

TÜBİTAK TTGV BİLİM TEKNOLOJİ SANAYİ
TARTIŞMALARI

ENERJİ TEKNOLOJİLERİ POLİTİKASI

I. ALT GRUBU

ENERJİNİN ETKİN KULLANIMI
ve
ENERJİ TASARRUFU

ÇALIŞMA TASLAĞI

Kasım-1997

GİRİŞ

Daha rahat bir yaşam sürdürebilmek, günümüz teknolojilerinden faydalanabilmek için enerji vazgeçilmez bir araçtır. Artan nüfus yoğunluğu, beraberinde artan enerji tüketimini de getirmektedir. Hal böyle olunca enerjinin üretilmesi, tüketiciye ulaştırılması, ve tüketilmesi özen gösterilmesi gereken konular arasında yer almalıdır.

Nüfus her 30 yılda bir iki kat artarken, enerji tüketimi her 15 yılda bir kat, elektrik enerjisi kullanımı her 10 yılda bir iki kat artmaktadır (1). Artan nüfus yoğunluğu ile birlikte enerjiye olan ihtiyacın yanısıra, gelişen teknoloji de enerji talebini önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak bu talebin karşılanabilmesi için enerji üretimi amacıyla yapılacak yatırımların, geliştirilecek yeni teknolojilerin çok büyük özenle seçilmesi gerekir. Özellikle günümüzde çevre bilinci gelişmiş insanoğlunun oluşturduğu kamuoyu baskısı ve bunun sonucu olarak hükümetlerin getirdiği yasal düzenlemeler bu konuda belirleyici bir rol oynamaktadır. Ülkelerin enerji politikalarında belirleyici faktör, enerji üretiminin ekonomikliğinin yanısıra çevre dostu, yenilenebilir enerji üretimidir.

Ancak bugün herkes tarafından kabul edilen bir gerçek ise en ucuz enerjinin, verimli kullanım sonucu tasarruf edilen enerji olduğudur.

Enerji atıklarının değerlendirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve mevcut enerji kayıplarının önlenmesi yoluyla tüketilen enerji miktarının ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden, en aza indirilmesi olarak tanımlayabileceğimiz enerji tasarrufunun, kısa ve orta dönemde ülkelerin enerji teminiyle ilgili sorunlarının çözümüne küçümsenemeyecek katkılarının olabileceğini ifade etmek mümkündür

1970'li yıllardaki petrol ve diğer enerji fiyatlarındaki hızlı artış dünyadaki birçok ülkeyi ithal enerjinin payını azaltmak üzere program ve politikalarını belirlemeye zorlamıştır. Gelişmekte olan ve özellikle petrol ithal eden ülkeler bu çabayı ağırlıklı olarak yerli enerji kaynaklarının payının artırılması yönünde göstermişler ve bunun yanında enerji ve özellikle petrol ürünlerinin fiyatlarını arttırarak rasyonel enerji kullanımını zorlamışlar, ancak enerji talebinin yönetimi konusuna fazla ağırlık vermemişlerdir. Halbuki bu dönemde birçok endüstrileşmiş ülke, talebin etkin yönetimi ile önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamıştır.

Ekonomik olarak, enerji verimliliğinin artırılması, ilave yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması için yapılacak yatırımlardan daha caziptir. Tasarruf edilerek kazanılabilecek enerjiyi üretmek için, çok daha pahalı yatırımlara ve çok daha uzun zamana ihtiyaç vardır. Oysa enerji tasarrufu daha çabuk ve ucuza elde edilebilen bir enerji kaynağıdır.

Ülke ekonomisine katkısının yanı sıra, sanayi sektöründe tesis bazında enerji tasarrufu ile üretim kademelerinde enerji tüketiminin azaltılması ve böylece mamul maddenin üretimindeki maliyetlerin düşmesi sağlanabilecek, bu da sanayi kuruluşlarımızın iç ve dış pazardaki rekabet şansını arttıracaktır. Yine bireysel düzeyde düşünüldüğünde, binalardaki enerji tüketiminin, konfor şartlarını etkilemeden düşürülmesi halinde aile veya işletme bütçesindeki ısıtma giderleri azalacaktır.

Enerji tasarrufunun ülke ve birey ölçeğindeki ekonomik katkılarının yanında son bir kaç yılda dünyanın ortak ve en önemli problemi haline gelen çevre kirliliğindeki çözümlerin başında gelmesi bu konunun petrol krizlerinden sonra tekrar güncelleşmesine yol açmıştır. Artan çevre sorunları, doğal olarak, enerjinin temini ve kullanımından kaynaklanan yerel ve bölgesel emisyonlara bir çare

1- Environmental Engineering Handbook, Editor:Liptak, B.G., Vol.2.

bulunması yönünde harekete geçilmesini gerektirmiştir. Küresel iklim değişikliğine neden olabilecek insan kaynaklı sera gaz emisyonlarına karşı filtreler takılması konusunda baskılar artmaktadır. Fakat verimlilik ile çevresel yararlar arasında birçok denge bulunmaktadır. Genelde, temizleyici özelliği olan veya zararlı emisyonları azaltıcı rol oynayan teknoloji ve süreçler aynı zamanda da enerji verimliliğini arttırmaktadır.

Ülkelerin enerji tüketimleri artık kendi iç meselesi olarak görülmemektedir. Atmosferin ortak bir yaşam ortamı olması nedeniyle havaya atılan emisyonlardan ülkelerin diğer ülkelere karşı sorumlu oldukları çeşitli uluslararası forumlarda gündem maddesini oluşturmaya başlamıştır. Ülkelerin enerji tüketimleri ve çıkardıkları emisyonların, uluslararası kuruluşlarca izlenmesi ve bu emisyonların azaltılması yönünde tedbir almak üzere uluslararası anlaşmaların imzalanması gündemdedir.

Bunun yanı sıra, ülkemizde Avrupa Topluluğuna üye olabilmek için, bazı hazırlıklar yürütülmekte, ekonomik yapıyı topluluk ülkelerine uydurmak üzere çeşitli sektörlerle yönelik bazı tedbirler alınmaktadır.

Avrupa Topluluğuna entegrasyon için çabalar harcayan ülkemiz için enerji tüketim verimliliğinin artırılması bir bakıma üyelik şartlarındandır.

İşte tüm bu nedenler, yani bireysel yararlar, ekonomik gerekler, uluslararası zorunluluklar enerji verimliliği artışlarını, enerji politikasının temel taşı haline getirmiştir.

1. DÜNYADAKİ ENERJİ YOĞUNLUĞUNDAKİ GELİŞMELER VE ÜLKEMİZİN ENERJİ YOĞUNLUĞUNUN KİYASLANMASI

Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla başına tüketilen Birincil Enerji Miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Bu gösterge içinde, ekonomik çıktı, enerji verimliliğindeki artış veya azalma, yakıt ikamesindeki değişimler kombine olarak ifade edilmektedir ve değişimlerin tek tek bu gösterge içinden ayırılması mümkün değildir. Bununla birlikte, enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin takip ve karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir araçtır.

Endüstri devriminin başlangıcından beri enerji üretimi, dönüşümü, taşınması ve nihai kullanımının verimliliği önemli ölçüde artmıştır. Geçen yüzyılda aydınlatma verimliliği üç kez artmıştır, doğalgaz santrallerinin verimliliği büyük ölçüde yükselmiştir. Bunun sonuçlarından birisi enerji yoğunluğunun uzun zamandır lider sanayileşmiş ülkelerde düşmesidir. Son 100 yıldır, Amerika ve İngiltere’de enerji yoğunluğu yılda %1 oranında azalmaktadır. 1920’lerden beri Fransa ve Almanya’da aynı durum söz konusudur. Japonya’da benzer bir durum 1950’den sonra ortaya çıkmıştır (2).

Ülkemiz hızla kalkınmaktadır ve kısa sürede gelişmiş ülke konumuna gelmek üzere tüm sektörlerini programlamayı hedeflemektedir. Bu nedenle enerji politikasının önemli bir elementi olması gereken enerji tasarrufu çalışmalarında referans olarak gelişmiş ülkeler alınmalıdır.

Tablo 1’de ülkemiz enerji yoğunluğunun OECD’nin gelişmiş ülkeleri ile karşılaştırılması sunulmuştur. Bu Tablo incelendiğinde, ülkemizin enerji yoğunluğunun OECD ortalamasının üzerinde ve diğer ülkelerin aksine, yakın geçmişte artış trendi gösterdiği ve halen kişi başına enerji 2. Yarının Dünyası için Enerji, Dünya Enerji Konseyi, 1996.

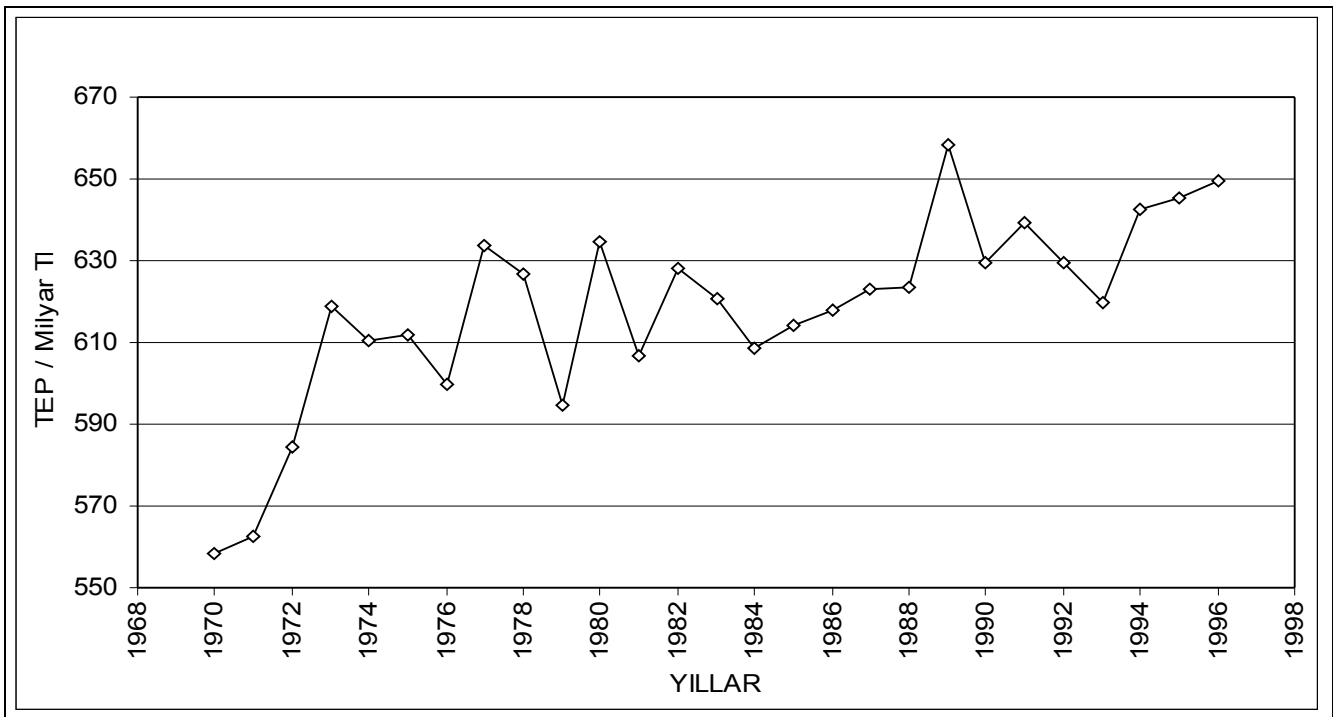
tüketiminin OECD ortalamasının 4 de biri civarında olduğu görülmektedir. Şekil 1’de yine enerji yoğunluğunun 1970-1996 yılları arasındaki artma trendi açıklıkla gözlenmektedir. Tabloda gözlenen kişi başına enerji tüketimindeki diğer ülkelere göre daha büyük artış oranı, kalkınma için olumlu bir gelişme olmakla birlikte, enerji yoğunluğundaki artış trendi, ülkemizin yakın gelecekte enerji OECD ortalaması ile karşılaştırıldığında ülkemiz enerji yoğunluğu değerinin 1/3 oranında daha yüksek olması ülkemizdeki mevcut ekonomik aktivite ve yaşam standardı için harcanan enerjinin azaltılması için önemli bir işarettir.

Tablo 1. Türkiye’de Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Yoğunluğunun Bazı Gelişmiş Ülkelerle Karşılaştırılması

	Enerji Yoğunluğu * (1994)	Enerji Yoğunluğu Artışı % (1981-1994)	Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi (1994)	Kişi Başına Enerji Tüketim Artışı % (1981 –1994)
Türkiye	0.3498	0.4	0.9505	2.5
Japonya	0.1554	-0.5	3.8561	2.3
Almanya	0.1920	-2.4	4.1333	-0.5
İngiltere	0.2182	-1.4	3.7739	0.7
Fransa	0.1895	-0.1	4.0441	1.3
Kanada	0.3820	-0.8	7.8547	0.3
ABD	0.3381	-1.4	7.8083	0.2
OECD	0.2487	-1.1	4.5826	0.6

Kaynak : OECD

*Toplam Birincil Enerji Tüketimi / Gayri safi Yurt İçi Hasıla.



Grafik1. Ülkemizde 1970-1996 Yılları Arasındaki Enerji Yoğunluğu Değişimi

Avrupa Topluluğu da son yıllarda enerji verimliliğinin artırılmasına özel bir önem vererek topluluğa üye ülkelerde enerji tüketim verimliliğini arttırmak üzere SAVE (1991-1996) ve THERMI (1990-1994) isimli iki programı yürürlüğe koymuştur.

Özellikle, hedefleri olan ve bazı pilot uygulamalarla da desteklenmiş olan ve enerji verimliliğini arttırmak için kapsamlı bir seri yasal düzenlemeleri öngören SAVE programı ile Topluluğa üye ülkelerdeki CO₂ emisyonlarında % 3 düşme sağlanması planlanmaktadır.

Topluluk 1992 yılında, gaz ve sıvı yakıtlı sıcak su kazanları ile ev aletleri enerji verimliliğinin artırılması için iki kararname hazırlayarak yayınlamıştır. İleriye doğru ise binalarda ısı kayıplarının azaltılması, ticari sektörde enerji taramalarının yapılması ve benzeri konularda yasal düzenlemeler hazırlanmaktadır.

Diğer yandan THERMI programı 1995 yılından itibaren Thermi-Joule programı olarak adlandırılarak çalışmalara devam edilmekte, bu program kapsamında özellikle enerji verimli, çevre duyarlı yeni teknolojilerin geliştirilmesi demonstrasyonu ve yaygınlaştırılması için topluluğa üye ülkelerin liderliğinde üçüncü ülkeleri de içine alabilen programlar yürütülmektedir.

2. NİHAİ ENERJİ TÜKETİM SEKTÖRLERİNDEKİ ENERJİ TÜKETİM TRENDLERİ

Halen ülkemizde sanayi, konut ve ulaşım en büyük nihai enerji tüketim sektörlerimiz olup, ülke enerji arzının yaklaşık % 92'si bu sektörlerde tüketilmektedir (3).

Enerji tüketimimizin sektörel dağılımı incelendiğinde sanayi, ulaştırma ve bina enerji tüketiminin yıllara göre değişik hızlarda artışı söz konusudur. 1980'de yaklaşık 8 milyon TEP olan sanayi tüketimi 1996'da 17.8 milyon TEP'e ulaşmıştır. Ulaştırma sektöründe, 1980'de 5.2 milyon TEP olan tüketim 1996'da 11.8 milyon TEP dir. Bina sektörünün tüketimi de 1980'de 12.8 milyon TEP iken 1996'da 17.6 milyon TEP'e ulaşabilmiştir.

Sektörel enerji tüketiminin geçmişteki gelişimi incelendiğinde, son 16 yılda sanayi ve ulaşım sektörleri enerji tüketimi yaklaşık aynı hızla (ortalama %3.5) artarken, bina sektörü enerji tüketim büyümesi yıllık ortalama %1.7 olmuştur. 1980 yılında bina sektörü en büyük payı alırken her iki sektörün de büyümesine rağmen 1996 yılında sanayi sektörü öne geçmiştir. Ekonomi içindeki artan ağırlığı sanayi sektörünün enerji tüketiminin de hızla artmasına yol açmıştır.

