

Türkiye’deki Enerji Verimliliği Çalışmaları

SANAYİ

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

Türkiye’de ilk planlı enerji tasarrufu çalışmaları, 1981 yılında Elektrik İşleri Etüd (EİE) İdaresi Genel Müdürlüğüne başlatılmıştır. Bu çalışmaların yurt genelinde daha etkili ve kapsamlı yürütülmesi amacıyla 1992 yılı sonunda EİE bünyesinde Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) oluşturulmuştur. EİE/UETM içinde yapılan Sanayide Enerji Verimliliği Şubesi, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır (EİE, 2006b).

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

Türkiye’de sanayide enerji tasarrufuna ilişkin farklı bilgiler mevcuttur. UETM tarafından yapılan bir çalışmada; 1996 yılı için enerji tasarruf potansiyeli, sanayinin o yıl kullandığı enerjisinin yaklaşık % 24’ünü oluşturan 4,2 milyon TEP olarak belirtilmiştir. Bu enerjinin nakit değeri de yıllık yaklaşık 1 milyar \$ olarak tahmin edilmiştir. Bu enerjinin tasarruf edilmesi için gerekli yatırım miktarı ise 2,3 milyar \$ olarak öngörülmüştür. Ayrıca bu yatırımların geri ödeme süresi minimum bir yıldan maksimum üç yıla kadar değişmektedir (IEA, 2001: 46).

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

- ERDEMİR Kapasite Artırımı ve Modernizasyon projesi kapsamında yapılan yatırımlar sonucunda; yüksek fırınlar soba bacaları atık gazının, sobalarda kullanılan yakma havası ön ısıtılmasında ve kömür enjeksiyon tesisinde öğütülen kömürün kurutulmasında ve nakliyesinde kullanılmasıyla yıllık yaklaşık 50.972 TEP’lik bir tasarruf sağlanmıştır (Turan, 1997: 210,209).

- Türk Ytong kuruluşunun Pendik fabrikasında 1996 yılında başlayıp 2001 yılında sona eren enerji tasarrufu çalışmaları; buhar akülerinin kurulması, buhar kazanlarının verimliliğinin artırılması ve atık buhar geri kazanım sisteminin devreye alınması biçiminde üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Yapılan yatırımlar ile tam kapasite üretimde yaklaşık % 30 enerji tasarrufu ve üretim sürecinde kullanılan hammaddelerden de % 5 oranında tasarruf sağlanmıştır. Beş yıllık dönemde, yapılan çalışmaların sonucunda 935.000 \$’lık tasarruf gerçekleşmiştir (Sümer, 2004).

- Oyak-Renault, “Enerjinin Verimli Kullanılması” projesi kapsamında doğalgazın optimal düzeyde tüketimi hedeflemiş ve bu doğrultuda elektrik ve su tüketimlerinin azaltılmasını da içeren çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar doğrultusunda yaklaşık % 47,9 elektrik ve 2001-2002 döneminde % 28 doğalgaz tasarrufu sağlanmıştır (Yurtman, 2004)

BİNA

Türkiye'de enerjinin yaklaşık % 30'u, toplam elektrik tüketiminin ise yaklaşık % 43'ü konutlarda kullanılmaktadır. Konut sektörü, enerji tüketiminde sanayi sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır. Dolayısıyla binalarda enerji tasarrufuna yönelik çalışmalar, enerji kaynaklarının etkin kullanımı açısından önemlidir.

Ancak, Türkiye'de çok sayıdaki eski binanın enerji tasarrufuna yönelik olarak inşa edilmeyişi, hızlı kentleşme olgusuyla yeni binaların enerji verimliliği standartlarına uygun olarak yapılmayışi gibi nedenlerle binalarda enerji kayıpları yüksektir. Yapılan bir çalışmada, konutların yalnızca % 14'ünün merkezi ısıtma sistemine, % 10'unun çatı ısı yalıtımına ve % 9'unun çift cama sahip olduğu belirtilmektedir (Turan, 2004: 93).

Türkiye'de konutlarda tüketilen enerjinin yaklaşık % 80'i ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ancak binaların ısıtmasında, enerjinin verimli kullanıldığı söylenemez. Yapılan bir çalışmada, Türkiye'de ısınmak için yaygın olarak soba kullanıldığı, ancak büyük kentlerde kaloriferli binaların arttığı belirtilmektedir. Yerli olarak üretilen sobaların çok düşük yanma verimine sahip oldukları, aynı biçimde kalorifer kazanlarında da tasarımdan kaynaklanan verim düşüklüğünün olduğu, kalorifer kazanlarının işletimlerinden kaynaklı verimsizlik de dikkate alındığında kayıpların daha da arttığı ifade edilmiştir (Keskin, 2000: 10).

Türkiye'de binalarda birim alanı veya hacmi ısıtmak için harcanan enerjinin Avrupa Birliği ülkelerine göre 2-3 kat daha fazla olması nedeniyle 1985 tarihli binalarda ısı yalıtımını kurallarını belirleyen Türk Standardı TS 825 güncellenmiştir. Yeni standart, 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren zorunlu standart olarak uygulamaya girmiştir.

Ayrıca Bayındırlık ve İskân Bakanlığı yönetmeliğinin de yeni standartla paralellik sağlayacak şekilde değiştirilmesi için gerekli çalışmalar yapılmış ve yeni yönetmelik (Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği) 8 Mayıs 2000 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanarak 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Belirtilen standardın uygulanması ile yeni inşa edilen binalarda bina dış kabuğundan kaynaklı ısı kayıplarının yarı yarıya azaltılması hedeflenmektedir (EİE, 2006a).

