



Türk İmalat Sanayinde Enerji Verimliliği Ve Yoğunluğunun Analizi

*Yrd.Doç.Dr. Hasan İSLATİNCE

**Arş.Gör. Ceyhun HAYDAROĞU

Özet : Dünya genelinde nüfusun giderek artış göstermesi, gelişmekte olan ülkelerin sanayileşme çabaları, teknolojinin yaygınlaşması, ekonomik ve sosyal kalkınma arayışları gibi nedenlerden dolayı, tüm sektörler için girdi kaynağı olan enerjinin, ülkeler için önemi her geçen gün artmaktadır. Enerjiye olan ihtiyacın sürekli arttığı buna karşılık enerji kaynaklarının gittikçe azaldığı günümüz dünyasında, bütün enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle sanayi sektöründe ana girdi kaynağını oluşturan enerjinin verimli kullanılması, uluslararası ticarete rekabet ortamının arttığı günümüzde üretim maliyetlerini düşürerek, mal ve hizmetlerin daha ucuza elde edilmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda enerjinin önemi belirtilmiş, enerji verimliliği ve yoğunluğu kavramları açıklanmış, Türkiye’de enerji kaynakları ele alınmıştır. Türkiye’de enerji yoğunluğu değerleri bakımından karşılaştırma yapılmıştır. Türk sanayinin alt dalları itibariyle enerji verimliliği analiz edilmiş, sanayi sektöründe enerjinin verimliliğini arttırmak için çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Enerji Verimliliği, Enerji Yoğunluğu.

Energy Efficiency In The Turkish Industrial Sector

Abstract : Increases in world population, industrialization ambition of emerging and less developed countries and increased demand from developed world leads energy’s importance to increase more and more as a main input in production process. Increasing world demand for energy and depletion of energy resources in the world brings us to a point that the scarce energy resources’s efficient and productive use is essential to be able to produce basic food and services less costly and as a result selling them with

lower prices. Thus, efficient and productive use of energy as a result by reducing production costs will create an advantage and competitiveness for the country in international trade.

This paper emphasizes the importance of energy once more by explaining the topics of energy productivity and energy intensity and also energy production and consumption in Turkey is evaluated. Energy intensity is analyzed in Turkish industry and in its subsectors and developments in Turkish industry compared with other countries’ datas and solutions to the issue şarılı ola

Key Word: Energy, Energy efficiency, Energy Intensity.

GİRİŞ

Dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamakta olan fosil yakıt rezervlerinin, kullanım hızı her geçen gün artmaktadır. Özellikle kalkınmakta olan ülkelerin, fosil yakıt taleplerinde kesintisiz bir artış söz konusudur. Buna karşılık, fosil yakıt rezervlerinde paralel bir artış meydana gelmemektedir. Mevcut kullanım düzeylerinin sabit kalması durumunda bile özellikle petrol rezervlerinin, uzun olmayan bir süre içerisinde tükeneceği tahmin edilmektedir. Biraz daha fazla ömür biçilen doğalgaz kaynakları için de benzer bir durumun söz konusu olduğunu söylemek mümkündür. Mevcut fosil yakıtların tükeneceği bilinciyle, bir taraftan alternatif enerji kaynaklarının araştırılması, diğer taraftan ise mevcut enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanılması sağlanmakta, enerji tüketiminin yaşam standartlarını etkilemeden azaltılması öngörülmektedir.

Dünya ekonomisi ile hızlı bir etkileşim süreci içerisinde bulunan Türkiye altyapısını tamamlama, kalkınma hedeflerini gerçekleştirme, toplumsal refahı artırma sanayi sektörünü uluslararası alanda rekabet edebilecek bir düzeye çıkarma çabası içindedir. Bu durum, enerji talebinde hızlı bir artışı beraberinde getirmektedir. Bununla birlikte, enerjinin verimli bir şekilde kullanılması giderek önem kazanmıştır. Enerjinin verimli kullanılması; üretim sürecinde aynı miktar ürün elde edebilmek için daha az enerji tüketmeyi ve bu sayede enerji girdi maliyetlerinin azaltılmasını, sanayi kuruluşlarının hem iç hem de dış piyasada rekabet üstünlüklerinin sağlanmasını ve çevreye duyarlı enerji kullanımını sağlamaktadır.

Bu çalışmada öncelikle enerji verimliliği ve yoğunluğu kavramları açıklanarak, Türkiye’de enerji

* Anadolu Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü

** Bilecik Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü

verimliliği ve yoğunluğu ilişkisi üzerinde durulacak ve Türkiye'deki enerji kaynaklarının durumu ortaya konulacaktır. Son olarak, Türk imalat sanayinde enerji verimliliği incelenecek ve enerji verimliliği konusunda neler yapılması gerektiği, özellikle sanayi sektöründe enerji yoğunluğunun düşürülmesi için gerekli öneriler sunulacaktır.

ENERJİNİN ÖNEMİ

Enerji, toplumsal gelişme ve ekonomik kalkınma için özellikle gelişmekte olan ülkeler için en önemli kaynaktır. Enerjinin güvenli, sürekli, kaliteli ve çevre sorunlarını baz alan bir şekilde elde edilmesi, insanların yaşam düzeyini ve refah seviyelerini arttıracaktır. Ülkelerin, ekonomik büyümelerini sağlayabilmeleri için sürekli üretim yapmaları ve bunun devamlılığının sağlanması gerekir. Bu yüzden, üretimin önemli bir parçası olan enerjinin, güvenle sağlanması ve ucuz olması önemlidir (Akkoyunlu, 2006:1). Bugün enerji tüketiminin büyük çoğunluğu, fosil yakıt olarak nitelendirilen (kömür, petrol, doğalgaz vb.) kaynaklar tarafından sağlanmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınma için enerjiye ihtiyaç duyulması, fosil kaynakların rezervlerinin sınırlı olması ve kaynakların ülkeler arasında eşitsiz dağılması sebebiyle enerjiyi, enerji arz güvenliği konusunda önemli bir unsur haline getirmiştir. Gelişmiş ülkeler, enerjiye daha az ihtiyaç duymalarına karşın, refah düzeylerini sağlamaları konusunda enerji arz güvenliğinin önemli olduğunu bilmektedirler ve programlarını buna göre belirlemektedirler. (Akar, 2000:37). Günümüzde dünyada enerji kaynakları bakımından, ağırlıklı olarak fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Ancak, fosil yakıtların rezervlerinin tükeneceği ve bir takım kesintilere uğrayacağı bilincinde olan devletler, enerji verimliliği, enerji tasarrufu ve alternatif enerji politikalarına gerekli yatırımlar yaparak, enerjide çeşitlendirmeye gitmektedirler (Özcan, 2005:25).

