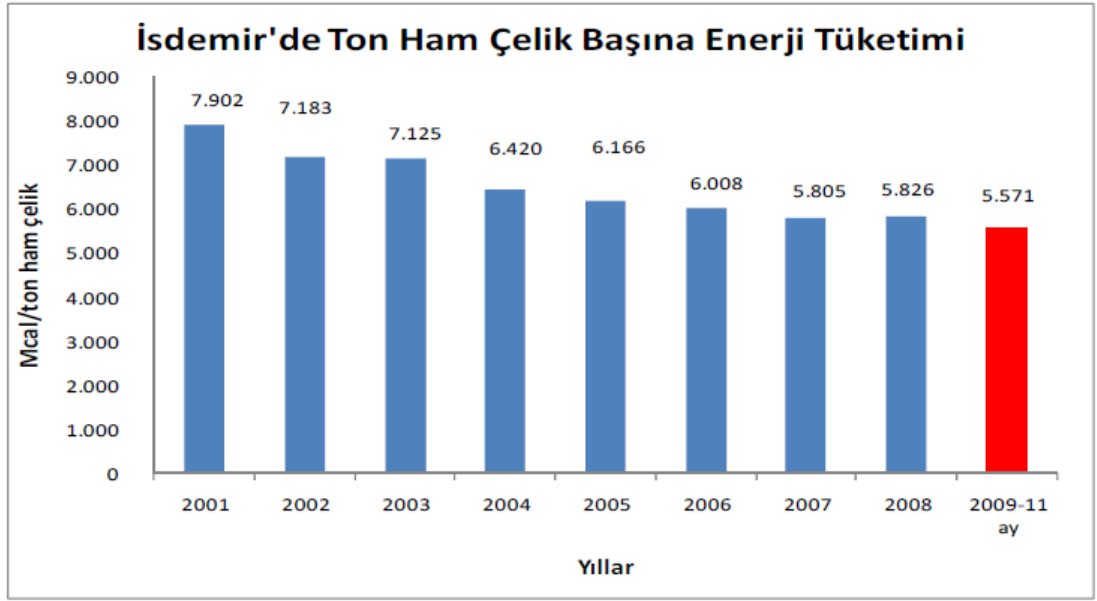
Ayrıca ark ocagı atık gazlarının, buhara dönüştürülmesi, ark ocağında elektrodla enerji sağlayan iletim sisteminin, yeni tip alüminyum kollarla değiştirilerek, döküm süresinin azaltılması, haddehane kontrollü soğutma ünitesinde düşük verimli yüksek basınçlı pompaların, yüksek verimli pompalarla değiştirilmesi, sürekli döküm tesislerindeki, kalıp ve kamara sularında yapılan otomasyon uygulaması ile, su tüketiminin kontrol altına alınması, işletme sahasındaki buhar kaçaklarının giderilerek, kazanılan buharın elektrik üretiminde kullanılması, fabrika iç ve dış aydınlatmalarda, halojen ve cıva buharlı lambalar yerine daha verimli aydınlatma sağlayan yüksek basınçlı sodyum lambalara geçilmesi enerjinin verimli kullanılmasını sağlayacak diğer çalışmalardır.

Demir çelik sektörümüzde, enerji verimliliğini arttırmak amacıyla; Enerji kullanımında, etkin bir enerji yönetim sisteminin oluşturulması ve enerji tüketimlerinin izlenmesi, Dogal kaynak tüketiminin azaltılması, Yanma verimliliklerinin artırılması ve emisyonların kontrolü, Proses kontrol tekniklerinin geliştirilmesi ve otomasyon uygulaması, Mevcut en iyi teknikler'in uygulanması, Her türlü yan ürün ve atığın geri kazanımı, konularında azami çaba gösterilmektedir.

EİEİ tarafından, Türk demir çelik üreticileri derneği ile işbirliği içerisinde, 2002-2004 yıllarına ait verileri kapsayan ‘Benchmarking Çalışması’, 2005 yılında, yapılmıştır. Demir çelik sektöründe faaliyet gösteren 23 sektör kuruluşu arasında, 2 entegre tesis ile 9 ark ocaklı tesisin katıldığı bu çalışma sonrasında hazırlanan raporda şu hususlar tespit edilmiştir. Entegre demir çelik tesislerimiz, elektrik ve ısı enerjisinde yaklaşık, 847.000 TEP’e karşılık gelen % 21 oranında enerji tasarrufu potansiyeline sahiptir. Ark ocaklı tesislerde, elektrik enerjisinde, % 11.7 ve ısı enerjisinde yaklaşık % 1.2 oranında, toplam 86.892 TEP enerji tasarrufu potansiyeli mevcuttur. Bundan sonraki çalışmalarda, tüm firmalarca katılım sağlanması halinde, tüm sektör için, özgül enerji tüketimi ve tasarruf potansiyeli daha sağlıklı hesaplanabilecektir. Böylelikle, sektör kuruluşları, sektör içerisinde, enerji tüketimi açısından yerlerini görebilecek ve çalışmalarına bu çerçevede devam edebilecektir.

Üretici kuruluşlarımızın enerji verimliliği konusunda başarılı çalışmalarına, İsdemir’de gerçekleştirilen uygulamaları ve sonuçları örnek göstermek mümkündür. İsdemir’ de, devir sonrası Subat 2002’den, 2009 11 aylık döneme kadar, toplam % 29 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır.

İsdemir’de, fuel oil ve doğal gaz tüketiminin azaltılarak, kok gazı, yüksek fırın gazı gibi yan ürün gaz tüketiminin artırılması ile, % 29 oranında enerji tasarrufu sağlanırken, karbon monoksit ve kükürtdioksit emisyonlarında yaklaşık % 40 oranında düşüş gözlenmiştir.



Şekil 4.1. İsdemir’de Ton Ham Çelik Başına Enerji Tüketimi

Enerji girdisinin üretim maliyetleri içerisindeki ağırlıklı payı sebebiyle, enerji verimliliğinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara özel bir önem atfedilmektedir. Sektörde, ortalamanın altındaki firmaları, ortalama seviyeye tasmanın, ortalama degerde olan firmaların verimliliklerini daha da arttırmanın ve tasarruf potansiyelini kazanmanın yollarının araştırılması gerekmektedir. Yüksek verimli elektrik motor kullanımının arttırılması, soğutmada su tüketimini azaltacak kuru soğutma sistemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması ile aydınlatma, ısıtma, pompalar, kompresörler gibi, ana üretim hatlarına göre, enerji tüketimi daha düşük olan yardımcı tesislerin enerji verimliliği konusunda farkındalık yaratılması, enerji verimliliği açısından ilave kazanımlar ve olumlu sonuçlar elde edilmesi açısından gerekli görülmektedir.

Erdemir’de lans modifikasyon çalışmaları 1996 yılında kömürün yanma verimini artırma amacına yönelik olarak lans boyunun kısaltılması ile başlamıştır. Yapılan denemeler sonucu optimum pozisyon olarak lansın tüyer ucundan 200 mm geride enjeksiyona başlamasının No.2 Yüksek Fırın şartlarında ideal olduğu tesbit edilmiştir. Lans boyları buna göre kısaltılarak enjeksiyona devam edilmiştir. Yapılan araştırmalarda ve teknik düzeyde yapılan bazı görüşmeler sırasında Japonya'daki bazı fırınlarda lans soğutma havalarının kullanılmadığı tespit edilmiştir. Öncelikli olarak lanslarda kullanılan soğutma havasının kesilmesi durumunda ortaya çıkabilecek

problemlerin tesbiti için 3 adet lansen dizaynı değiştirilmiş ve 22.06.2000 tarihindeki yüksek fırın duruşunda fırına takılmıştır. Bu lanslarda sadece kömürün taşınması sırasında kullanılan booster havası kullanılmıştır. Booster havasının kesilmesi durumunda açılmak üzere lansen zarar görmemesi için acil soğutma hava vanası konulmuştur. Bu lansların aşınma durumları No.2 Yüksek Fırın reline duruşuna kadar izlenmiş ve yüksek fırın duruşlarında lanslar geri alınarak kontrol edilmiştir. Yapılan gözlemlerde lanslarda herhangi bir yanma meydana gelmediği ve deformasyona uğramadığı tespit edilmiştir. Daha sonrasında enjeksiyona başlanmadan tüm sistemdeki lanslar yeni dizayna göre imal ettirilmiş ve sisteme takılmıştır.

1 .Yüksek Fırında da bu sistem değişik bir dizaynla kullanılmaya başlanmıştır.

1. Yüksek Fırında soğutma havası sistemine selenoid valf konularak booster havası kesildiğinde soğutma havasının açılması için otomasyon sağlanmıştır. Bu dizayn değişikliği ile lans soğutma havası kullanılmadığından sistem havası tasarrufu sağlanmıştır. Her bir lanstan 100 NnVsaat sistem havası kullanıldığı düşünülürse;
 2.Yüksek Fırın'da 22 (tüyer)* 100 Nm³/saat*24 olacak şekilde 52.800 Nm³/gün,
 1.Yüksek Fırın'da 20 (tüyer)* 100 Nm³/saat*24 olacak şekilde 48.000 Nm³/gün sistem havası tasarrufu yapılacaktır.