Tablo 2. Enerji Tüketimimizin Sektörel Dağılımı

Yıl	Sanayi Tüketimi		Ulaştırma Tüketimi		Bina Tüketimi		Toplam Nihai Enerji Tüketimi	Toplam Birincil Enerji Tüketimi
	(Bin TEP)	%	(Bin TEP)	%	(Bin TEP)	%		
1980	7955	29.0	5230	19.1	12773	46.5	27448	31913
1985	9779	30.1	6195	19.1	14206	43.7	32498	39167
1990	14543	35.3	8723	21.1	15002	36.4	41256	52633
1995	17173	34.7	11066	22.4	17311	35.0	49477	63180
1996	17884	34.7	11778	22.8	17630	34.2	51619	68035

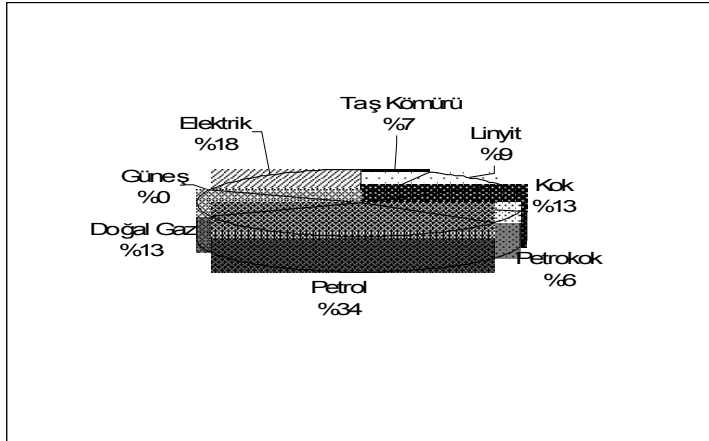
3. ETKB İstatistikleri

Elektrik tüketimi açısından bakıldığında sanayi sektörü yine ağırlıklı bir sektör olmakla birlikte konut ve hizmetler sektöründe daha büyük artış trendi görülmektedir. Bu artış trendinde halkın daha fazla elektrikli alet kullanım talebi, daha çok aydınlatma ve büro makinalarındaki artışın büyük etkisi vardır.

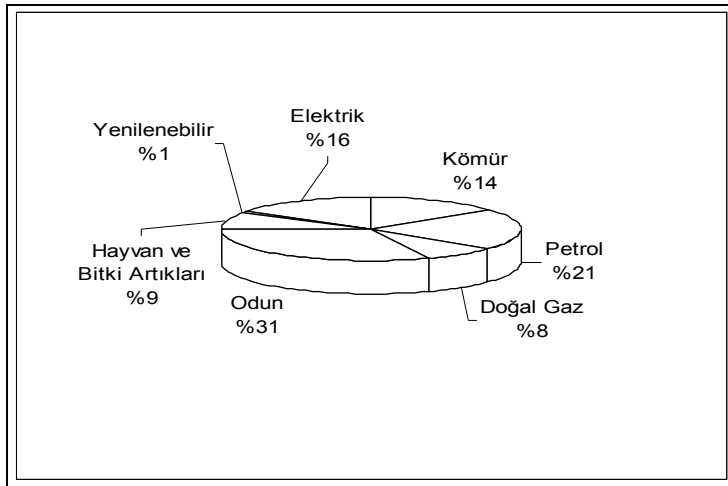
Tablo 3. Elektrik Enerjisinin Sektörel Dağılımı (GWh)

Yıl	Sanayi	%	Konut ve Hizmetler	%	Ulaşım	%	Tarım	%	Toplam
1980	13008	63.8	7081	34.7	149	0.7	160	0.8	20398
1985	19608	66.0	9576	32.2	213	0.7	311	1.0	29708
1990	29212	62.4	16668	35.6	345	0.7	575	1.2	46820
1995	36302	53.9	29253	43.4	490	0.7	1319	2.0	67394
1996	39946	53.9	32188	43.4	539	0.7	1484	2.0	74154

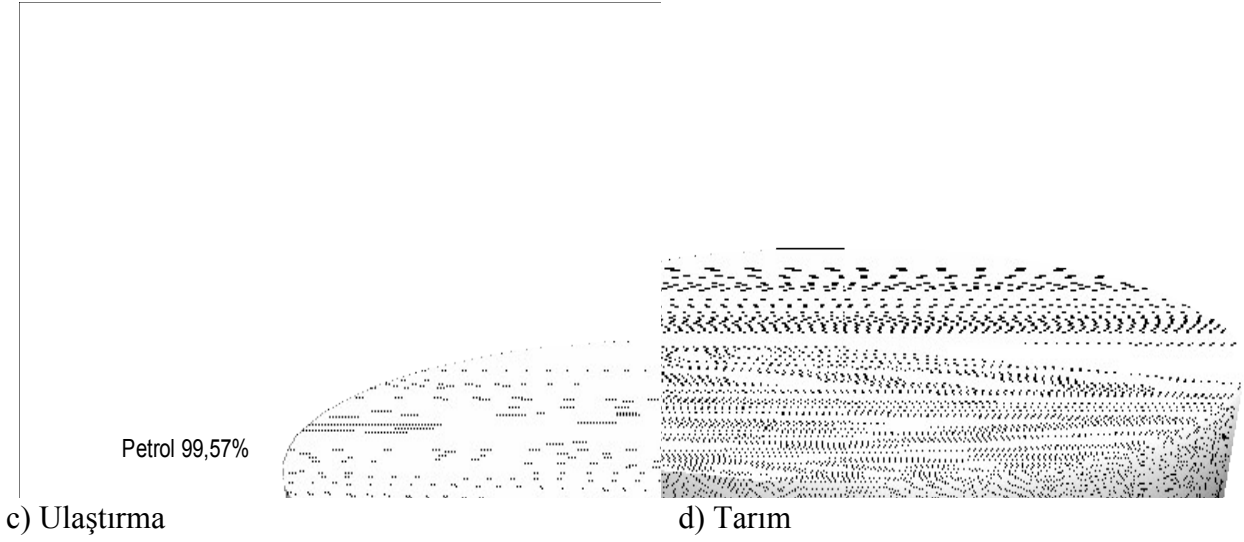
Nihai sektörlerin enerji tüketim paterni de oldukça değişiktir. Şekil 2’de sektörlerin enerji kaynak payları 1996 yılı itibarı ile verilmiştir.



a- Sanayi



b- Konut ve Hizmetler



Şekil 2. Sektörlerin Enerji Kaynak Payları (1996) .

SANAYİ SEKTÖRÜ

3.1. SANAYİ SEKTÖRÜNDE ENERJİ TASARRUFUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ülkemiz nihai enerji tüketimi içinde yaklaşık % 34, elektrik tüketiminde %54 tüketim payına sahip olan sanayi sektörü hem yüksek enerji tasarrufu potansiyeli hem de tükettiği enerjinin tümüne yakınının ticari enerji olması nedeniyle enerji tasarrufu çalışmalarında öncelikli sektördür. Ayrıca 1996 yılında %34 olan sanayi enerji tüketim payının 2000’de %37, 2010’da %56 olması beklenmektedir.

Bu nedenle sanayi sektörünün yapısının enerji tasarrufu açısından genel olarak irdelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Ülkemizde halen, günümüz koşullarında ekonomik olma özelliğini kaybetmiş parametrelere dayalı daha çok kamuya ait olmak üzere, sanayi tesisleri mevcuttur. Bu tesisler, maliyet kriterlerine göre fazla enerji tüketen ve teknolojik gelişmelere ayak uyduramamış tesisler olarak kalmışlardır. Bundan başka bir çok endüstriyel proses, enerjinin başka şekle dönüştürülerek kullanılmasını gerektirmekte ve bu nedenle genellikle önemli miktarlarda dönüşüm kayıpları olmaktadır. Tabii ki bazı kayıplar kaçınılmazdır. Ancak yer yer sanayi sektörümüzde bu kayıpların büyük miktarlara ulaştığı gözlemlenmiştir.

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ve enerji fiyatlarındaki artış kayıp enerjiyi geri kazanmak için yapılacak yatırımları karlı hale getirmiştir. Önlemler alınmadığı takdirde bu kayıplar sürüp gidecektir.

Enerji tasarrufu çalışmaları ile sadece enerji tüketimi azalmakla kalmamakta bakım, onarım, işletme alışkanlıkları gibi fonksiyonların düzenlenmesi, üretimde, işletme verimlerinde artışlar sağlanmaktadır.

Enerji tasarrufu imkanlarının çok yönlü karlılığına rağmen yine de enerji tüketicileri tarafından önlemler derhal alınmamaktadır. Maliyetlerin fiyatlara hemen yansdığı piyasa ekonomilerinde dahi, endüstri ve diğer sektörlerde, enerji tasarrufu yatırımları oldukça yavaş uygulanmaktadır.

Bu yavaşlık az gelişmiş ülkelerde daha da fazladır ve bu durumun başlıca nedenleri şöyle özetlenebilir;

- Fiyat değişmelerine olan tepkinin yavaş olması, mevcut işletmelerin verimli çalıştığı kanısının hakim olması,
- Enerji tasarrufu yatırımlarının kompleks oluşu, önerilen yeni ekipmanlara tam güvenilememesi ve gerekli revizyonlar nedeniyle üretimin aksamasının istenmemesi,
- Bu yatırımların, çok sayıda küçük yatırımlardan oluşması,
- Son yıllarda, ekonomik şartların ağırlaşması nedeniyle yeni yatırımlara yeterli kaynak ayrılamaması,
- Üretim artışına verimin iyileştirilmesinden daha büyük önem verilmesi ve üst yönetimin enerji tasarrufuna yeterince ilgi göstermemesi.

Bu nedenlere ilaveten ve tamamlayıcı olarak, sanayide enerji tasarrufu çalışmaları teknik ve mali engellerle karşılaşmaktadır. Bazen teknik, mali ve ekonomik engeller birbiri üzerine gelebilir. Tesis bazında, uygun teknik imkanların bilinmemesi, enerji yönetimi konusunda uzman kadroların bulunmayışı, ölçü ve kontrol aletlerinin eksikliği gibi faktörler enerji tasarrufu çalışmalarını geciktirmektedir. Mali engeller ise; sermaye kıtlığı, yüksek faiz oranları ve enerji tasarrufu ekipmanları için orta vadeli basit finansman imkanlarının bulunmayışıdır. Bu engeller gelişmekte olan ülkelerde sanayileşmiş ülkelere nazaran daha ciddi boyutlardadır. Bu nedenle, gelişmekte olan ülkeler uzun vadede enerji tüketiminde ekonomi sağlayacak bir yaklaşım için, gelecekteki sanayileşme stratejisini belirlemelidir. Bu stratejiler, yalnızca temel teknolojileri değil aynı zamanda ülkenin kaynaklarına en uygun olan ve yan sektörleri ile birlikte sanayinin yapısını da göz önünde bulunduran seçenekleri içermelidir. Bu nedenle TÜBİTAK tarafından yürütülen bu çalışma, sanayinin yapısına paralel olarak enerji verimliliği teknolojilerinin işaret edilebilmesi durumunda yararlı olabilecektir. Raporun ileriki bölümlerinde UETM'nin çalışmalarına dayanarak yaptığı teknolojik tesbitlere ağırlık verilecektir.

3.2 SANAYİ SEKTÖRÜMÜZÜN ENERJİ TASARRUF POTANSİYELİ TESBİT ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Sektörde enerji tasarrufu potansiyelinin belirlenmesi için, EİE/UETM'in 60'dan fazla tesiste etüt çalışmaları sonuçları ile, Dünya Bankası tarafından, gelişmekte olan ülkelere seçilmiş enerji yoğun sanayi alt sektörlerinde gerçekleştirilen bir çalışma sonucunda elde edilmiş olan enerji tasarrufu potansiyelleri ve tipik enerji tasarrufu önlemleri ile ilgili kriterler esas alınarak 1993 yılında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada enerji tasarrufu sağlayıcı önlemler:

- Kısa vadeli, düşük yatırımlı önlemler,
- Uzun vadeli, yatırım gerektiren önlemler,

olmak üzere iki gruba ayrılmış ve Metal Ana, Gıda, Tekstil, Kağıt, Kimya, Toprak, Metal Eşya alt sektörleri için kısa vadeli ve uzun vadeli tasarruf önlemlerinin parasal değerleri Milyon Dolar olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu alt sektörlerdeki mevcut tasarruf miktarı minimum ve maksimum senaryolar ile incelenerek belirlenen tasarruf miktarları Milyon Dolar ve Bin TEP olarak gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonucu olarak sanayi sektörümüzde karşılığı 1.2 Milyar Dolar olan 5.3 Milyon TEP enerji tasarrufu potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Bu değer bugün için de hala geçerli ve sanayi tüketiminin artmış olması nedeniyle 6 milyon TEP civarında olduğu tahmin edilmektedir

3.3. SANAYİ SEKTÖRÜ ENERJİ TÜKETİMİ YAPISI

Tablo 4: Sanayi Sektörleri enerji tüketim değerleri dağılımı(1995) ve üretim maliyeti içinde enerjinin payı (1992)

Sanayii	Toplam Enerji	Sanayi Tüketimindeki Oranı	Enerjinin Toplam Maliyet İçindeki Oranı	
	TEP	%	%	
Demir-Çelik	4,863,328	34.9	11.5,48	
Demir Dışı Metaller	312,947	2.3	6.2,47.4	
Seramik	627,789	4.5	32.5	
Çimento	2,736,165	19.7	55	
Cam	234,898	1.7	22-42	
Kağıt ve Selüloz	468,823	3.4	9-30	
Tekstil ve Dokuma	822,305	5.9	8-10	
Petrokimya	606,423	4.6	28.5	
Kimya- Petrol, Kömür, Kauçuk Ve Plastik Ürünleri Sanayi	Ana kimyasallar	308,138	2.2	24
	Kimyasal Gübre	718,962	5.2	40
	Petrol Rafinerileri	406,006	2.9	4
	Boya, vernik	7,149	0.05	1.6
	İlaç	17,693	0.12	1.5
	Sabun, Temizleyiciler	41,190	0.3	2.1
	LPG Dolum	34,082	0.24	1
	Diğer	558,000	4	
Orman Ürn. ve mobilya	72,143	0.52	6	
Metal Eşya	41,251	0.3	4	
Gıda	Unlu Mamuller	8,132	0.06	4
	Çay	72,053	0.52	3.5
	Şeker	415,759	2.99	8.5
	Yağ	137,731	0.99	3.7-6
	Sebze ve meyva işlene sanayi	65,762	0.47	6.44
	Sigara -İçki	107,287	0.77	0.7-6
Toplam	13,923,448	100		

* Gıda sektöründe yer alan diğer sanayi dalları, süt ve süt ürünleri, su ürünleri,şekerleme, kakao, çikolata vb maddeler sanayi ile sınıflandırılmamış maddeler sanayilerini içerir.

DİE tarafından 1992 ve 1995 yılları 1200 civarındaki sanayi tesisini kapsayan çalışma sonuçlarına göre; yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üzerinde olan işyerlerinin toplam enerji tüketimi Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca açıklanan sanayi enerji tüketiminin % 75'ini teşkil etmektedir. Enerji Tüketimi açısından % 37 civarında paya sahip olan Metal Ana Sanayiinde demir çelik sektörü en büyük ağırlığa sahiptir (% 35). Bu sektörde enerjinin toplam maliyet içindeki payına bakıldığında

entegre demir çelik sanayiinde % 48 Ark ocaklı tesislerde % 11.5 civarındadır. Ark ocaklı tesislerdeki enerji maliyetinin % 11.5 olarak gözükmesi hurdanın maliyet içinde önemli bir paya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Demir dışı metal sektörünün % 47.4 olarak görülen enerjinin maliyet içindeki oranı 5 devlet fabrikasındaki ortalama değerdir. Seramik sektörünün payı tüm sanayi içinde % 4.5 olurken, maliyet içinde % 32.5 civarındadır. Çimento sektöründe ise enerjinin payı % 55 civarındadır. Tüm sanayi tüketiminin % 65' ini teşkil eden metal ana sanayi ve toprak ana sanayinde enerjinin toplam maliyetler içindeki payı % 11- 55 arasında değişmektedir. Bu nedenle Türk sanayi enerji yoğun sanayi olarak adlandırılabilir. Gelecekte enerji yoğun endüstrilerdeki kapasite artırımları veya yeni tesis ilaveleri sanayi enerji tüketim miktarını görülür bir şekilde etkileyecektir. Bu nedenle ülke enerji planlamasının sanayi sektörlerindeki ve özellikle enerji yoğun sanayilerdeki üretim artışlarının paralelinde yapılması, enerji tüketimindeki artışların, ülke ihtiyacın üzerinde ve ağırlıklı olarak ithalata dayalı üretimlerin bir plan dahilinde artırılması ile dengelenmesi zorunludur.