Ülkelerin sahip olduğu enerji, ne kadar az ve pahalı ise, o ekonomi içerisinde enflasyon, işsizlik, durgunluk ve bekleyişlerde belirsizlik ile birlikte ekonomik bakımdan risklere müsait bir ortam oluşmaktadır. Enerji politika ve planlamalarının yanlış yapılması, sadece gelişmekte değil aynı zamanda gelişmiş ülkelerin de sosyal ve siyasi istikrarsızlıklarına yol açabilecek, ekonomik durumlarla karşı karşıya bırakabilecektir. Bu nedenle, enerjiyi sadece ekonomik bazda ele almayı, ulusal güvenlik boyutuyla da değerlendirmede fayda vardır (TÜBİTAK, 2003:45). Ülkelerin gelişimlerinde itici gücü enerji oluşturmaktadır. Üretim faktörlerinin içine enerji faktörü de ilave edilmiştir. Bu yüzden ülkeler ihtiyaç duyulan enerjiyi, ucuz, sürekli, kaliteli, güvenli ve çevreye duyarlı bir biçimde sağlamak ve

bu enerji kaynaklarını enerji arz güvenliği içinde çeşitlendirmek zorundadırlar. Bu çerçevede, yalnız enerjinin sağlanması ve üretilmesinin yanında, çevreye duyarlı bir şekilde temiz enerji kullanımının da sağlanmasına yönelik planlamaların yapılması gerekmektedir (Flavin and Lenssen, 1994:78).

Ekonomilerini ve dolayısıyla ticaretlerini rekabet ortamı içerisine sokan ülkeler için rekabet, büyük ölçüde üretim maliyetlerindeki farklılıklarda aranmakta ve maliyetlerde ortaya çıkan değişiklikler fiyatlara yansyarak, o malın dış piyasada satış imkânlarına doğrudan etki etmektedir. Özellikle bazı sektörlerde rekabet oldukça yoğun olmakta, bu ise kâr marjını düşürmektedir. Ülkeler arasında rekabet edilebilmesi için girdi maliyetleri önem arz etmektedir. Ülke sanayisi açısından bir ülkenin rekabet edebilirliği, sanayinin en önemli girdisi olan enerjinin, ucuz ve kolay elde edilebilmesi ile ölçülebilmektedir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji kaynaklarına erişimin kolay olmaması veya enerji kaynak rezervlerinin belli coğrafi bölgelerde yoğunlaşması nedeniyle, enerji ürünlerinde ortaya çıkacak maliyet artışlarının, krizleri beraberinde getireceği muhtemeldir. Ayrıca, enerji yatırımlarının, uzun ve pahalı bir yatırım olması, birincil enerji kaynaklarındaki ciddi fiyat dalgalanmaları, enerjiyi öncelik maddesi haline getirmiştir. Ortaya çıkan bu tür gelişmeler, enerji kullanımında bir takım yeni stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Enerji stratejisinin ortaya konulması için sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, çevreye duyarlı enerji üretim ve tüketiminden kaynaklanan, sosyal ve ekonomik maliyetleri en aza indiren bir strateji düşünülmelidir. Bu strateji ise, enerji verimliliği olarak adlandırılabilir. Bu strateji ile enerji gereksinimleri yeniden ele alınmaktadır. Aynı mal veya hizmet elde etmek için daha az enerji kullanılması ya da daha az maliyetle sağlanması temeline oturmaktadır.

Enerji verimliliğinin sağlanmasında en etkili yöntem enerji tasarrufu olmaktadır. Enerji tasarrufu, enerji verimliliğini sağlayacak yüksek teknolojili cihazların kullanılması, enerji ile ilgili atıkların değerlendirilmesi ve geri kazanılması ile mevcut enerji kayıplarının önlenmesi sayesinde tüketilen enerji miktarının, ekonomik büyüme ve kalkınmayı azaltmadan, sosyal ve ekonomik refah düzeyini engellemeden, yaşam standartlarını düşürmeden, kalite ve performansı azaltmadan, enerji gereksinimlerinin en aza indirilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Çalıköğlü, 2004:59). Enerji verimliliği, enerji tasarrufu kavramını da içine alan

geniş kapsamlı bir kavramdır. Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının üretimi, iletimi ve tüketimini kapsayan ve bu aşamalarda enerjinin en yüksek etkinlikte kullanılmasını ifade etmektedir. Enerji verimliliği kapsamında yapılan çalışmalar, enerjinin hem tüketim alanını hem de arz tarafını kapsayan önlemleri içine almaktadır.

Enerji verimliliği konusunda bir stratejinin oluşturulması, ekonomik açıdan sanayileşmiş ülkelerden çok, gelişmekte olan ülkeler için gerekli ve önemlidir. Bu ülkelerde, enerji verimliliğinde bir stratejinin oluşturulmasının önemi; gelişmekte olan ülkelerin, ekonomik büyüme ve kalkınma çabasında olduklarından, enerji verimliliğinde yüksek potansiyele sahip ülkeler olmasından ileri gelmektedir. Ayrıca, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli sermaye ve finans imkanları sınırlı olduğundan, enerjiyi verimli kullanmak, enerji yatırımlarından daha kârlı sonuçlar verebilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi için gerekli olan kaynakların sınırlı olması ve enerji gereksinimlerinin giderek artış eğilimini sürdürmesi dolayısıyla enerji verimliliği stratejilerinin oluşturulması bir zorunluluk haline almıştır.