Her iki yüksek fırın tasarrufu toplam 100.800 Nm³/gün olarak gerçekleşecektir. Erdemir Maliyet Muhasebesi kayıtlarına göre 1 Nm³ sistem havasının maliyeti 9.630 TL/m³ tür. (Nisan 2001) Bu maliyet kullanılarak hesap yapıldığında günlük kazanç 970.704.000 TL dir. Fırınları yılda 356 gün çalıştığı kabul edilerek hesap yapıldığında yıllık tasarruf 345.570.624.000 TL/yıl (304.404 \$/yıl) olacaktır. Lanslarda kullanılan soğutma havası yaklaşık 25 °C de fırına girmektedir. Bu ise sıcak hava sıcaklığının No.1 Yüksek Fırında 12.5 °C (2.800 NnVdak. hava miktarı ve 1.100 °C hava sıcaklığında) ve No.2 Yüksek Fırın'da da 12.7 °C (3.100 NrnVdak. hava miktarı ve 1.100 °C hava sıcaklığında) azalmasına neden olmaktadır. Hava sıcaklığının azalması demek sıcak hava ile taşınan ısı girdisinin azalması demektir. 100°C hava sıcaklığı değişiminin kok oranını 15 kg/TSM değiştirdiği kabul edilmektedir. Bu kabulden yola çıkılarak hesaplandığında sıcak hava sıcaklığının azalması nedeniyle kok oranı No.1 Yüksek Fırın'da 1,875 kg/TSM, No.2 Yüksek Fırın'da ise 1,905 kg/TSM artmaktadır.No.1

Yüksek Fırının yıllık üretiminin 1.100.000 ton ve No.2 Yüksek Fırın'ın 1.400.000 ton kabul edilerek tasarruf hesaplandığında;

$(1.100.000 \times 1,875 + 1.400.000 \times 1,905) / 1.000 = 4700$ ton/yıl kok azalması demektir. Bunun maliyeti ise 263.444 \$/yıl olacaktır. Lanslardan soğutma havası kesilmesi nedeniyle kömür enjeksiyon miktarı yapılan gözlemlerde 10 kg/TSM artırılmıştır. Bu kok miktarında 9 kg/TSM azalma demektir, (kömür kok değişim oranının % 90 olduğu kabul edilmiştir.) Bu değişim nedeniyle maliyet azalması $0,009 \times 55,66 + 0,01 \times 32,33 = 0,2$ \$/TSM olacaktır. (Nisan ayı maliyetlerine göre) Yıllık 2.500.000 ton sıcak maden üretimine göre maliyetdeki azalma yaklaşık 500.000 \$ olacaktır.

Lans dizaynının değişmesi ile dıştaki 1 'A' paslanmaz borular (SUS 304 kalite) ve flanşlar kullanılmadığından malzeme tasarrufu sağlanacaktır. Tasarruf edilecek malzeme miktarı yılda yaklaşık 100 metre paslanmaz borudur. 1 metre boru fiyatı, 15.79 \$'dır. Malzemeden dolayı toplam kazanç 1.579 \$'dır. Özellikle No.2 Yüksek Fırın'da lansların sökölüp takılmasında büyük problem yaşanmakta 2" kılavuz boru içinden 1 1/4" lans borusu çıkarılıyorken çoğunlukla lans deforme olmaktadır. 3/4" lansın sökölmesinde bu problem görülmemektedir.

Yüksek Fırının dengeli çalışması açısından fırına ısı girdisi sağlayan kömür enjeksiyonunun tüm tüyerlerden yapılması çok önemlidir. Enjekte edilen kömürün tüyer önündeki yüksek gaz hızından dolayı milisaniyeler mertebesindeki sürelerde yanması gerekmektedir. Yanmayan kömürler deadman kokuna çarparak kokun parçalanmasına (bird nest oluşumu) veya fırının daha üst bölgelerinde gaz geçirgenliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Her bir tüyerden verilebilecek maksimum kömür miktarı dizayn gereği 1.800 kg/saattir. Fırına sabit enerji girdisi sağlamak için enjeksiyon lanslarının birinde veya birkaçında problem olduğunda toplam miktar olarak aynı kömür enjeksiyonunun yapılabilmesi için diğer tüyerlerdeki miktarın artması gerekmektedir. Bu ise kömürün yanmaması riskini artırmaktadır. Va" lansların kullanımından olumlu sonuç alındıktan sonra lansların fırın çalışırken değiştirilmesi olasılığı üzerine

yoğunlaşmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde bu işlemin yapılması için sisteme ball-check valf ilavesi yapılmasına karar verilmiştir.

Erdemir mühendislik birimleri tarafından etüd ve teknik resimlendirilmesi yapılan çek valfler imal ettirilmiş ve 21.03.2001 tarihindeki yüksek fırın durumunda sisteme takılmıştır. Yapılan denemelerde problemler lanslar fırın normal çalışması sırasında rahatlıkla herhangi bir sorun olmadan değiştirilebilir hale gelmiştir. Lans modifikasyonu ve ball-check valf ilavesi ile elde edilen faydalar şu şekilde sıralanabilir. Sistem havası tasarrufu, kömür enjeksiyon miktarında artış, kok oranında azalma, malzeme tasarrufu, lansların normal fırın çalışması sırasında değiştirilebilir hale gelmesi, lans değiştirme kolaylığıdır. Bu modifikasyonlar ve iyileştirmeler sonucu yaklaşık 1.069.427 \$/yıl tasarruf sağlanmış olmuştur ve şirket için ciddi avantajlar sağlamıştır.

Geçmiş 10 ve 20 yıl içerisinde, birçok çelik üretim tesislerinde % 25 civarında enerji tasarrufu sağlanabilmiştir. Bu çelik üretim tesislerinin kendilerine ait çalışmaları referans numaralarıyla aşağıda verilecektir. İlk bakışta enerji tüketimindeki değişimler kolaylıkla görülebilecek ancak verimlilikteki değişimlerden sadece bahsedilecektir. Enerji tüketiminde müşterek hareketler örnek olarak aşağıda verilmektedir.

- Şirketler kok üretimine alternatif olarak kok satın almaktadırlar. Bu nedenle kok üretimi için tüketilen enerji hesaplarda gözükmeyecektir. Bu işlem aynı şekilde, pelet ve slab içinde geçerlidir.
- Demir Kaynağı: Hurda ile üretimde, demir cevherine göre dönüşen enerji daha azdır. Hurda miktarı arttıkça enerji tüketiminde de azalma olmaktadır. Bu nedenle çelik üretimi için hurda kullanılabilirliği sabit olmalıdır. Eğer bir işletme hurda miktarını arttırırsa, diğer malzemeden daha az kullanımı olacaktır. Bu sonuçla, aynı kapasitedeki çelik fabrikası için enerji talebindeki değişim ileriye dönük olmalıdır.
- Üretim Programının Değişimi: Bir şirkette üretim süresi sırasında nihai ürünlerdeki artışın teneke ve diğer ürünlerdeki artışlar nihai ürün miktarını

da arttırır. Bu artıştan dolayı ton ürün başına enerji tüketiminde genelde artış olur.

- Verimliliklerin İyileştirmesi: Çok verimli prosesleri kullanmakla enerji verimliliğinde gerçek iyileşmeler olur.

Yapılan araştırmalar sonucunda 3 adet şirkette sırasıyla % 22,24 ve 9 oranlarında enerji tasarrufu başarılmıştır. Bu bağlamda aşağıdaki uygulamalar dikkate alınmıştır.

- Sürekli Dökümler: 20 yıl içerisinde haddeleme prosesinde ve ön ısıtmanın her ikisinde de sürekli döküm, ingot dökümün yerini almıştır. Bazı işletmelerde ingot döküm yerine % 100 sürekli döküme geçilmekle toplamda % 6 civarında enerji tasarrufu yapılmıştır. A ve B tesislerinde bu tasarruf gerçekleşmiş, C tesisinde ise sürekli döküme geçilmiş, ancak ingotun direkt sıcak şarjından beklenen enerji tasarrufu sağlanamamıştır. Ancak bu prosesin başlamasıyla, bir miktar başarı sağlanmıştır. Bu nedenle, sadece tek ısıtma ve haddeleme prosesinde ingot ve şerit arasında sürekli dökümün devreye girmesiyle ilave enerji ortadan kalkmıştır.
- Kok Üretimi: Yüksek fırınlarda kömür enjeksiyonunun başlamasıyla kok tüketiminde bir azalma olmuştur. Bu aynı zamanda eşdeğer kok için harcanan enerjinin de azalmasını sağlamıştır. Bu da verimli olmayan kok bataryalarının kapatılmasına da bir kapı açmıştır. Kok üretiminin azalması ve yüksek fırında verimliliğin artmasıyla enerji tasarrufu sağlanmıştır. 100 kg/TSM'lik bir azalmayla toplam enerji tüketiminde % 5 enerji tasarrufu ortak olarak sağlanmıştır. Bununla mümkün olduğu görülmüştür.
- Çelikhane: Bazı tesislerde BOF gazı toplama tesisinin faaliyete geçmesiyle yaklaşık % 3 enerji tasarrufu sağlanmıştır.
- Demir Üretim: Bu bölümde tesiste tüketilen enerjinin yaklaşık % 60'ı tüketilmektedir. Son 20 yılda yapılan küçük iyileştirmelerle 0,5 GJ/TSM enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu tasarruflar; sobaların ve üfleme parametrelerinin iyileştirilmesi, proseste kullanılan buharın azaltılması,

şarj edilen malzemelerin hazırlanması ve kontrol edilmesi, yeni enerji üreten ekipmanların sisteme yerleştirilmesidir.