3.4. SANAYİ SEKTÖRÜNÜN ENERJİ TASARRUFU İMKANLARI AÇISINDAN İRDELENMESİ

Sanayi prosesleri üretimin tipine göre iki ana ekipman etrafında geliştirilmiştir. Bunlar fırınlar ve kazanlardır. Fırınlar metalurjik üretimlerde ve toprak sektörü üretimlerinde yüksek sıcaklıklarda çalıştırılmakla birlikte gıda sanayi gibi bazı alanlarda düşük sıcaklıklarda pişirme, kurutma, fermantasyon amaçlı kullanılmaktadır. Öte yandan kazanlar genelinde buhar tüketen sektörlerdeki tekstil, kağıt, kimya, şeker gibi sektörlerde proses akışkanını üretmekte kullanılmaktadır. Fırın veya kazan, prosesin ana ekipmanı ne olursa olsun ısının üretimi, kullanımı ve bacadan atılması enerji verimliliğinin artırılmasındaki potansiyel alanlardır.

3.4.1 FIRINLAR ve KAZANLAR

3.4.1.1. FIRINLAR

Fırınlar modern endüstrinin önemli ekipmanlarındadır ve üretim, seramik, cam, tuğla, çimento ve metalurjik ürünler üretimlerinin çeşitli aşamalarında çeşitli derecelerde ve yüksek ısı bölgelerinde işlem görmektedir. İyi dizayn edilmiş ve işletme şartlarına sahip fırınlar ürün kalitesi ve işletme maliyeti açısından farklı değerler vermektedir. Bu farklı değerler günümüzde teknoloji farkı olarak adlandırılmaktadır.

Yüksek ısı bölgelerinde çalışan fırınlar enerji tasarrufu için büyük potansiyele sahiptir. Özellikle bacadan atılan gazların ısısının çok yüksek olması nedeniyle, bu gazların ön ısıtma için kullanıldığı durumlarda yüksek enerji verimliliği artışları sağlanabilmektedir.

Toplam sanayi tüketimi içinde %65 paya sahip olan metal ana sanayi ve toprak sanayi yüksek ısı bölgelerinde çalışan fırınlara örnek gösterilebilir. Bu sektörlerdeki yüksek sıcaklık prosesleri ve çalışma sıcaklıkları aşağıdaki gibidir:

- Metallerin ısı işlemleri 1100 °C
- Haddeleme, ekstrüsiyon, presleme gibi ısı işlemler ve seramik malzemelerin pişirilmesi 1350 °C
- Metallerin ergitme ve izabesi 1700 °C

Fırınların pek çoğu gaz ve sıvı yakıtlarla çalışmaktadır. Ayrıca yüksek fırın, çimento fırını gibi bazı fırın ve ocaklar katı yakıtlarla (kömür, kok gibi) çalışmakta bu yakıtlar aynı zamanda proses katkısı

(kimyasal reaksiyon ısılarının kullanılması gibi) olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca çok değişik tipte (ark ocağı, indüksiyon ocağı gibi) elektrikli fırın yüksek işletme maliyetlerine rağmen metalurjik ürünlerin üretiminde (çelik, alüminyum, elektrolitik bakır) kullanılmaktadır.

Yakıtla çalışan fırınların enerji verimliliği istenen sıcaklık aralığı ve yakıt cinsi ile bağlantılı olarak %10-40 arasında değişmektedir. Sanayide karşılaşılan bazı örnekler bu kayıpları doğrulamakta yer yer bu değerlerin üzerine çıkıldığı da görülmektedir. Örneğin halihazırda çelik tesislerimizden birinde çalışmakta olan ısı işlem fırınında, baca gazı kaybı % 64 malzemeye verilen enerji % 12, menevişlemede baca gazı kaybı % 80.6, mamule verilen ısı % 6.6 dır. Sürekli proses teknolojilerinin uygulandığı yerlerde ısı kaybının azalması ve optimum işletme şartları sağlanması dolayısı ile bu değerlerin üzerine çıkılabilmektedir.

Ülkemizde çeşitli üretimler için kullanılan yüksek sıcak bölgesinde fırınların hemen hemen tamamı yurtdışında satın alınmaktadır. Bu nedenle alınan ülkenin teknolojisine bağlı olarak enerji verimliliği yüksek veya düşük olabilmektedir. Örneğin ülkemiz seramik sektörüne Alman ve İtalyan teknolojisi hakimdir. Alman teknolojisi ile geliştirilen fırınlarda genellikle atık ısının değerlendirilmesi ile ilgili önlemler daha etkin olmakla birlikte, İtalyan teknolojisi ile üretilen ekipmanlara göre daha pahalıdır. Ancak sektördeki pazara daha çabuk ve ucuz bir tesisle cevap vermek isteyen üreticilerin tercihleri İtalyan teknolojisinden yana olmaktadır. Tesis üretime girdikten sonra ekipmanın yerleştirilmesi müsait ise, atık ısı geri kazanımı ile ilgili ilaveler fabrikalar ve yerli mühendislik firmaları tarafından gerçekleştirilmektedir. Yapılan değişikliklerinde önemli tasarruflar sağladığı UETM tarafından yapılan çalışmalar sırasında tespit edilmektedir.

3.4.1.1.1 Fırınlarda Enerji Verimliliğini Etkileyen Faktörler

Fırın tasarımı yapılırken tasarımcının fırından optimum işletme üretim verimi sağlanması için işlenecek ürüne uygun boyut ve şeklin gözönünde bulundurulması gereklidir. Fırın tasarımında veya satın alınıyorsa seçiminde ortak noktalar olarak aşığıdaki hususların değerlendirilmesi gereklidir:

- Üretilmesi planlanan ürünün tipi, boyutu, şekli veya üretim miktarı.
- Tüm proses boyunca istenen sıcaklıklar ve aralıkları
- Yanma veya ergitme için istenen boyut ve fırın konfigürasyonları
- Fırındaki ürün hızı miktarı veya ergitme oranı-hızı
- Kesikli veya sürekli işletme
- Fırın atmosferi için ve atık gazlar için istenen şartlar.

Dizayn kapasitesi enerji verimliliğini oldukça önemli bir şekilde etkilemektedir. Örneğin üretim talebinin üzerinde seçilmiş 5 tonluk bir fırın, bir ton üretim için çalıştırıldığında fırın aynı yapısal kaybı ile daha maliyetli olarak çalışacaktır. Fırının şekli ise, fırın içinde meydana gelen radyasyonun maksimum şekilde malzeme transferinde ve ısının fırın içinde en iyi şekilde sirkülasyonunda hayati bir faktördür. Fırına brülörlerin yerleştirilme düzeni veya katı yakıtın beslenmesi fırın içindeki ısı dağılımını etkilemektedir. Yanma ürünlerinin fırın içindeki dolaşımı ve bacadan atıldığı noktadaki sıcaklıklar dikkat edilmesi gereken noktalardandır.

Diğer taraftan fırına malzeme şarjı ve/veya deşarjı için kullanılan kapıların dizaynı ısı kayıplarındaki en önemli noktalardandır. UETM tarafından yapılan enerji tasarrufu etütlerinde genellikle göze çarpan kayıp noktası olarak tesbit edilmiştir. Fırına giren soğuk hava sadece yakıt tüketimini arttırmakla kalmamakta aynı zamanda fırın içinde soğuk bölümler yaratarak ürün kalitesini bozmakta fırın malzemeleri üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.

3.4.1.1.2 Fırınlrın Isı Depolama Kapasitesi ve Yapısal Isı Kayıpları

Fırın performansı ve yakıt tüketimini etkileyen önemli faktörlerden biri de işletmeye uygun refrakter ve ısı yalıtım malzemesinin seçimi ve uygulanmasıdır.

Kesikli olarak işletilen bir fırının aşırı izolasyon ile ısı depolama kapasitesinin artırılması yakıt ısrafıdır. İzolasyon ve fırın malzemeleri, işletme süresi, malzeme yükleme oranı, istenen sıcaklık profili gibi parametreler ile birlikte göz önüne alınmalıdır. Son yıllarda fırınlarda sağlanan teknolojik değişimlerde bu malzemelerin geliştirilmesi ağırlıklı olarak yer almaktadır. Normal refrakterler yerine kullanılan sıcak yüzey refrakter izolasyonu (Hot Face Refractory Insulation) ve seramik elyaf (ceramic fibre) yalnız ısı kaybının azaltılması değil diğer (hafiflik, soğuma zamanında düşüşler gibi) avantajları nedeniyle kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde de bazı tesislerde bu uygulamalar başlamıştır. Bu malzemeler ülkemizde henüz üretilmemektedir.

Yenilik olarak adlandırılabilir bu malzemelerin uygulama sonuçlarını gösteren Tablo 5 aşağıda verilmektedir.

Tabloda 100 °C de haftada 5 gün günde 12 saat kesikli olarak işletilen 3.7 m² fırın iç yüzey alanına sahip bir fırından değişik izolasyonla sağlanan tasarruflar gösterilmektedir.

Tablo 5. Değişik Refrakterlerin Isı Kayıpları

Duvar Konstrüksiyon	Kesikli işletme 12 saat / gün, 5gün / hafta			
Tipi	229 mm Refraktör	229 mm Sıcak Yüzey Refraktörü (SYR)	114 mm SYR + 114 mm Diatometic İzolasyon	63 mm Seramik Elyaf + 102 mm Mineral Yünü
Isı Kaybı Mj / hafta	3217	1192	722	443
Isı Depolama Kaybı Fırın Çalışmadığı Zaman MJ/ hafta	5275	1720	1783	383
Toplam Kayıp Mj / hafta	8493	2912	2505	828
Yalıtım Kullanılarak Isı Kayıplarında Sağlanan Isı Kaybı Azalma Oranı		65.5	70.5	90.3

Kaynak : Nifes Consulting Group UK 1992

Yüzey ısı kayıpları fırınlarda (seramik, tuğla ve üretilen fırınlarda) toplam kayıplar içinde % 10 civarında bir paya sahiptir. Ancak kesikli olması durumunda fırın izolasyonu enerji kaybını etkilemektedir.

3.4.1.1.3 Isı Kayıpları

Atık ısı kayıpları fırınlarda enerji verimliliğini etkileyen önemli faktördür. Fırında kullanılan yakma havası sıcak gaz olarak bacadan atılır. Reküparator ve rejenarotörü olmayan yüksek

sıcaklıklı, kesikli olarak malzeme yüklenen (batch type) ve kütle ve ısı balansının sağlandığı bir fırında baca ile oluşan kayıp (sıcaklığa da bağlı olmakla birlikte) % 80 leri bulabilmektedir.

Fırın yüzeyindeki küçük delikler duvarın kendi emisivite değerine göre düşük emisivite nedeniyle ihmal edilebilir ısı kayıplarına neden olmakla birlikte, kapının açık bırakılması önemli kayıplara yol açmaktadır. Bazı fırın üreticileri özellikle yükleme ve boşlatma sırasındaki kayıpları azaltmak için ikinci kapı veya daha değişik dizaynlar geliştirmiştir. Ülkemizde bu tip uygulamaların yapıldığı fırınlar, sektörlere göre değişik oranlarda yaygınlaşmaya başlamıştır.

3.4.1.1.4 Isı Geri Kazanımı

Fırınlarda, 250 – 750 °C arasında yüksek dereceli ısı ve 20- 250 °C arasında olmak üzere düşük dereceli ısı olarak iki seviyede atık ısı meydana gelir. Bu ısının geri kazanımı da sıcaklığa, miktara, ısının kazanıldığı ve değerlendirildiği yere ve kirliliğe bağlı olarak çok geniş uygulamalara ve alternatiflere sahiptir.

En genel uygulama, rejenaratör veya reküperatör sistemleriyle fırın yakma havasının ön ısıtma yapılmasıdır. Atık ısı kazanları ile buhar üretimi şeklinde de değerlendirmeler son yıllarda kojenerasyonla birlikte gündeme gelmiştir. Öte yandan metal ergitmede kullanılan ocaklardaki, fırın yapısını korumak ve refrakterin değiştirilme zamanını uzatmak için yapılan su ile soğutma bir ısı kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu tür uygulamaların hala Türk sanayisi için çok yaygın olduğunu söylemek zordur ve halen bu alanlarda yapılacak enerji tasarrufu uygulamaları büyük bir potansiyel olarak önümüzde durmaktadır.

Sıvı ve gaz yakıt yakan fırınlardaki önemli bir etken de brülörlerdir. Günümüzde yeni tip reküparatif ve rejeneratif brülörler birçok fırında kullanılmakta, yakma havasının yüksek derecelerde ısıttıklarından enerji tasarrufu sağlamaktadırlar.

Fırınlardaki yukarıda belirtilen ortak karakteristik özelliklerden bahsedildikten sonra enerji tüketimi açısından etkili ve fırın prosesi ağırlıklı bazı sanayi sektörleri bazında enerji tüketimi ve tasarrufu ile ilgili değerlendirmeler daha sonraki bölümlerde yapılacaktır.

3.4.1.2 KAZANLAR

Kullanım ihtiyaçlarına göre çok değişik türlerde üretilen kazanlar, ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından oldukça pahalı enerji üreteçleridir. Ancak enerjiyi kullanım yerine sıcak akışkan şeklinde taşımının getirdiği büyük avantajlar, kazanları sanayi sektörünün en önemli ekipmanı haline getirmiştir.

1995 yılı itibarıyla DİE`nin 500 TEP`in üzerinde enerji tüketen 1200 civarındaki sanayi kesiminde yaptığı araştırmaya göre sanayi tesislerinde % 21.4`ü katı, % 50`si sıvı ve % 28.5`i gaz olmak üzere 3104 adet kazan mevcuttur. EİE`nin yaptığı etüt sonuçlarına göre kazanların genellikle % 23 - % 133 arasında fazla hava ile çalıştığı, bununda verim üzerinde % 5 - % 10 etkisi olduğu tespit edilmiştir. Fazla havanın azaltılması el ile kontrol edilebildiği gibi otomatik yanma kontrolü sistemleri de değişen teknolojilerle birlikte önemli gelişmeler göstermektedir. Düşük baca gazı sıcaklığı ise yanma ve ısı geri kazanım teknolojileri ile halen gelişen bir alandır.

Kazan seçimi yapılırken işletmenin yıllık, aylık ve günlük bazda halihazırdaki buhar ihtiyaçlarının bilinmesi ve yakın gelecekte olabilecek yük durumlarının göz önüne alınması gereklidir. Yakıt seçimi ve bu yakıtı uygun kazan seçimi, yapılması gerekli olan önemli değerlendirmelerdir. Yanma

verimliliği ise son yıllardaki teknolojik değişikliklerle bu verimin artırılması ve optimum işletme şartlarının sağlanması üzerinedir.

Kullanılan kazanlar mümkün olduğunca maksimum talebi karşılayacak yanma oranında çalıştırılmalıdır.

Kazandaki buhar basıncının düşürülmesi ile yakıt faturasında % 1-2 lik bir tasarruf sağlayabilmektedir. Bu amaçla kazanlar, prosesteki ihtiyaç göz önüne alınmak kaydıyla, kendi orijinal çalışma basınçlarının altında çalıştırılabilirler.

Bu tasarrufların bir kısmı baca gazı sıcaklığının düşmesi ve bununla birlikte oluşan kazan verimindeki artıştan dolayıdır. Kazan yüzeyinden olan ısı kayıpları da basıncın düşürülmesiyle orantılı olarak bir miktar düşecektir.

Eksik yanmayla oluşan ısı kayıpları, katı veya sıvı yakıt içerisinde bulunan yanabilir maddelerin yanmayarak kül içinde kaldığı veya baca gazında yanmamış karbon oluştuğu zaman meydana gelmektedir.

Yakıtlar serbest nem şeklinde ve kimyasal kompozisyonlarından dolayı içerisinde su bulundurur. Yakıtın içerisinde bulunan nem yanma esnasında buharlaşarak açığa çıkmaktadır. Su buharı olarak açığa çıkan nem, kazandaki faydalı enerjinin bir kısmının bacadan dışarı atılmasına sebep olmaktadır. Yakıttaki serbest nemin yakmadan önce mümkün olduğunca azaltılması enerji tasarrufu açısından gereklidir.

Baca gazındaki su buharı sebebiyle meydana gelen kayıplara ilave olarak CO₂ ve yanmada önemli bir rolü olmayan azot tarafından da dışarı ısı taşınmaktadır. Yanma için gerekli olan O₂ nin yüksek olması da faydalı ısıyı bacaya taşır. Isı kayıpları fazla hava miktarı ve ve bacagazı sıcaklığını optimum seviyeye indirme yoluyla kontrol edilmelidir.