ENERJİ YOĞUNLUĞU

Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden biridir. Enerji yoğunluğu, tüm dünya tarafından kullanılan ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) başına tüketilen birincil enerji miktarını göstermektedir. Enerji yoğunluğu bir ülkede ne kadar düşük ise, birim hasıla üretmek için harcanan enerjinin, o kadar düşük olduğunu göstermektedir. Bu da göstermektedir ki, enerji yoğunluğunun düşük olması, enerjinin verimli bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Enerji yoğunluğu göstergesi içinde ekonomik çıktı, enerji verimliliğindeki değişimler, enerji yakıt ikamesindeki değişmelerin tümünü ifade etmektedir. Enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinin izlenmesi ve karşılaştırılmasında kullanılan yaygın bir araçtır (Arkun, 2003:7).

Enerji yoğunluğunun değişmesi; enerji tüketimindeki değişme ve gelişmeye, GSYİH'da meydana gelen gelişmeye, teknolojide ortaya çıkan gelişmelere, enerji verimliliğinde meydana gelen olumlu veya olumsuz gelişmelere bağlıdır. Enerji verimliliğinin artışı ve tasarruf yapılması, enerji yoğunluğunu düşürürken, enerji tüketiminin konfor ve lükse bağlı olarak artması ile yaşam standartlarının yükselmesi enerji yoğunluğunu artıracaktır.

Enerji açısından bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, ya kişi başına enerji tüketimi ile ya da enerji yoğunluğu ile gösterilmektedir. Kişi başına enerji tüketiminin

yüksek olması, hem ülkedeki ekonomik faaliyetlerin hareketliliğini hem de o ülke insanların refah düzeyinin yüksekliğini gösterir. Enerji yoğunluğunun düşük olması ise, aynı miktar enerji ile daha yüksek çıktı elde edilmesi veya aynı çıktı düzeyini, daha az enerji kullanarak elde edilmesi olarak anlaşılmaktadır. Bu açıklamalar ile birlikte bir ülkenin enerji açısından gelişmişlik seviyesine ulaşması için, kişi başına enerji tüketiminin yüksek, enerji yoğunluğunun ise düşük olması gerekmektedir.

TÜRKİYE'DE ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye'de genel olarak enerji üretim rezervlerinin sınırlı olmasından dolayı üretim kapasitesi, toplam enerji talebini karşılayamadığı için enerji açığı ortaya çıkmaktadır. Bu açığı, diğer ülkelerden enerji ithal ederek karşılamaya çalışmaktadır. Türkiye, gelişme yolunda olan bir ülke olduğu için sürekli büyüme ve nüfus artışı içerisinde. Bu nedenle enerji tüketimi, sürekli olarak artış göstermektedir. Buna karşın enerji üretimi, aynı ölçüde artmamaktadır. Böylece enerji, üretim ve tüketim değerleri arasındaki fark giderek açılmaktadır (USİAD, 2004:65).

Yurt içi talebin yerli üretimle karşılanma oranı, 1990 yılında %48, 1995 yılında %42, 2000 yılında %33, 2006 yılında ise %26.9 olarak yıllar itibarıyla azalan bir seyir göstermektedir. Tablo 1.'de de görüldüğü üzere, yerli üretimin talebi karşılama oranı 1990-2006 yılları arasında hızla düşmüş ve 2006 yılında ise Türkiye, tükettiği enerjinin yaklaşık %70'den daha büyük bir bölümünü ithal eder duruma gelmiştir. Enerji üretiminin, yurtiçi talebi karşılayamayan enerji kaynaklarından büyük bir kısmı, sürekli ithal edilen ham petrol ithalatına ek olarak, 1973 yılından itibaren taşkömürü, 1975 yılından itibaren elektrik enerjisi ve 1987 yılından itibaren doğalgaz ithal edilmesi suretiyle karşılanmaya çalışılmıştır (Laçiner, 2006:20).

Tablo 1. Enerji Talep-Üretim-İthalat ve İhracatının Gelişimi (BİN TEP*)

	1990	1995	1999	2000	2001	2002**	2003	2004	2005	2006
TALEP	52987	63679	74275	80501	75403	78354	83826	87818	91362	99590
ÜRETİM*	25656	26749	27729	26156	24681	24324	23783	24332	24549	26802
İTHALAT	30936	39779	49406	56342	52780	58629	65239	67885	73480	80514
İHRACAT	2104	1947	2791	1584	2620	3162	4090	4022	5171	6572
İHRAKİYE	355	464	587	467	624	1233	644	631	628	588
NET İTHALAT	28477	37368	46028	54291	49536	54234	60505	63232	67681	73354
TYÜKO*** (%)	48,1	42,0	37,2	33,1	32,6	31,0	28,4	27,7	26,9	26,9

* TEP: Ton Eşdeğer Petrol | ** Rafineri dışı üretim dahildir. | ***TYÜKO: Talebin Yerli Üretimle Karşılama Oranı
İhrakiye: Ülkenin karasuları ve/veya karasuları bitişğinde deniz vasıtalarına veya hava meydanlarında yerli ve yabancı hava taşıtlarına vergili veya vergisiz sağlanan akaryakıt ve madeni yağ.

Kaynak: ETKB/APKK/PFD'den alınmıştır.

Fosil yakıtların tüketilmesi için ithalat yoluna gidilmekte, bunun için dış borçlar hızla artmakta, ayrıca ithal edilen doğalgaz ve petrol gibi yakıtlardan elektrik enerjisi elde edildiğinden, elektrik fiyatları yükselmektedir. Aynı şekilde petrol fiyatları artarak, sanayi içinde önemli bir maliyet girdisi oluşturan enerjinin, fiyatının yükselmesine ve bu da ülkelerle rekabet şansının giderek azalması gibi bir sonuca neden olmaktadır (Kılıç, 2005: 15).