Bu doğrultuda, 2002 yılında Almanya ile Türkiye arasında Teknik İşbirliği programı çerçevesinde "Binalarda Enerjinin Verimli Kullanılması-Erzurum İlinde Uygulama" adlı bir proje başlatılmıştır. EİE/UETM, Alman Teknik İşbirliği Kurumu (GTZ) ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütülecek proje, çeşitli bina etütleri, eğitim programları, yasal düzenleme ihtiyaçlarının belirlenmesi, belediyelerde danışmanlık merkezlerinin oluşturulması gibi birçok etkinlik yer almaktadır (EİE, 2006a).

Konutlarda tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 60-70'i ev aletlerinde, % 30-40'ı aydınlatmada kullanılmaktadır. Ancak bu alanda, elektrik kullanımını azaltmaya yönelik çok fazla çalışmanın olmadığı görülmektedir.

Elektrikli ev aletleri ve klima cihazlarının enerji verimliliğinin artırılması amacıyla yapılan çalışmalara, klima ve beyaz eşya üreticilerine, bu üreticilerin birliklerine ve ithalatçılarına gerekli katkılar, ilgili kamu kuruluşları ile EİE/UETM tarafından sağlanmıştır. Bu çalışmalarla buzdolabı, çamaşır, bulaşık, çamaşır kurutma ve kurutmalı çamaşır makineleri ile ampullerin etiketlenmelerine ilişkin yönetmelikler, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca 2002 yılında yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikler, evlerde kullanılan buzdolabı, çamaşır ve bulaşık makinelerinin daha az enerji tüketir hale gelmesi hedeflenmiştir (EİE, 2006b).

ULAŞTIRMA

Türkiye'de tüketilen enerjinin yaklaşık % 20'si ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır. 2005 yılı verilerine göre, bu oran % 19,7 olarak gerçekleşmiş olup sanayi ve konut sektöründen sonra üçüncü sırada ulaştırma yer almaktadır. Ayrıca bu sektördeki enerji kullanımının yaklaşık % 99'unu petrol ürünleri oluşturmaktadır. Dolayısıyla ulaştırma sektörü bu yönüyle tamamen dışa bağımlı durumdadır.

Ancak ekonomide büyük bir paya sahip olan ulaştırma sektöründe enerjinin rasyonel kullanımını sağlayacak hiçbir mevzuat ve yönetmelik bulunmamaktadır. Ulaştırmada enerji tasarrufuyla ilgili EİE'nin ağ sitesinde bir sayfa bulunmakta, ancak ulaşımda toplu taşıma önerme dışında herhangi bir çalışma ile karşılaşılmamaktadır.

Türkiye'de toplam taşımacılığın büyük bir kısmı kara taşıma araçlarıyla, özellikle de özel otomobillerle gerçekleştirilmektedir. Ulaştırma sektörü yoğun petrolün kullanıldığı bir sektöre ve petrolde de Türkiye dışa bağımlı bir ülke ise hem dış hem de iç şoklara açıktır. Petrol fiyatlarında ya da döviz kurlarında ortaya çıkan değişimler, bu sektörü hemen etkilemektedir. Dolayısıyla öncelikle yolcu ve yük taşımacılığında karayolunun payının azaltılmasının ve diğer taşımacılık türlerine ağırlık verilmesinin önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlayacağı açıktır. İkinci olarak toplu taşıma araçlarına yönelmek de enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Hem dünyada hem de Türkiye'de son yıllarda, özellikle 1990 yılından itibaren yanma sonrasında ortaya çıkan zararlı maddelerin havayı kirletmesini önlemek ve yakıt kullanımının verimini artırmak amacıyla motorlu araçlarda alternatif yakıt kullanımına doğru bir yöneliş gözlenmektedir. Bu doğrultuda motorlu araçlarda sıkıştırılmış doğalgaz (CNG), sıvı petrol gazı (LPG) gibi yakıtlar kullanılarak egzoz emisyonları ve yakıt tüketim maliyetinde bir azalma ortaya çıkmıştır (Özpolat, 2006).

Türkiye'nin enerji tüketimi içinde % 6'lık bir paya sahip olan LPG ürünleri, 2002 yılında % 15 düzeyinde düşmüştür. 2001 yılında yaşanan ekonomik krize bağlı olarak sektör olumsuz etkilenmiştir. Bunun nedenleri ise devalüasyon nedeniyle sık ve yüksek fiyat artışlarına ve finansman sıkıntısı nedeniyle artırılan vergilere dayandırılmaktadır. Özellikle de 2001 yılında fiyatlar içinde % 16'lık pay oluşturan KDV ve Akaryakıt Tüketim Vergisi (ATV) oranı yeni düzenlemelerle 2001 yılı sonunda % 45'e yükselmiştir. Fiyatlardaki artış sonucunda tüketiciler bir yandan tüketimlerini kısmışlar, öte yandan da kaçak yakıtlara yönelmişlerdir (Coşkun, 2002).

Ulaştırma sektöründe üzerinde çok durulan konulardan biri temiz yakıtların daha yaygın kullanılması, diğeri ise daha etkin ulaştırma biçimlerine yönelmektir. Ulaştırma sektöründe yaşanan enerji sorunlarının yarattığı çevresel etkiler ve tehditler yalnızca sanayileşmiş ülkelerin değil, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerin de sorunudur. Ulaştırma sektöründe bu sorunları aşmada; gelişmiş planlama, talep yönetimi, yakıt verimliliği ve temiz yakıtları kapsayan yaklaşımlar kullanılabilir (WEHAB Working Group, 2002: 13).

Ulaştırma sektöründeki enerji sorunu, şehir planlamacılığı, toplu taşımacılığın payının artırılması gibi uzun vadeli çözümle giderilebilir. Gelişmiş ülkelerdeki toplu taşıma düzeyine ulaşılabilmesi için konunun bir bütün halinde ele alınması gerekmektedir.

8. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, ulaştırma sektöründe alt sistemlerin birbirini tamamlayacak biçimde gelişebilmesi, ekonomik ve sosyal yaşamın gereksinimlerinin yerinde, zamanında, ekonomik ve güvenli biçimde gerçekleştirilebilmesi için sistemin bir bütün olarak ele alınmasını sağlayacak bir Ulaştırma Ana Planının bulunmadığı belirtilmektedir. Bu planın olmayışı, alt sektörlerin hemen hepsinde plansız, birbirinden

bağımsız, kısa vadeli çözümlere yönelmesine neden olduğuna değinilmektedir (DPT, 2000: 153). Anılan plan henüz tamamlanmamış olup, ancak acilen hazırlanması gerekmektedir.

ELEKTRİK İLETİM DAĞITIM ÜRETİM

Üretilen elektriğin nihai tüketiciye ulaştırılması esnasında trafo, OG (orta gerilim) ENH, dağıtım hatları ve ölçü sistemlerinden kaynaklı kayıplar ortaya çıkmaktadır. Elektrik Mühendisleri Odası (EMO) Başkanı Kemal Ulusaler'in (2006) yaptığı açıklamaya göre; 2004 yılında Türkiye'de elektrik dağıtımdaki teknik kayıplar % 10,4 civarındadır. Yalnızca dağıtımdan kaynaklı olarak meydana gelen elektrik kaybı % 5,4 olup, bu oran teknik kayıpların yarısını oluşturmaktadır. Öte yandan % 10, 8 oranında da kaçaklar bulunmaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de elektrik kayıp ve kaçakları 2004 yılında % 21,2 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Öte yandan gelişmiş ülkelerde de kayıp ve kaçaklar bulunmaktadır. Örneğin Almanya'da % 5 kayıp, % 0,3 kaçak, ABD'de % 6,4 kayıp, % 1 kaçak, İngiltere'de % 9,4 kayıp, % 0,15 kaçak, Yunanistan'da % 10,4 kayıp, % 1,5 kaçak, Meksika'da % 10,8 kayıp, % 7,1 kaçak, Japonya'da % 3,8 kayıp ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında kaçakların Türkiye'de fazla olduğu görülmektedir. Öte yandan Türkiye'nin koşulları ile paralellik gösteren ülkelerde kaçakların birbirine yakın olduğu belirtilmiştir (Ulusaler, 2006).

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

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

Santrallerde üretim veriminin artırılması; otomasyonun geliştirilmesi, termik santrallere yeterli miktar ve dizayn kalitesinde yakıtın sürekli olarak sağlanması, koruyucu bakım sistemlerinin oluşturulması sonucu arızaların azaltılması, arıza müdahale ve periyodik bakım sürelerinin kısaltılması, yedek parça stok kontrolü sistemlerinin kurulması ve uzman eleman çalıştırılması ile gerçekleştirileceği ileri sürülmektedir (DPT, 2001a: 8-2)

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

Öte yandan AB enerji verimliliği mevzuatına uyum faaliyetleri çerçevesinde, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca, 13 yönerge 11'ine uyum sağlanması amacıyla yönetmelikler hazırlanarak Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönergeler aşağıda yer almaktadır (AB Genel Sekreterliği, 2003):

- Isı jeneratörlerinin ısıtma performansı ve yeni ya da mevcut sanayi dışı binalarda sıcak su üretimi ve yeni sanayi dışı binalarda ısının yalıtımı ve iç sıcak su dağılımı.

- Sıvı ya da gazlı yakıtlarla ateşlenen yeni sıcak su ısıtıcıları için verimlilik ihtiyaçları.
- Ev için elektrikli buzdolapları, soğutucular ve bunların bileşimlerinin enerji etiketleri.
- Ev için çamaşır makinelerinin enerji etiketleri.
- Ev için elektrikli çamaşır kurutucularının enerji etiketleri.
- Ev için elektrikli buzdolapları, soğutucular ve bunların bileşimleri için enerji verimlilik ihtiyaçları.
- Ev için kombine çamaşır makinesi-kurutucusunun enerji etiketleri.
- Ev için bulaşık makinelerinin enerji etiketleri.
- Ev tipi ampullerin enerji etiketleri.
- Ev tipi elektrikli fırınların enerji etiketleri.
- Floresan aydınlatma için balastların enerji verimliliği.

Bu konudaki AB mevzuatının önemli bir kısmı Türkiye mevzuatına aktarılmış ve bu doğrultuda uygulamalar başlamıştır.

3. TÜRKİYE İMALAT SANAYİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Türkiye imalat sanayiinde enerji verimliliği ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu durum, objektif ve düzenli veri setinin bulunmamasından kaynaklanmaktadır.¹

Bu nedenle bu bölümde oluşturulabilen veri seti ile imalat sanayiinin alt dallarında enerji kullanımı, enerji kaynaklarının dağılımı, enerji verimliliğindeki gelişmeler araştırılacaktır. Bu çalışmada kullanılacak veriler, Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) sağlanmıştır. TÜİK'te imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin veriler uzun bir zaman aralığını kapsamakla beraber, alt sektörler itibariyle enerji verileri 1995-2001 dönemi için bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma, anılan dönem aralığını kapsayacak biçimde daraltılmıştır.

Ayrıca bu dönemde, TÜİK'ten elde edilen veriler iki farklı sınıflama² koduna göre biçimlendirilmiştir. Bu çalışmada (Usss-2 Rev)'e göre sınıflandırılmış imalat sanayii çıktı değerleri ile enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. İmalat sanayii verileri; 10 ve daha fazla kişi çalıştıran özel sektör ile kamuya ait imalat sanayii işyerlerini kapsamaktadır.