Fazla hava miktarı gereğinden çok olursa, bacagazı miktarını artırır ve artan bu miktardaki hava bacagazı sıcaklığına kadar ısınıp enerji alacağından daha fazla ısının bacadan dışarı atılmasına neden olur. Baca gazı sıcaklığının kabul edilen değerlerin üzerinde olması halinde bacadan atmosfere fazla enerji atılmış olacaktır. Bu durumda kazan verimi bir miktar düşer. Bacadan atılan enerjinin yüksek olmasının iki ana nedeni vardır. Bunlardan birincisi ısı transfer yüzeylerinin yetersiz oluşudur. Böyle durumlarda bacaya hava ön ısıtıcısı veya kızdırıcılar kurularak baca gazının ısısından faydalanmak mümkün olmaktadır.

Baca gazı sıcaklığının yüksek olmasının ikinci nedeni ise ısı transfer yüzeylerinde oluşan kirliliklerdir. Bu nedenle kazan boruları belirli periyotlarda temizlenmeli ve ayrıca kazana verilen besi suyunun sertliği sık sık kontrol edilmelidir.

Farklı yakıtlar, farklı oranlarda karbon ve hidrojen ihtiva ettikleri için ısıl değerleri, yanma sonucu oluşan bacagazındaki nem miktarları, curuf ve kurum miktarları değişmektedir.

Bunların herbiri verimi etkilemektedir. Bu durum daha çok katı yakıt yakan kazanlarda kendisini belli etmektedir, örneğin bir yakıt cinsi veya parça büyüklüğüne göre dizayn edilmiş bir kazanda farklı bir yakıt veya değişik parça büyüklüğünde yakıt yakıldığında verim değişmektedir.

Ayrıca sıvı yakıtlarda verimi etkileyen önemli faktörlerden birisi de atomizasyon sıcaklıklarıdır. Atomizasyon sıcaklıkları sıvı yakıtların cinsine göre değişmektedir.

Kazanlardan, genellikle düşük yükte ve aşırı yük durumunda çalıştırılmadıkları zaman en büyük verim elde edilir. Maksimum yük ve devamlı çalışma durumunda çekilen yük oranı % 50 nin altına düştüğünde verim eğrisinde hızla düşmektedir. Bu yük düşüşüne bağlı olarak kazan yüzeyinden olan ısı kayıplarının yüzdesi artacaktır. Kazanlar çalıştırılırken, kazanın kapasitesi göz önüne alınarak mümkün olduğunca yüksek yüklerde çalıştırılmalıdır.

Kazan yüzeyinden ısı kayıpları, radyasyon ve konveksiyon şeklinde olmaktadır. Modern kazanlarda bu kayıp genel olarak eğer kazan tam yükte çalışıyorsa % 1 den küçüktür. Bununla birlikte eski tip kazanlarda ve izolasyonu kötü durumda olan kazanlarda bu kayıp % 10 a kadar çıkabilmektedir.

Kazan yüzey sıcaklığını, ortam sıcaklığının yaklaşık 30 °C üstündeki bir değere düşürecek şekilde yapılmış bir izolasyon, bu tür kayıpları en aza indirmek açısından yeterli ve uygun olarak görülmektedir.

Kazan suyunun içindeki bazı minerallerin yüksek sıcaklıkta çözünmesiyle suyun içerisinde tortulaşmalar oluşmaktadır. Buhar kazanlarında ısı değişim oranlarını azaltan ve verimin düşmesine sebep olan tortuları önlemek için kazana iletkenliği düşük, yumuşak besi suyu verilmelidir.

Kazan suyu buharlaşma ile, prosesinde direkt buhar kullanımı sonucu veya blöf nedeniyle zaman içerisinde bir miktar eksilmektedir. Bilindiği gibi eksilen su dışarıdan tasfiye edilmiş su ve kondens suyu ile takviye edilmektedir. Besi suyu adını verdiğimiz kondensat geri dönüşü ve tasfiye edilmiş su karışımının kazana mümkün olan en yüksek sıcaklıkta girmesi sağlanmalıdır. Besi suyunun kazana soğuk girmesi durumunda hem bu suyun yeniden ısıtılması için ayrıca bir enerji harcanacak, hem de suyun içerisindeki bazı minerallerin soğuk halden yüksek sıcaklığa ısıtılması esnasında tortulaşarak kazan içinde kireç taşı oluşturmaya sebep olmaktadır.

Kazanlarda üretilen buhar, sistemde kullanıldıktan sonra bir kısmı doymuş buhar, bir kısmı da su olarak sistemden ayrılmaktadır. Uygun yerlere konulacak buhar kapanları vasıtasıyla buharın sistemde kalması sağlanabilmektedir. Sıcak su olarak ayrılan diğer akışkan ise prosten kaynaklanabilecek herhangi bir kirlenme söz konusu değil ise besleme suyu olarak kazana döndürülmesi kazan verimine olumlu etki yapmaktadır.

Kazanlara yanma havası olarak verilen havanın ısıtılması ile kazan veriminde artış sağlamak mümkündür. Yanma havasının baca gazından faydalanılarak ısıtılması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

3.4.2 DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ

Ülkemizde sanayi tüketiminde % 36 gibi önemli paya sahip olan metal ana sanayinin yine enerji tüketimi açısından % 90 na yakın bölümü demirçelik üretimi için harcanmaktadır. Ülkemizde demir çelik üretimi ve işlenmesi 3 entegre tesisimiz ile 20 civarında ark ocaklı tesis ve çok sayıda büyüklü küçüklü haddehane tipi sanayi tesislerinde gerçekleşmektedir. Entegre tesislerimizde yıllık üretim kapasitesi 6 milyon ton civarındadır. Mevcut kapasite arttırım çalışmaları ile kapasitenin yakın gelecekte artması beklenmektedir.

Demir çelik sanayiinde toplam enerji tüketiminin % 70-80 i taş kömürü , % 8-10 elektrik % 10-15 petrol ve doğal gaz tüketiminden oluşmaktadır. Entegre tesislerde yan ürün olarak elde edilen kok

gazı, yüksek fırıngazı ve çelikhane gazı büyük ölçüde tesis içinde yakıt olarak değerlendirilmektedir veya enerji verimliliğinin artırılması için değerlendirilmesi planlanmaktadır. Bu tesisler daha çok cevherden sıvı çelik üretimi yapmaktadır. Üretimde enerji verimliliği, hammadde başta olmak üzere bir çok faktör, uygulama ve teknoloji ile bağıntılı olarak değişmektedir.

3.4.2.1 Entegre Demir Çelik Tesisleri

Aşağıdaki tabloda üretim tipi ağırlıklarına göre bazı ülkelerin ton ham çelik başına tükettikleri enerji miktarı görülmektedir. Erdemir'in üretim paternine en yakın olan Japonya'nın enerji tüketimi bir çok önlemi alarak bugüne kadar %34 tasarruf sağlamış olan Erdemir'den % 28 daha azdır.

Tablo 6. Gelişmiş Ülkelerde Çelik Yapım Sürecine Göre Enerji Tüketimi (**)

ÜLKELER	GJ/THÇ*	PİK ÜRETİMİ (%)	ÇELİK ÜRETİMİ (%)	HADDELEME VE DİĞER (%)
AVUSTURYA	18.3	71.1	0.6	28.4
FİNLANDİYA	17.9	60.7	10.7	28.7
FRANSA	20.0	63.5	10.3	26.2
ALMANYA	17.6	63.4	8.6	27.9
JAPONYA	18.1	60.3	9.4	30.2
LÜKSEMBURG	18.7	65.3	9.4	25.2
HOLLANDA	17.3	81.5	1.3	17.2
İSPANYA	14.3	45.0	25.9	29.3
İSVEÇ	18.0	45.0	16.4	38.5
İNGİLTERE	19.4	61.2	9.9	28.9
A.B.D.	25.4	47.0	10.0	43.0
ERDEMİR/ TÜRKİYE(***)	24.0	57.7	8.0	34.6

* THÇ : TON HAM ÇELİK

** IISI 1996

*** 1996 /11 AY DEĞERLERİ

(WEC Verimlilik Oturum Kitabı, sf 220 Tablo 1)

Erdemir değerleri ise ülkemizdeki en verimli değerlerdir. Aşağıdaki tabloda ortalama sektör spesifik enerji tüketimlerinin karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 7. Türkiye ve Diğer Ülkelerde (Gelişmiş) Spesifik Enerji Tüketiminin “Ortalama”, “Minimum”, “Maksimum” Değerleri

SEKTÖR	TÜRKİYE ORTALAMA (TEP)	ERDEMİR (TEP)	DİĞER ÜLKELER MİNİMUM MAKSİMUM (TEP) (TEP)	
HAM DEMİR	0.66	0.64	0.50	0.56
HAM ÇELİK	0.68	0.61	0.44	0.48

TEP : Ton Eşdeğer Petrol

(WEC Verimlilik Oturum Kitabı, sf 220 Tablo 3)

Erdemir’de enerji verimliliğini arttırmak üzere uygulanan projeler ana başlıkla halinde şu şekilde sıralanabilir.

- Otomatik kontrol, ölçme ve izleme entrümantasyonu ile desteklenen etkin enerji yönetimi
- Yüksek fırınlar soba modernizasyonu ve soba atık ısı geri kazanımı
- Yüksek fırınlara kömür enjeksiyonu
- Çelikhane kapasite artırma ve modernizasyonu
- Sıcak haddehane modernizasyonu slab fırını sıcak şarj uygulaması
- Yüksek fırın gazı holderi (YFG), çelikhane gazı holderi (ÇGH) ve YFG + ÇGH karışım sistemi ve çelikhane gazı geri kazanım tesisleri devreye alınmıştır. Çelikhane gazı temizlenerek sadece Erdemir’de kullanılmaktadır.
- 5 Nolu buhar kazanı modifikasyonu ile tesiste yan ürün olarak üretilen gazlar kullanılmaktadır.
- Kojenerasyon tesisinin kurulması ile 2x38 MW elektrik ve atık baca gazı ile 14 barlık basınçta proses buharı üretilmektedir.

Tamamlanan bu projelere ilaveten aşağıdaki belirtilen belli başlı bazı projelerin sonucunda da önemli tasarruflar hedeflenmektedir.

- ◆ Mevcut diğer kazanların modifikasyonu ile kazanların yüksek fırın gazı yakma kapasiteleri arttırılacaktır.
- ◆ Elektrik enerjisinin ve gazlarla ilgili Scada sisteminin kurulması çalışmaları devam etmektedir.
- ◆ Enerji Yönetimi ile ilgili olarak üniteler bazında enerji komitelerinin kurulması ile enerji tasarrufuna daha fazla odaklanılacaktır.

Entegre Demir Çelik tesislerinde diğer enerji tasarrufu sağlayıcı uygulamalar:

- Kuru kok söndürme (Sadece İskenderun Demir Çelik tesislerinde mevcuttur).
- Direk indirgeme yöntemlerinin (Iscar, Demir karbür, Sünger demir) kullanılması
- Plazma ergitme (Kısmen indirgenmiş demir tozlarının pulverize kömürle indirgenmesi)
- Soğuk bağlama (COBO – peletleme tekniği)
- Doğrudan haddeleme (tavlama yapmadan)

Diğer entegre tesislerimizde benzer olarak bazı projelerin halen uygulama ve bunun sonucunda spesifik enerji tüketiminde azalma sağlanması için çok değerli potansiyel mevcuttur.

3.4.2.2 Ark Ocaklı Tesisler

Ülkemizde Demir çelik sektörünün en önemli üreticisi ark ocaklı tesisler yılda elektrik olarak 5 milyar kwh civarında ve yakıt olarak da toplam 700 bin TEP civarında enerji tüketmektedir.

Hemen hemen tamamı AC ark ocağı ile üretim yapan bu tesisler yüksek enerji tüketiminin yanısıra harmonik üretimi ve reaktif güç tüketimi gibi nedenlerle elektrik şebekeleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Son yıllarda DC ark ocağı uygulamalarının getirdiği avantajlar ülkemiz sanayi tesisleri tarafından dikkatle izlenmektedir. Henüz 2 tesisimiz bu teknolojiyi uygulamıştır. Bazı işletme sorunları tesisteki mühendisler tarafından giderilmeye çalışılmaktadır. % 5 e kadar enerji verimliliği artışı ve şebekeye daha az olumsuz etki yaratması gibi avantajlarına rağmen, tek elektrot olması nedeniyle ark kontrolü zorlaşmaktadır. AC ark ocakları ile aynı yatırım miktarına sahip DC ark ocakları teknolojisini yakın gelecekte ülkemizde yaygın kullanımı muhtemeldir. Öte yandan hurda ön ısıtma ile şu anda ton başına sağlanmış bulunan 25-35 kwh enerji tasarrufu, AB nin

çevresel sınırlamaları nedeniyle yasaklanması, ark ocaklı tesislerde yeni teknolojilerin mevcut AC ark ocaklarına adaptasyonunu gerektirecektir. Bu tesislerin; harmoniklerin giderilmesi için regülatör üniteleri ve filtre sistemleri, kompanzasyon ünitelerinin iyileştirilmesi ile ilgili teknik problemler konusunda halen yeni teknik önlem anlayışı içinde olduğu, bazı tesislerin kendi kontrol sistemlerini geliştirdiği görülmektedir. Birim üretim değerlerine bakıldığında bazı şartlara bağlı olmakla birlikte ülkemizde 500-380 kWh/ton sıvı çelik, spesifik enerji tüketimi ile üretim yapıldığı görülmektedir. Yurtdışında bu değer 320 kWh/ton'a kadar düşürülmüştür. Bu tesislerin enerji tüketim verimliliğini arttırmak ve dolayısı ile bu sektörün elektrik talebinin ve yakıt tüketiminin azaltılması için başlıca önlemler olarak:

- Hurda ön ısıtmasının iki veya üç gözle yapılması,
- Tav fırınına sıcak kütük şarjı,
- Tesiste mevcut fırın atık ısılarının yanma havası ön ısıtmasında veya sıcak su eldesinde veya soğuk kütüklerin ön ısıtılmasında kullanılması
- Kontinü döküm yapılması,
- İthal edilen hurdanın kalitesini yüksek tutulması,
- Köpüklü curuf uygulaması,
- Pota fırını metalurjisi uygulanması,
- Dipten döküm alma,
- Doğrudan haddeleme (tavlanmadan)
- UHP (Ultra High Power) elektrik ark fırını kullanımı,
- Bilgisayar destekli proses kontrol ve otomasyonu,
- Oksi-Yakıt brülörler ile oksijen ve yakıt enjeksiyonu,
- Oksijen enjeksiyonu,
- Fırın duvarları ve çatısının su veya buharla soğutulması,
- Direk indirgenmiş demir (DRI) kullanımı,
- Fırın kapatma sistemleri,
- Ark ocağı atık gazlarının soğutulması buhar eldesi

3.4.3 ÇİMENTO SEKTÖRÜ

1824 yılında İngilterede ki ilk üretimden bu yana "çimento" tüm dünya ülkelerinin en önemli inşaat malzemesi olmuştur. Su ile temasında sertleşen ve etrafındaki maddeleri birbirine yapıştırma özelliğine sahip bu hidrolik bağlayıcının dünyadaki üretimi 1996 yılı sonu itibariyle 1.48 milyar ton olmuştur. Dünya çimento üretiminde, Çin 490 milyon tonla 1. sırada yer almakta olup, Türkiye 35.8 milyon tonla 7. Sırada yer almaktadır. Cembureau (Avrupa Çimento Üretim Birliği) ülkeleri arasında Türkiye çimento üretiminde, üretim açısından 1. sıradadır, İtalya 33.8 milyon tonla 2. sırada, Almanya 31.5 milyon tonla 3. sıradadır.

Türkiyede günümüzde 40 tanesi çimento, 11 tanesi öğütme tesisi ile birlikte 51 fabrika bulunmaktadır. Bu fabrikaların hepsi özel sektöre aittir. Bu fabrikalar arasında Çorum (1. Fırın) ve Bartın yağ sistemi ile üretim yapmakta, diğer fabrikalar kuru sistemle üretim yapmaktadır.

Avrupa ülkeleri arasında Türkiyede klinker üretiminde kilogram başına 923 kcal enerji tüketimi gerçekleştirilmekte olup, çimento üretiminde ise 108 kWh/ton elektrik tüketimiyle iyi denilebilecek düzeydedir.