Türkiye'de enerji kaynakları, dışa bağımlı bir ülke olduğu için yüksek maliyetlidir. Bu yüzden, diğer ülkeler ile rekabet etme olanağını, enerjinin yüksek maliyetlerle elde edilmesinden dolayı azaltmaktadır. Türkiye'nin önemi, Avrupa ile enerji rezervleri bakımından zengin olan ülkeler arasında, bir geçiş noktasında bulunmasından ileri gelmektedir. Bu avantajdan en iyi şekilde yararlanmak ve dışa bağımlılığını azaltmak için, enerji konusunda plan ve politikaların olması gerekmektedir (Pamir, 2003:11).

TÜRKİYE'DE ENERJİ YOĞUNLUĞU

Enerji yoğunluğu bakımından Türkiye ekonomisinde kayıt dışılık oldukça fazla ve kişi başına Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) satın alma gücü paritesine göre hesaplandığında enerji yoğunluğu diğer ülkelerin altında olmaktadır. Ayrıca Türkiye sanayi sektöründe stratejisini enerji yoğun sektörlerden yana kullanması ve ağır sanayi olarak nitelendirilen demir-çelik, metal sanayi gibi sanayi gruplarında enerji yoğunluğunun yüksek olması normal karşılanmaktadır (DPT, 2004:218).

Türkiye, üretim değerleri açısından bakıldığında enerjiyi verimli bir şekilde kullanamamaktadır. Ekonomide, enerjinin yoğun olması ile birlikte bu yoğunluk artmaya devam etmektedir. Enerji yoğunluğunun azaltılabilmesi için ekonominin büyümesi gerekmektedir. Çünkü enerji yoğunluğu ile kişi başına gelir arasında güçlü ve ters yönde bir ilişki

bulunmaktadır. Ülkenin GSMH'sı arttıkça enerji yoğunluğu düşme trendi gösterecektir. Geçmiş yıllara bakıldığında bugün gelişmiş ülkelerin enerji yoğunluğu sürekli olarak düşmektedir. Bunlara örnek olarak son 100 yıldır Amerika ve İngiltere'nin enerji yoğunluğu %1 oranında düşüş sağlanmıştır. Ayrıca Fransa, Almanya ve Japonya'da da buna benzer enerji yoğunluğu düşüşleri sağlanmıştır (TÜBİTAK, 1998:10). Enerji yoğunluğu ile ilgili verilere bakıldığında, ülkeler arasında farkların olduğu görülmektedir. Bu farkların sebebi olarak da ülkelerin gelişmişlik düzeylerinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Tablo 2. Çeşitli Bölgelerdeki Kişi Başına Enerji Tüketimleri ve Enerji Yoğunluğu (2006)

Bölgeler	Nüfus (Milyon)	Tüketilen Enerji (MTEP*)	GSYH (2000 yılı) Milyar Dolar	Kişi Başı Enerji Tüketimi KEP**	Enerji Yoğunluğu TEP/Bin Dolar
Dünya	6536	11740	37759	1796	0,31
OECD	1178	5537	29169	4700	0,19
Ortadoğu	189	523	838	2767	0,62
Eski Sovyet Ül.	284	1017	568	3581	1,79
OECD-Dışı Avr.	54	108	162	2000	0,67
Çin	1319	1897	2315	1438	0,82
Asya	2120	1330	2139	627	0,62
Lâtin Amerika	455	531	1796	1167	0,30
Afrika	937	614	773	655	0,79
Japonya	128	528	5087	4125	0,10
Türkiye	73	94	261	1288	0,36
ABD	300	2321	11265	7737	0,21
Almanya	82	349	2011	4256	0,17
İngiltere	61	231	1685	3787	0,14
Brezilya	189	224	765	1185	0,29
Fransa	63	273	1468	4333	0,19
Hindistan	1110	566	703	510	0,80
İtalya	59	184	1157	3119	0,16
Kanada	33	270	845	8182	0,32
Meksika	105	177	666	1686	0,27
Rusya	143	676	373	4727	1,81
Yunanistan	11	31	164	2818	0,19

*MTEP: Milyon Ton Eşdeğer Petrol | ** KEP: Kilogram Eşdeğer Petrol

Kaynak: International Energy Agency, Key World Energy Statistics, OECD/IEA, Paris, 2008, s.48,52,56.

Enerji tüketiminin en fazla olduğu bölge OECD, en az olduğu bölge ise OECD dışı Avrupa olarak nitelendirilen bölgedir. Kişi başına enerji tüketimlerine bakıldığında ise yine OECD'nin 4700 (KEP) değeri ile en yüksek, Asya ise 627 (KEP) değeri ile en düşük kişi başına enerji tüketim değerine sahiptir. İncelenen ülkeler arasında en yüksek kişi başına enerji tüketen ülke, 8182 (KEP) değeri ile Kanada, ikinci sırada ise 7737 (KEP) değeri ile ABD gelmektedir. En düşük kişi başına enerji tüketim değerine sahip ülke ise 510 (KEP) değeri ile Hindistan gelmektedir. Türkiye'nin kişi başına enerji tüketim değerine bakıldığında 1288 (KEP) ile sadece Afrika ve Asya ülkeleri ile nüfusu bir milyarı üzerinde olan Hindistan'ın üzerinde olması, enerji tüketimi açısından bir gelişmemişlik göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Dünyanın çeşitli bölgelerinin enerji yoğunlukları bakımından incelendiğinde, dünya ortalamasının 0,31'lik bir değer aldığı görülmektedir. Orta Doğu, Eski Sovyet Ülkeleri, OECD Dışı Avrupa, Çin, Asya ve Afrika bölgelerinin bu değer üzerinde olduğu, OECD ve Latin Amerika ülkelerinin bu değer altında enerji yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir. Enerji yoğunluğu değeri en yüksek