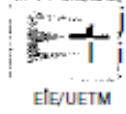
- Sinter Tesisi: Tüm tesiste tüketilen enerjinin yaklaşık % 1'ine tekabül eden enerji tasarrufu sağlanmıştır. Burada yapılan iyileştirmeler; harman hazırlanırken yapılan iyileştirmelerle tüketilen kok tozundaki azalmayla yapılan tasarruf ile burnerlerde yapılan iyileştirmeler sonucunda kok gazındaki tasarruftur.
- Proses Buharı: İyi bir yöntemle yaklaşık % 50 oranında kullanılan buharda azalma olmuştur. En önemlisi geçmişte buhardan tam olarak yararlanılmamış olunmasıdır. Enerji tasarrufunda en önemli adım kazan kayıplarının önlenmesi olmuştur. Çok uzun mesafelere taşınan proses buharından kaçınılması ve her tüketici için detaylı bilgi oluşturulmasıdır. Genellikle yapılan bu tasarruf yaklaşık toplam enerjinin % 1'dir.
- Diğer: Burada elde edilen tasarruflar haddelemede ve nihai ürün proseslerinde yapılan tasarruflardır. Ancak yapılan tasarruflar tesisten tesise değişmektedir. Değişik birçok trendler vardır, yüksek üretimde, enerji tüketimi ekonomiklik ile birleşmektedir.

Tüm yukarıda verilen örnekler kapsamında A,B ve C işletmelerinde enerji tüketim bilgileri çeşitli yorumlarla aşağıda verilecektir. Ayrıca mevcut duruma göre alternatif sunumlarla en son teknolojik tesislerin ekonomiklik değerlerinden de örnekler verilecektir. Verilen bu değerler kurulacak yeni tesisler ve karşılaştırma yapmak için bir veri tabanı oluşturabilecektir.

4.2. Enerji Tasarruf Potansiyeli

Entegre demir çelik fabrikalarında tasarruf potansiyelinin belirlenmesi için öncelikle ortak bir biçim oluşturulması belirlenmiş ve bu biçim EİEİ/UETM (Elektrik İşleri Etüt İdaresi - Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi) tarafından oluşturulmuştur. Buna göre 3 entegre fabrika için 1999 değerleri Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.

Çizelge 4.1. Erdemir Enerji Yapısı

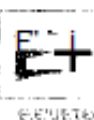
DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU BİLGİ FORMU
AİT OLDUĞUYIL 1999

SİRKET ADI : EREĞLİ DEMİR-ÇELİK FAB.T.A.Ş.		SİRKETİN KURULUŞ YILI : 15.05.1965		SİRKETİN ÜRETİM DALI : YASSI MAMUL		NİHAİ ÜRÜN CİNSİ : SICAK SOĞUK SAC VE LEVHA		ÇALIŞAN SAYISI : 6415		ENERJİ YON MEVCUT KADRO : 5 KİŞİ														
PROGRAM TONAJI KULLANILAN MIKTAR																								
KULLANILAN HAMMADDE MIKTARLARI:				MIKTAR	BİRİM	KALORİİK DEĞER (Alt Isıl Değer)	mCal	TEP																
A. DEMİR CEVHERİ				572250	Ton / Yıl	Kalorik Değerler Kcal/kg,Kcal/Nm ³ Kcal/Sm ³ , Kcal/MWh.																		
B. SİNER				1621365	Ton / Yıl																			
C. PELET				1564741	Ton / Yıl																			
D. KİRECTASI				266120	Ton / Yıl																			
E. ÇAKMARTASI				14080	Ton / Yıl																			
F. DOLAMIT				6862	Ton / Yıl																			
G. HURDA				665691	Ton / Yıl																			
ÜRETİM MIKTARLARI:																								
A. SICAK MADEN				2386533	Ton/Yıl																			
B. SMI ÇELİK				2695186	Ton / Yıl																			
C. SLAB-KÜTÜK-BLUM				2610733	Ton / Yıl																			
D. PİG				0	Ton / Yıl																			
NİHAİ MAMUL TONAJI				2862262	Ton / Yıl																			
ENERJİ TÜKETİMİ :																								
A. KÖMÜR(Kuru Baz)																								
1. KOKLAŞILIR KÖMÜR *				1244660	Ton / Yıl	7676	9554010160	955401,016																
2. KÖMÜR SANTRALİ ve TESHİN'de KULLANILAN STEAM COAL				0	Ton / Yıl		0	0																
3. Y.F. ENJEKSİYON KÖMÜRÜ *				117917	Ton / Yıl	6867	809736039	80973,6039																
B. KÖK (Maden Kömüründen Üretilen)(Kuru Baz)																								
1. ÜRETİLEN KÖK																								
a. Metalurjik Kök				961942	Ton / Yıl	6965	6.7E+09	689992,603																
b. Çavir Kök				0	Ton / Yıl	0	0	0																
c. Kök Tozu				0	Ton / Yıl	0	0	0																
2. SATIN ALINAN KÖK																								
a. Metalurjik Kök *				190332	Ton / Yıl	7037	1339966284	133996,628																
b. Kök Tozu *				0	Ton / Yıl		0	0																
C. KAT-FAN																								
1. ÜRETİMDEN KATHAN				1761	Ton / Yıl	9000	15849000	1584,9																
2. SATIN ALINAN KATHAN *				0	Ton / Yıl	9000	0	0																
D. FUELOİL *																								
E. TOPLAM TÜKETİLEN ELEKTRİK				57353	Ton / Yıl	9200	527647600	52764,76																
F. DOĞAL GAZ *				1141358000	MWh / Yıl	2300	2.62513E+09	2625125,0																
G. ALUMİNYUM *				232336000	Sm ³	8270	1921418720	192141,872																
H. ALUMİNYUM *				2757	Ton/yıl	7400	20401800	2040,18																
I. LPG *				0	m ³		0	0																
ÜRETİLEN YAN ÜRÜNLER:																								
A. KOKGAZI				456830000	Nm ³	4337	1981271710	198127,171																
B. YÜKSEK FİRİN GAZI				3957514000	Nm ³	874	3458867236	345886,724																
C. ÇELİK HANE GAZI				174573000	Nm ³	2000	349146000	34914,6																
D. KATHAN				38259	Ton / Yıl	9000	344231	34,4231																
BUHAR ÜRETİM-TÜKETİMİ																								
ÜRETİLEN BUHAR MIKTARI				3788089	Ton / Yıl																			
1. TURBO KÖRÜK				559734	Ton / Yıl	800	447787,2	44,77872																
2. ELEKTRİK ÜRETİMİ				1722347	MWh / Yıl	800	1377877,8	137,78778																
3. PROSES(Teshin İçin Kullanılan Dahil)				1506008	Ton / Yıl	800	1204806,4	120,48064																
ELEKTRİK																								
1. ÜRETİLEN				825220000	MWh / Yıl	2300	1898006000	189800,6																
2. SATIN ALINAN *				316139700	MWh / Yıl	2300	727121310	72712,131																
VIII İTHAL SLAB MIKTARI																								
İTHAL SLAB İÇİN TÜKETİLEN ENERJİ *				3712,4	Meal		2513064631	251306,463																