3.4.3.1 Çimento Teknolojisindeki Yenilikler

3.4.3.1.1 Isı Enerjisinin Daha Tasarruflu Kullanılmasına Yönelik Teknolojiler

Önkalsinasyon sistem bir Japon firması tarafından geliştirilmiş bir teknolojidir. Ana fikir konvansiyonel döner fırın sinter bölgesinde radyasyon yolu ile oluşagelen ısı transferinin ekonomik olmasına rağmen kalsinasyon bölgesindeki ısı transferinin çok ağır gelişmesi ve rasyonel olmayışından kaynaklanmaktadır. Ön ısıtıcı sistemde sıcak gazlar içinde dolanan farin taneciklerinin 25 saniye gibi çok kısa bir zamanda 30 °C'den 800 °C'a ısınmasından esinlenerek sıcak gazlar içinde dolanan farin taneciklerini kalsinasyon kamarası denilen ek bölümde yakıt vermek suretiyle ısı transferine tabi tutulmakta ve kalsinasyonu %90 oranında gerçekleştirmektedir. Böylece kalsinasyon için gerekli ısının fırın dışına aktarılması sonucu, fırına yüklenen ısı ile klinkerizasyon gücün 2 misli artması ve fırın çapı sebebi ile sınırlanmış olan azami üretim kapasitesinin günde 10.000 ton kadar yükselmesi imkan dahiline girmiştir. Sistem ayrıca ısı tüketimini %5-10 civarında azaltmaktadır. Bu uygulama aynı zamanda çimento fırınlarında düşük kalorili kömürlerin yakılması imkanını da getirmektedir. Ülkemizde bu teknolojiye sahip fabrikaların sayısı 9 olup, bu sayı yapılan teknolojik yatırımlarla gitgide artmaktadır.

3.4.3.1.2 Elektrik Enerjisinden Tasarruf Sağlayan Yenilikler

Çimento üretiminde kullanılan elektrik enerjisinin %40'ının öğütme sistemlerinde kullanılması gerçeği, üreticileri daha az enerji kullanan öğütme metodları aramaya sevk etmiştir. Dolayısı ile yeni eziciler, kırıcılar, öğütücüler separatörler ve değirmenler geliştirilmiştir. Çarpmalı kırıcılar, Şakuli tipli valsli değirmenler veya yüksek basınçlı merdaneli öğütücüler klinker, kömür veya hammadde öğütmede %15-20 enerji tasarrufu sağlamaktadırlar. Bazı Avrupa ülkelerinde yüksek randımanlı separatörler tesis edilmek suretiyle %15-20 enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Yeni uygulanan yoğun-faz pnömatik taşıma sistemleri enerji tüketiminde önemli tasarruf sağlamaktadır. “Yoğun-faz-taşıma” asgari gaz ivmesi ve azami yükü katıların taşınması prensibini uygulamaktadır. Sistem %50 daha az hava gerektirdiği için kompresör kapasiteleri küçültmekte, toz tutma yüzeyleri daralmakta boru hattının çapı azalmakta dolayısıyla inşaat yatırımı da düşmektedir.

3.4.3.1.3 Katkı Maddeleri Kullanımında Artış

Enerji tasarrufunun önemli bir yolu da çimentoda katkı maddeleri kullanımınıdır ve bu yöntem Dünyanın birçok bölgesinde gittikçe daha büyük önem kazanmaktadır. Dünya üretiminin yaklaşık 1/3'ü katkılı çimento'dur. Dünyada çimento üretiminde kullanılan uçucu kül miktarı, 40 milyon ton'dan fazladır. Birçok ülkede ve bilhassa, Akdeniz ülkelerinde tabii puzolanlar artan ölçüde kullanılmaktadır. Hatta bazı ülkelerde enerji tasarrufu amacıyla çimentoya silika tozu, kalker tozu gibi atıl dolgu maddeleri bile katılmaktadır.

3.4.3.1.4 Diğer Verimlilik Artırıcı Teknikler

Seramik Teknolojisindeki son gelişmeler bu maddelerin çimento sanayiinde refrakter olarak kullanılabilirliği konusunda yeni ufuklar açmıştır. Fırın duruşlarının büyük bölümü refrakter malzemenin tahribinden kaynaklanmaktadır. Dolayısı ile daha dayanıklı ve güvenilir refrakter malzemeye olan ihtiyaç çimento sanayii için çok acil bir konu olmuştur. Son zamanlarda manyezit-krom tuğlalar da yerlerini Periklas-Spinel teknolojisi ile üretilen tuğlalara bırakmaktadır. Bu son

türlerin üretimi pahalı olmakla birlikte normal krom-manyezit tuğlalara nazaran 2-3 misli daha dayanıklı oldukları görülmüştür. Dolayısı ile fırınların klinker üretimini artırmaktadırlar.

Bir diğer gelişme ön ısıtıcıların astarlanmasında diğer refrakterler yerine Zirkonium-Silikat esaslı refrakterler kullanılmasıdır. Bunlar fırın duruşlarını azaltmakta, daha az işçilik gerektirmekte dolayısı ile maliyetlerinin yüksekliği kolayca telafi edilebilmektedir.

Çimento üretiminde proses kontrolü ve kalite kontrol fonksiyonlarının gerçekleştirilmesinde bilgisayar kullanımı ve otomasyon bu fonksiyonlara büyük sürat ve verimlilik getirmiştir. Bilgisayarlar çimento sanayiinde muhasebe, personel, envanter ve stok kontrolü, kompüterize koruyucu bakım gibi birçok idari ve teknik fonksiyona da uygulanabilme potansiyeline sahiptir. Özelleştirilen fabrikalarda kurulan birçok yeni tesis bu sistemlerle donatılmış olarak inşa edilmekte ve birçok mevcut tesise de bu sistemler ilave edilmektedir.

3.4.3.1.5 Toz Tutma ve Çevre Kirlenmesi Kontrolü

Çimento sanayiinde en göze batan çevre kirlenmesi proses esnasında çıkan tozdur. Son on yılda birçok ülkede toz yayılması önemli ölçüde düşürülmüştür. Bu, toz tutma sistemlerindeki büyük gelişmenin sonucudur. Özellikle soğutma kuleleri ile donatılmış elektrostatik çöktürücüler ön ısıtıcı/ön kalsinatörlü fırınlarda en uygun ve güvenilir performansı vermektedirler. Fırınlarda NOx oluşumunu asgariye indirecek yeni brülör tipleri geliştirilmiştir.

3.4.3.1.6 Diğer Gelişmeler

Son yıllarda çimento sanayiinde en yüksek hızlı döner paketleyiciler, yükleme, taşıma, paketleme, depolama, shrink paketleme, sistemleri gibi çok sayıda yenilik uygulamaya konulmuştur. Akışkan yataklı yakıcılar, atıkların yakıt olarak daha uygun kullanımı, çok geniş kullanım alanına sahip süper betonlar üretimi gibi daha birçok yenilik çimento sanayiinde yaygın kabul görme yolundadır. Özetle söylemek gerekirse çimento sanayii problemlerinin çözümünde bilim ve teknoloji en geniş şekilde yararlanan sanayi kollarından biridir.

3.4.3.2 Çimento Sektörünün Mevcut Durumu ve Belli Başlı Ülkelerle Kıyaslanması

- Kapasite açısından : Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında Türkiye kapasite açısından İtalya, Almanya, İspanya' nın ardından 4. durumdadır.
- İhracat Açısından : Avrupa ülkelerinin hemen hepsinde çeşitli derecelerde atıl kapasite bulunmasına rağmen Avusturya, Finlandiya, Almanya, İtalya, Hollanda dışındaki ülkelerin hepsinde üretim iç talebin üzerindedir. Bu da Cembureau ülkelerinin net bir çimento ihracatçısı olduğunu göstermektedir. Türkiye Yunanistan'dan sonra Avrupanın en büyük çimento ve klinker ihracatçısıdır.
- Teknoloji Açısından: Modern ve enerji verimliliği mevcut bir çimento fabrikasında günümüz standartları şu teknolojileri içermelidir. Kapasitesi yılda 1.000.000 Ton mertebelerinde olmalıdır. Farin, valsli presler veya yüksek verimliliği olan separatörlü şakuli değirmenlerle ve siklon kulesinden alınan ısının kullanıldığı kurutma sistemleri yardımı ile hazırlanmalıdır. Klinker, hammaddenin nem içeriğine göre 4-6 kademeli önısıtıcı siklon kuleli ve ön kalsinatörlü kısa döner fırınlarda pişirilmelidir. Klinkerin ısısı ikinci ve/veya üçüncü yakma havası olarak fırına ve ön kalsinatöre verilmelidir. Klinkerin soğutulması, ızgaralı soğutucularda gerçekleştirilmelidir.

Klinkerin öğütülmesi, modern valsli preslerde yarı mamul veya mamul olarak yapılmalı, bilahare, yüksek verimliliği olan separatör/desaglomeratör ve son olarak bilyalı değirmenlerde yapılmalıdır.

3.4.4 SERAMİK SEKTÖRÜ

Toprak ana sanayi grubu içinde bulunan seramik sektöründe yer ve duvar karosu, seramik sağlık gereçleri, sofa ve süs eşyaları ile elektroporselen olmak üzere dört farklı üretim gerçekleştirilmektedir. 1991 yılı enerji tüketimi istatistik çalışmaları sırasında sadece 12 fabrikaya ait değerler kullanılmasına karşılık, seramik sektöründe faaliyet gösteren fabrika sayısı; küçük atelye ve imalathaneler hariç, 29'a ulaşmıştır.

Ancak küçük atelye ve imalathanelerle birlikte 1997 yılı itibarı ile seramik sektöründe faaliyet gösteren tesis sayısı 183 dür ve imalat sanayiindeki toplam tesis sayısının %6,86' sını teşkil etmektedir. Ülkemiz Sanayi sektörü toplam enerji tüketimi içinde %4,51 (627789,71 TEP) paya sahiptir ve seramik sektöründe enerji maliyetlerinin toplam üretim maliyetleri içindeki payı ise; %25-35 civarındadır.

EİE İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından 1990 yılında yürütülen Dünya Bankası II projesi sırasında, üç seramik fabrikasında enerji tasarrufu çalışması yapılmıştır. Yabancı uzmanlar tarafından yapılan bu çalışmalarda, bu üç fabrika için ortalama % 43 civarında enerji tasarrufu potansiyeli belirlenmiştir. Daha sonra EİE elemanları tarafından üç fabrikada yapılan çalışmalar sonucunda ortalama enerji tasarruf oranı %29,5 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmalar sırasında belirlenen tasarruf önlemleri ve önerileri ise şu şekilde sıralanabilir.

- Fırınlarda, sıcak boru hatlarında ve yakıt tanklarındaki yalıtım seviyelerinin iyileştirilmesi;
- Fırınlarda egzost gazlarındaki ve soğutma havası egzost çıkışındaki atık ısılarından yararlanılması; atık ısının Spray Dryer'larda kullanılması)
- Kurutucularda nem kontrolü ile egzost çıkışındaki nem miktarının maksimize edilmesi ve kurutucularda verimin artırılması;
- Isı geri kazanım sistemlerinin kurulması;
- Sıvı yakıt yakan tünel fırınların LPG yada doğal gaz yakan roller fırınlarla değiştirilmesi;
- Baca gazı kontrol sistemlerinin kurulması
- Tünel fırınlarda arabaların fırına giriş/çıkışı sırasında meydana gelen sızıntı kayıplarının ve arabaların taşıyarak kayba sebep olduğu ısıların minimize edilmesi için arabalara mümkün olan maksimum yüklemenin yapılması ve arabaların mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yeniden fırına girmesinin sağlanması, fırın araba ağırlıklarının uygun refraktör kullanılarak azaltılması;
- Spray Dryer'larda havanın ön ısıtılması;
- Yakıt tipinin değiştirilmesi;
- Döküm bölümlerinde sıcaklık ve nem kontrolünün yapılması;

- 11. Frit fırınları atık ısılarının yanma havası ön ısıtmasında kullanılması.

Ancak aradan geçen süre içerisinde, seramik sektöründe özellikle doğal gazın yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla gerçekleştirilen yatırımların sonucunda, bugün sektördeki enerji tasarruf oranı; kısa vadeli önlemler sonucu; %10-12, uzun vadeli önlemler sonucu ise; %15-20 civarındadır. 1991 yılı enerji tüketimlerine göre bunun enerji olarak karşılığı 79,7 Bin TEP, parasal karşılığı ise; 16,56 milyon \$ dır.

Seramik sektöründe ana proses kademelerinden olan ve enerjinin en yoğun olarak tüketildiği proses kademeleri diyebileceğimiz hammadde hazırlama ve pişirme proseslerinde tüketilen enerji miktarlarını Avrupa ülkeleri ile karşılaştırdığımızda aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Roller fırınlar için pişirmedeki ısı enerjisi tüketimi 1,93,1 GJ/Ton arasında iken, EİE/UETM tarafından bir karo seramik fabrikasında yapılan bir etüt çalışmasında tesbit edilen değerlere göre bizde; yer karosunda 2,2 GJ/Ton olmakta, kısmen daha fazla enerji tüketilen granit üretiminde ise; 2,7 GJ/Ton mertebesinde olmaktadır.

Hammadde hazırlamadaki kurutma işlemi için ısı enerjisi ihtiyacı ise; yine Avrupa ülkelerinde 1,5-1,9 GJ/Ton iken bizde 2,01 GJ/Ton civarındadır.

Tesisin toplam enerji tüketimleri karşılaştırıldığında ise; Avrupa ülkeleri için en üst değerler alındığı takdirde toplam enerji tüketimi 6,78 GJ/Ton iken, ülkemizde yine EİE/UETM tarafından yapılan çalışmaya ait, bir fabrikanın değerleri esas alındığında toplam enerji tüketimi yaklaşık olarak 8,22 GJ/Ton olmaktadır.

Buradan da görülmektedir ki; bazı proses kademeleri için bizim değerlerimiz Avrupa ülkelerindeki uygulamalara çok yakın yada onların sınır değerleri arasında olmakla birlikte, genel olarak hala asgari %17,5 oranında bir iyileştirme söz konusu olmaktadır.

Her zaman daha iyiyi aramak ilkesi benimsendiğinde, enerji tasarrufu konusunda da daha yapılması gereken şeyler bulunacaktır. Seramik sektöründe faaliyet gösteren tüm fabrikalarda enerji tasarrufunun etkin bir şekilde sağlanabilmesi için önerilen yöntemler ve ortalama tasarruf potansiyelleri şu şekilde sıralanabilir.

- Enerjiden direkt olarak sorumlu bir enerji yöneticisinin tayin edilmesi yada bir enerji komitesinin oluşturulması;
- Fabrikanın tüm üretim ünitelerinin enerji tüketimlerinin ve üretim miktarlarının ayrı ayrı izlenmesi, hatta mümkün olduğu takdirde, özellikle büyük ekipmanlarda ekipman bazında izlenmesi;
- Belirli periyodlarla fabrikada enerji balans çalışmalarının yapılması üretim miktarları ile enerji tüketimleri arasındaki ilişkinin, grafikler yardımıyla sürekli izlenmesi;
- Düzenli olarak yanma kontrollerinin yapılması;
- İzolasyonların yapılması, yetersiz olan yerlerde de iyileştirilmesi;
- Mümkün olduğunca makinaların maksimum kapasitede çalıştırılması;

- Mevcut imkanlar çerçevesinde otomatik kontrol sistemlerine geçilmesi;
- Üretimi oldukça pahalı olan basınçlı hava kullanımında kaçakların önlenmesi, basınçlı hava üretimi ve tüketiminde verimi artırıcı önlemlerin uygulanması;
- Kurutucularda verimin artırılması ve enerjinin rasyonel kullanımı için, kurutucu egzost çıkışındaki nem oranının maksimize edilmesi; bu sayede kurutucu bazında %15'e varan, tesis bazında ise tesise göre değişebilen ancak ortalama %1,5 civarında enerji tasarrufu sağlanabilir.
- Araba ile yükleme yapılan tünel fırınlarda, arabaların kullanımına dikkat edilmesi, arabalarda ısı taşıyıcı malzeme kullanımından kaçınılması, arabalara mümkün olan maksimum yüklemenin yapılması;
- Bilgisayar destekli koruyucu bakım, onarım için duruşların azaltılması sağlanmalıdır.
- Fırınlarda büyük rakamlarla ifade edilen baca kayıplarının önlenmesi amacıyla bu gazların ıslısından yararlanılması, atık ısı geri kazanım sistemlerinin kullanılması, fırın soğutma havası egzost çıkışındaki sıcak havanın kullanılması;
- Bunun sonucunda, fırın bazında %20'lere varan, tesis bazında ise %6'lara varan belirlenmiş tasarruf potansiyelleri mevcuttur.
- Bu çerçevede eski tünel fırınların yeni Roller fırınlarla değiştirilmesi sonucunda; fırın enerji tüketiminde %50'nin üzerinde bir azalma söz konusudur.
- Bilhassa Spray Dryer'ların bulunduğu ve sıcak gazların direkt olarak kullanılabilme imkanının olduğu seramik sektöründe gaz türbinli kojenerasyon sistemlerinin kurulması ile ülkemizin elektrik üretimi için kullandığı birincil enerji tüketiminde %50'nin üzerinde tasarruf sağlanması söz konusudur. Konvansiyonel sistemlerde 1 kWh elektrik üretimi için ortalama 2400 Kcal civarında enerji tüketilirken, kojenerasyon tesisinin atık ısılarının da kullanılması ile; fabrikanın 1 kWh elektrik üretimi için birincil enerji talebi 1100 Kcal mertebesine kadar inebilmekte, ayrıca kesintisiz ve güvenilir elektrik enerjisi sağlanması dolayısıyla enerji kesintilerinin sebep olabileceği üretim kayıpları da önlenmiş olmaktadır.