Diğer yandan, dört basamaklı bazı imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin verilere ulaşılamamıştır. Çünkü, özel sektörde 3'ten daha az işyerinin olduğu alt sektörler için üretim bilgisi gizlilik nedeniyle TÜİK tarafından verilmemektir. Benzer biçimde bazı alt sektörlerde bazı yıllara ait verilerin kesiklik veya kopukluk gösterdiği de gözlenmiştir.

Çalışmanın yapıldığı dönemde, imalat sanayiindeki çıktı değerlerine ilişkin veriler en son 2003 yılına kadar mevcuttur. Buna karşın, imalat sanayii alt sektörleri itibariyle enerji verileri 2001 yılından sonra hazırlanmadığından analizler beş (5) yıllık geriden yapılabilmektedir. Elde edilen verilerde belirtilen eksiklikler olmakla beraber, imalat sanayii alt sektörlerinde ortaya çıkan genel eğilimleri gözlemek açısından yeterli olacaktır.

Enerji yoğunluğu hesaplamalarında kullanılan imalat sanayii dalları itibariyle yıllara göre çıktı değerleri, öncelikle 1994 yılı bazlı imalat sanayiine göre TEFE serisi 1995 yılı temel olacak biçime dönüştürülmüş ve bu seriyle deflete edilmiştir. Daha sonra deflete

¹ Bu alanda 1985 ve 1998 yıllarına ait girdi/çıktı tablolarından elde edilen verilerle, 16 sektöre ait dört enerji kaynağının toplam enerji tüketen sektörler içindeki payı incelenmiştir. Çalışmada toplam enerji kullanımında petrolün payının azaldığı, elektrik ve gaz/su olmak üzere diğer enerji kaynaklarının kullanımının arttığı tespit edilmiştir (Çermikli, 2005: 71-74).

² Tüm Ekonomik Faaliyetlerin Uluslararası Standart Sanayi Sınıflaması (Usss-2.Rev) ve (Usss-3.Rev) İmalat Sanayii Sınıflaması.

edilmiş çıktı değerleri, 1995 yılı cari ortalama dolar kuruna bölünerek, ABD doları cinsinden hesaplanmıştır. Böylece çıktı değerlerinde dolar kurundan kaynaklanan sapmalar ortadan kaldırılmıştır.

İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji kullanımının, çıktı değerlerine bölünmesiyle hesaplanan enerji yoğunluğunun yıllar içindeki gelişimi Tablo-2’de toplu biçimde verilmiş olup, aşağıda da ayrıntılı olarak incelenmiştir.³

Tablo-2: İmalat Sanayii İki Basamaklı Alt Sektörlerinde Enerji Yoğunluğu

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

Kaynak: Devlet İstatistik Enstitüsü Yıllık İmalat sanayii İstatistikleri 1995-2001 ve DİE İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi 1995-2001’deki verilerden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.1. Gıda, İçki ve Tütün Sanayii (31 No’lu Sektör)

Genel olarak 31 No’lu sektörün enerji tüketimi ile çıktı değerleri yıllar itibariyle istikrarlı bir biçimde artmıştır. Ayrıca sektörün enerji yoğunluğu Tablo-2’de yer almaktadır. Bu tablo incelendiğinde; sektördeki enerji yoğunluk değerlerinin 1995-2001 yılları arasında 0,058 ile 0,057 arasında seyrettiği görülmektedir. Bu sanayide enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğundan daha düşüktür. Bu durum, gıda sanayiinin istikrarlı olduğunu göstermektedir. Sektörde 1996-2000 yılları arasında enerji yoğunluğu biraz artmış, ancak 2001 yılının kriz yılı olması nedeniyle bu yoğunluğun düştüğü gözlenmektedir.

Tablo-3: 2001 Yılı Üç Basamaklı Gıda, İçki ve Tütün Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

Öte yandan 31 No’lu alt sektörde dört ana alt sanayi bulunmaktadır. Bunlar; gıda maddeleri sanayii, başka yerde sınıflandırılmamış gıda maddeleri sanayii, içki sanayii ve tütün sanayiidir. 2001 yılı verileriyle oluşturulmuş bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Tablo-3’te yer almaktadır. Bu sanayi dalları içinde enerji yoğunluğunun en düşük olduğu sanayi tütün sanayi olup, onu takiben içki, başka yerde sınıflandırılmamış gıda sanayii ve gıda maddeleri sanayii gelmektedir.

3.2. Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sanayii (32 No’lu Sektör)

Dokuma sanayii, 32 No’lu sektörün bir alt sanayi dalı olup, kriz yılları da dâhil olmak üzere ihracatı sürekli artan bir sektördür. Bu sanayi dalının enerji tüketimleri yıllar itibariyle dalgalanma göstermiştir. Ancak 2000 yılı dışında, sektörde enerji tüketiminin genel bir artış eğilimi içinde olduğu söylenebilir. Tablo-2 incelendiğinde bu sanayide enerji yoğunluk

³ İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji kullanımı ve çıktı değerleri Ekte verilmiştir.

değerlerinin 1995-2001 yılları arasında 0,051 ile 0,052 arasında seyrettiği görülmektedir. Bu sanayide de enerji yoğunluğu yıllar itibariyle artmış olmasına karşın imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır. 1999 ve 2000 yıllarında enerji yoğunluğu biraz artmış, ancak 2001 yılında düşmüştür.

