

ENERJİ YÖNETİMİ Dersi 7

ENERJİ ETÜTLERİ, EKONOMİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU
E-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
2018

27/10/2011 tarihli ve 28097 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “**Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik**” in 30 uncu maddesinin birinci fıkrasında yer alan “Genel Müdürlük tarafından, kamu kesimine ait enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlü binalarda (**Toplam inşaat alanı 10.000 m² ve üzeri** veya **Yıllık Toplam Enerji Tüketimi 250 Ton Eşdeğer Petrol Değeri ve üzeri**) enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik tedbirleri ve bunların fayda ve maliyetlerini belirlemek üzere **etütler yapılır veya şirketlere yaptırılır**. Bu etütler **her on yılda bir** yenilenir. Genel Müdürlük tarafından bu etütlerin yapılmasında yıllık toplam enerji tüketimi yüksek olan binalara öncelik verilir. Kamu kurum ve kuruluşları bu etütlerin yapılması için gerekli koşulları sağlar. Etüdün tamamlanmasını takip eden yıllarda kurum ve kuruluşların bütçelerinde bakım ve idameye ilişkin konulan ödenekler öncelikle bu etütler ile belirlenen önlemlerin uygulanmasına ilişkin projelerin hazırlanması ve uygulanması için kullanılır.” hükmü yer almaktadır.

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Etutler>

Bu çerçevede, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) kamu kesimine ait Kanun kapsamında yükümlü bulunan binalarda, yetkilendirilmiş Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri aracılığıyla detaylı enerji verimliliği etüt programı başlatmıştır. 2014 yılı içerisinde 166 adet kamu binasının etütleri ve enerji kimlik belgeleri bu yolla tamamlanmış olup değerlendirmeleri yapılmıştır.

Ayrıca, Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” in 10 uncu maddesinin birinci fıkrasının (b) bendinde yer alan “**Yıllık toplam enerji tüketimi beş bin TEP ve üzeri** olan endüstriyel işletmeler ile toplam inşaat alanı **yirmi bin metrekarenin üzerinde** olan hizmet sektöründe faaliyet gösteren binalarda etüt yapılır veya şirketlere yaptırılır. Bu etütler **her dört yılda bir** yenilenir.” hükmü doğrultusunda 2015 yılında başlanan etüt çalışmaları neticesinde 2017 yılı Ocak ayı itibariyle 270 adet endüstriyel işletmede ve 220 hizmet sektöründe faaliyet gösteren binada etüt yaptırılmış ve etüt raporları Genel Müdürlüğümüze gönderilmiştir.

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Etutler>

ENERJİ TASARRUFU ETÜT YÖNTEMLERİ

Enerji tasarrufu için bir şirketin enerji verimliliğinin değerlendirilmesine, enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesine ve projeleri yürütmek için plan yapılmasına yardım etmek üzere bir dizi standart teknik yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımların en çok bilineni enerji taramalarıdır [1,2].

Enerji taramaları (AUDIT)

- Enerji tasarrufunu belirlemek için enerji yöneticisinin veya enerji komitesinin elinde bulunan en önemli teknik araç enerji taramalarıdır. Bu çalışma enerji taramaları konusunda uzmanlaşmış devlet kuruluşları, dış danışmanlar veya kuruluşun kendi personeli tarafından yapılabilir. **Enerji taramaları**
 - **Diagnostik Planlama,**
 - **Ön Enerji Taraması ve**
 - **Detaylı Enerji Taraması**
- adı altında 3 aşamada yapılır [2.4].

- Diognastik planlama

İşletmenin büyüklüğünün görülmesi, bölümleri hakkında görsel bir fikre sahip olunabilmesi ve çalışma yapılacak alanlarda kullanılacak gerekli taşınabilir test cihazlarının belirlenmesi için enerji tasarrufu çalışması yapacak olan ekipten bir eleman gerekirse işletmeye bir günlük ziyaret yapar. Bu görüşme sırasında ayrıca enerji tasarrufu çalışması sırasında cihazların bağlanacağı yerler belirlenir. Eğer mevcut değilse bağlantı yerlerinin (baca gazı için ölçüm deliği, elektrik bağlantıları için uygun bağlantı yerleri vb.) yaptırılması işletme yetkililerinden talep edilir. Ayrıca anket formunda anlaşılmayan yerlerle ilgili daha detaylı bilgi ve proses hakkında verilerin de hazırlanması istenir. İşletmenin çalışma programı gözden geçirilmek suretiyle yetkililer ile birlikte enerji tasarrufu çalışması için en uygun tarih belirlenir.