Çizelge 4.3. Kardemir Enerji Yapısı

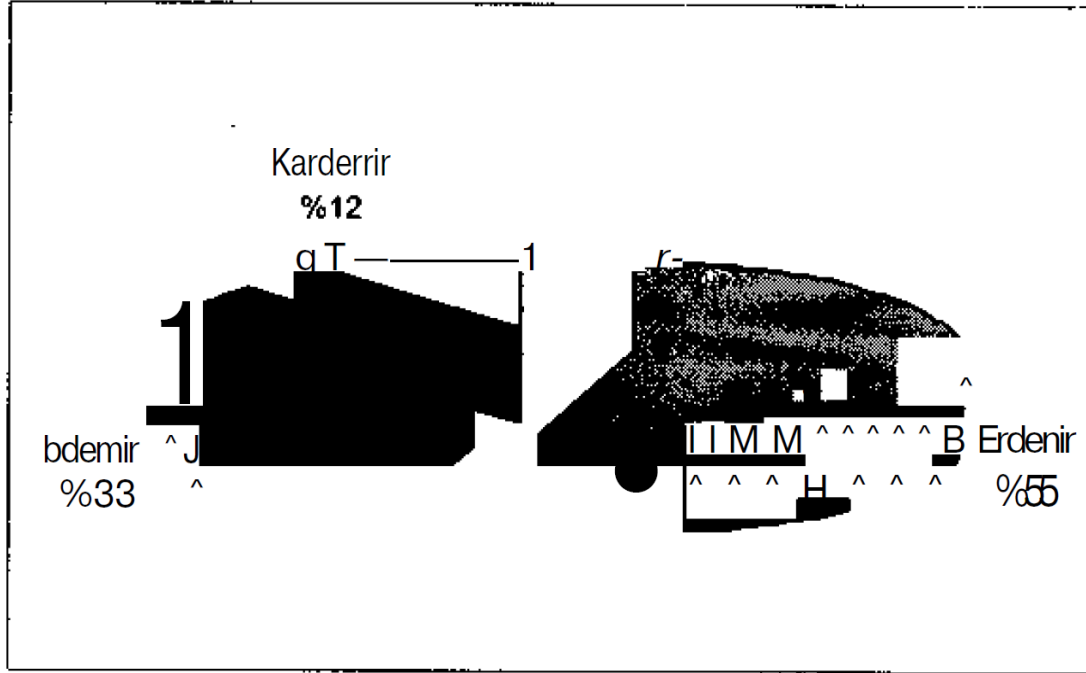
DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFU BİLGİ FORMU

AİR OLDUĞU YIL 1999

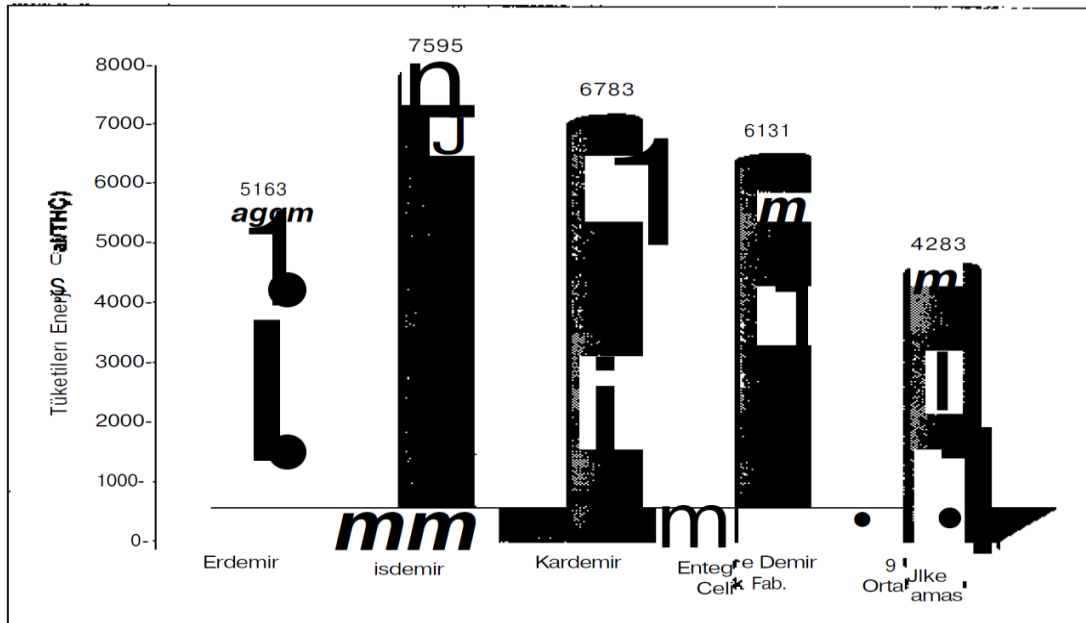


SİRKET ADI		: KARBÜK DEMİR ÇELİK SAN.T.A.Ş.	
SİRKETİN KURULUŞ YILI		: 1937 Özelleştirildiği tarih 01.04.1995	
SİRKETİN ÜRETİM DALI		: DEMİR ÇELİK (ENTEĞRE)	
NİHAİ ÜRÜN ÇİNSİ		: PROFİL KÜTÜK YUVARLIK ÇELİK	
ÇALIŞAN SAYISI		: 4790 (3.10.2000)	
ENERJİ YON.MEVcut KADRO		: 2 KİŞİ	
PROGRAM TONAJI KULLANILAN MİKTAR			
KULLANILAN HAMMADDE MİKTARLARI:			
A. DEMİR CEMHERİ		413800	Ton / Yıl
B. SİNER		711203	Ton / Yıl
C. PELET		140222	Ton / Yıl
D. KİREC TASI		253387	Ton / Yıl
E. ÇAKMAKTASI		28500	Ton / Yıl
F. DOLAMIT		14532	Ton / Yıl
G. HURDA		174400	Ton / Yıl
ÜRETİM MİKTARLARI:			
A. SİCAK MADEN		732391	Ton / Yıl
B. SİM ÇELİK		682064	Ton/Yıl
C. SLAB-KÜTÜK-BLÜM		640637	Ton / Yıl
D. PİG		229663	Ton / Yıl
NİHAİ MAMUL TONAJI		643344	Ton / Yıl
ENERJİ TÜKETİMİ :			
A. KÖMÜR(Kuru Baz)			
1. KOKLASABİLİR KÖMÜR		534481	Ton / Yıl
2. KÜMET SANTRALI ve TESHİN de KULLANILAN(STEAM COAL)		58000	Ton / Yıl
3.Y.E ENJEKSİYON KÖMÜRÜ *		0	Ton / Yıl
B. KÖM-Maden Kömüründen Üretilen(Kuru Baz)			
1. ÜRETİLEN KÖK			
a. Metalurjik Kök		501477	Ton / Yıl
b. Çavır Kök		38088	Ton / Yıl
c. Kök Toru		51830	Ton / Yıl
2. SATIN ALINAN KÖK			
a. Metalurjik Kök *		0	Ton / Yıl
b. Kök Toru *		0	Ton / Yıl
C. KATRAN			
1. ÜRETİMDEN KATRAN		22448	Ton / Yıl
2. SATIN ALINAN KATRAN *		7684	Ton / Yıl
D. FUEL OIL *		527	Ton / Yıl
E. TOPLAM TÜKETİLEN ELEKTRİK		319712	kWh / Yıl
F. DOĞAL GAZ *		0	Sm ³
G. ALUMİNYUM *			Ton/Yıl
H. LPG *		256	m ³
ÜRETİLEN YAN ÜRÜNLER:			
A. KOKGAZI		271437000	Nm ³
B. YÜKSEK FIRIN GAZI		1736680000	Nm ³
C. ÇELİK HANE GAZI		0	Nm ³
D. KATRAN		22448	Ton / Yıl
BUHAR ÜRETİM-TÜKETİMİ			
ÜRETİLEN BUHAR MİKTARI		1557021	Ton / Yıl
1. TURBO KÖRÜK		273411	Ton / Yıl
2. ELEKTRİK ÜRETİMİ		181464000	kWh / Yıl
3. PROSES(Teshin için Kullanılan Dahil)		437356	Ton / Yıl
ELEKTRİK			
1. ÜRETİLEN		181464000	kWh / Yıl
2. SATIN ALINAN *		138245000	kWh/Yıl
İTHAL SLAP MİKTARI			Ton / Yıl
İTHAL SLAP İÇİN TÜKETİLEN ENERJİ *			Mcal
TÜKETİLEN TOPLAM ENERJİ *			
SATILAN ENERJİ (KAZANIM)			
SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ			
ELEKTRİK TÜKETİMİ			
ÜRETİLEN			
SATIN ALINAN			
THÇ+İTHAL SLAB			
mCal		TEP	
4749657902		474965,7902	
405183012,5		40518,30125	
6782,551031		0,678255103	
417367200		41736,72	
317963500		31796,35	
Ton		640637	
SATILAN ENERJİ(KAZANIM)		405183013	
Miktar		Kal Değer	mCal
S.KATRAN			0
S.SU			0
PIK		122563	4100
HAFİF YAĞ		0	0
S.OXSUEN		4819832	1600
ELEKTRİK		3564310	2300
KÖK		56637	6780
KÖK GAZI		2888000	4000
BENZOL			
A. SULFAT			
BUHAR			

Yapılan çalışmalar ışığında yukarıda verilen tablolar hazırlanmış ve üç entegre demir çelik tesisi için ortak bir platformda karşılaştırma yapılması olanağı sağlanmıştır. Şirketlerin 1999 yılı nihai ürün üretimleri ve enerji tüketimleri Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.2. Entegre Demir Çelik Fabrikaları Nihai Ürün Üretimleri



Şekil 4.3. Entegre Demir Çelik Fabrikaları Nihai Enerji Tüketimleri

Uluslararası Demir Çelik Enstitüsü (IISI) 1995 yılı verilerine göre, sanayileşmiş ülkeler için ton ham çelik başına net enerji tüketimleri Şekil 4.3'te verilmiştir. Aşağıdaki tabloya göre sanayileşmiş ülkeler arasında 1994 yılı tüketim değerlerine göre 9 ülkenin tüketimin ortalaması olan 4283 Mcal/THÇ enerji tüketiminin ülkemizde yakalanması için; Erdemir'de yaklaşık 500 Mcal/THÇ, İsdemir'de 2500 Mcal/THÇ ve Kardemir'de de 2000 Mcal/THÇ enerji tasarrufu potansiyeli görülmektedir.