Tablo-4: 2001 Yılı Üç Basamaklı Dokuma, Ayakkabı Dışında Giyim Eşyası, Deri ve Kürk Eşyası ile Ayakkabı Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

32 No'lu sektör; dokuma ayakkabı dışında giyim eşyası; deri, deri benzeri maddeler ve kürk eşyası ile ayakkabı sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle hesaplanmış bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Tablo-4'te yer almaktadır. Bu sektördeki enerji yoğunluğu, dokuma sanayiinde diğer alt sanayi dallarına göre daha yüksektir. Ancak bu oran yüksek olmasına karşın, yine de imalat sanayii enerji yoğunluğundan daha düşüktür.

3.3. Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayii (33 No'lu Sektör)

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

Tablo-2'den görüleceği üzere, bu sanayide enerji yoğunluğu 1995-2001 yılları arasında 0,062 ile 0,089 arasında seyretmiştir. Bu sanayide de enerji yoğunluğu yıllar itibariyle artmış, ancak yine de imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır. Tüketilen enerji ile gerçekleştirilen çıktı düzeyi yıllar itibariyle iniş çıkışlar göstermesi nedeniyle, enerji yoğunluğu da küçük olmakla birlikte dalgalanmıştır.

Tablo-5: 2001 Yılı Üç Basamaklı Ağaç ve Mantar Ürünleri ile Ağaç Mobilya Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

33 No'lu sektör; ağaç ve mantar ürünleri sanayii ile ağaç mobilya ve döşeme sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle hesaplanmış bu alt sanayilerin enerji yoğunlukları Tablo-5'te görülmektedir. Mobilya ve döşeme sanayiinin enerji yoğunluğu çok düşük düzeydeyken, ağaç ve mantar ürünleri sanayiinde enerji yoğunluğu imalat sanayi enerji yoğunluğundan daha yüksek çıkmıştır. Çünkü mobilya ve döşeme sanayiinin üretim süreci, basit ve az enerji gerektiren bir süreçtir. Oysa ağaç mobilya ve döşeme sanayii daha karmaşık süreçler içerdiğinden daha fazla enerji kullanımını gerektirmektedir.

3.4. Kâğıt-Kâğıt Ürünleri ve Basım Sanayii (34 No'lu Sektör)

Kâğıt-kâğıt ürünleri ve basım sanayiinin enerji tüketimi 1999 yılı hariç diğer yıllarda artmış, çıktı değerleri ise giderek azalmıştır. Çıktıdaki düşmenin birinci nedeni, anılan yıllarda kâğıt sektöründe ithalatın giderek artma eğiliminde olmasıdır. 1995-2000 döneminde Türkiye'nin kâğıt ithalatı 711 milyon dolardan 927 milyona çıkmış, yaklaşık % 30 oranında artış göstermiştir (DTM, 2006). Böylece ithalatın yurtiçi çıktı içindeki payı % 19'dan % 25'e yükselmiştir. İkinci neden ise, ithalat nedeniyle yurtiçi kâğıt fiyatlarının fazla yükselmemesi, bunun da çıktı düzeyini olumsuz etkilemesidir.

Sektördeki enerji yoğunluğu ise Tablo-2'den görüleceği üzere, 1995-2001 yılları

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

Tablo-6: 2001 Yılı Üç Basamaklı Kağıt ve Kağıt Ürünleri ile Basım ve Yayın Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

Kağıt-kağıt ürünleri ve basım sanayii, kağıt ve kağıt ürünleri ile basım-yayın ve bunlara bağlı sanayiden oluşmaktadır. Bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu Tablo-6'da görülmektedir. 2001 yılı verilerine göre, kâğıt ve kâğıt ürünlerinde enerji yoğunluğu, imalat sanayii değerinden yüksek iken, basım-yayın sanayiinde daha düşüktür.

3.5. Kimya-petrol, Kömür, Kauçuk ve Plastik Ürünleri Sanayii (35 No'lu Sektör)

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

Bu sanayinin enerji yoğunluğu dalgalanmakla beraber 1998 yılına kadar arttığı, ancak bu yıldan itibaren azaldığı Tablo-2'den görülmektedir. Bir yandan çıktı değerlerindeki artma, diğer yandan enerji kullanımının azalması, sektördeki yoğunluğunu düşürmüştür. Ayrıca bu sektörün enerji yoğunluğu, Türkiye imalat sanayii enerji yoğunluğunun altında kalmıştır.

Tablo-7: 2001 Yılı Üç Basamaklı Kimya-Petrol, Kömür, Kauçuk ve Plastik Ürünleri Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

Ancak kimya-petrol, kömür, kauçuk ve petrol ürünleri sanayiindeki enerji yoğunlukları, alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör, ana kimya sanayii, diğer kimyasal ürünler sanayii, petrol rafinerileri, çeşitli kömür ve petrol türevleri sanayii, lastik ürünler sanayii ve plastik ürünler sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri dikkate alınarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve Tablo-7'de belirtilmiştir.

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

3.6. Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi (36 No'lu Sektör)

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

Tablo-2'deki verilere bakıldığında, sektördeki enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğunun bir hayli üstünde gerçekleşmiştir. Öyle ki sektörün enerji yoğunluk değerinin, Türkiye imalat sanayii değerlerinin yaklaşık 5-6 katı civarında olduğu görülmüştür. 1995-2001 dönemindeki enerji yoğunluğunun seyri ise, 1998 yılına kadar biraz düşmüş, 1999 yılından itibaren artış eğilimine girmiştir. Ayrıca bu sanayi, diğer imalat sanayii alt sektörleri içerisinde en yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir.

Tablo-8: 2001 Yılı Üç Basamaklı Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi Enerji Yoğunluğu

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

Öte yandan taş ve toprağa dayalı sanayideki enerji yoğunlukları, alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör; çanak, çömlek, çini, porselen vb. sanayii; cam ve cam ürünleri sanayii; taş ve toprağa dayalı diğer sanayiden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri kullanılarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve Tablo-8'de yer verilmiştir.