Diagnostik sonucunda yapılacak çalışma için işletmedeki etüt süresi, analiz yapmak için kullanılacak verileri sağlayacak olan cihaz ihtiyaçları ve incelenecek işletme bölümleri belirlenir [2].

- Ön enerji taraması (Preaudit)

Küçük ve orta büyüklükteki fabrikalarda ÖET 'nin tamamlanması için bir veya iki güne ihtiyaç vardır. 1000 MW ve üzerinde kurulu güce sahip pek çok üniteden oluşan büyük ölçekli işletmelerde ise ÖET'nin tamamlanması bir veya iki haftalık zaman süresinde gerçekleşir.

ÖET sırasında santralin tüm bölümleri detaylı bir şekilde dolaşılarak enerjinin boşa harcandığı kaynaklar, kötü yalıtım, buhar, su, yakıt sızıntıları ve çalışmayan tüm ekipmanlar belirlenmeye çalışılır. Gerekiyorsa bazı ölçümler alınır (Örneğin kazanda ölçüm alınarak anında yapılacak yanma havası ayarı). ÖET sonucunda işletmenin enerji yönetim sistemi, enerji dönüşüm sistemleri (fırın, kazan), izolasyon, basınçlı hava ve elektrik sistemi konusundaki enerji tasarrufu imkanları ortaya çıkartılır. Bu imkanların; özellikle büyük yatırımlı olanları fizibilite teknikleri ile tekrar incelenmesi gerekir. Ayrıca detaylı enerji taramasına ihtiyaç olup olmadığı, yapılacaksa hangi konuları kapsayacağı ortaya çıkartılır [2].

- Detaylı enerji taraması

7

Birkaç hafta veya daha uzun sürebilecek bu çalışma belirlenen alanlara ölçüm cihazlarının bağlanması ve birkaç günlük veya daha uzun sürelik periyot boyunca ölçüm alınmasını içerir. Böylece gerçek işletme çalışma koşullarında (muhtelif nedenlerle durmalar, arıza ve aksaklıklar vb. dahil) sistemlerin enerji tüketimlerini belirlemek mümkün olur. Ölçümler ÖET'na göre daha uzun ve detaylıdır. Ayrıca işletmenin enerji tüketimi açısından daha az önem arz eden ancak iyileştirme çalışmalarının mümkün olabileceği alanlarda da bir takım araştırmalar yapmak, ölçüm almak mümkündür.

Detaylı enerji tasarrufu çalışması sonucu elde edilecek değerler sadece yoğun enerji tüketen alanlarda değil, proses ve önemli ekipman değişikliklerini de kapsayacak şekilde tüm fabrikayla ilgili olacağından, bir bütün olarak çok daha anlam taşıyacaktır. DET normal olarak ÖET dan sonra yürütülür. Bununla birlikte ÖET'dan tamamen bağımsız olarak da yapılabilir.

DET alışması, aşağıda sıralanan 8 önemli adımı içermektedir:

