

İLHAN METİN
Elk.Yük.Müh
Şube Yön.Kur.Üyesi



ENERJİ TASARRUFU, ENERJİ VERİMLİLİĞİ, ENERJİ YÖNETİMİ

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli girdilerinden biri enerjidir. Enerji kaynaklarının en önemlisini oluşturan petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmekte oluşu ve enerji tüketimindeki hızlı artış, bunlara bağlı olarak çevre sorunlarının ortaya çıkması, enerjinin verimli kullanılmasının önemini her geçen gün artırmaktadır. Enerjiyi üretmek kadar, üretilen enerjiden verimli şekilde faydalanmak da artık ülkelerin önemli konularından biri haline gelmiştir.

Türkiye hızla gelişmekte olan bir ülkedir. Ekonomide yaşanan bazı olumsuzluklar nedeni ile zaman zaman duraksamalar olmasına rağmen, enerji talebi ve tüketimi hızla artmaktadır. Ülkemizde yıllık enerji tüketimi artışı %4-5, yıllık elektrik tüketimi artışı ise %7-8 civarındadır. Bu değerler dünya ortalamasının yaklaşık 2 katıdır (Antalya'da ise elektrik tüketimi artışı Türkiye ortalamasının yaklaşık 2 katı %13-14 düzeyindedir).

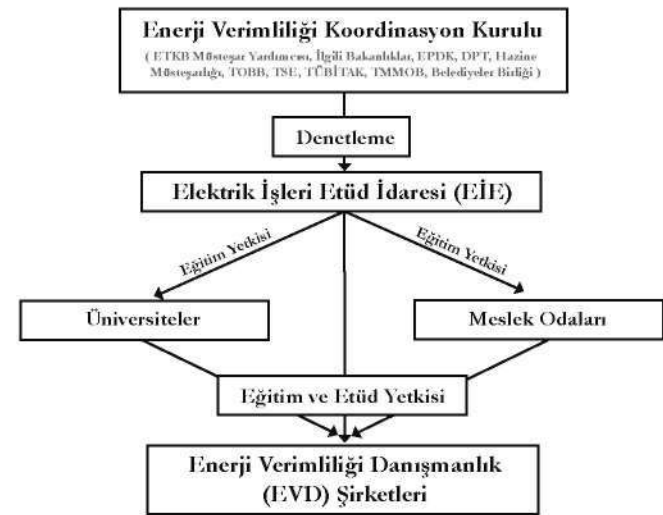
2008 yılı için Ülkemizin Elektrik Enerjisi Tüketiminin Sektörlere dağılımı incelendiğinde: Sanayi %46,2; Mesken %24,4; Ticarethane %14,8; Resmi Daire %4,5; Genel Aydınlatma %2,5 ve Diğerleri %7,6 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Elektrik enerjisi üretimi %49,6 oranında ithal doğalgaza dayalı gerçekleştirildiği için, temininde ve sabit fiyat politikasında sorunlar yaşanılması kaçınılmazdır. Tüm bu olumsuzluklar sonucunda en pahalı enerji çeşidi olarak kullanıma sunulabilen elektrik enerjisinin tüketiminde gerçekleştirilebilecek tasarrufların önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde, enerjinin yoğun kullanıldığı sektörlerde %20-30 dolayında enerji tasarruf potansiyeli olduğu bilinmektedir.

Türkiye'de enerji verimliliği alanında hazırlanan ve 2004 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından benimsenen ilk çalışma "Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi"dir. Bundan sonra enerji verimliliği ile ilgili en önemli yasal düzenleme olan 5627 sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu (EVK)" 2 Mayıs 2007 tarihinde 26510 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanun'un amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Bu Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına ve toplum genelinde enerji bilincinin geliş-

tirilmesine yönelik düzenlemeleri kapsamaktadır. Bu Kapsamdaki uygulamaları düzenlemek amaçlı günümüze kadar hazırlanan ve yürürlüğe giren yönetmelikler aşağıda sıralanmıştır.

- Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılması Yönetmeliği, 14 Nisan 2008 tarih ve 26847 sayılı Resmi Gazete.
- Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılması Yönetmeliği, 09 Haziran 2008 tarih ve 26901 sayılı Resmi Gazete.
- Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Verimli Kullanılmasında Verimliliğin Artırılması Yönetmeliği, 25 Ekim 2008 tarih ve 27035 sayılı Resmi Gazete.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, 5 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete.