Taş ve toprağa dayalı diğer sanayi enerji yoğunluğunun Türkiye imalat sanayii verilerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Çanak, çömlek, çini, porselen sanayii ile cam ve cam ürünleri sanayii enerji yoğunluğu da, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında yüksek olmasına karşın 36 No'lu sektörün verilerinin altında seyretmektedir.

Taş ve toprağa dayalı sanayinin enerji yoğunluğunun çok yüksek çıkmasının nedeni, bu sektörün üretim biçimi itibariyle enerjinin daha yoğun kullanmasından kaynaklanmaktadır.

3.7. Metal Ana Sanayi (37 No'lu Sektör)

Metal ana sanayinde enerji tüketimi, 2000 yılına kadar istikrarlı sayılabilecek bir seyir izleyerek artış göstermiş, ancak 2001 yılında krizin de etkisiyle azalmıştır. Sektörün çıktı değerleri ise yıllar itibariyle iniş-çıkışlar göstermiştir. Bu sanayide enerji yoğunluğunun dalgalı bir seyir izlediği Tablo-2'de görülmektedir. Bu verilerden görülmektedir ki, sektördeki enerji yoğunluğu, imalat sanayii enerji yoğunluğunun bir hayli üstündedir. Ayrıca bu sanayi, diğer imalat sanayii alt sektörleri içerisinde taş ve toprağa dayalı sanayiden sonra en yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Öte yandan sektördeki enerji yoğunluğu 1995-2000 yılları arasında yaklaşık % 30 civarında artmıştır.

Ayrıca metal ana sanayideki enerji yoğunluğu da alt sektörler itibariyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu sektör; demir çelik metal ana sanayi ile demir çelik dışında metal ana sanayiden oluşmaktadır. 2001 yılı verileriyle bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanarak Tablo-9 düzenlenmiştir.

Tablo-9: 2001 Yılı Üç Basamaklı Metal Ana Sanayi Enerji Yoğunluğu

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

Demir çelik metal ana sanayide enerji yoğunluğu, hem imalat sanayii, hem de metal ana sanayi enerji yoğunluğundan büyüktür. Demir çelik dışında metal ana sanayinde ise enerji yoğunluğu düşük olmasına karşın, yine de imalat sanayi verilerinin bir hayli üstünde gerçekleşmiştir.

3.8. Metal Eşya, Makine, Teçhizat, Ulaşım Aracı, İlmî ve Mesleki Ölçme Aletleri Sanayii (38 No'lu Sektör)

Metal eşya, makine, teçhizat, ulaşım aracı, ilmi ve mesleki ölçme aletleri sanayiinin hem enerji tüketimi, hem de çıktı değerleri 1995-2001 döneminde inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir.

Bu sektördeki enerji yoğunluğu Tablo-2'den de görüleceği üzere, düşük düzeyde gerçekleşmiş, ancak yıllar itibariyle istikrarlı bir seyir izlemiştir. Enerji yoğunluğu 1995, 1996, 1999 ve 2001 yıllarında aynıdır. 1997, 1998 ve 2000 yıllarında biraz daha düşük kalmış olsa da, sektörün enerji kullanımının dengeli olduğu söylenebilir. Bir başka nokta, bu sanayi, en düşük enerji yoğunluğuna sahip sektördür. Diğer bir ifadeyle bu sektörün enerji yoğunluğu, diğer bütün sektörlerden daha düşüktür. Bu durum, sektörde enerji tasarruf edici teknolojilerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Sektördeki enerji yoğunlukları alt sektörler itibariyle de farklılıklar göstermektedir. Bu sektör, metal eşya sanayii, makine sanayii, elektrik makineleri ve aygıtları sanayii, taşıt araçları sanayii ve mesleki ve ilmi aletler ile başka yerde sınıflandırılmamış ölçme ve kontrol aletleri ile fotoğrafçılık malzemesi ve optik aletler yapım sanayiinden oluşmaktadır. 2001 yılı verileri kullanılarak, bu alt sektörlerin enerji yoğunluğu hesaplanmış ve Tablo-10'da belirtilmiştir.

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

Tablo-10: 2001 Yılı Üç Basamaklı Metal Eşya, Makine, Teçhizat, Ulaşım Aracı, İlmî ve Mesleki Ölçme Aletleri Sanayii Enerji Yoğunluğu

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

3.9. İmalat Sanayii

Genel olarak Türkiye İmalat Sanayiinde enerji kullanımı 2000 yılına kadar artmış, 2001 yılında ise düşmüştür. Çıktı değeri de 1998 yılı dışında düzenli bir artış eğiliminde olmuştur. Sektörün enerji yoğunluğu verileri Tablo-2'de verilmiş olup, yıllar itibariyle farklılıklar gösterse de 2000 yılına kadar istikrarlı olduğu söylenebilir.

Ayrıca IEA'nın 11 ülkesine⁴ ait alt sektörleri ile çeşitli ülkelere ilişkin enerji yoğunluğunun Türkiye imalat sanayii verileriyle karşılaştırması da yapılmıştır. Bu doğrultuda ilk olarak IEA-11 ile Türkiye imalat sanayiindeki enerji yoğunlukları ve enerji kullanım oranları Tablo-11'de verilmiştir.⁵

Tablo-11: 1998 Yılı Türkiye ve IEA-11 Ülkelerinde İmalat Sanayii Alt Sektörlerinde Sanayi Enerji

⁴ IEA-11 ülkesi; Norveç, Avustralya, Finlandiya, İsveç, ABD, Fransa, Japonya, İngiltere, İtalya, Almanya ve Danimarka'dan oluşmaktadır.