olan bölge eski Sovyet ülkeleri, en düşük olduğu bölge ise OECD ülkeleridir. En yüksek enerji yoğunluk değerine sahip ülke 1,81 (TEP/Bin \$) ile Rusya'dır. Rusya'da enerji yoğunluğunun yüksek çıkmasını, kısmen teknoloji geriliği ile açıklayabiliriz. Enerji yoğunluğu bakımından ikinci en yüksek ülke ise Hindistan gelmektedir. Hindistan ve Çin'in enerji yoğunluk değerlerinin yüksek çıkmasını ise nüfus bakımından aşırı fazla olmaları ile bağlantılıdır. Enerji yoğunluğu en düşük olan ülke ise 0,10 (TEP/Bin \$) değeri ile Japonya olmaktadır. Türkiye'nin enerji yoğunluğu değerine bakıldığında 0,36 (TEP/Bin \$) değeri ile Rusya ve Hindistan gibi ülkelere sonra en yüksek enerji yoğunluğuna sahip ülke konumundadır.

TÜRK İMALAT SANAYİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE YOĞUNLUĞUNUN ANALİZİ

Türkiye'de sanayinin, enerji verimliliği konusunda yeterli düzeyde bulunmadığı birçok kaynakta belirtilmesine karşın, enerji verimliliği konusu üzerinde objektif verilere dayalı çalışmalar yetersizdir.

İncelenen veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanmıştır. TÜİK'e ait verilerde 1992

yılında yapılmış çalışmada bir ayrıma gidilmeksizin genel sanayinin yapısı incelenmiştir. Ayrıca 1995 yılı verilerinde 500 TEP ve üzeri sanayi kuruluşları incelemeye tabi tutulmuş ancak hem ilk çalışma olması hem de 1994 yılı krizinden sonra yapılan bir çalışma olmasından dolayı çalışmamıza 1996 yılından sonraki veriler dahil edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemde, imalat sanayindeki üretim miktarları ile satıştan elde edilen gelirlere yönelik veriler en son 2003 yılına kadar elde edilebilmiştir. Buna karşın, enerji verilerinin sanayinin çeşitli dalları ve kaynaklar itibariyle 2001 yılından sonra hazırlanmamış olmasından dolayı analizleri zorlaştıran önemli bir husus olmaktadır. Ancak verilerde ortaya çıkan olumsuzluklar veya yetersizlikler bulunmakla

beraber, sanayi dallarında ortaya çıkan genel eğilimleri bu verilerle izlemek mümkün olmaktadır.

Enerji yoğunluğu hesaplamalarında kullanılan imalat sanayi dalları itibariyle yıllara göre satış rakamları, 1996 yılı Amerikan Doları bazında düzenlenmiştir. Bunun için TÜİK'in, 1994 yılı bazlı imalat sanayine göre Toptan Eşya Fiyatları Endeksi (TEFE) serisi, 1996 yılı baz olacak şekilde dönüştürülmüş, bu seri kullanılarak her bir yıldaki TL cinsinden satış rakamları 1996 yılı bazına çevrilmiş, çıkan sonuçlar da 1996 yılı cari ortalama dolar kuruna bölünerek 1996 yılı fiyatlarıyla satış rakamları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılarak, satış rakamlarında görülen yıllık değişimlerde, dolar kurundan kaynaklanan sapmalar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Tablo 3. İmalat Sanayii Alt Sektörlerinde Enerji Yoğunluğu (TEP/ Çıktı Bin Dolar)

Sektörler	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Gıda Sanayi	0,102	0,093	0,097	0,096	0,094	0,087
Dok. Giyim Eşy. ve Deri Sanayi	0,082	0,081	0,087	0,115	0,113	0,130
Orman Ürün. ve Mobilya Sanayi	0,100	0,113	0,091	0,119	0,113	0,141
Kâğıt, Kâğıt Ürün. ve Bas Sanayi	0,308	0,306	0,355	0,331	0,347	0,425
Kimya Sanayi	0,219	0,175	0,186	0,152	0,146	0,135
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi	0,982	0,881	0,840	0,977	1,037	1,112
Metal Ana Sanayi	0,817	0,722	0,843	0,877	0,889	0,783
Metal Eşya Sanayi	0,023	0,023	0,022	0,028	0,025	0,032
Sanayi Genel Toplam	0,235	0,211	0,222	0,230	0,228	0,230

Kaynak: Devlet İstatistik Enstitüsü Yıllık İmalat sanayii İstatistikleri 1996-2001 ve DİE İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi 1996-2001'deki verilerden yararlanılarak hesaplanmıştır. (İmalat sanayii alt sektörlerindeki enerji kullanımı ve çıktı değerleri DİE İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi 500 TEP ve Daha Fazla Enerji Tüketen İşyerleri: 1996-2001)

Gıda sanayinde enerji yoğunluk değerlerinin 1996-2001 yılları arasında 0,087 ile 0,102 değerleri arasında seyretmesi bize gıda sanayinin enerji yoğunluğu bakımından istikrarlı bir durum gösterdiğini belirtmektedir. Diğer sanayi dalları ile karşılaştırıldığında, gıda sanayinde enerji yoğunluğu bakımından hem istikrarlı bir enerji tüketim seyri göze çarpmakta hem de gıda sanayinin, tüm sanayi genel ortalamaları bakımından karşılaştırıldığında enerji-yoğun bir nitelik taşımadığını belirtmek gerekmektedir.