Enerji Verimliliği Kanunun'dan önce; sanayi, bina, ulaşım, v.s. sektörlerine yönelik enerji verimliliği hizmetleri, sadece Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'na bağlı Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte iken EVK ile birlikte, söz konusu hizmetlerin ülke genelinde yaygın olarak ve yerinde yürütülebilmesi imkanı doğmuş olup buna göre hazırlanan yönetim düzeni aşağıdaki gibidir.



Şekil 1. Enerji Verimliliği Kanun Yönetim Düzeni [1]

Bu yeni yönetim düzeninde, EİE'de bulunan enerji yöneticisi eğitimi yapma yetkisi hem üniversitelere hem de meslek odalarına verilerek yaygınlaştırılmaktadır. Kanun'da meslek odaları sadece elektrik ve makine mühendisliği odaları olarak tanımlanmaktadır. EİE ve/veya eğitim yetkisi almış üniversiteler ve meslek odaları, sanayi ve bina sektörlerinde enerji verimliliği etütleri yapabilme yetkisi ile eğitim, danışmanlık ve uygulama faaliyetleri yetkilerini, Enerji Verimliliği Danışmanlık (EVD) şirketlerine vereceklerdir. Ayrıca, EİE ve/veya yetkilendirilmiş kurumlar, EVD Şirketlerinin eğitimlerinden de sorumlu olup Şirketlerin düzenleyeceği enerji yöneticisi eğitimleri için laboratuvar altyapısı sağlamakla da yükümlü olacaklardır.



Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Verimli Kullanılmasında Verimliliğin Artırılması(En-Ver)Yönetmeliği" 25 Ekim 2008 tarih ve 27035 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir

En-Ver yönetmeliğinde, üniversitelere ve meslek odalarına uygulamalı eğitim yapabilmeleri ve EVD'leri yetkilendirebilmeleri için Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu (EVKK) ile EİE tarafından yetki belgesi verileceği ve bu belgelerin her beş yılda bir yenileneceği belirtilmektedir. Ayrıca, meslek odalarına verilen yetki belgesinin, başvurusundaki isteğine bağlı olarak oda merkezinde veya herhangi bir Şubesinde faaliyet yürütmek üzere verileceği de ifade edilmektedir. Üniversiteler ve meslek odaları yetki belgesi alabilmek için 2009'dan itibaren her yıl Nisan ve Ekim aylarında EİE'ye başvurabileceklerdir. Enerji yöneticisi ve eğitim-etüt-proje eğitimleri uygulamak isteyen üniversiteye veya meslek odalarına A sınıfı, yalnızca enerji yöneticisi eğitimi uygulamak isteyen üniversiteye veya meslek odalarına ise B sınıfı yetki belgesi verilecektir.

Yönetmelikte, EVK kapsamına giren endüstriyel işletmelerde mühendislik; organize sanayi bölgelerinde makine, elektrik veya elektrik-elektronik mühendisliği; binalarda ise makine, elektrik veya elektrik-elektronik mühendisliği veya teknik eğitim fakültelerinin makine veya elektrik bölümlerinde lisans eğitimi görmüş kişilerin enerji yöneticisi olarak görevlendirilebileceği de belirtilmektedir. Yani, "Sanayi Enerji Yöneticisi" sertifikası almak için herhangi bir mühendislik dalında lisans eğitimi yapmış olmak, "Bina Enerji Yöneticisi" sertifikası almak için ise makine, elektrik veya elektrik-elektronik mühendisliği lisans eğitimlerinden birini tamamlamış veya teknik eğitim fakültelerinin makine veya elektrik ile ilgili bölümlerinde eğitim görmüş olmak gerekmektedir. Buna ek olarak, En-Ver'in ilgili bölümünde, kamu kesimi dışında kalan endüstriyel işletmelerde ve binalarda görevlendirilen enerji yöneticilerinden mühendislik alanında lisans eğitimi almış olanlarda, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) 'ne bağlı ilgili mühendis odasına kayıtlı olması şartı aranacağı da ifade edilmektedir. En-Ver yönetmeliğine göre, EVD Şirketleri, eğitim faaliyetleri ile ilgili çalışmalarda yetki belgelerini; bina, sanayi sektörü ayrımının yanı sıra ısı-mekanik ve elektrik konularından birini seçerek de alabilmektedirler. Şirketlerin enerji yöneticisi eğitimlerinde eğitici olarak görevlendireceği en az üç kişilik personelinin enerji yöneticisi sertifikası sahibi olması gerekmektedir.