Çizelge 4.4. Ülke Bazında Enerji Tüketimleri (Mcal/THÇ)

Ülkeler	1980	1988	1990	1991	1992	1993	1994
<i>Avusturya</i>	5420	4461	4756	4852	4398	4374	-
<i>Finlandiya</i>	4852	4613	4661	4613	4445	4230	4278
<i>Fransa</i>	5736	4876	4808	4828	4780	4780	4780
<i>Almanya</i>	5258	4684	4589	4517	4469	4278	4206
<i>Japonya</i>	4565	4135	4135	4138	4350	4326	4326

Enerji tasarrufu tedbirleri ile enerji tüketiminde ince ayar denilebilecek azaltma yapılarak gelişmiş ülke standartlarına ulaşmak mümkün olabilecektir. Bunun için çeşitli iyileştirme çalışmaları yapılması gerekmektedir. Bu iyileştirme çalışmaları işletmelerde iyileştirme, ekipmanlarda iyileştirme, teknik geliştirmelerle yapılan iyileştirme çalışmalarıdır.

Erdemir'de yapılan iyileştirme çalışmaları şu şekilde olmuştur. İşletmelerde iyileştirme yolu ile; öncelikle hammadde hazırlama-sıcak maden üretimi prosesi içerisinde, yüksek fırın yakıt oranının azaltılması, şarj malzemelerinin dağılımının kontrolü, sobaların paralel konumda çalıştırılması, kok fabrikası ısıtma programının iyileştirilmesi, ham madde besleme işlemine özgü çalışmadır. Çelik üretimi-slab döküm-haddeleme prosesinde, direkt haddeleme, sıcak şarj, sürekli döküm oranının artması, tavlama zamanının azaltılması, yanmada düşük oksijen ihtivasi yapılan çalışmalardır. Çevre, yardımcı tesisler, bakım ve diğerleri ile ilgili proseslerde ise, yan ürün gazlarının kazanımının artırılması, yan ürün gazlarının beslenmesinde ve kullanılmasında otomatik kontrol, buhar kaçaklarının önlenmesi, boşaltma sistemlerinden çıkış ısılarından faydalanma yapılan çalışmalardır.

Ekipmanların iyileştirilmesi yolu ile; hammadde hazırlama ve sıcak maden üretiminde, yüksek fırın blovver havasından rutubet giderme, evaporator ile soğutma, yüksek fırın sobalar havasının ön ısıtılması, kok kuru söndürme, kömür ön ısıtılması, sinter üretimi duyulur ısısından yararlanma (hava ısıtma, hammaddelerin kurutulması ve buhar elde edilmesi), desulfurizasyon esnasındaki baca gazından yararlanma yapılan çalışmalardır. Çelik üretimi, slab dökümler ve haddeleme prosesinde; konvertör gazından kazanım ekipmanı, slab fırını skidlerin çift katlı izolasyonu, slab fırınlarından hava kaçaklarının önlenmesi, fırın boyunun uzatılması, slab fırınına fiberle kaplama, ön ısıtma fırınlarında baca gazında jet sistemi kullanılması, slab soğutmadan kazanım, indirekt ısıtma ile direkt alevle ısıtmanın değiştirilmesi, tavlama fırınlarına kutu tipi reküperatör montajı çalışmalarıdır. Çevre, yardımcı tesisler, bakım ve diğerleri; motorlara döner hız kontrol sistemi, gaz yakıtları wobble index ile kontrol, enerji merkezi kurulması, flambolara otomatik ateşleme montajı, fuel-oil ve diğer tanklarda izolasyonun artırılması, kazanlarda yakma prosesinde düşük oksijen, güç faktörünün iyileştirilmesi, oksijen fabrikalarına tam otomatik kontrol sistemi montajı uygulanan çalışmalardır.

Teknik geliştirmeler ile; hammadde hazırlama ve sıcak maden üretiminde, yüksek fırın duyulur ısısından faydalanma, pülverize kok-kömür gaza dönüştürme, kok gazı ve yüksek fırın gazının duyulur ısısından faydalanma, SRC, CGM (kömür-gaz karışımı)'dir. Çelik üretimi, slab dökümler ve haddeleme prosesinde; slab fırını soğutma sisteminden buhar elde edilmesi ve yoğunlaştırması, slablarda sıcak şarj konumunda kontrol etme, baca gazından cascade olarak faydalanma, konvertör cürufunun duyulur ısısından faydalanma, çelikten gaz gidermedir. Çevre, yardımcı tesisler, bakım ve diğerleri; çeşitli varyasyonlarda rankie çemberleri hazırlayıp kullanma, küçük sıcaklık farklarında ısı değiştirici kullanma, yüksek sıcaklıkta, yüksek basınçta kurutup toz toplamada kullanma yapılan iyileştirme çalışmalarıdır.

İsdemir'de enerji tüketiminin, yatırım programına alınan projeler ve yapılması düşünülen projelerle birlikte, ilk aşamada 6000 Meal seviyelerine, daha sonra 2500 Meal bir tasarrufla gelişmiş dünya ülkelerini yakalama potansiyeli vardır. Yatırım programına alınan projeler; kok fırın arabaları kapı ve kasa temizleme

mekanizmalarının modernizasyonu, hafif profil haddehanesi modernizasyonu, kuru söndürme ilave toz tutma sistemi, kontinü kütük döküm makinası, elektrikli pota fırını, konverter cüruf kesme sistemidir. Bu sistemler üzerine çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Yapılması düşünülen diğer projeler; yüksek fırınlarda cansız tepe sistemi, kok kuru söndürme buharının tamamının geri kazanılması, yüksek fırınlar prosesinin bilgisayarla kontrolü, konvertörde dökümden döküme zamanın azaltılması, buhar yoğunlaştırma ünitelerinin yaygınlaştırılmasıdır.

Kardemir'de, çelikhanede elde edilen BOF gazının etkin bir biçimde değerlendirilmesi, yüksek fırın ve kok gazının etkin bir biçimde artırılması ile buhar kazanlarında eşdeğer miktarda taş kömürü, dolayısıyla enerji tasarrufu yapılmaktadır.

NKK Corporation Keihin Steel Works Ohgisima Tesislerinde, 1976-1991 yılları arasında yapılan çalışmalarla enerji tasarrufunda %33'lük bir başarı sağlanmıştır. Tesiste uygulanan enerji tasarrufu çalışmalarından bazıları şu şekilde verilebilir; kok fırınlarında kuru kok söndürme sistemi kurulması, maliyeti düşürmek kömür enjeksiyonundaki yakıt tüketimini azaltmak amacıyla yüksek fırına kömür enjeksiyonu yerine, belli miktarda ve boyutta öğütülmüş, atık plastik enjeksiyonu yapılması, haddehanelerde düşük basınçlı soğutma suyu uygulamaları, kondenserlerde titanyum boru uygulamaları, kuru kok söndürme sistemi ısı geri kazanım sistemlerinde saf su kullanılması, güç üretim tesisinde değişken basınç uygulamaları ve çok yüksek verimli türbin kanat sistemlerinin kurulması, çok amaçlı gaz depolama tankları kurulmasıdır.