⁵ IEA ülkelerine ilişkin en güncel veri 1998 yılına ait olduğundan bu Tablo anılan döneme göre oluşturulmuştur.

Yoğunluğu ve Enerji Kullanımı Payı

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

Kaynak: 1. Kubilay Kavak, “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi” DPT, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, DPT, Yayın No: 2689, Ankara, 2005, s.126’ dan alınmıştır.

2. International Energy Agency (IEA) (2005b) 30 Years of Energy Use in IEA Countries, OECD/IEA, Paris, s.66.

3. Türkiye İstatistik Kurumu, İmalat Sanayinde Enerji Tüketimi, 1998, s.5.

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

İkinci olarak Türkiye ile IEA’ya üye bazı ülkelerin enerji yoğunluğuna ilişkin yapılan karşılaştırma Tablo-12’de görülmektedir.

Tablo-12: Ülkelere Göre 1998 Yılı Sanayi Toplam Enerji Yoğunlukları

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

| | | |
|---------|------|------|
| TÜRKİYE | 22,2 | 0,53 |
|---------|------|------|

Kaynak: Kubilay Kavak, “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi” DPT, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, DPT, Yayın No: 2689, Ankara, 2005, s.127’den alınmıştır.

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

3.10. İmalat Sanayiinde Enerji Verimliliğine İlişkin Yapılan Bazı Çalışmalar

Türkiye’de imalat sanayiinde, özellikle de enerjinin daha yoğun kullanıldığı sektörlerde enerjinin verimli kullanılmasına ilişkin bazı çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

En önemli çalışma; enerjinin yoğun kullanıldığı alt sektör olan metal ana sanayide faaliyet gösteren ERDEMİR’deki gelişmelerdir. Bu işletmede, hammadde kalitesinin yükseltilmesi, atık sıcak gazların yeniden değerlendirilmesi, büyük yassı demirlerin eritildiği yerde yükleme oranının yükseltilmesi, kok kömürü yerine kömür enjeksiyonun kullanılması ve personelin enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirilmesi gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda 20 yıl içerisinde bir ton sıvı çelik üretimi için harcanan birim enerji % 38 oranında azaltılmıştır (Öztabak, 2004).

Ayrıca EİE ile Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)’nın işbirliğiyle oluşturulan “Türkiye’de Enerji Tasarrufu Projesi” çalışmaları başlatılmıştır. Bu doğrultuda JICA uzmanlarınca ERDEMİR’e ilişkin 2002 yılında bir çalışma yapılmış ve çalışmalar sonunda hazırlanan “Energy Conservation Diagnosis on Integrated Steel Industry in Turkey” başlıklı raporda enerji tüketim verileri sunulmuştur. Bu raporda, ERDEMİR’de bir ton sıvı çelik başına enerji tüketiminin (5.400 Mcal/THÇ), Japonya’daki enerji tüketimiyle (5.500-6.300 Mcal/THÇ) yaklaşık aynı olduğu belirtilmiştir (Kimsesiz, 2003).

Ancak, Türkiye’deki diğer çelik üreticisi işletmelerde bu gelişmeler söz konusu değildir. Gerek yönetim sorunları, gerek fiziki şartların olanaksızlığı, gerekse de yeterli finansman bulunamaması yüzünden bu doğrultuda yatırımlar yapılamamıştır. Dolayısıyla da ERDEMİR’deki gelişmeler, öteki işletmelerde yaşanmamış ve metal ana sanayinin enerji yoğunluğu da yüksek gerçekleşmiştir (Öztabak, 2004).

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

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

3.11. İmalat Sanayiinde Enerji Tasarruf Potansiyeli

Türkiye imalat sanayiindeki alt sektörlerin her biri enerji kullanımı açısından farklı özellikler göstermesi nedeniyle bu sektörlerdeki enerji maliyetleri de farklılaşmaktadır. Kömürün ağırlıklı kullanıldığı sektörlerde birim enerji maliyeti düşükken, elektrik, motorin, fuel-oil gibi enerji kaynaklarının ağırlıklı kullanıldığı sektörlerde enerji maliyeti daha yüksektir. İmalat sanayii 2 basamaklı alt sektörlerle ilişkin enerji maliyeti ABD doları cinsinden Tablo-13’te yer almaktadır.

Tablo-13: Sektörlere Göre Enerjinin Maliyeti

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

Kaynak: DİE İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi 1995-2001'deki verilerden yararlanılarak hesaplanmıştır.

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

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

İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji tüketimi ile EİE'den edinilen sektörel tasarruf oranlarının çarpılmasıyla da 2003 yılında sağlanabilecek olası tasarruf düzeyi TEP cinsinden hesaplanmıştır. Bu tasarrufun parasal değerini bulmak için de birim enerji maliyeti ile çarpılmış ve Tablo-14'te sunulmuştur.

Tablo-14: Sanayi Sektöründe Olası Yıllık Enerji Tasarruf Düzeyi

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

(1) Alt sektörlerin enerji tüketim oranları, Devlet İstatistik Enstitüsünden elde edilen en son 2001 yılı verileri dikkate alınarak hesaplanmıştır.

(2) Alt sektörlerin 2003 yılı enerji tüketim tahminleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından alınan 2003 yılı

sanayi sektörü toplam enerji tüketimi, 2001 yılı alt sektörlerin oranları dikkate alınarak sektörlere dağıtılmıştır.

(3) Elektrik İşleri Etüt İdaresinden alınmıştır.

(4) DİE'den temin edilen 2001 yılı enerji maliyetleri esas alınmıştır.

Yapılan hesaplamada, Türkiye imalat sanayiinde yıllık yaklaşık 1,6 Milyar Dolarlık bir enerji tasarrufunun sağlanabileceği saptanmıştır.