- 1- Enerji taraması çalışmalarının zamanlaması ve işletmede detaylı tarama yapılacak birimlerin belirlenmesi.
- 2- Standart veri toplama formları kullanarak işletmeye ait temel enerji tkretim ve üretim verilerinin toplanması, mümkün olan yerlerde spesifik enerji tkretim verilerinin tespit edilmesi.
- 3- Enerji tkretimi ve verimliliğiyle ilgili tüm verileri bulmak için işletmede test çalışmaları ve ölçümlerin yapılması.
- 4- Işletme içinde önemli ekipman ve prosesler için enerji dengesi ve verimliliklerinin hesaplanması
- 5- Verimliliği iyileştirecek veya enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme tedbirlerinin ve periyodik bakımların belirlenmesi, enerji tasarrufu miktarı ve maliyetleri takip ve tespit etmek için yöntemlerin belirlenmesi.
- 6- Sermaye yatırımını gerektiren enerji tasarrufu olanaklarının tespit edilmesi; değiştirilecek, kalitesi yükseltilecek veya ilave edilecek olan ekipmanların belirlenmesi ve tavsiye edilmesi. Ayrıca tasarruf edilecek olan enerjinin parasal karşılığının ve yatırım masraflarının karşılanması.
- 7- Önemlilik dereceleri, yöntemleri, maliyetleri ve çalışma programlarını kapsayan açık bir uygulama planının hazırlanması.
- 8- Yönetime enerji taraması bulguları, tavsiyeleri ve uygulama planını özetleyen bir raporun hazırlanması [2-6].

Enerji Taramasından Beklenenler

9

Bir enerji taramasından aşağıda belirtildiği gibi üç önemli kategoride bilgi sağlanmalıdır:

- 1- Enerji Üretim Verilerinin Birleştirilmesi:** Kolay bir referans için enerji tüketimi ve üretime ait veriler sistematik biçimde derlenmelidir.
- 2- Enerji tasarrufu Olanakları veya Tedbirlerinin Detaylı Analizleri:** Tipik bir enerji taraması raporu tüm enerji tasarrufu fırsatlarını, bu fırsatlardan elde edilebilecek tasarrufları ve bu fırsatların yatırım maliyetlerinin dökümünü veren etkin bir özet tabloyu içermelidir. İyi bir rapor şirket yönetiminin uygulama konusunda uygun kararlar verebilmesinde ona mümkün olan en iyi bilgiyi sağlamak için her tedbirin analizlerini ve ayrıntılı bir tanımını içermelidir. Projenin uygulanmasında özellikle önemli olan, olası risklerin dökümünün yapılması kadar ekipman masraflarının da iyi tahmin edilmesi gereklidir.
- 3- Uygulama Faaliyet Planı:** İyi bir rapor yalnızca enerji tasarruf tavsiyelerini sunmakla kalmamalı aynı zamanda bunların uygulanması ile ilgili sırayı da belirtmelidir. Ayrıca uygulamanın nasıl yapılacağı, kimin sorumlu olacağı ve ne kadar süre ile olacağı konusunda bir takım bilgiler bulunmalıdır [1].

Enerji etüt raporu hazırlanırken öncelikle hazırlayan enerji yöneticisinin adı soyadı ve sertifika numarasını içeren bir kapak hazırlanır. Bir enerji etüt raporunda şu temel başlıklar işlenmelidir (2-6):

1) Yönetici Özeti: Bu bölümde endüstriyel işletme ve enerji tüketim bilgileri kısaca verilecek özellikle tüketim ve maliyet bilgileri grafiklerle desteklenecektir. Ayrıca çalışmanın amacı, kapsamı, hangi tarihler arasında yapıldığı, çalışma yapılan alanlar ve bu alanlardaki bulgular ve öneriler üst yönetimin bilgisine sunulacak şekilde gereken detayda ve olabildiğince kısa olarak verilecektir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

Endüstriyel İşletme Bilgileri: Özellikle işletmeye dair genel bilgilerden hemen sonra yıllık toplam enerji tüketimi geçmiş yıllara göre TEP cinsinden verilmelidir.

Çalışmanın Amacı

Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın Tarihi

Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Ölçümler (Çizelge 1’de belirtilen formatta yer alan bilgileri içerecek şekilde verilecektir [2,6].

Çizelge 1 : Etüd sırasında kullanılan cihazlar için düzenlenen format [1,6].

CİHAZ ADI	SERİ NO:	KALİBRASYON BİLGİLERİ			ETÜD SIRASINDA KULLANILDIĞI YERLER
		Tarihi	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	

Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri: Bu bölümde ise enerji etüdü yapılan yıldan bir önceki mali yıla ait enerji tüketim ve maliyet analizleri yapılacak, tabloda yer alan değerler ve hazırlanan grafikler yorumlanacaktır. Çizelge 2’de böyle bir tablo görülmektedir. Yine Enerji tüketimin ve enerji maliyetinin dağılımını gösteren pasta grafikler bu bölüme eklenmelidir [2,6].