En-Ver yönetmeliğinde; enerji verimliliğini artırıcı genel önlemler, talep tarafı yönetimi, elektrik enerjisi üretimi/iletimi/dağıtımında verimlilik ve kamu kesimine yönelik verimlilik uygulamaları ana başlıkları altında da gerek elektrik enerji kalitesi gerekse aydınlatma ile ilgili konular detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

BEP (BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI)

5 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren "Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği"nin amacı; dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate

olarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO2) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir

Bu amaçla, BEP yönetmeliğinde yer alan ana konu başlıkları aşağıda sıralanmaktadır:

- Mimari proje tasarımı ve uygulamaları
- Isı yalıtım esasları, asgari hava sirkülasyonu ve sızdırmazlık
- Isıtma/soğutma sistemleri tasarımı ve uygulamaları
- Havalandırma/iklimlendirme sistemleri tararımı ve uygulamaları
- Sıhhi sıcak su hazırlama ve dağıtım sistemleri
- Otomatik kontrol
- Elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve kojenerasyon sistemleri
- Enerji kimlik belgesi
- Yıllık enerji ihtiyacı

Yönetmelik bina kabuğu, ısıtma, soğutma ve havalandırma gibi daha çok mekanik tesisatı içeren ve makine mühendisliği çalışma alanına giren konular üzerine yoğunlaşmıştır. Özellikle TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" esas alınarak bu konular çok detaylı olarak verilmiştir. Elektrik mühendisliği ile doğrudan ilgili olan "Elektrik Tesisatı ve Aydınlatma Sistemleri" bölümünde; aydınlatma amaçlı tüketilen elektrik enerjisinin hesaplama yöntemi, aydınlatmada kullanılacak uygun ışık kaynaklarının seçimi ve aydınlatma ile ilgili kontrol sistemlerinin kullanılmasına yönelik öneriler yer almaktadır. Ayrıca, "Otomatik Kontrol" bölümünde belirtilen; mevcut ve yeni yapılacak binalarda elektrik tesisatı, aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin tükettikleri enerjileri ölçmek amaçlı cihazların yerleştirilmesi, enerji izleme sistemlerinin oluşturulması konuları da elektrik mühendisliği çalışma alanına girmektedir.

Aynı zamanda BEP yönetmeliğinde bilgisayar, faks, vb. elektrikli cihazlar ile asansör, yürüyen merdiven gibi taşıma araçları dikkate alınmadığından, bu cihazların toplam enerji tüketimi içindeki payları bina tiplerine göre belirlemek konunun önemi vurgulanmalı ve bina enerji kimlik belgelerinde de değerlendirilmelidir.

Elektrik Mühendisleri Odası ve Elektrik Mühendisliği& Elek-Elektronik Mühendisliği lisansına sahip kişiler, Enerji Verimliliği Kanunu ve ilgili yönetmeliklerde kendilerine verilen yetki ve görevlerin iyi bir takipçisi ve uygulamacısı olmalıdır. Özellikle uygulama yönetmelikleri ve kalite standartları hazırlanırken sürekli ilgili kuruluşlar ile işbirliği içinde olunmalı ve teknik destek verilmelidir. Önümüzdeki

günlerde Enerji Verimliliği kapsamında olası AB projeleri takip edilerek üyeleri, kamuyu bilinçlendirici ve eğitici faaliyetlere ağırlık verilmelidir. Gerçek uzmanlık konularına ihtiyaç duyulan, detaylı maliyet analizleri ile enerji tasarruf oranları ve geri ödeme sürelerinin hesaplanmasını gerektiren enerji verimliliği etüt, proje ve uygulama çalışmaları gerçek bir mühendislik işidir. Kötü uygulamaları engellemek için iyi örnek projelere ihtiyaç vardır. Elektrik mühendisleri bir an önce sanayi ve binalarda kendi konularında örnek olabilecek projelerin sayılarını artırmalıdır.

Enerji yöneticisi: Endüstriyel işletmelerde ve binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yerine getirmekle sorumlu ve enerji yöneticisi veya eğitim-etüt-proje sertifikasına sahip kişiye denir.

Enerji yönetimi: Enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak üzere yürütülen eğitim, enerji etüdü, ölçüm, izleme, planlama ve uygulama faaliyetlerini kapsar.

Yıllık toplam enerji tüketimi bin TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmeler çalışanları arasından enerji yöneticisi görevlendirir.

Toplam inşaat alanı en az yirmibin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi beşyüz TEP ve üzeri olan ticarî binaların ve hizmet binalarının yönetimleri ile toplam inşaat alanı en az onbin metrekare veya yıllık toplam enerji tüketimi ikiyüzelli TEP ve üzeri olan kamu kesimi binalarının yönetimleri, yönetimlerin bulunmadığı hallerde bina sahipleri enerji yöneticisi görevlendirir veya şirketlerden veya enerji yöneticilerinden hizmet alır.