Fabrika açısından tüm bunlarla bağlantılı olarak; toplam enerji tüketiminin %10'undan daha fazla miktarlarda enerjide tasarruf elde edilebilmektedir.

Son olarak seramik sektöründe uygulanmakta olan yeni teknolojileri de şu şekilde sıralayabiliriz:

- ◆ Fırın sıcaklık kontrol sistemleri,
- ◆ Kurutucu sıcaklık kontrol sistemleri,
- ◆ Granit masse hazırlama tesisleri,
- ◆ Granit şekillendirme tesisleri,
- ◆ Fırınlara,
- ◆ Sırlama makinaları,
- ◆ Basınçlı döküm makinaları,
- ◆ Elektrostatik sırlama,
- ◆ Robotlar,
- ◆ PLC (SIMATIC 55),

- ◆ İvertörler,
- ◆ Programlanabilir (PLC) sistemler,
- ◆ Bilgisayarlar,
- ◆ Optik kontrollar

olarak sınıflandırılabilir.

Bunlardan bazıları ülkemizdeki seramik tesislerinde başarı ile uygulanmaktadır.

3.4.5 CAM SEKTÖRÜ (*)

3.4.5.1 Cam Sektöründe Enerji Tasarrufu Çalışmaları

Cam üretiminde enerji, üretim maliyetlerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Cam türüne göre değişiklik göstermekle birlikte enerji, üretim maliyetlerin yaklaşık % 15-20 si kadardır.

Sektörün büyük bölümüne hakim Türkiye Şişe Cam Fabrikalarında 1981'den günümüze sürdürülen çalışmalarla 1 kg camın enerji tüketimi % 32 azaltılmıştır. 1981 yılında 1 kg cam için tüketilen enerji miktarı 430 gr fuel-oil eşdeğeri iken, bu değer 1995 yılı itibarı ile 294 gr fuel-oil eşdeğerine inmiştir.

Bu önemli tasarrufun yıllar içerisinde getirdiği birikimli miktar 750.000 ton fuel-oil karşılığı olup, bunun günümüz fiyatlarıyla karşılığı 28.5 Trilyon TL'dir.

Bu büyük tasarruf kuşkusuz enerji tasarrufunun temel ilkeleri olan

- Enerjinin etkin kullanımı
- Enerjinin korunması
- Atık enerjinin değerlendirilmesi ve
- Bakım ve onarım

konularının tümünde ele alınan irili ufaklı çalışmalarla gerçekleştirilmiştir.

Cam endüstrisinde tüketilen enerjinin % 61 i fırınlarda tüketilmektedir. Şekil 2 'de de görüldüğü üzere cam üretiminde enerji büyük oranda fırınlarda kullanılmaktadır. Bu bakımdan çalışmaların ağırlığı fırınlar üzerinde olmuştur.

3.4.5.2 Kapasite Kullanımı

Cam fırınlarında 1500-1600 °C lik yüksek sıcaklıklarda çalışılmakta ve kullanılan enerjinin % 45-50'si hiç üretim yapılmassa bile fırın içindeki cam kütlesini sıcak tutmak için verilmektedir. Bu nedenle fırınlarda tam kapasitenin kullanılması ile birim cam başına tüketilen enerji miktarı azalmaktadır. Bu bakımdan üretim-satış ilişkisini optimum düzeyde tutacak önlemler alınarak da önemli tasarruflar sağlanabilmektedir.

3.4.5.3 Otomasyon

Cam fırınlarının performansı çok sayıda parametre tarafından etkilenmektedir. Enerji performansını en iyi düzeyde tutabilmek amacıyla otomasyondan artan oranda yararlanılmaktadır. Fırınlarda

* Türkiye Şişe Cam Fabrikaları Lale Önsal tebliğinden (1995 Enerji Tasarruf Haftası) alınmıştır.

"Temperature Distributed Control" uygulaması yapılarak, fırın sıcaklıkları, iç basınç, yakma havası analizleri, yakıt ve hava miktarları, yakıt sıcaklığı, cam seviyesi ve fırına yüklenen harman miktarı otomatik olarak ölçülüp kontrol edilmekte ve bir bilgisayar vasıtası ile izlenebilmektedir. Bu tür otomatik kontroller ile % 5 seviyesinde tasarruf sağlanabilmektedir.

3.4.5.4 Atık Isının Değerlendirilmesi

Cam fırınlarında atık enerjinin büyük ölçüde tutulmasını sağlayan rejeneratör veya reküparatöre rağmen, bacaya atılan gazların sıcaklığı 400-500 °C seviyesindedir. Bu gazların bir atık ısı kazanından geçirilerek ihtiyaç duyulan buharın üretilmesi mümkün olabilmektedir. Şişe cam bünyesinde buhar üretim kapasiteleri 1-5 ton/saat arasında değişen 13 adet atık ısı kazanı bulunmaktadır. Bu kazanlarla yılda yaklaşık 11.000 ton fueloil eşdeğeri enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

3.4.5.5 İzolasyon

Cam fırınlarında kullanılan enerjinin % 20-30'luk bir kısmı duvar kayıplarını karşılamak üzere verilmektedir. İyi bir izolasyon ile kaybolan bu enerjinin % 50'sinin geri kazanılması mümkündür. Bu bakımdan fırınlarda optimum düzeyde izolasyon uygulanmaktadır. Fırın ömrü ve kalitesi cam üretiminde en önemli parametreler olduğundan, izolasyon uygulamalarının bu kriterler gözönünde bulundurularak yapılması gerekmektedir. Örneğin şişe cam fabrikalarında bir float fırının yeni kampanyasında izolasyon seviyesinin değiştirilmesi ile yılda 6500 ton fuel-oil eşdeğeri enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

3.4.5.6 Cam Kırığı

Cam harmanına katılan cam kırığının (kullanılmış cam veya proses atığı) her % 5'lik bölümü yaklaşık olarak % 1 oranında enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu bakımdan cam kırığı oranlarının imkanlar çerçevesinde yüksek tutulması gerekmektedir. Atık cam toplama ünitelerinin de yardımıyla cam harmanına katılan cam kırığı miktarının yükseltilmesi çalışmaları sürdürülmektedir.

3.4.5.7 Elektrik Tasarrufu

Enerji ödemelerinde en büyük paya sahip bulunan elektrik enerjisinin tasarrufu açısından da çalışmaların yapılması gereklidir.

Verimsiz çalışan birçok küçük kompresör, verimli büyük kompresörlerle değiştirilmesi, basınçlı hava dağıtım sistemleri optimize edilmesi ve fan-motor uyum çalışması yapılarak değişiklikler gerçekleştirilmesi, tasarruf sağlamaktadır.

3.4.5.8 Tavlama Fırınları

Cam şekillendirildikten sonra kullanıma hazır hale getirilmesi için tavlama yapılması gerekmektedir. Tavlama fırınlarına radyan tüplü ısıtma sistemlerinin açık alevli sistemlere dönüştürülmesi ile kullanılan enerjiden % 80-90 oranında tasarruf edilmiştir.

3.4.5.9 İşletme Koşullarının Sıkı Takibi

Her üretim biriminde ama özellikle fırınlarda enerji tüketiminin diğer parametrelerle olan ilişkisi belirlenmiş ve bunlardan işletmenin davranışının grafiksel olarak izlenmesiyle herhangi bir sapma kolaylıkla görülür hale getirilebilir ve sapmaların sebepleri hızlı bir şekilde bulunabilir. M+T (Monitoring and Targeting) diye adlandırılan bu izleme ve daha sonra hedef koyma tekniği ile

normal işletme koşullarında sapmalar azaltıldıktan sonra yeni bir hedef eğrisi verilerek işletmenin bu hedefi yakalaması sağlanabilmektedir.

1985 yılı itibarı ile en gelişmiş bir cam fırınında bile 1 kg cam eritmek için 110 gr fuel-oil eşdeğeri enerji tüketilmektedir. Şişe cam bünyesindeki fırınlarında da enerji tüketimi bu seviyelerdedir. Ancak diğer taraftan, 1 kg cam eritmek için gerekli olan teorik enerji miktarı 60 gr fuel-oil eşdeğeridir. Yani bugün ulaşılmış teknoloji ile kullanılan enerjinin en çok % 55 i cama aktarılabilir. Geri kalan bölümü ise duvar kayıpları, baca gazı kayıpları ve fırın açıklıklarından ya da soğutma havaları ile meydana gelen kayıplardır.

Bu kayıpların bir bölümünü azaltmak için dünyada 2 yeni uygulama giderek gelişmektedir. 1. Oxy-fuel eritme tekniği, 2 tümüyle elektrikli eritme tekniği.

Her iki teknikte de camın eritildiği refrakter havuz yerini korumaktadır, ancak fırın konstrüksiyonu değişmektedir.

Oxy-fuel eritme tekniğinde hava yerine saf oksijen kullanılmaktadır. Dolayısı ile baca gazı kayıpları azalmakta ve oksijen alevinin daha yüksek sıcaklıkta olması nedeni ile cama olan ısı transferi artmaktadır. Elektrikli eritmede ise eritme cama daldırılmış elektrotlarla yapılmaktadır.

Türkiye şişe cam fabrikalarında, büyük float fırınların atık gazlarının değerlendirilerek üretilen ucuz elektrik ile oxy-fuel ve elektrikle eritme teknolojilerine geçme imkanlarını artırma çalışmaları devam etmektedir.

Üzerinde çalışılmakta olan sistem şu şekilde özetlenebilir.

- İki adet float cam fırınından atmosfere atılmakta olan 450 °C sıcaklıkta toplam 130.000 Nm³ miktarındaki baca gazları atık ısı kazanından geçirilerek buhar üretilmektedir.
- Diğer taraftan gaz türbini veya motorunun atık gazları yine bir atık ısı kazanından geçirilerek buhar üretilen ve fırın gazlarından elde edilen buharla birleştirilerek bir buhar türbinini çevirecektir.

Ancak burada ara kademedeki işletmenin ihtiyacı olan 7 bar basınçtaki buhar çekilerek işletmeye verilecektir.

- Bu şekilde fırın gazlarından azami bir şekilde yararlanılarak, işletmenin dengesiz buhar ihtiyacı bütünüyle karşılanacak ve atık gazların kullanılmayan bölümü yine elektrik üretiminde kullanılarak verimlilik artırılabilecektir.

Üretilen elektriğin önemli bir avantajı oxy-fuel ve elektrikli eritme teknolojilerine giriş için büyük bir imkan yaratması olacaktır. Muhtemel bir elektrikli fırın uygulamasını ele alırsak:

- 135 ton/gün kapasiteli bir fırında halen 120 gr fuel-oil/kg cam enerji tüketilmektedir. Elektrikli eritmeye dönüldüğünde 80 gr fuel-oil karşılığı enerji tüketilecektir.

Fark 1 kg cam için 40 gr fuel oil karşılığı enerjidir. Ancak elektrik de yine yakıt tüketilerek üretilmektedir. Elektrik üretiminin ise kojenerasyon çevriminde en az % 75 verimle yapıldığı düşünülürse net kazanç en az % 12 seviyesinde olacaktır.

Ayrıca fırın yapıları küçüleceğinden ve ithal refrakter malzemeye yapılan yatırım boyutu bir hayli küçülecektir.

Elektriğin cam teknolojisinde kullanılmasıyla elde edilecek tasarruf için ergitme teknolojisinin ciddi bir şekilde değiştirilmesi söz konusudur. Çünkü bu sektörde asıl enerji tasarrufu teknoloji değişikliğindedir. Yani uygun bir tasarımla teorik enerji tüketimi değerine yaklaşım sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bugün dünyanın tüm büyük cam kuruluşları klasik fırınlardan tümüyle farklı yepyeni konseptler üzerinde çalışmaktadır. Şişecam da bu konuda gerekli çalışmaları başlatmış olup amaç enerji tüketimi en az olan fırınlara daha doğrusu ergitme sistemlerine ulaşmaktır.

3.4.6 TEKSTİL SEKTÖRÜ

3.4.6.1 Türkiye’de Tekstil Sanayi’nin Durumu

Türkiye’de tekstil sanayi tüm sanayi dalları arasında hem üretim hem de ihracat bakımından en ön sıralarda yer almakta ve ekonomi içinde en ağırlıklı payı oluşturmaktadır. Türkiye’nin toplam imalat sanayindeki istihdam miktarında, bu sanayimizin payı % 30’u bulmakta ve bu oran, en yüksek katkıyı sağlamaktadır. Bu sektörde toplam maliyet içerisinde enerjinin payı % 6-14 arasında değişirken, sanayi (500 TEP’in üzerinde) toplam tüketimi içerisindeki payı % 7.2 civarındadır.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı ülkede var olan tekstil tesislerinin sayısının hızlı bir şekilde artmasına ve ülkenin çeşitli yörelerine yayılmasına katkıda bulunmuştur. İstanbul, Adana, İzmir, Bursa gibi en yoğun tekstil kuruluşlarının bulunduğu yörelerin yanında Denizli, Kayseri, Tekirdağ, Manisa Eskişehir, Gaziantep, Malatya, Maraş, Çorum önemli yatırımlar dikkati çekmektedir. Bu sektörde her geçen gün bu özel teşebbüs kuruluşlarının ağırlığı artmaktadır. Devlet özelleştirme yaparak bu sektörden çekilmektedir.

Türk tekstil endüstrisi aşağıda belirtilen alt üretim konularından oluşmaktadır :

- Pamuk ipliği
- Pamuklu dokuma
- Yün ipliği
- Yün dokuma
- Suni ve sentetik iplik
- Suni ve sentetik dokuma
- Tabii ve suni ipek ipliği ve dokuma
- Örme mamülleri
- Halı, kilim ve benzeri eşya

Bu tesisler ya kendilerine ait özel sahalarda veya organize sanayi bölgelerinde kurulmaktadır. Özel Tekstil İhtisas Organize Sanayi Bölgesi Çerkezköy’de kurulmuş bulunmaktadır.

Tekstil Endüstrisi, 1995 yılı itibari ile bu sektörün yurtdışı satışları % 37 olup, 8,4 milyon Amerikan Dolarına eşittir.

1995 yılı istatistikleri, tekstil ve giyim sanayi yurt dışı satışlarının 5,3 milyon Dolar mali değer ile % 65’lik bir bölümünün Avrupa Birliğine satıldığını göstermektedir. Türkiye Avrupa Birliğine bu sektörde satış yapan ülkeler içinde, Çin’den sonra ikinci sırayı almaktadır. Gümrük Birliği’nin işlerlik kazanmasından ve kota sisteminin kaldırılmasından sonra, bu sektörün pazar payında da gelişmeler olmuştur. Bu satışların 1,4 milyon dolarlık kısmını tekstil ve 3,9 milyon dolarlık kısmını giyim tekstilleri oluşturmaktadır. Türkiye’de bugün 750 büyük firma arasındaki 150 firma tekstil

sektöründe faaliyet göstermektedirler. Ülkemizdeki yün ve pamuk üretimi tekstil endüstrisi için büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Türkiye’de 1990 senesinden beri yatırımları devam etmekte ve bilhassa, tesisleri genişletme, modernize etme çalışmalarına önem verilmektedir. Bunlara rağmen produktivite hala ortalamanın altında seyretmektedir. Ancak yapılan çalışmalar ve yatırımlar sonucu ülkemize giren yeni teknolojiler yardımı ile bu sorunun gelecek senelerde ortadan kalkması beklenmektedir.

1992 senesinde Türkiye'nin ithal ettiği toplam tekstil makinalarının %50'lik kısmının Almanya’dan olduğu görülmektedir. Önümüzdeki yıllarda Almanya’dan yapılan tekstil makinaları ithalatının ve teknoloji transferi kapasitelerinin artması beklenmektedir.