Çizelge 2 Enerji Tüketimleri ve Maliyetleri ile ilgili hazırlanacak tablo [1,6].

ENERJİ TÜRÜ	TÜKETİM				MALİYET		BİRİM MALİYET
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL/TEP
Elektrik(alınan)		kWh					
Elektrik(üretilen)		kWh					
Doğal Gaz		sm ³					
Fuel Oil		Ton					
LPG		Kg					
Motorin		Lt					
Diğer							
TOPLAM							

Genel Bulgular ve Öneriler: Bu bölümde genel bulgular ve önerilen önlemler; tasarruf edilecek enerji türü ve miktarı, öngörülen harcama tutarı, geri ödeme süreleri, CO₂ azaltma miktarları, öngörülen uygulama planı gibi bilgileri içerecek şekilde tablo halinde özet olarak verilmelidir. Ayrıca tüm önlem önerileri hakkında gerekli açıklamalar metin halinde ayrıca özet olarak verilecektir. Bu bölüme kadar verilenlerden tasarrufun boyutu, öncelikli ele alınması gereken alanlar gibi hususlara yöneticinin ilgisini çekecek şekilde değinilecektir.

Enerji etüdü kapsamında belirlenen önlemlerin uygulanmasına ilişkin olarak işletme yönetimi ile birlikte hazırlanacak olan uygulama planı kapsamında, önlemler önceliklendirilecek uygulamaya ilişkin süreçler kısa orta veya uzun vade şeklinde tanımlanacaktır. Önceliklendirmede dikkate alınacak kriterler de açıklanacaktır. Önerinin uygulanması öngörülen vade belirlenirken 1 yıldan az olan süre için kısa vade, 1-2 yıl için orta vade, 2-5 yıl için uzun vade olarak adlandırılabilir. Bu konuda çizelge 3 ve 4'ün hazırlanması öngörülerin bütünsel olarak kavranmasına yardımcı olacaktır [3-6].

Çizelge 3 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo(a) [1,6].

ÖNLEMLER	ENERJİ TÜRÜ	TASARRUF MİKTARI				CO2 AZALTMA MİKTARI	YATIRIM MALİYETİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ	UYGULAMA PLANI
		Miktar	Orijinal Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl				
TOPLAM									

Çizelge 4 : Genel bulgu ve önerilerle ilgili hazırlanacak olan tablo(b) [1,6].

YAKITLAR	TASARRUF MİKTARI			ENERJİ TASARRUF ORANI %
	Mikatr (..../Yıl)	Enerji (TEP/Yıl)	Maliyet (TL/Yıl)	
Fuel-Oil	Ton			
Doğal Gaz	sm3			
Kömür	Ton			
Elektrik	kWh			
...				
Toplam				

- [1] **Aykut Met 2010.** Termik Santrallerde Enerji Yönetimi Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [2] **Patrick, D.R., Fardo, S.W., Richardson, R. E., Patrick, S.R.,**2007 Second Edition: Energy Conservation Guidebook, p. 1-7, 397-423 *The Fairmont Press Inc.,*
- [3] **Albert Thumann, P.E., C.E.M. Scott Dunning, Ph.D., C.E.M.,**2008 Ninth Edition: Plant Engineers and Managers Guide to Energy Conservation, p.1-57, 287-301, *The Fairmont Press Inc.,*
- [4] **Mull, T.E.,**2001: Practical Guide to Energy Management for Facilities Engineers and Plant Managers, p. 1-7, 47-64 *Asme Press, New York*
- [5] **Piper, J.E.,**1999: Operations and Maintenance Manual for Energy Management,p. 273-282, M.E. Sharpe Inc., USA
- [6] **EİE İdaresi,** 2009.Sanayide Enerji Yönetimi Esasları Cilt –I, 7. Baskı, 3. Revizyon.