Yıllık toplam enerji tüketimi bin TEP'ten az olan endüstriyel işletmelere yönelik çalışmalar yapmak üzere, organize sanayi bölgelerinde enerji yöneticisinin sorumluluğunda enerji yönetim birimi kurulur. Bu birimlerde enerji yöneticisi dışında en az iki teknik eleman çalıştırılır.

Kamu kesimi dışında kalan ve yıllık toplam enerji tüketimleri ellibin TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmelerde enerji yöneticisinin sorumluluğunda enerji yönetim birimi kurulur. Bu birimlerde enerji yöneticisi dışında en az bir makina ve bir elektrik veya elektrik-elektronik mühendisi çalıştırılır. Organizasyonlarında toplam kalite çalışmalarından sorumlu olan ve bünyesinde enerji yöneticisinin de görev aldığı kalite yönetim birimi bulunan endüstriyel işletmeler bu birimlerini enerji yönetim birimi olarak da görevlendirebilir.

Enerji Yöneticisi Eğitimine ; 25 Ekim 2008 tarihli Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmeliğin 9. Madde 7. Fıkrası uyarınca; endüstriyel işletmelerde mühendislik, organize sanayi bölgelerinde makine, elektrik veya elektrik-elektronik mühendisliği, binalarda ise makine, elektrik veya elektrik-elektronik mühendisliği veya teknik eğitim fakültelerinin makina veya elektrik bölümlerinde lisans eğitimi görmüş gerçek veya tüzel kuruluşlardan gerçek katılımcılar kabul edilmektedir. Kursiyer adayları katılmak istedikleri eğitim döneminden en az bir (1) ay önce "Ön Kayıt Formu" bilgilerini EİE Gn. Md. Eğitim ve Etüd Şube Müdürlüğüne

göndermeleri ve ön kayıtlarını yaptırmaları gerekir. Kayıt sırasında aşağıdaki evraklarla müracaat edilmesi gerekir.

- Mesleğinde en az 2 (iki) yıllık tecrübeye sahip olduğuna dair belge (önceki ve/veya mevcut işyerinden alınan)
- 2 adet vesikalık fotoğraf
- Nüfus cüzdanı fotokopisi
- Noter onaylı diploma veya çıkış sureti (Fakülte Sekreterliğinden veya kamu kurumlarında çalışanlar için kurumlarından alınan aslının aynısıdır onaylı belgeler kabul edilir)
- Enerji Yöneticisi Bilgi Formu (3 Sayfa)

Eğitim süresi 10 iş günüdür. Eğitim sonunda sınav yapılır. Sorular çoktan seçmeli, doldurmalı, madde sıralamalı, kompozisyon veya problem çözme şeklinde olabilir. Sınavlar, oluşturulan sınav komisyonu tarafından yapılır ve değerlendirilir. Sınavda başarılı olunabilmesi için 100 üzerinden en az 70 puan alınması gerekmektedir. Enerji Yöneticisi Eğitimleri ile ilgili güncel ve ayrıntılı bilgiler www.eie.gov.tr internet adresinde yayınlanmaktadır.

ENERJİ YÖNETİCİLERİ İÇİN TEMEL ENERJİ BİLGİLERİ

Enerji yönetiminin değeri açıkça ortadadır. Enerji yönetimi konusunda yetişen mühendisler çok ihtiyaç vardır ve çok sayıda enerji yöneticiliği iş olanağı mevcuttur. Enerji yöneticisi enerji terminolojisi hakkında bilgi sahibi olmalı ve ölçüm birimlerini bilmelidir. Farklı enerji tipleri farklı birimlerle ölçülür. Karşılaştırmalar yapabilmek için bir ölçüm sisteminden diğer ölçüm sistemine geçiş yapılabilir. Enerji yöneticileri, ulusal enerji konusunda kesinlikle bilgi sahibi olmalıdır.

Enerji birimleri:

KWh (kilowat-saat): Bu birim daha çok endüstride kullanılan elektriğin belirlenmesinde kullanılır. 1 saat içerisinde tüketilen enerjinin miktarıdır.
1 kWh = 3.6x10⁶ joule

British thermal unit (Btu): Bu birim eski imparatorluğa ait bir ısı birimidir. Hala çok sık kullanılmaktadır ve özellikle USA' da çok popülerdir.
1Btu=1.055x10³ joule
Btu: suyun sıcaklığını 1 Fahrenayt derece yükseltmek için gerekli enerji
USA Energy Information Agency' e göre, daha somut bir tanım bir Btu bir mutfak kibritinin açığa çıkardığı enerji olarak verilmektedir.