Dokuma, giyim eşyası ve deri sanayinde enerji yoğunluğu sürekli bir biçimde artış göstermektedir. Enerji yoğunluğu bakımından 1996 yılında 0,082 olan oranı, 2001 yılında artarak 0,130 oranına ulaştığı görülmektedir. Bu sanayi dalının enerji yoğunluğu bakımından bir artış trendi göstermesine karşın, bakıldığında Türkiye genel sanayi ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

Orman ürünleri ve mobilya sanayinin yıllar itibariyle enerji yoğunluğu değerlerine bakıldığında, istikrarlı

bir seyir izlemediği ve bir azalış bir artışı rahatlıkla görülmektedir. Ancak tüm bu istikrarsız duruma karşı sanayi genel enerji yoğunluğu ortalaması ile karşılaştırıldığında, bu sanayi kolunun ortalama genel sanayi enerji yoğunluğu değerinden çok aşağıda olduğu görülmektedir. Bu sanayi kolunda 1996 yılında 0,100 olan enerji yoğunluğu değeri, 2001 yılında 0,141 değerine ulaşmıştır.

Kâğıt sanayinde yıllar itibariyle enerji yoğunluğu değerlerine bakıldığında, bütün yıllarda genel sanayi ortalamasının üstünde seyretmiştir. Ayrıca enerji yoğunluğu değerleri yıllar itibariyle artış göstermiştir. 1996 yılında 0,308 olan enerji yoğunluğu değeri, 2001 yılında 0,425 değerine ulaşmıştır. Enerji yoğunluğunda yaşanan bu istikrarlı artış sonrasında, 2001 yılında kâğıt sanayinin enerji yoğunluk değeri, Türkiye sanayi ortalamasından yaklaşık %85 oranında fazla gerçekleşmiştir. Kimya sanayinin enerji yoğunluğunun, Türkiye sanayi ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Kimya sanayinde enerji

yoğunluğu değerlerine yıllar itibariyle bakıldığında, bir düşüş içerisinde olduğu izlenmektedir. 1996 yılında enerji yoğunluğu bakımından 0,219 gibi bir değerde iken, 2001 yılında azalarak 0,135 değerine düşmüştür. Taş ve toprağa dayalı sanayi dalında enerji yoğunluğu yüksektir. Verilere göre bu sanayi kolundaki enerji yoğunluğu değeri, 1996-2001 yılları arasında yaklaşık %13 oranında artış kaydetmiştir. Enerji yoğunluğu değerlerine bakıldığında, 1998 yılına kadar azalmış ancak sonraki yıllarda giderek yükselmiştir. 1996 yılında 0,982 olan enerji yoğunluğu değeri, 2001 yılında 1,112 değerine yükselmiştir. Taş ve toprağa dayalı sanayinin enerji yoğunluk değerinin, 2001 yılı verileri karşılaştırıldığında Türkiye sanayi ortalamasından yaklaşık 5 katı fazla olduğu görülmektedir. Bu sanayi kolu, enerji yoğunluğu açısından tüm sanayi kolları içerisinde en yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaktadır.

Metal ana sanayi enerji yoğunluğu bakımından 1996-2000 yılları arasında artış trendi göstermiş, kriz yılı olan 2001 yılında bir düşüş yaşanmıştır. 1996 yılında enerji yoğunluğu değeri 0,817 iken, 2001 yılında bu değer 0,783'e düşmüştür. Metal ana sanayi, en çok enerji tüketen sektör olması dolayısıyla enerji yoğunluğunun düşeceği yerde gittikçe yükseliş göstermesi, enerji verimliliği konusunda tehlikeli bir gidişin sinyali olabilir. Bu sektördeki enerji yoğunluğunun Türkiye sanayi ortalamasının yaklaşık 4 katına ulaşması dikkat edilmesi gereken bir husustur. Metal eşya ve makine-teçhizat sanayi, enerji yoğunluk değerleri çok küçüktür. Bu sanayi dalı ortalama enerji yoğunluğu değerleri bakımından tüm sanayi sektörleri içinde en düşük paya sahip sektördür. Enerji yoğunluğu değerleri bakımından, 1996 yılında 0,023 iken 2001 yılında 0,032'ye yükselmiştir. Bu sektörde enerji yoğunluk değerlerinin düşük çıkmasının nedeni olarak bu sanayi dalında büyük oranda ileri teknoloji kullanılmasının ve bu teknolojilerin enerji verimli teknolojiler olması gösterilebilir. Ayrıca, 1999 ve 2001 yıllarındaki çok küçük yükselmeler karşın, istikrarlı bir seyir izlemektedir. Bu da sektörün enerji kullanımı açısından oldukça oturmuş bir sektör olduğunu göstermektedir.

İMALAT SANAYİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ GENEL DEĞERLENDİRME

Tüm genel sanayi içinde, her bir sanayi kolunun birbirinden farklı enerji yoğunluğu eğilimlerine sahip olduğu belirtilmelidir. Taş ve toprağa dayalı sanayi ile metal ana sanayi, enerji yoğunluğu bakımından genel sanayi ortalamasının oldukça üstünde olan iki sanayi koludur. Ayrıca kâğıt sanayide enerji yoğunluğu en yüksek üçüncü sanayidir ve genel sanayi

ortalamasından yüksektir. Geriye kalan tüm sanayi kolları genel sanayi ortalamasının altında değerlere sahiptir.

Metal ana sanayi ve taş ve toprağa dayalı sanayinin enerji yoğunluğu bakımından diğer sanayi kollarından belirgin bir şekilde yüksek olması, sadece Türk sanayi yapısına göre değil, tüm ülkelerde de bu iki sanayinin enerji yoğunluk değerleri yüksek çıkmaktadır. Çünkü hem metal ana sanayi hem de taş ve toprağa dayalı sanayinin yapım süreçleri gereği çok yüksek sıcaklıklarda çalışılması gereği vardır. Örnek vermek gerekirse taş ve toprağa dayalı sanayide, camın elde edilme aşamasında, kumun eritilmesi veya seramik üretiminde toprağın yapısının bozulup dayanıklı malzeme yapılması ve pişirilmesi için yüksek miktarlarda enerji tüketilmektedir. Aynı şekilde metal ana sanayinde, demirin ergitilip sıvı hale getirilmesi aşamasında da büyük miktarlarda enerji tüketilmektedir.