3.4.6.2 Tekstil Sanayinde Enerji Tüketimi

Tekstil sektöründe, geniş çapta farklı sanayi faaliyetleri ve ürünleri ile, çeşitli proses teknolojileri açısından önemli farklılıklar vardır. Bu da enerji tüketiminin yapısından ve enerjinin maliyetler içinde değişiklikler göstermesine sebep olmaktadır.

Birçok tekstil işletmesinde enerji maliyetleri, toplam ürün maliyetinin sadece küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Sadece son işlem bölümlerinde düşük veya orta sıcaklıkta ısı şeklinde enerji tüketimi önemli bir masraf yaratmaktadır. İplik-dokuma fabrikalarında enerji tüketimi % 50 elektrik ve % 50 ısı şeklinde gerçekleşmektedir. Terbiye bölümlerinde ise enerjinin % 75’den fazlası ısı olarak kullanılmaktadır.

3.4.6.3 Tekstil Sektöründe Enerji Verimliliği

Avrupa Birliği üye ülkeleri dışındaki ülkelerde tekstil üretimi geçen 5-7 yıl boyunca hızla artmıştır. Avrupa Birliği içinde ise tekstil sanayiindeki üretim stratejilerinde enerji ve çevre gereksinimleri de göz önüne alınarak köklü değişiklikler yapılmıştır. Sanayinin en önemli hedeflerinden biri, ısı, elektrik enerjisi ve su tüketimini azaltmak suretiyle masrafların azaltılması zorunluluğunu dikkate alarak, üretimdeki değişiklikleri uyumlu hale getirmektir.

Bir çok durumda en uygun yöntem, problemin daha sonraki etkileri ile hem yatırım hem de işletme masraflarını büyütme ise problemi kaynağından yok etmektir. Bu ise daha sonraki işlemlerin masraflarını, hatta bazı durumlarda fabrika için yapılacak masrafları azaltmak amacıyla daha az ısı ve su kullanan teknolojilerin uygulanması için fırsatların bulunması anlamını taşımaktadır.

Avrupa Tekstil sanayinde, ham maddeden nihai ürüne kadar tüm prosese sahip olan çok az fabrika vardır. Tekstil fabrikalarının çoğunluğu prosesin sadece bir kısmıyla uğraşırlar. Bu nedenle tekstil ürünleri için ham maddeden son ürüne tüm proses boyunca geçen imalat süresi çok uzundur (ortalama 3 ay). Bu, bitmemiş ürüne bağlanan fonların nispeten yüksek olması anlamına gelmektedir.

Bu sektörde rekabet edebilmek ve modadaki değişikliklere cevap verebilmek için maksimum esneklik gereklidir. Bu da kullanılan teknolojilerin bu esnekliğe kolaylıkla adapte edilebilen teknoloji olması demektir.

3.4.6.4. Tekstil Sektöründe Enerji Verimli Teknolojiler

Tekstil sektöründe Avrupa Birliğine üye ülkelerdeki enerji maliyeti yılda 4 000 MECU olarak tahmin edilmektedir. Bu sektör için en yüksek enerji tüketen ülkeler İtalya(% 26), Almanya(% 20),

İngiltere(%14), Fransa(%12), İspanya(% 11) ve Portekiz (% 6)'dır.

Tekstil sektöründe Baskı, Boyama, Kurutma ve Son İşlem gibi büyük miktarda ısı talebinin gerekli olduğu proseslerde uygulanan teknolojiler ve bu teknolojilerin uygulanması sonucu ortaya çıkan enerji tasarruf potansiyeli ile geri ödeme süresi aşağıdaki Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Enerji Verimli Teknolojiler

Son İşlem		Ortalama Tasarruf (%) (Mevcut kayıplardan)	Geri Ödeme Süresi (yıl)
	Buhar Temizleme Sistemi	65	2
	Şok Buhar Sistemi	30	3
Baskı			
	Köpüklü Emdirme	50	2.5
	Temas Yoluyla Banyo Transferi	50	2.5
Boyama			
	Düşük Banyo Oranı	25-50	3
	Yüksek Performanslı Boyama Yastıkçıkları	40	3
Kurutma			
	Aktarma Yolu ile Baskı	60	2
	Yüksek Performanslı Bükme Yastıkçıkları	40	2
	Vakumlu Ayırma	30	3
	Radyo Frekanslı Kurutma	30	2.5
	Delikli Tambur Tipi Kurutucular	30	3
	Direk Gaz Yanmalı Kurutucular	30	2

Diğer Teknolojiler

Sistem	Proses	Ortalama Tasarruf (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
CHP	Buhar ve Elektrik	30	2-4
Kazan Değişimi	Buhar üretimi	10	5
Direk Banyo Isıtma			
	Yıkama		
	Kurutma	30	3-4
Sıvı Atıklardan Isı Geri Kazanımı	Değişik Tipte	30	3
Klima Sisteminin Optimizasyonu	İklimlendirme	12	4
Elektrik Motorlarında Soft Starter ve Değişken Hız Sürücüsü Kullanımı	Değişik Tipte	10	3
Verimli Aydınlatma Armatürlerinin Kullanımı	Aydınlatma	30	4

3.4.6.5 İklimlendirme ve Temizleme Ekipmanlarında Tasarruf

Elektrostatik yük toplanmasından kaçınmak, elastikiyeti arttırmak ve iplik, dokuma ve örgü prosesleri sırasında mekanik strese karşı, kopmadan işlem görmek için tekstil elyafları, (elyaf tipine göre farklı olmakla birlikte) hassas nem ve sıcaklık seviyelerine ihtiyaç duyarlar. Çalışma alanının ne kadarının bu sıcaklık ve nem seviyelerinde tutulacağı göz önüne alınarak önemli miktarda enerji tasarrufu potansiyeli belirlenebilir. Elyaf için gerekli nem, operatörler için rahatsızlık verici ve sağlıksız olabileceği için, teorik olarak nem seviyesini sadece makinaların çevresinde muhafaza etmek yeterli olmaktadır.

Bunu sağlamak için iklimlendirme aygıtlarının yeni tasarımlarında, hava dağıtıcıları, tekstil malzemelerinin işlem gördüğü alanlara yakın yerleştirilmektedir.

Böylece hem tekstil malzemeleri hem de operatörler için optimum çalışma şartlarını muhafaza etmek mümkün olmaktadır. Ayrıca, belirli sıcaklık ve nem seviyelerinde muhafaza edilecek havanın hacminin azaltılmasıyla da enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Bir dokuma fabrikasında, klasik havalandırma sistemi kullanılan bir oda iklimlendirmesi, makinalar ve odalar için farklı şartlarda hava dağıtımının yapıldığı bir bileşik iklimlendirme ve sadece makinaların istenen nem seviyesinde tutulduğu makina iklimlendirme sistemleri mukayese edilmiştir.

Tablo 9’da görüldüğü gibi, enerji ve su tüketimi, sıcaklık ve nemi belli bir seviyede tutulan havanın hacmiyle bağıntılıdır. Burada en düşük tüketim, makina iklimlendirmesinde gerçekleşmiştir

Tablo 9. Bir Dokuma Fabrikasındaki Enerji maliyet Oranları

Enerji Maliyet Oranları			
	Oda İklimlendirme (%)	Bileşik İklimlendirme (%)	Makina İklimlendirme (%)
kW	100	72	66
Su	100	63	49

3.4.6.6 İklimlendirme Sistemlerinde Atıkların Uzaklaştırılması

Atık yönetimi kazançlı bir metoddur ve geri kazanılan malzemenin değeri ile bağlantılı olarak spesifik enerji tüketiminde azalma sağlayabilir.

Rasyonel enerji tüketimi için, atıkların sınıflandırılması ve geri kazanılmaları, iklimlendirme sistemleri ile birlikte düşünülebilir.

Tekstil tozları, elyaflar ve atık ürünler, hazırlama, taraklama ve iplik bölümlerindeki makinalardan doğrudan elde edilirler. Atık ürünler, pnömatik yolla bir merkezde toplanırlar. Bu, özellikle havanın temiz tutulmasının en etkin ve ekonomik yoludur.

LTG kollektör sistemleri, makinalardan doğrudan atıkları almak ve tek tek filitreleri elimine etmek suretiyle üretim mekanlarında ısı yükünü azaltmakta ve dolayısıyla enerji maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır. Bu sistemin kullanılması sonucu daha küçük boyutta havalandırma sistemlerinin kullanımı yeterli olabilmektedir. Ayrıca farklı tipteki atıklar ayrılıp, sıkıştırılabilmektedir.

3.4.6.7 İpliklerin Buharlanması

Tekstüre (hacimli) iplikler ve halı iplikleri için eğirme işleminden sonra çok düzenli buharlama ve sabitleştirme işlemleri gerekmektedir. Düzensizliklerden kaçınmak için, Buharlama Tanklarında, buharlama zamanının daha uzun tutulması ve daha fazla buhar tüketimi yaygın bir uygulamadır. Kazanlarda ve kullanılan buharda hassas sıcaklık ve nem kontrolü sağlanarak buharlama zamanı optimize edildiği takdirde kalitede daha fazla uyumluluk ve ısı enerjisinden tasarruf sağlanacaktır. Ayrıca, "soğuk noktalar oluşmasını önlemek" ve her yerde aynı sıcaklığı sağlamak için bu tanklar etkili bir şekilde izole edilmelidir.

3.4.6.8 Flayer'siz İplik Üretimi

İplik eğirme prosesinin nihai safhasında genellikle iki tip makina kullanılır. Flayer ve halkalı veya OE-iplik makinası. Gerçekte, teknolojik olarak belirli bir rolü olmayan sadece yardımcı olarak görev yapan flayer, iplik makinalarına bobin hazırlama safhası olarak da düşünülebilir.

Halkalı iplik makinalarına monte edilmiş otomatik ayarlanabilen çekme sistemleri kullandığı takdirde flayerlerin kullanımına gerek olmaz. Bu teknolojinin kullanımıyla elde edilen ilk sonuçlar çok başarılıdır. Bu teknolojiyi kullanan fabrikalar, düzgün, ince iplik üretimi yaptıklarını ileri sürmektedirler. Flayerin kapladığı alandan yapılan tasarrufun yanısıra, bu makinaların işletme masraflarında da azalma olmaktadır. Bu sayede nihai iplik üretim safhalarında tüketilen elektrik enerjisinde % 26'lık bir azalma olacağı tahmin edilmektedir.

3.4.6.9 İğlerin Hareketi

Doğrudan tahrikli ünitelerde, motorlar ve iğleri taşıyan takımlar tek bir ünite teşkil eder. Kullanılan motorlar orta ölçekte 700 Hz.'e kadar hızları ayarlanabilir alternatif akımlı asenkron motorlardır. Alternatif akım motorları, tasarımı, geniş kullanma aralığı ve % 80'ni aşan verimleri ile bu amaca en iyi uyan motorlardır. Çeşitli uygulamalar için şaft gücü 100-400 watt arasında olan çeşitli motorlar mevcuttur. Motorlar, sargı sıcaklığı 100 °C i aştığı zaman devreyi kesen ısı koruyucularla techiz edilmiştir.

Makinayı besleyen ve kontrol eden frekans değiştirici (değişken Hız Sürücüler) mevcuttur. Bu sürücüler ayarlama sistemlerinde asenkron motorların kullanımını mümkün kılar.

Elektronikteki en son gelişmeler sonucunda % 98'den daha fazla verimliliğe sahip sürücüler dünya çapında mevcut duruma gelmiştir.

3.4.7 KAĞIT SEKTÖRÜ

Kağıt sektöründe Ülkemizde gerek odundan gerek selülozdan kağıt üretimi yapan yaklaşık 40 adet fabrika mevcuttur. Sektörde tesbit edilen fabrikaların 33' ü özel sektöre ait 7'si ise SEKA'ya aittir. Ayrıca SEKA'ya ait bir tesiste sadece selüloz üretilmektedir.

Bu tesislerin tümü incelendiğinde yaklaşık kapasite kullanım oranları;

SEKA % 81

ÖZEL SEKTÖR % 64.1 olarak tesbit edilmiştir.

Kağıt sektöründe uygulanmakta olan çeşitli prosesler mevcuttur.

Bunlar;

- Odundan kağıt üretimi
- Selülozdan kağıt üretimi şeklindedir.

Odundan kağıt üretimi belirgin olarak beş safhada gerçekleşir. Bu safhalar:

1. Odunun hazırlanması
2. Hamur yapma
3. Ağartma
4. Kimyasal kazanım
5. Kağıt yapımı

Odundan kağıt üretilmesi sırasında, odunun yongalanması, pişirilmesi selülozun ayrılması gibi işlemlerin uygulanması nedeniyle, selülozdan kağıt üretimi işlemine oranla daha fazla enerji

tüketimi olmakta buna karşılık uygulanan proses sayısı arttığı için uygulanabilecek iyileştirme önlemleri ve elde edilebilecek tasarruf miktarları da artmaktadır.

Selülozdan kağıt üretiminin daha maliyetli olmasına karşılık enerji tüketimi açısından incelendiğinde, gerek elektrik enerjisi gerekse ısı enerjisi açısından daha avantajlı olmaktadır.

3.4.7.1 Proses Teknolojileri

Ülkemizde Kağıt sektöründe (özel sektörde) uygulanan teknolojilerin gelişmiş olmasına rağmen teknolojideki yeni gelişmelerle önemli ölçüde enerji iyileştirilmesine gidilmesi ümit vericidir. Daha ileri hamur hazırlama işlemlerinin gelişmesi beklenmektedir. Bunlar, çürük odun mantarlarından çıkan enzimlerin kullanımıyla canlı hamurlama, fermantasyonla kimyasal hamurlama ve organik çözücü kullanarak hamurlama olarak sayılabilir.

Kağıt yapımının bir seri prosteden oluşması nedeniyle üretim prosesinin her bir kademesinde değişken oranlarda olmak üzere enerji tasarruf imkanları mevcuttur. Kağıt yapımı proses teknolojilerinde enerji tasarruf potansiyeli % 10 civarındadır.

Aşağıdaki Tabloda en fazla enerji tasarrufu sağlanabilecek teknolojiler verilmiştir.

Tablo 10. Kağıt Sektöründe En Fazla Enerji Tasarrufu Yapılabilecek Teknolojiler

Proses Kademesi	Enerji Tasarrufu
Aritma ve Kurutma	Sıcak Presleme
Su Uzaklaştırma	Proses Kurutma
Stok Hazırlama ve Şekillendirme Kağıt Hamuru	Elekli Pres / Arıtıcı Yüksek veya Orta Yoğunlukta kağıt hamuru
Su Uzaklaştırma Presleri Geniş Kalıp Presleri	Geniş Enli İnceltme Presleri Kontrollü İnceltme Presleri
Kurutma	Temassız Kurutma Silindirleri Yüksek Verimli Tamamıyla Kapalı Çevrim Davlumbaz İnfrared Sistemler

Yeni bir teknoloji olarak kullanılan, kağıt üretiminde havasız kurutma yöntemiyle % 35 tasarruf yapma imkanı mevcuttur. Bu sistemde kağıt makinalarına giriş ve çıkışta sistemin sürekli olması nedeniyle çok iyi bir sızdırmazlık sağlanması gerekmektedir. Bu da havasız kurutma sisteminin kağıt sektörüne uygulanmasında önemli bir zorluk olarak görülmektedir.

ABD hamur ve kağıt endüstrisi 1972 ile 1985 yılları arasında enerji yoğunluğunu % 36 oranında azaltarak ve ek enerji iyileştirmeleri ile daha ileri tasarruf sağlamıştır.

İdaremiz tarafından Ülkemizde yapılan çalışmalar sonucu kağıt üretimi proses kademelerinde ve muhtelif alanlarda elde edilebilecek yaklaşık tasarruf oranları aşağıda verilmiştir.

- Oksijen trim kontrol sisteminin kurulması ile % 2 – 7.5
- Yanma kontrolü için O₂ ve CO analizörlerinin kurulması ile % 3 - 5
- Kurutucu çıkışında kuru madde oranının yükseltilmesi ile % 6 - 12
- Pres kısmındaki çıkış nem oranının düşürülmesi ile % 12.5 - 13
- Nem gramaj kontrolünün yapılması ile % 15 - 25
- Kapalı kurutma havalandırma sisteminde muhtelif önlemlerle (Eşanjörlerin bakımı ve temizliği, yağ hava atık ısısından ısı geri kazanımı, ısıtıcı boruların izolasyonu vb.) % 2 - 12

3.4.8 KİMYA SEKTÖRÜ

Dünyada kimyasal hammadde üretimi endüstriyel enerjinin % 5 inden sorumludur. Kimyasal hammadde stoklarının enerji içeriğinin yaklaşık üçte biri plastik gibi “nihai“ kimyasal maddelerde bulunur. ABD’de kimyasal hammadde üretiminin halihazırda %30-35 arasında bir verimlilikte gerçekleştirildiği tahmin edilmektedir.