Türkiye imalat sanayiinin büyümesiyle enerji kullanımı arasında da bir ilişki aranmış ve elde edilen ve hesaplanan verilerle yapılan regresyon analizi sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir.

3.12. İmalat Sanayii Dört Basamaklı Alt Sektörlerindeki Çıktı ile Enerji Büyüme Oranları Arasındaki İlişki

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

Bu nedenle bu bölümde oluşturulabilen veri seti ile imalat sanayiinin 4 basamaklı alt sektörlerindeki enerji kullanımı büyüme oranı ile çıktı büyüme oranı arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler TÜİK'ten sağlanmıştır. TÜİK'de imalat sanayii alt sektörlerine ilişkin veriler uzun bir zaman aralığını kapsamakla beraber, 4 basamaklı alt sektörler itibariyle enerji verileri 1995-2001 döneminde bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma anılan dönem aralığını kapsayacak biçimde daraltılmış ve (Usss-2 Rev)'e göre sınıflandırılmış imalat sanayii çıktı değerleri ile enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Ancak imalat sanayiinde (Usss-2 Rev)'e göre sınıflandırılmış 86 adet dört basamaklı alt sektör bulunmasına karşın, çalışmada 60 adet dört basamaklı alt sektörün verileri kullanılmış, yaklaşık 26 sektöre ilişkin veri seti tam olarak oluşturulamamıştır. Bilgi edinilen sektörlerle ilişkin elde edilen veri seti 1995-2001 dönemi kapsadığından, yani 7 yıllık gözlem bulunduğundan regresyon analizinde zaman serisi kullanılamamıştır. Onun yerine 60 adet imalat sanayii alt sektörünün⁶ yatay kesit verileri kullanılmıştır. Bu veriler, öncelikle 1994 yılı bazlı imalat sanayiine göre TEFE serisi 1995 yılı baz olacak biçime dönüştürülmüş ve bu seriyle deflete edilmiştir. Daha sonra deflete edilmiş çıktı değerleri, dolar kurundan kaynaklı sapmaların ortadan kaldırılması amacıyla, 1995 yılı cari ortalama dolar kuruna bölünerek ABD doları cinsinden hesaplanmıştır. Ayrıca alt sektörlerin enerji tüketim verileri TEP ve TL değeri cinsinden de hesaplanmıştır.

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

Öncelikle hesaplanan imalat sanayii alt sektörleri çıktısının yıllık ortalama büyüme hızı ile TEP, ABD Doları ve TL cinsinden hesaplanmış enerji kullanımı yıllık ortalama büyüme hızı arasında basit korelasyon ilişkisi araştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo-15'te verilmiştir.

Tablo-15: İmalat Sanayii Çıktı Artış Hızı İle Enerji Kullanımı Artış Hızı Korelasyon Matrisi

| | Çıktı Artış Hızı |
|------------|------------------|
| Enerji TL | 0.220012 |
| Enerji TEP | 0.092680 |

⁶ Çalışmada kullanılan alt sektörlerin kodları ve açık sanayi adları ekte sunulmuştur.

| | |
|-----------|----------|
| Enerji \$ | 0.220289 |
|-----------|----------|

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

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

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

$$1. Y = -0,434835 + 0,415165 X$$

(0,021936) (0,241386) Standart Hata
(-19,82327) (1,719925) t istatistiği⁷
R²: 0,048527 DW: 2,125304 F istatistiği: 2,958142 (Prob 0,090778)
% 10 düzeyinde anlamlı.

$$2. Y = 0,113897 + 0,414909 X$$

(0,021951) (0,241556) Standart Hata
(5,188702) (1,717650) t istatistiği
R²: 0,048405 DW: 2,124156 F istatistiği: 2,958142 (Prob 0,091196)
% 10 düzeyinde anlamlı.

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

Tahmin ettiğimiz regresyon denkleminin enerji kullanımındaki büyüme oranının kendi ortalaması çevresinde yaptığı varyasyonu ne ölçüde açıklama gücüne sahip olduğunu gösteren R² ise % 4,8 çıkmıştır. Bu sonuçtan anlıyoruz ki, çıktı büyüme oranı bağımlı değişkendeki varyasyonun ancak % 4,8'ini açıklamaktadır. Enerji kullanımını açıklayan diğer değişkenler tahmin denkleminde dâhil edilmediğinden R² düşük çıkmıştır.

SONUÇ

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

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

⁷ Örnek hacmi 30'u geçen regresyon denklemlerinde (t) tablo değerleri şöyledir: % 80 1.282, % 90 1.645, % 95 1.960, % 98 2.326 ve % 99 2.576'dır.

kalmakta ve bir birim katma değer yaratabilmek için birçok ülkeye göre daha çok enerji harcanmaktadır.

Türkiye’de sanayi kesiminde enerjinin yeterince verimli kullanılmadığı istatistiki verilerden anlaşılmaktadır. Özellikle sanayinin bazı alt sektörlerinde enerjinin oldukça verimsiz kullanılması nedeniyle, enerji verimliliği daha önemli hale gelmiştir. Bunun yanı sıra binalarda, ulaştırmada ve elektrikli ev aletlerinin kullanımında enerji verimliliği uygulamalarının yeterince başarılı olduğu söylenemez.

Öte yandan Türkiye’de elektrik enerjisinin verimli tüketildiğini söylemek de olası değildir. Elektrik dağıtımında yaşanan kayıp ve kaçaklar elektrik tüketimini artırmakta, yeni enerji yatırımları gerektirmekte, elektriğin kaçak kullanımı enerji israfına yol açmaktadır.

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

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

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

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