Türkiye'de imalat sanayinin özellikle enerji yoğun sektörlerinde gerek uluslararası kuruluşlar ile işbirliği yaparak, gerekse öz kaynaklar ile enerji verimliliği konusunda bir takım iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda bazı iş kollarında ve sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği bakımından dikkate değer gelişmeler gözlenmiştir. Enerji verimliliği konusunda yapılan iyileştirme çalışmalarına en iyi örnek metal ana sanayinde faaliyet gösteren ERDEMİR'deki gelişmelerdir. Bu sanayi kuruluşunda enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar ve bilinçlendirme faaliyetleri sonucunda çok önemli iyileşmeler kaydedilmiştir.

Tablo 4.'de görüldüğü gibi 1982-2003 yılları arasında ERDEMİR'de bir ton sıvı çelik üretimi için harcanan birim enerji, 8.220 Mcal'den 5.122 Mcal'e gerilemiştir. Bu da yaklaşık %38'lik bir iyileşmeye karşılık gelmektedir. Enerji verimliliği konusunda bir diğer önemli nokta ise, özel sektör kuruluşlarının enerji verimliliği konusunda gerekli yatırımları bugüne kadar yeterince yapmamış olmalarıdır. Bunun nedenleri arasında, Türkiye'nin sanayileşme sürecini zorluklarla gerçekleştirmesi, enflasyonun uzun yıllar yüksek değerlerde seyretmesi, ülkede sık sık ekonomik krizlerin yaşanması gibi nedenlerle enerji verimliliği konusunda gerekli çalışmalar bir türlü yapılamamıştır. (Kavak, 2005:129)

Tablo 4. ERDEMİR'in Çelik Üretimi ve Enerji Tüketimi

Yıllar	Toplam Ham Çelik Üretimi (Ton)	Birim Enerji Tüketimi (Mcal/ton çelik)
1982	1.081.944	8.220
1985	1.481.235	6.762
1990	1.840.757	6.665
1995	2.041.541	6.105
1998	2.544.783	5.296
2003	3.088.110	5.122

Kaynak: Kavak, K. (2005) "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi", DPT Uzmanlık Tezi, Ankara s.128

Özel sektör sanayicilerinin, enerji verimliliği konusunda yatırım yapmalarını engelleyen etmenler olarak, kredi maliyetlerinin oldukça yüksek olması ve finansman imkanlarının darlığı gösterilebilir. Güçlülük sağlanan krediler ise daha çok üretimi arttırmaya yönelik tesis yatırımlarına yönelmiş, enerji tasarrufuna yönelik yatırımlar ya gereksiz görülmüş ya da ikinci plana atılmıştır. Bütün sanayi kollarının farklı düzeyde enerji tüketim miktarı ve paylarının olduğu aynı zamanda her bir sanayi kolunun enerji yoğunlukları açısından farklı eğilimler gösterdiği analizlerden ortaya çıkmıştır. Her bir sanayi kolunda

enerji tüketiminde kaynakların farklı dağılım ve nitelikler göstermesinden dolayı, her bir sanayideki 1 (TEP) enerjinin maliyeti de farklılıklar göstermektedir. Örneğin, linyit veya taşkömürü gibi enerji kaynaklarının ağırlıklı olarak kullanıldığı sanayi kollarında, bu kaynakların birim fiyatları diğer kaynaklara göre daha ucuz olduğundan 1 (TEP) enerjinin maliyeti düşmektedir. Diğer taraftan elektrik, motorin, fuel-oil gibi daha pahalı kaynakların ağırlıklı olarak kullanıldığı sektörlerde 1 (TEP) enerjinin maliyeti yüksektir.

Tablo 5.'de görüldüğü gibi en ucuz enerji kullanımı gerçekleştiren sektörler, taş ve toprağa dayalı sanayi, kâğıt sanayi ve metal ana sanayi olmaktadır. En

yüksek enerji maliyeti ise metal eşya ve makine-teçhizat sanayinde gerçekleşmektedir.

Tablo 5. Sektörlere Göre 1 TEP Enerjinin Maliyeti

Sanayi Türü/Değerler	2001 Yılı Enerji Harcaması (1996 MilyonTL)	2001 Yılı Enerji Harcaması (1996 \$)	2001 Yılı Enerji Tüketimi (TEP)	1 TEP Enerjinin Maliyeti (\$/TEP)
Gıda Sanayi	24822741	297267655	1165251	255
Tekstil Sanayi	37234675	445908231	1165261	383
Orman Ürünleri Sanayi	3051855	36547849	106643	343
Kâğıt Sanayi	12451807	149118080	709660	210
Kimya Sanayi	53628766	642237596	2779458	231
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi	67617776	809764631	3927415	206
Metal Ana Sanayi	86336958	1033938397	4823751	214
Metal Eşya ve Mak. Teç. Sanayi	14885859	178267356	328574	543

Kaynak: TÜİK (2001) Enerji İstatistikleri İmalat Sanayiinde Enerji Tüketimi (500 TEP ve Daha Fazla Enerji Tüketen İşyerleri) alınmıştır.

SONUÇ

Türkiye, birincil enerji kullanımı açısından büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olduğundan ve bu durumun ilerleyen yıllarda giderek artış göstereceği öngörüldüğünden, sanayi üretiminin önemli bir girdisi konumundaki enerjinin, verimli kullanılması daha önemli olmaktadır. Enerjide oluşan dışa bağımlılığın

getirdiği riskleri, en aza indirilebilmek için Türkiye, enerjini verimli bir şekilde üretmesi, iletmesi ve tüketmesi gerekmektedir. Türkiye'nin enerji verimliliği bakımından, dünya ortalamasının altında bulunduğu, bununla birlikte enerji yoğunluğu değerlerinin pek çok ülkeye göre yüksek olduğu görülmektedir. Aynı şekilde uluslararası alanda,

rekabet edecek olan sanayi sektörünün de enerjii verimli bir şekilde kullanmadığı, yapılan bu çalışmada ortaya konmuştur.