Bu sektörde istenen en son ürüne ek olarak, pek çok inorganik ve organik kimyasal üretim prosesleri ara bileşiklerin yapımını ve ayırımını içeren sayısız ardışık aşamaları kapsar. Tüm prosesin genel enerji verimliliği, her aşamanın kendi verimliliklerinin toplamı olacaktır. Ancak her aşama yeterince enerji verimliliğine sahip olsa bile, bütünün verimliliği oldukça düşük olabilir.

Bu sektördeki enerji verimliliğinin iyileştirilmesinde, temel aşamaların kısaltılması ve basitleştirilmesinden, kimyasal proseslerin tasarımını iyileştirmeye ve daha iyi tekniklere uzanan, çok sayıda seçenek vardır.

Örneğin ;

- ◆ Proseslerde kullanılan basınç ve sıcaklık seviyelerini düşürmek ve tepkime sürelerini hızlandırmak amacıyla biyoteknoloji kullanımı.
- ◆ Ürünlerin, reaksiyon tepki sürelerini geliştirmek, ısı ve basıncı azaltmak için katalizör kullanımı. Örneğin; düşük yoğunluklu polietilen için düşük basınçlı katalitik sürecin enerji ihtiyaçlarını standart sürecin yalnızca % 35 ’ine düşürdüğü belirlenmiştir.
- ◆ Daha ayrıntılı olarak geliştirilmiş sensör ve ekipmanlar yoluyla gelişmiş proses kontrolü. Araştırmalar, belirli proseslerde % 5-20’lik tasarruf potansiyeli varlığını ve genel enerji tüketiminde % 10-15’lik azalma sağlanabileceğini göstermektedir..
- ◆ Geliştirilmiş distilasyon, membranlı süzme, süper çözümlenici sıvı özütleme ve dondurarak yoğunlaştırma yollarıyla (ki bu yöntemler ve diğer ayırıştırma tekniklerinden % 50 daha verimli

olabilir ve çok daha yüksek saflıkta ürünler verebilir) ayrıştırma veya yoğunlaştırma daha verimli olarak yapılabilir.

- ◆ Kimya endüstrisinde çok yaygın olarak bir atık ısının yeniden kullanımı sözkonusudur. Ancak yapılan çalışmalar, iyileştirme de daha önemli potansiyel olduğunu göstermektedir. Örneğin, ABD’de mevcut enerji maliyetlerinde % 32-48 ‘lik bir azalma beklenmektedir.

3.4.9 PETROKİMYA SEKTÖRÜ

Aliağada kurulu petrokimya tesisinde en yoğun enerji tüketimi bilindiği gibi etilen fabrikasında olmaktadır. Bu fabrikanın kapasitesi 350 000 ton dur ve 400 000 tona çıkarma çalışmaları vardır. Dünya ölçeğinde baktığımızda bu kapasite küçük kalmaktadır. Bugün dünyada 750 000 ton kapasiteli tesisler kurulmaktadır.

Dünyada yeni kurulan fabrika fırınlarında daha yüksek ısı transfer alanı ve daha düşük alıkonma zamanı elde ederek etilen verimini artırmak amacıyla çok sayıda küçük çaplı borular kullanılmaya başlanmıştır. Aliağada etilen fabrikasında kullanılan boruların maksimum dayanma sıcaklığı 1070 °C iken iken günümüzde 1200 ° C dayanıklı kraking tüpleri piyasaya sürülmüştür.

Yeni fabrikalardaki fırınlarda yanma için gerekli havanın önceden ısıtılması ile önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Gaz türbini ilavesiyle hem elektrik üretilmekte hem de fırınlara gerekli olan sıcak hava sağlanmaktadır.

Yeni fırınlarda duvar brülörlerinden vazgeçilerek tamamen taban brülörleri kullanılmaya başlanmıştır.

3.4.9.1 Ayırma sistemleri

Son 10 yılda etilen fabrikalarında yapılan enerji tasarrufunun % 50’ si ürün ayırma sistemlerindeki yeni dizaynlar ve mevcut cihazların geliştirilmesiyle sağlanmıştır.

Yüksek basınçlı ayırma sistemlerinin yerini düşük basınçlı ayırma sistemleri almaya başlamıştır. Ayrıca kolonlarında daha az basınç kaybıyla daha fazla ve daha kaliteli ürün elde etmek için tepsi yerine metal dolgular kullanılmaya başlamıştır.

3.4.9.2 Japonya örneği

Yokkaichi Mitsubishi Petrokimya tesisinin 25 sene önce kurulan etilen fabrikasında başlayan enerji tasarrufu çalışmaları sonunda enerji tüketimi % 40 oranında azaltılmıştır. Burada yapılanlar kraking fırınlarının modifikasyonu (yeni dizaynlı fırınlarda % 10 oranında tasarruf sağlanmıştır.) Kompresör ve türbin değişimi (% 7 civarında tasarruf sağlanmıştır.) Fırınlara merkezi bilgisayar ile kontrolü, pinch teknolojisi uygulamaları, atık ısı geri kazanımları (kraking ünitesi ve muhtelif ısı değiştiricilerle sağlanan), değişken hız sürücülerinin uygulamaları (% 2 civarında) ile toplam olarak 7 yılda 3 milyar yenlik tasarruf sağlanmıştır. Yakın bir gelecekte gaz genleştiricileri uygulamaları ile spesifik enerji tüketimleri 5800 kcal/kg düşürülmesi planlanmaktadır.

3.4.10 GÜBRE SEKTÖRÜ

Türkiye'de Gübre Sanayi, tarımın en önemli girdilerinden biri olan gübrenin üretimini sağlaması yönünden planlı dönemle birlikte öncelik alan ve teşvik edilen bir sanayii olmuştur. Bu bakımdan gübre sanayii Kimya ana sektörü içinde yeni bir sektör olmasına rağmen gelişmesi çok hızlı olmuştur. Bugün belirli potansiyeli ve teknolojik seviyesi ile, iç ve dış pazarda rekabet edebilecek güce sahip bir sanayimiz olarak kendini göstermiştir.

Sektördeki kuruluşlardan bir kısmı gübre hammaddesi ve aramaddesi üreterek sektördeki diğer kuruluşlara pazarlamaktadır. Gübre üreticisi kuruluşlardan bazıları ise gübre üretimleri için gerekli aramaddeleri kendi bünyelerinde kurulu ünitelerde üretmektedir.

3.4.10.1 Sektördeki Kuruluşlar

Bu gün ülkemizde başlıca üretimleri "Gübre Hammaddesi" ve "Aramadde"si olan 14 kuruluş mevcuttur. Bunlar Kamu Kuruluşları, Karma Kuruluşlar ve Özel Sektör Kuruluşları olarak üç ana grupta toplanmaktadır.

3.4.10.2 Gübre Sanayinin Teknolojisi

Gübre Sanayi sermaye yoğun yatırımlara sahip olduğundan uygulanan teknolojiler tesislerle birlikte eskidiği ve verimliliğini kaybettiği zaman tesislerin kapatılması en son çözüm olmakta, onun yerine eskiyen ünitelerin yenilenmesi, teknik darboğazların giderilmesi gibi çözümlere gidilmektedir. Dünya Bankası tarafından finanse edilen rasyonelizasyon ve enerji kazanımı projelerinde aynı amaca yöneliktir. Bu yatırımlarla tesislerin teknik darboğazları giderilmiş eskiyen kısımları yenilenmiş, eklenen ünitelerle nominal kapasitelerinde üretim yapan ve daha verimli çalışan tesisler kazanılmıştır.

3.4.10.3 Bazı Gübre Fabrikaları İçin Enerji Tasarrufu Önerileri

- Isı geri kazanımı : Kurutucu veya soğutucuların atık gazları yanma havasının ön ısıtılmasında kullanılmaktadır. Böyle bir proses değişikliği enerji ihtiyacını 0.04785 Gcal/ton azaltmaktadır. Ancak atık gazlardaki toz miktarı bu uygulamayı kısıtlamaktadır.
- Nötralizasyon prosesinde boru reaktörünün kullanılması : Reaksiyon ısısı fazla suyun uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Bu uygulama ile 0.1196 Gcal/ton enerji tasarrufu edilmektedir Ancak böyle bir proses teknoloji değişikliği gerektirmektedir Bu teknoloji kullanıldığında Granulatörden sonra kurutucuya gerek kalmamaktadır.
- Kazan yanma havası miktarlarında ayarlama sonucunda kazan verimlerinde % 10 civarında verim artışı sağlanabilmektedir.
- Basınç düşüşünün azaltılması : 1ton %100 lük Sülfirik Asit üretimi için fanların sistemdeki basınç düşüşünü karşılayabilmesi için 0.1196 GCAL/ton enerjiye ihtiyaç vardır. Bu kayıpları azaltmak için ;
 - a- Geliştirilmiş kule ve katalizör yataklarının kullanılması
 - b- Az basınç düşümlü ekipmanların dizaynı yapılmalıdır.

α

Basınç düşüşünde % 20 lik bir azalma sağlanması halinde proses enerji ihtiyacında ton başına 0.02392 GCAL bir azalma sağlanmaktadır.

- Kullanılmış asidin yeniden konsantre edilmesi : Sülfirik asit tesislerine entegre olarak kullanılan asit geri kazanım ünitesi, absorpsiyondan geri kazanılan ısıyı kullanacak şekilde dizayn edilebilir. Bu da kükürt kullanımını ve atık problemini azaltmaktadır.
- Elektrik ve yakıt tüketimlerinin çeşitli parametreler bazında izlenmesi için gerekli ölçüm cihazlarının satın alınması ve bilgisayar sistemlere geçilmesi gerekmektedir.
- En iyi tasarruf işletme şartlarının iyi izlenmesi ve bakım onarımın takibinin düzenli yapılması ile olmaktadır.

4. SANAYİDE ENERJİ TASARRUFU İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER

1. Tüm sanayi tesislerinde; 1995 Kasım ayında çıkarılan yönetmelik gereğince, 2000 TEP enerji tüketimi olan sanayi kuruluşlarında tasarruf imkan ve odaklarının tespiti, enerji tüketimi (genel ve spesifik) hedeflerinin tespiti ve izlenmesi, mevcut durumdaki enerji tüketimi ve hedef miktarlara yaklaşım için plan ve programlar yapılarak, " Enerji Yönetim " sisteminin kurulması öngörülmektedir. Yönetmeliğin kapsamına yıllık enerji tüketimi 500 TEP'in üzerindeki tesisler de alınarak uygulamaların zorunlu hale getirilmesi sağlanmalı, yönetmelikte belirtilen hususları uygulamayanlar için müeyyideler getirilmelidir.
2. Sanayi kuruluşlarının enerjiiyi verimli bir şekilde kullanması için aşağıdaki hususları kapsayan bazı standartların hazırlanması gereklidir.
 - Yakma sistemlerinin iyi kullanımı,
 - Isıtma soğutma ve ısı aktarım sistemlerinin iyi kullanımı,
 - Radyasyon, konveksiyon, kondüksiyon şeklinde olan ısı kayıplarının önlenmesi,
 - Atık ısı geri kazanımı ve yeniden kullanımı,
 - Güç vb. diğer kullanım türlerine dönüşümü sırasında ısının verimli kullanımı,
 - Direnç vb. nedeniyle olan, elektrik enerjisi kayıplarının önlenmesi,
 - Güç (mekanik enerji), ısı vb. diğer kullanım türlerine dönüşümü sırasında elektrik enerjisinin verimli kullanımı.
3. Enerji tasarrufu sağlayıcı projelerin, demonstrasyon projelerinin, bu konuda hizmet verecek özel sektörün mali açıdan teşvik edilmesi için uygun politikaların belirlenmesi ve gerekli yasal düzenlemelerin yapılması zorunludur. Tevsii çalışmaları sırasında ve yatırım planlarında yeni ekipman seçiminde daha az enerji tüketen ancak aynı işlevi yerine getiren ekipmanların tercih edilmesi sağlanmalı ve bu ekipmanlar için yapılan yatırımlarda ya da bunların ithalinde devlet tarafından da, teşvik edici önlemler alınmalıdır (Gümrük vergisi indirimi veya sıfır gümrükle ithal izni verilmesi gibi).
4. Sanayide birinci öncelik üretime verildiğinden enerji tasarrufuna gereken önem ve dikkat verilmemektedir. Zaman zaman aşırı enerji tüketimleri olmaktadır. Enerji tüketimleri izlenerek aynı üretim miktarına karşın sebebi bilinmeyen aşırı yakıt tüketimlerine cezai müeyyideler getirilmelidir Enerji tasarrufu konusunda merkezi bir izleme ve denetleme mekanizmasının oluşturulması yapılan çalışmaların etkinliğinin artırılması açısından gereklidir. Bu amaçla Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü içindeki UETM'in yeterli yetkilerle donatılması uygun olacaktır.

5. Sanayi ve Ticaret Bakanlığının küçük, orta ve büyük tüm sanayi kuruluşlarının tescilini, adreslerini güncel olarak tutması için birim oluşturması sektördeki izleme sorunlarını hafifletecektir. Ülkemizdeki sanayi tesislerinin tescillerinin tam ve eksiz olarak tutulduğu bir kayıt sistemi yoktur. DİE, Sanayi ve Ticaret Odalarında fabrika listeleri arasında tutarsızlıklar ve eksiklikler mevcuttur. Yapılan çalışmalar bazı büyük fabrikaların kayıtlarını bu kuruluş listelerinde olmadığı görülmüştür. Sanayi Bakanlığının sektörlerdeki kapasite kullanım durumları, sanayi dalının katma değer katkısı, istihdam katkısı, çevre kirliliği, enerji tüketim yapısı gibi kriterleri göz önüne alarak sanayi tesislerinin kurulması, kapasite artırımı konusunda planlama yapacak ve plana uygun müsaade verecek şekilde örgütlenmesi gerekir. Bu yolla sanayideki yatırımların daha iyi yönlendirilmesi mümkün olabileceği gibi enerji sektörü beklenmeyen enerji artışlarının yarattığı sorunlardan daha az etkilenecektir.
6. Ülkemiz sanayinde enerji verimliliğini arttırmak üzere çalışmaların yapılması gereklidir. Bunun yanısıra Türk sanayisi artık ağır sanayiden hafif sanayiye geçmelidir. Bunun için en kısa zamanda sanayi planlaması yapılarak teşvikler ve tesis kurma izinleri buna göre verilmelidir. Böylece ülkemiz enerji yoğunluğu değerleri düşme trendine girecektir.
7. Kamu fabrikalarında enerji tasarrufu sağlayan önlemlerin uygulanmasında en büyük dar boğaz yatırım planlarının genel müdürlük ve DPT onaylarında minimuma indirilmesi veya reddedilmesidir. Geri ödemesi çok kısa vadeli önlemler bile gerekli yatırım izni alınmadığı için yıllarca beklemektedir. Önlemlerin uygulanması hususunda kamu fabrikaları gerekli yatırımları yapacak yetkilere sahip olmalıdır.

Bu kesimdeki fabrikalarda en büyük eksikliklerden biri de gerekli ölçüm, kontrol cihazları ile otomatik kontrol sistemlerinin olmaması nedeniyle enerji tüketimlerinin sağlıklı bir şekilde izlenememesidir. Kamu kesimi yatırımlarında bu konuya özellikle önem verilmesi gereklidir.
8. Enerjiyi kullanan personelin enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi en önemli konuların başında gelmektedir. Bu konuda çeşitli yayın, promosyon kampanyaları, seminer ve eğitim programları ile personelin bilgilendirilerek tesiste uygulanan enerji tasarrufu çalışmalarına katılımları sağlanmalıdır. Bu konuda enerji yöneticilerine büyük görevler düşmektedir.
9. Bilgisayar destekli koruyucu bakım, bakım-onarım sistemlerinin kurulması yaygınlaştırılmalı, bu şekilde arıza ve duruşlara bağlı üretim kayıplarının ve enerji tüketimlerinin azaltılması sağlanmalıdır.
10. Enerji verimli üretim teknolojilerinin tesbiti için sektör uzmanlarından gruplar oluşturulmalıdır. Bu gruplar Türkiye'deki sanayi kuruluşlarının yakın ve orta vadede enerji verimliliği ve çevresel etkiler açısından tercih etmeleri gereken teknolojileri tesbit etmelidir. Bu çalışma devlet ve sanayici tarafından sağlanacak ortak desteklerle yürütülmelidir.