Çizelge 4.5. Örnek A İşletmesinde 1982-1994 Yılları Üretim Mukayese Tablosu

A İŞLETMESİ		1994 (*1000 ton/yıl)	1982(Baz Alınan Yıl) (*1000 ton/yıl)
Üretim ve Satış	Soğuk haddelenmiş bobin	1176	1176
	Sıcak Haddelenmiş Bobin	2617	2617
Slab	Sürekli Döküm	2181	%100 ingottan 100% sürekli döküme dönülmüştür
	Haddelenmiş Satın Alınan	0	2181
Demir ve Çelik	demir	519	519
	Sıvı çelik	1968	1968'de Pratikte 1982 yılı üretimi 1994'den % 30 düşüktür.
Hammadde Harmanı	Sinter	2250	2381
Kok	Yüksek fırın için	2613	2381
	Sinter için	771	1982 de F.Oil enjeksiyonundan dolayı kok tüketimi düşüktür
Kazanlar	Proses Buharı	155	150
		3420	6180
			Kampanyada proses buhar ihtiyaçları azalırken,gereğinden fazla buhar kapasitesi blower ve elektrik üretiminde ilave olarak kullanıldı

Çizelge 4.6. Örnek B İşletmesinde 1982-1994 Yılları Üretim Mukayese Tablosu

B İŞLETMESİ		1994 (*1000 ton/yıl)	1982(Baz Alınan Bilgi) (*1000 ton/yıl)
Satış	Levha	520	520 (1994'deki satış üretiminin benzeri)
	Ağır Profil	350	350
	Orta Profil	540	540
	Yarı Mamul	2200	2200
Yarı Mamuller	Sürekli Döküm slabı	2710	1350
	Haddeleme	1150	2510
	Toplam çelik üretimi	4140	4292
Demir ve Çelik	Sıcak Maden	3790	Sıvı çelikten sürekli döküm vasıtasıyla olan üretimi iyileşmekte.Buna bağlı olarak sıvı çeliğe ihtiyaç azalmakta aynı sebepten kendi hurdası miktarı da düşmekte ve sıcak maden de değişmektedir.Satın alınan hurda da değişme olmamaktadır.
	Satın Alınan Hurda	300	3790
	Kendi Hurdası	300	300
Hammadde Harmanı	Sinter	4500	460
			4500
Kok	Yüksek Fırın için	1414	Her iki çalışmada aynı sinter miktarı alınmıştır.
	Sinter için	266	1933
Kazanlar	Proses buharı üretimi	1686	Kömür enjeksiyon başladığından YF kok talebi azalmış olup kok üretiminde enerji tasarrufu yapılmıştır. 28 Sinter tesisinde kok tozu tüketimi iyileştirilmiştir.
			2337
			Buhar ihtiyacı azaltılarak buhar tasarrufu yapılmıştır.

Çizelge 4.7. Örnek C İşletmesinde 1982-1994 Yılları Üretim Mukayese Tablosu

C-İŞLETMESİ		1992 (*1000 ton/yıl)	1982(Baz Alınan Bilgi) (*1000 ton/yıl)
Satışlar	Teneke	260	260
	Elektrikli	94	94
	Kaplama	804	804
	Galvaniz		
		2044	2044
Slablar	Soğuk Haddelenmiş Şerit Sıcak Haddeleme Sürekli Döküm	3503	3503
		2164	0
			Bu yıl ingot döküm kaldırıldı
		1209	3373
		235	235
Demir ve Çelik	Haddelenen Satın Alınan Sıcak Maden Sıvı Çelik	2859	2859
		3512	3512
Hammadde Harmanı Kok	Tamamen pelet Yüksek Fırın için		Sinter fabrikası çalışmıyor
		1236	1242
			F.Oil enjeksiyonu artırılmamıştır
Kazanlar	Proses buharı üretimi	2256	3444
			BOF buhar kazanım tesisinden ve tavlama fırınlarında taşıyıcılarının olduğu bölümünden buhar sağlanmıştır.

Çizelge 4.8. A İşletmesinde Enerji Tasarrufu Miktarları

ENERJİ TASARRUFU-A İŞLETMESİNDE								Yorum
Proses	Üretim (*1000 t/y)		Enerji (MJ/Ürün)		Enerji (TJ/y)		Tasarruf (TJ/y)	
	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç		
Kok	926	1232	4786	5298	4432	6527	2095	YF F.Oil enjeksiyonu başlayınca iki adet batarya kapatılmış.
Sinter	2613	2613	2073	2315	5417	6049	632	Küçük,eski,yerimsiz sinter kapatılmış.
Sıcak maden	1968	1968	13400	14700	26317	28930	2559	İki eski YF yerine daha büyük fırın devreye alınmış.
Sıvı çelik	2250	2381	74	876	166	2086	1920	OG gazı toplama tesisi devreye alınmış
Sürekli döküm	2181	0	181	-	395	-	(395)	%100 ingottan %100 SD geçiş
Slab (ingot)	0	2181	-	1812	-	3952	3952	%100 ingottan %100 slab üretimi
Sıcak Haddeleme	2617	2617	3223	4029	8435	10544	2109	Fırın yakıtı ve elektrik azaltılarak haddehanede üretim artırıldı
Soğuk Haddeleme	1176	1176	2134	3125	2509	3675	1166	Buhar tüketimi azaltıldı,etrafı bir buhar programı yapılarak.
Kazanlar	3418	6179	120	120	410	741	331	Rejeneratif börmeler ve tavlama fırınlarında hidrojen kullanıldı, Proses buhar talebi azaltıldı,kazanlardaki kayıplar azaltılarak
Flambo	-	-	400	90	900	215	(685)	YF gaz atma arttı sebebi de,işletmede yakıt verimliliği iyileştirildi,bu nedenle talep azaldı,YF üretimi artınca gaz üretimi de arttı.
Toplam					49035	62719	13684	Toplam Tasarruf %21,8

Çizelge 4.9. B İşletmesinde Enerji Tasarrufu Miktarları

ENERJİ TASARRUFU-C İŞLETMESİ								Yorum
Proses	Üretim (*1000 t/y)		Enerji (MJ/Ürün)		Enerji (TJ/y)		Tasarruf (TJ/y)	
	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç		
Kok	1236	1242	5696	6525	7040	8104	1064	
Sıcak maden	2859	2859	12211	12582	34911	35972	1143	
Sıvı çelik	3512	3744	1108	1018	3891	3811	(80)	Yeni BOF devreye ve pota metalürjisi devreye alınmış ve konvertöre buhar kazanını başlığı ilave edilmiş
Sürekli döküm(kas mi)	2164	0	181	-	392	-	(392)	
Kısmi ingot	1209	3373	1417	1757	1713	5926	4213	HRC de ingot direk haddelenmekte.Slab fırına girmemekte.Slab fırından buhar elde edilmekte.
Sıcak Haddeleme	3503	3503	1959	898	6856	3146	(3710)	
Soğuk Haddeleme	2044	2044	1874	2293	3830	4687	857	
Teneke	260	260	2675	3800	696	988	292	
Galvanizleme	804	804	2347	3805	1887	3059	1172	
Elektrolitik kaplama	94	94	4951	4223	465	397	(68)	
Kazanlar(n et)	1468	3444	(13)	98	-19	337	356	
Flambo	-	-	34	246	119	921	806	
Toplam					61781	67348	5653	Toplam tasarruf %9,1

Çizelge 4.10. C İşletmesinde Enerji Tasarrufu Miktarları

ENERJİ TASARRUFU-B İŞLETMESİ							
Proses	Üretim (*1000 t/y)		Enerji (MJ/Ürün)		Enerji (TJ/y)		Tasarruf (TJ/y)
	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç	Bitim	Başlangıç	
Kok	1680	2216	4350	5970	7308	13230	5921
Sinter	4500	4500	2036	2289	9162	10300	1138
Sıcak maden	3790	3950	13000	13490	49270	51127	1857
Sıvı çelik	4140	4292	(264)	538	(1093)	2309	3402
Sürekli döküm (kısmi)	2710	1350	179	440	485	594	109
Kısmi-ingot	1150	2510	2194	2782	2520	6983	4463
Levha	520	650	3996	4615	2078	2400	322
M-Bölümü	540	650	2477	2744	1338	1482	174
H-Bölümü	350	420	3078	3362	1077	1177	98
Kazanlar (net)	1686	2337	630	581	979	1472	493
Flambo	-	-	-	-	1800	1850	50
Toplam					74924	92924	18000

Kömür enjeksiyonu başlayınca kok ihtiyacı azaldı.

OG gazı toplama tesisi devreye alınmış
Yeni SD tesisi devreye alınmış

Düşük üretimli kazanların kapatılmasıyla proses buharında tasarruf yapılmış.

Toplam Tasarruf %24

Çizelge 4.11. Kok Fabrikası Tasarruf Tedbirleri

KOK FABRİKASI TASARRUF ÖNLEMLERİ

Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Alt yakma MJ/T _{kok}	3800	3480	İki eski bataryada kok oranında azaltmaya izin verildi, verimsiz bataryalar kapatıldı	4020	3390	İki batarya yıkıldı yenileri yapıldı. Proses kontrolüyle 150 MJ/T tasarruf	4088	3504	
Buhar MJ/T _{kok}	1240	1030	Yan ürünlerde uygun çalışma	1240	840	Buharla çalışan ekzoster yerine basınçlı buhar türbini kullanılmış	1869	1660	
Elektrik kWh/T _{kok}	28	30		77	33	Eski kok bataryası yerine yenisi yapılmış,	-	-	-
Verim Kaybı ⁽¹⁾ MJ/T _{kok}	2160	1160	-	1920	700	-	na	na	-
Diğerleri MJ/T _{kok}							51	29	-
Toplam ⁽²⁾ MJ/T _{kok}	5298	4786	-	5970	4530	-	6525	5696	-

1-Kok Verim Kaybı=Kömürden gelen enerji-(koktaki enerji+yan ürünlerdeki enerji)