Türk sanayinde, enerjinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için alınabilecek önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- Enerji yoğunluğu yüksek sektörlerdeki, yüksek enerji tüketimine sahip sanayi kuruluşları belirlenerek, bu kuruluşlar ile değerlendirmelerde bulunarak, enerji verimliliğinin artırılması, hedeflerin belirlenmesi ve bu konuda bazı mali teşviklerin sağlanması, kısa vadede alınabilecek önlemlerdir.

- Sanayi kuruluşlarında, enerji tüketimleri izlenerek, aynı üretim miktarına karşı, sebebi açıklanamayan yüksek enerji tüketimleri tespit edilmeli, bu tür durumlarda kuruluş önce uyarılmalı, daha sonra gerekirse bu kuruluşa karşı, devlet desteğinin sınırlandırılması gibi çeşitli yaptırımlar uygulanmalıdır. Bununla birlikte enerji verimliliği konusunda başarılı olan kuruluşlara da ödüller verilerek bu tür faaliyetler teşvik edilmelidir. Yapılan çalışmaların etkin bir şekilde yürütülmesi için, enerji verimliliği konusunda merkezi bir izleme ve denetleme mekanizmasının oluşturulması gerekmektedir.

- Sanayi sektöründe, enerji verimliliğini artırıcı ekipmanlar için yapılan yatırımlarda, üretimlerde veya bu ekipmanların ithalinde çeşitli gümrük vergisi indirimi ve KDV iadesi gibi teşvik edici önlemler alınması sağlanabilir.

-Enerji sektöründe teknolojik yenilikler, enerjinin verimliliği açısından önemlidir. Bu bağlamda, eski ve hantal teknolojilerin yerine, maliyetleri düşürücü, enerji verimliliğini sağlayıcı, teknolojiler kullanılmalıdır. Türkiye, eskimiş enerji sistemleri yerine teknolojilerini, yeni, yenilenebilir ve temiz enerji yatırımları üzerine kurmalıdır.

- Türk sanayinin ağır (enerji yoğunluğu yüksek) sanayiden, katma değeri yüksek, elde edilen ürünün pazar hacmi geniş ve istihdam kabiliyeti yüksek hafif (enerji yoğunluğu düşük) sanayiye doğru yapılandırılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için en kısa zamanda sanayi planlaması yapılarak, teşvikler ve tesis kurma izinlerinin, bu plan dâhilinde verilerek, enerji yoğunluğu düşük sanayilere geçiş kolaylaştırılabilir.

Ulusal sanayi planlaması yapılırken, Türkiye'nin enerji kaynakları bakımından büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olduğunu, bu gelişmenin gelecek

yıllarda artarak devam edeceğini, bu yüzden de sanayi içerisinde ağırlıklı bir kalem teşkil eden enerjinin, her zaman pahalı olacağını bilinerek, plan yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akar, Y. (2000) "Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Öneriler", TİSK- İşveren Dergisi, Şubat
- Akkoyunlu, A. (2006) "Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri", TASAM (Türkiye Stratejik Araştırmalar Merkezi) ve Bahçeşehir Üniversitesi, I. Ulusal Türkiye'de Enerji ve Kalkınma Sempozyumu'na Sunulan Bildiri, İstanbul
- Arkun, M. E. (2003) "Enerji Verimliliğine Çağdaş Yaklaşım ve Türkiye", ETKB/EİEİ Genel Müdürlüğü/Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu ve Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi Tarafından Yapılan 22. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri'ne Sunulan Bildiri, Ankara
- Çalıkoglu, E. (2004) EİEİ Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Yayını, Ankara
- DİE. (Devlet İstatistik Enstitüsü) Enerji İstatistikleri İmalat Sanayinde Enerji Tüketimi, (500 TEP ve Daha Fazla Enerji Tüketen İşyerleri) 1996-2001 Yılları
- DİE. (Devlet İstatistik Enstitüsü) Yıllık İmalat Sanayii İstatistikleri, 1996-2001 Yılları
- DPT. Devlet Planlama Teşkilatı (2004) Türkiye İktisat Kongresi Çalışma Grubu Raporları, "Enerji Çalışma Grubu Raporu", İzmir
- Flavin C. And Lenssen N. (1994) **Enerjide Arayışlar**, Çeviren: Yaman Köseoğlu İstanbul: Tema Vakfı, Yayın No: 12
- IEA (International Energy Agency) (2008) Key World Energy Statistics, OECD/IEA, Paris.
- Kavak, K. (2005) "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi", DPT Uzmanlık Tezi, Ankara
- Kılıç, N. (2005) "2006 Yılına Girerken Enerji Sektörü Öngörüler", AR&GE Bülten Dergisi, Aralık
- Laçiner, S. (2006) "Türkiye'nin Enerji Güvenliği", Türk Harb-İş Dergisi, Sayı: 219
- Özcan, M. (2005) "Enerji Verimliliği Hedefleri ve Uygulamadaki Güçlükler", ETKB/EİEİ Genel Müdürlüğü/Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu ve Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi

Tarafından Yapılan 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri'ne Sunulan Bildiri, Ankara

Pamir, N. (2003) “Dünyada ve Türkiye’de Enerji, Türkiye’nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları”, Metalurji Dergisi, Yıl:17, Sayı: 134

TÜBİTAK. (2003) “Dünya Enerji Bakışı 2002”, Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Üretilen Raporu, Ankara

TÜBİTAK. (1998) Bilim Teknoloji Sanayi Politikaları Tartışma Platformu, Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu, “Enerjinin Etkin Kullanımı ve Enerji Tasarrufu ile İlgili Teknolojiler”, Ankara

Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği. (2004) “Elektrik Enerjisinde Bugün ve Geleceğimiz Raporu”, Ankara