Therme: Gaz üretim endüstrisinde kullanılan bir birimdir.
1 therme=100.000 Btu
1 therme=1.055x10⁸ joule

TEP (Ton eşdeğer petrol) (Tonne of oil equivalent :Toe): Petrol endüstrisinde kullanılan bir birimdir.
1TEP=4.5x10¹⁰ joule



Varil (Barrel): Petrol endüstrisinde kullanılan başka bir birimdir. 1 TEP 7.5 varil' e eşdeğerdir.
1 varil=6x10⁹ joule

Kalori (caloire): Bu birim özellikle yiyecek (gıda) endüstrisinde kullanılan bir birimdir.
Gerçekten 1 gram suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli ısı enerjisi miktarıdır.
1 kalori=4.2x10³ joule



KAYNAKLAR

- [1] TEDAŞ, (2008), "2008 yılı Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri",
www.tedas.gov.tr/29/Istatistiki_Bilgiler.html
[2] EİE, (2007), "Enerji Verimliliği Kanunu",
www.eie.gov.tr/duyurular/EV/EV_kanunu/EnVerKanunu_Temmuz2008.pdf.
[3] EİE, (2008), "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanılmasında Verimliliğin Artırılması"na dair Yönetmelik,
www.eie.gov.tr/duyurular/EV/EV_kanunu/EV_yonetmelik/EV_yonetmelik.html.
[4] BİB, (2008b), "Binalarda Enerji Performansı" Yönetmeliği, www.binalar.com/2008/12/binalarda-enerji-performansi-yonetmeligi.
[5] Prof.Dr Sermin ONAYGİL "Enerji Verimliliği Kanununda Elektrik Mühendisliğinin Yeri" 3.Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu 21-22 Mayıs 2009

Ek-1 : Enerji kaynaklarının ısı değerleri ve petrol eşdeğerlerine çevirim katsayıları

Enerji Kaynağı	Yoğunluk	Isıl Değer	Birim	Miktar	Çevirim Katsayısı (TEP)
Taş kömürü		6 100	kcal/kg	1 ton	0,810
Kok kömürü		7 200	kcal/kg	1 ton	0,720
Biriket		5 000	kcal/kg	1 ton	0,500
Sanayi linyiti		3 000	kcal/kg	1 ton	0,300
Linyit santral		2 000	kcal/kg	1 ton	0,200
Elbistan linyiti		1 100	kcal/kg	1 ton	0,110
Petrokok		7 600	kcal/kg	1 ton	0,760
Prina		4 300	kcal/kg	1 ton	0,430
Talaş		3 000	kcal/kg	1 ton	0,300
Grafit		8 000	kcal/kg	1 ton	0,800
Kok tozu		6 000	kcal/kg	1 ton	0,600
Maden Kömürü		5 500	kcal/kg	1 ton	0,550
Asfaltit		4 300	kcal/kg	1 ton	0,430
Odun		3 000	kcal/kg	1 ton	0,300
Hayvan ve bitki artığı		2 300	kcal/kg	1 ton	0,230
Ham petrol		10 500	kcal/kg	1 ton	1,050
Kalorifer Yakıtı		10 000	kcal/kg	1 ton	1,000
Fuel oil No:5	0.92 kg/lt	10 025	kcal/kg	1 ton	1,003
Fuel oil No:6	0.94 kg/lt	9 860	kcal/kg	1 ton	0,986
Motorin	0.83 kg/lt	10 200	kcal/kg	1 ton	1,020
Benzin	0.735 kg/lt	10 400	kcal/kg	1 ton	1,040
Gaz yağı	0.78 kg/lt	8 290	kcal/kg	1 ton	0,829
Siyah likör		3 000	kcal/kg	1 ton	0,300
Nafta		10 400	kcal/kg	1 ton	1,040
Doğal gaz	0.67 kg/m3	8 250	kcal/m3	1000 m3	0,825
Kok gazı	0.49 kg/m3	4 026	kcal/m3	1000 m3	0,403
Yüksek fırın gazı	1.29 kg/m3	791	kcal/m3	1000 m3	0,080
Fuel-gaz (Rafineri gazı)		10 500	kcal/kg	1000 m3	1,050
Asetilen		14 230	kcal/m3	1000 m3	1,423
Propan		10 200	kcal/m3	1000 m3	1,020
LPG		10 900	kcal/kg	1 ton	1,090
LPG	2.477 kg/m3	27 000	kcal/m3	1000 m3	2,700
Elektrik		860	kcal/kWh	1000 kWh	0,086
Hidrolik		860	kcal/kWh	1000 kWh	0,086
Jeotermal		8 600	kcal/kWh	1000 kWh	0,860

Kaynak : Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UTEM)