2-Kok verim kaybı hariç

Çizelge 4.12. Sinter Fabrikası Tasarruf Tedbirleri

SİNER FABRİKASI TASARRUF ÖNLEMLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Katı yakıt kg/T _{çatır}	57	59	.	63	59	2 adet küçük tesis kapatıldı yerine tek tesis yapıldı	Tesis yok		
Yakma Gazı MJ/T _{çatır}	190	90	Ön ısıtma havasında atık ısı kullanılmış	120	80	Ön ısıtmada atık ısı kullanılmış,%100 kok gazı yerine KG+YFG kullanılmış			
Elektrik kWh/T _{çatır}	56	36	Eski verimsiz tesis kapatılmış	44	33	Yeni tesis			
Toplam MJ/T _{çatır}	2315	2073		2290	2040				

Çizelge 4.13. Yüksek Fırınlr Tasarruf Tedbirleri

YÜKSEK FIRINLAR TASARRUF TEDBİRLERİ:									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Kok oranı kg/TSM	550	392	Yakıt enjeksiyon tesisi devreye girdi	510	373	Kömür enjeksiyon tesisi kuruldu	435	432	-
Yakıt Enjeksiyonu kg/TSM	0	83	-	8	0	-	97	37	-
Kömür enjeksiyon kg/TSM	0	0	-	0	121	-	0	0	-
Gaz kazanımı MJ/TSM	5390	5140	-	5620	5020	-	6968	4599	-
Oksijen Nm ³ /TSM	0	55	-	0	50	-	13	74	-
Sobalar MJ/TSM	2300	1810	2 adet küçük fırın yerine büyük 1 fırın yapıldı	1900	2040	Oksijen zenginleşmesi sonucunda kömür havası azaldı. Atık gaz analizinde iyileşme 70 MJ/T	2045	1978	-
Blower buharı MJ/TSM	1200	900	-	900	860	Soguk hava lutsu ısı ile ısıtıldı	1307	1077	-
Blower gücü kWh/TSM	0	0	-	0	0	-	-	-	-
Elektrik kWh/TSM	22	28	-	22	14	Sıcak metal ürününün atılması ile elektrik tüketimi azaldı.	29	41	-
Buhar MJ/TSM	190	50	Rutabet kontrolü için fazla buhar kullanılmadı	160	100	Rutabet kontrolü için fazla buhar kullanılmadı	198	71	-
Diğer MJ/TSM	-	-	-	-	-	-	102	30	-
Toplam GJ/TSM	14,7	13,4	-	13,5	13,0	-	12,6	12,2	-

Çizelge 4.14. BOF(Çelikhane) Tasarruf Tedbirleri

BOF TESİSİ(ÇELİKHANE) TASARRUF TEDBİRLERİ:									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yakıt MJ/TSÇ	160	170	%30 oranında çelik artırılınca SET azaldı	150	60	Sablansla son karbon kontrolü yapılması (40MJ)	71	128	Pota çelik tesisi ilavesi
Elektrik kWh/TSÇ	39	28	-	42	42	Fan kontrolü (1,5 kWh/TSÇ), çevre ekipmanlarının ilavesiyle kullanım arttı.	52	58	-
Buhar (MJ/TSÇ)	40	20	-	20	20	-	111	152	-
Buhar kazanımı m ³ /TSÇ	0	0	-	0	0	-	0	61	Konvertör üzerinde buhar kazanı mevcut
Oksijen Nm ³ /TSM	52	52	-	52	52	-	54	55	-
Diğer MJ/TSM	-	-	-	-	-	-	-	-	Altın üfleme 100 MJ/TSÇ
Toplam MJ/TSM	829	188	-	876	74	-	1018	1108	-

Çizelge 4.15. Sürekli Dökümler Tasarruf Tedbirleri

SÜREKLİ DÖKÜMLER TASARRUF TEDBİRLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yakıt MJ/THÇ	-	80	-	180	50	Sürekli döküm kapasitesi %70 artırıldı	-	13	Sürekli döküm tesisi kuruldu, ingot tesisi kapatıldı. %100 sıcak şarja geçildi
Buhar MJ/THÇ	-	0	-	30	0	-	-	9	-
Elektrik kWh/THÇ	-	11	-	25	14	Pompa ve fanlarda hız kontrolü (1,5 kWh/THÇ)	-	17	-
Toplam MJ/THÇ	-	181	-	440	179	-	-	181	-

Çizelge 4.17. Soğuk Haddehane Tasarruf Tedbirleri

SOĞUK HADDEHANE TASARRUF TEDBİRLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yakıt MJ/T _{bobin}	1040	940	Hidrojen fırını kurulmuş, re jeneratör ve yarı Reküparator börnerlere ilave edilmiş	Tesis yok	-	-	359	278	-
Elektrik KWh/T _{bobin}	144	108	-	-	-	-	144	132	-
Buhar MJ/T _{bobin}	760	200	Tüm tesiste kapasite artışı	-	-	-	605	378	-
Toplam (MJ/T)	3125	2134	-	2782	2194	-	2293	1874	-

Çizelge 4.18. Teneke Hattı Tasarruf Tedbirleri

TENEKE ÜRETİMİNDE TASARRUF TEDBİRLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yakıt MJ/T _{teneke}	Tesis yok	-	-	Tesis yok	-	-	322	7	-
Elektrik KWh/T _{teneke}	-	-	-	-	-	-	918	516	-
Buhar MJ/T _{teneke}	-	-	-	-	-	-	278	234	-
Toplam MJ/T _{teneke}	-	-	-	-	-	-	3800	2675	-

Çizelge 4.19. Galvanizleme Hattı Tasarruf Tedbirleri

GALVANİZLEMEDE TASARRUF TEDBİRLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yakıt MJ/T _{galvanizleme}	Tesis yok	-	-	Tesis yok	-	-	443	1474	-
Elektrik KWh/T _{galvanizleme}	-	-	-	-	-	-	2613	130	-
Buhar MJ/T _{galvanizleme}	-	-	-	-	-	-	81	81	-
Toplam MJ/T _{galvanizleme}	-	-	-	-	-	-	4223	4951	-

Çizelge 4.20. Gaz Flambosu Tasarruf Tedbirleri

GAZ FLAMBOSUNDA TASARRUF TEDBİRLERİ									
Adımlar	A-İŞLETMESİ			B-İŞLETMESİ			C-İŞLETMESİ		
	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum	Başlangıç	Bitiş	Yorum
Yüksek fırın gazı MJ/THÇ	78	370	Üretim artışına karşılık gaz tüketimi azalmış ve atmosfer artmış	407	288	İlave kazan ve elektrik üretim tesisleri 18 MW	233	23	-
Kok Gazı MJ/THÇ	12	21	-	26	45	-	13	14	-
BOF Gazı MJ/THÇ	Toplama tesisi yok	10	Bu periyotta gaz toplama devreye girmiş	0	89	Flamboda kontrol geliştirilmiş 25MJ/THÇ. Gaz toplama bu yıllar içinde çalışacak	-	-	Gaz toplama yok
Toplam MJ/THÇ	90	400	-	433	422	-	70	425	-

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Ülkemizin içinde bulunduğu enerji dar boğazı, toplam enerji tüketimi içinde yaklaşık %19'lık payı olan demir çelik tesislerinde enerji tasarrufu çalışmalarına büyük önem kazandırmaktadır. Ayrıca maliyet girdileri içinde enerjinin payı %27-33 oranlarında değişmektedir. Üretimi artırma ve buna bağlı olarak maliyetlerin düşürülmesi açısından da enerjinin rasyonel kullanılması zorunlu olmuştur. Enerji tasarrufu tüm bunların yanında, sanayi tesislerinin çevreye verdiği emisyonların azaltılmasında, katı ve sıvı atıkların rasyonel olarak kullanılmasında oynadığı büyük rol ile çevre faaliyetlerinde de önemli bir yere sahiptir. Enerji kullanımı ve yönetimine verilen üst düzeyde destek ile birlikte enerji tasarrufu, getireceği mali yararların yanında, daha yaşanabilir bir çevre için sanayi tesislerinin gösterdiği olumsuz etkiyi minimuma indirme çalışmalarında da baş rolü oynayacaktır. Bu şekilde ülkemizde sanayileşmiş ülkelerde olduğu gibi sanayileşirken, yarınlarmızdan devraldığımız doğal çevrenin korunması da mümkün olabilecektir. E.İ.E.İ-UETM koordinasyonunda yapılan çalışmalar ve tüm entegre tesisler için oluşturulan tek bir form ile enerji tüketimlerinin ortak bazda incelenmesi ve dış ülkelerle karşılaştırma yapılması mümkün olacaktır. 1999 yılı için yapılan ilk çalışma aynı bazda enerji tüketimleri Erdemir için 5160 Mcal/THÇ, İsdemir için 7595 Mcal/THÇ, Kardemir için 6782 Mcal/THÇ olarak hesaplanmıştır. İlk aşamada 4500 Mcal/THÇ hedefi göz önüne alındığında özellikle İsdemir ve Kardemir için mevcut tasarruf potansiyelinin büyüklüğü açıkça görülmektedir. IISI'nın son enerji raporuna göre spesifik enerji tüketiminin günümüzdeki seviyesi (9 ülkedeki demir çelik tesisi için yapılan çalışmalarla) 3561 Mcal/THÇ, en iyi performans ile 3154 Mcal/THÇ olarak verilmektedir. Yapılan çalışmalar ve karşılaştırmalarla enerji verimliliğini üst düzeye taşıyacak yönde hareket edilmelidir.

Bu çalışmada ayrıca, demir çelik sektörü farklı bakış açılarıyla incelenmiştir. Bu farklı bakış açılarıyla değerlendirmeler yapılırken mühendislik göstergelerine göre üretkenlik büyümesi, teknik değişiklikler ve enerji verimliliği değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda da demir çelik sektöründeki şirketlere ekonomik ve

çevresel açıdan optimum değeri sağlayacak gelişmeler kaydedilmiştir. Gelişmeler meydana gelirken bu gelişmeleri etkileyebilecek dış ve iç kaynaklı politika değişikliklerinin önemine de değinilmiştir. Ekonomik analizler üretkenliğin zamanla düşebileceğini göstermektedir. Artan enerji kaynaklar fiyatları durumun bu şekilde gelişmesine neden olmaktadır. Demir çelik sektöründe şirketlerin yapması gereken enerji tüketimini her zaman tutabilecekleri minimum düzeyde tutabilmek ve enerji verimliliğine önem vermektir. Bu şekilde davranılması ile düşük ücret potansiyellerini her zaman koruyabileceklerdir.

Demir çelik sektöründe enerji verimliliği hususunda yapılan çalışmalarda pratikliğin kazanılmasıyla beraber yüksek oranlarda başarılar sağlanmıştır. Bu kazanılan başarılar gelecekteki çalışmalar için avantajlar sağlayacaktır. Enerji verimliliği çalışmalarında doğanın korunmasının da dikkate alınması çalışmaların mikro ve makro ekonomi düzeyinde olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Fakat doğanın da korunması dikkatle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Enerji politikaları belirlenirken genel enerji politikalarına bağlı olarak fiyat bazlı politikalar belirlenmelidir. Uygun teşvikler enerji politikalarında ortaya çıkabilecek bozuklukları ve engellemeleri ortadan kaldıracak derecede devlet tarafından sağlanmalıdır. Enerji verimliliği ve çevrenin korunması hususunda yapılan çalışmalara devlet daha fazla destek vermelidir. Bu şekilde büyük ve küçük ölçekli tesislerin tümü enerji verimliliği konusunda aynı noktaya ulaşabilecek duruma gelecektir. Bahsedilen tüm konuların optimal bir politikası belirlenerek düzenleyici siyasi ve ekonomik bir politika belirlenmelidir. Aynı konu üzerine çalışma yapılırken bu konuların üzerinde daha fazla örnekli veriler ortaya konulması önerilmektedir.

Ark ocaklı demir çelik tesislerindeki enerji verimliliği ve bu tesislerde enerji verimliliğini arttırabilecek çalışmalara ağırlık verilmesi bu çalışmadan sonraki çalışmalar için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, H., Kömür Enjeksiyonları Modifikasyonu ile Enerji Tasarrufu ve Maliyet Azaltılması, **I. Demir Çelik Sempozyum Bildirileri**, Zonguldak, 2001
- Andı, Ç., Mıstıkoğlu, S., Entegre Demir Çelik Tesislerinde Kullanılan Alternatif Yakıtların Maliyetleri, **International Iron and Steel Symposium**, Karabük, 2012
- Atgür, M., Avrupa Birliği'ne Uyum Sürecinde Türkiye'de Demir Çelik Sektörü: Analizi, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Balıkesir, 2006
- DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) Demir-Çelik Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2000
- DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007
- Ertem, M.E., Entegre Demir Çelik Tesislerinde Enerji Tasarrufu Potansiyeli, **I. Demir Çelik Sempozyum Bildirileri**, Zonguldak, 2001
- Ertem, M. E., Özmen, A., Kes, K., Karakaya, B., AB'ye Uyum Sürecinde Kyoto Protokolü ve Demir Çelik Sektörünün Yeri, 2007
- Fenton, M. D., 2005 Minerals Yearbook, **Iron and Steel Scrap**, 2005
- Gold, B., Technological Change and Vertical Integration, **Managerial and Decision Economics**, 1986
- Grant, R. M., Contemporary Strategy Analysis, Fifth Edition, **Blackwell Publishing**, 2005
- İskender, S., Türkiye'de Enerji ve Geleceğe Yönelik Planlar, **Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi**, İstanbul, 2006
- Keleş, M., **Türk Demir Çelik Sanayinde Entegre Tesislerin Önemi ve Sorunları**, 2000
- Koca, M. A., **Çelik Sektöründe Koruma Önlemleri ve Sonuçları**, 2002
- Macdonald, S., Consolidation in the World Steel Industry, Roundtable on Consolidation in the World Steel Industry, **OECD**, 2007
- MKE Hurda İşletmesi, **Durum Değerlendirmesi Notu**, 2007
- MMK ATAKAŞ, A Steel Giant is Born, **SteelOrbis Turkish Steel Markets Conference**, 2008

- Mueller, H., **Integrating the Chinese Steel Industry and Trade Policy into the 21st Century**, 2006
- Narin, M., Akdemir, S., Enerji Verimliliği ve Türkiye, **Türkiye Ekonomik Kurumu UEK-TEK Uluslararası Ekonomi Konferansı**, Ankara, 2006
- Özdabak, A., **Demir Çelik ve Enerji, Erdemir Bilim Teknoloji Serisi**, İstanbul, 2004
- Özel, P., **Petrol Sanayiinde Dikey Bütünleşme ve Türkiye’de Uygulanabilirliği**, Ankara, 2003
- Öztürk, R., Fındık, M., Türkiye’de Demir Çelik Sektörünün Yapısal Analizi, **International Iron and Steel symposium**, Karabük, 2012
- Padilla, A., Efficiencies in Horizontal Mergers: Williamson Revisited, Issues in Competition Law and Policy, **American Bar Association Press**, 2005
- Porter, M. E., Rekabet Stratejisi Sektör ve Rakip Analizi Teknikleri (Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors), çev. Gülen Ulubilgin, **Sistem Yayıncılık**, 1980
- Porter, M. E., Towards a Dynamic Theory of Strategy, **Strategic Management Journal**, 1991
- Schumacher, K., Sathaye, J., India’s Iron and Steel Industry: **Productivity, Energy Efficiency and Carbon Emissions**, Berkeley, 1998
- Şeşen, M.K., Türkiye Çelik Üretim Sanayinin Analizi-EAF ile Yassı Çelik Üretiminin Anlamı, **International Iron and Steel symposium**, Karabük, 2012
- Taylor, J. B., Principles of Microeconomics, **Houghton Mifflin Company**, Boston, 2004
- TMMOB, **Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Oda Raporu**, 2008
- Williamson, O.E., **Markets And Hierarchies: Analysis And Antitrust Implications**, New York, 1975
- Yayan, V., **Dünya Çelik Sektöründeki Konsolidasyonun Türk Çelik Sektörünü Etkilemesi Kaçınılmaz Görünüyor**, Ankara, 2006
- Yayan, V., **Türkiye’nin Hurda Talebi ve Global Piyasalar Üzerindeki Etkisi**, **Demir Çelik Üreticileri Derneği**, Ankara, 2006
- Yayan, V., Recent Developments in the Turkish Steel Markets and Projections, **SteelOrbis Turkish Steel Markets Conference**, 2008

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında, büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yoğun akademik görevlerine rağmen her fırsatta zaman ve ilgisini esirgemeyen, yol gösteren ve bilimsel çalışmamda bana yardımcı olan tez danışmanım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Semir GÖKPINAR' a en derin saygılarımı ve minnettarlığımı iletmek isterim.

Okul hayatım ve çalışmalarım sırasında gerek maddi gerek manevi her türlü desteğini esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emeği olan, öğrencisinden daha ziyade bana bir oğul gibi davranan, sayın hocam Prof. Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU' na sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve yardımlarını hiç unutmayacağım sayın hocam Arş.Gör. Kaan BALTACIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum ve bu çalışmanın ülkemize yararlı olmasını temenni ediyorum.

Son olarak bu çalışma süresi boyunca beni sabırla bekleyen kız arkadaşına ve hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme en büyük teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZGEÇMİŞ

Volkan GÖKPINAR 1987 yılında Hatay’da doğdu. Lise öğrenimini Hatay’da Cumhuriyet Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi’nde tamamladı. Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden “Makine Mühendisi” unvanıyla 2008 yılında mezun oldu. Askerlik görevinden sonra ODTÜ’den Kaynak Mühendisliği eğitimi aldı ve “Kaynak Mühendisi” ünvanı almaya hak kazandı. ODTÜ Kaynak Mühendisliği eğitiminden sonra halen çalışmakta olduğu MMK Metalurji Demir Çelik Fabrikalarında çalışmaya başladı. 2010-2011 Öğretim yılı Güz döneminde Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.