

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

## **ENERJİ YÖNETİMİ**

Elektrik Müh. Perihan ÖZBAKIR

**FBE Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ferit ATTAR

**İSTANBUL, 2006**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ .....	i
ŞEKİL LİSTESİ .....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
BÖLÜM 1	
1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2	
2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ TASARRUFU .....	3
2.1 Enerji Kavramı .....	3
2.2 Enerji Verimliliği ile İlgili Kavramlar .....	4
2.3 Enerji Verimliliği İyileştirme Önlemleri .....	6
2.4 Enerji Tasarrufu Kavramı .....	9
2.4.1 Enerji Tasarruf Prensipleri.....	10
2.4.2 Enerji Tasarruf Önlemleri.....	11
2.4.3 Ekonomik Yatırım Analizi .....	12
2.4.4 Yeni Enerji Tasarruf Projelerine Yatırım Yapılması.....	13
2.4.4.1 Karlılık Oranı (KO) .....	14
2.4.4.2 Geri Ödeme Süresi (GÖS).....	14
BÖLÜM 3	
3. ENERJİ YÖNETİMİ KAVRAMI .....	15
3.1 Enerji Yönetimi Tanımları.....	15
3.2 Enerji Yönetiminin Başarılı Yürütülmesi İçin Dikkat Edilmesi Gereken Ana Unsurlar .....	17
3.2.1 Enerji Yönetim Programının Yürütülmesi .....	18
3.2.2 İzleme, Etüt ve Hedef Oluşturma .....	20
3.3 Enerji Yöneticisi .....	23
3.3.1 Enerji Yöneticisi Kimdir?.....	24
3.3.2 Enerji Yöneticisinin Görevleri.....	25
3.3.3 Enerji Verimliliği Müşaviri (EVM)nin Seçim Kriterleri.....	26
3.3.3.1 Uygun Enerji Verimliliği Müşavirlerinin Seçimi .....	27
3.3.3.2 Listesi Çıkarılan EVM'lerinin İncelenmesi .....	28
3.3.3.3 Etik Standart .....	28

3.3.3.4	Sorumluluk Konuları .....	28
3.3.3.5	EVM'nin Ücreti.....	29
3.4	Enerji Yönetimi Sistemi .....	29
3.4.1	Enerji Yönetimi Sisteminin Yapısı.....	30
3.4.2	Enerji Yönetimi Sisteminin Oluşturulması.....	32
3.5	Enerji Tasarruf Programının Organizasyonu.....	34
3.5.1	Tesis Düzeyinde Enerji Tasarrufu Organizasyonu.....	34
3.5.2	Bölüm Düzeyinde Enerji Tasarruf Organizasyonu.....	35
3.5.3	Şirket Bazlı Enerji Tasarrufu Organizasyonu.....	36
3.6	Enerji Tasarruf Teknolojileri .....	37
3.7	Enerji Yönetim Teknolojileri.....	37

## BÖLÜM 4

4.	DÜNYADA ENERJİ YÖNETİMİ ÇALIŞMALARI.....	39
4.1	Türkiye’de Enerji Yönetimi Çalışmaları .....	39
4.2	Japonya’da Enerji Yönetimi Çalışmaları.....	40

## BÖLÜM 5

5.	FARKLI SEKTÖRLERDE ENERJİ YÖNETİMİ SİSTEMİ.....	42
5.1	HVAC Sistemlerinde Enerji Yönetim Sistemi .....	42
5.2	Binalarda Enerji Yönetimi Sistemi .....	43
5.2.1	Bir Binanın Enerji Performansının Belirlenmesinin Sağladığı Yararlar .....	43
5.2.2	Normalleştirilmiş Performans Göstergesi (NPG) ve Hesaplanması.....	44
5.2.3	NPG'nin Diğer Binalarla Kıyaslanması.....	48
5.3	Ofislerde Enerji Tasarrufu Önlemleri.....	49
5.4	Binalarda Enerji Performansı .....	50
5.5	Konut Sektöründe Kullanılan Enerji Verimlilik Göstergeleri.....	51
5.6	Ülkemiz Binalarında Enerji Yönetim Sistemi Kurulması Neden Gereklidir?.....	53

## BÖLÜM 6

6.	ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YÖNETMELİKLER VE YASAL DÜZENLEMELER .....	59
----	--	----

## BÖLÜM 7

7.	ELEKTRİK MOTORLARINDA ENERJİ TASARRUFU VE ENERJİ YÖNETİMİ .....	64
7.1	Motor Yüğü Düşüncesi Teknikleri .....	64
7.2	Motor-Yük İlişkinine Karşı Verimlilik .....	65
7.3	Motor Yüğü ve Hızı Arasındaki İlişki.....	66
7.4	Büyük Yüğülenmiş Motorların Değıştirilmesi .....	66
7.5	Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesinin Motor Verimine ve Enerji Verimliliğine Etkisi.....	67
7.5.1	Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesi.....	67
7.5.2	Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesi için Önerilen Davranışlar .....	69

## BÖLÜM 8

8.	ENERJİ YÖNETİMİ KONUSUNDA TÜRKİYE'DE YAPILMIŞ OLAN UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER.....	70
8.1	Erdemir'in Enerji Yapısı Ve Verimliliğinin Artırılmasına Yönelik Çalışmalar ....	70
8.1.1	Şirket Tanıtımı .....	70
8.1.2	Erdemir'de Genel Enerji Yapısının Tanıtımı .....	70
8.1.3	Erdemir'de Enerji Üretim ve Dağıtım Sisteminin Tanıtımı .....	71
8.1.3.1	Genel Bilgiler .....	71
8.1.3.2	Erdemir'de Elektrik Enerjisi Üretim-Tüketim Dengesi .....	73
8.1.4	Erdemir'de Enerji Verimliliğini Geliştirme Çalışmaları .....	74
8.1.4.1	Enerji Verimliliğinin İzlenmesi .....	74
8.1.4.2	Enerji Verimliliğini Geliştirme Çalışmaları .....	75
8.1.5	Erdemir'de Yapılan Enerji Yatırımları ve Verimlilik Çalışmalarının Çevresel Gelişime Katkıları.....	78
8.1.6	Erdemir'in Özgül Enerji Tüketim Performansının Uluslararası Entegre Demir Çelik Tesisleri ile Karşılaştırılması .....	78
8.1.6.1	Türkiye ve Japonya Entegre Demir Çelik Tesisleri Özgül Enerji Tüketim Performanslarının Karşılaştırılması.....	78
8.1.6.2	Erdemir ve ABD Entegre Demir Çelik Tesisleri Özgül Enerji Tüketim Performanslarının Karşılaştırılması .....	79
8.1.7	Erdemir'de Yapılan Çalışmaların Sonucu .....	80
8.2	Oyak Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş. 'de Enerjinin Verimli Kullanılması .....	81
8.2.1	Şirket Tanıtımı .....	81
8.2.2	Enerjinin Verimli Kullanılması Çalışmaları.....	81
8.2.2.1	Aydınlatma Projesi Çalışmaları.....	82
8.2.2.2	Kazan Dairesi Çalışmaları .....	86
8.3	Ytong'ta Enerji Tasarrufu Çalışmaları .....	90
8.3.1	Şirket Tanıtımı ve Şirketteki Enerji Yönetimi Çalışmaları Hakkında Genel Bilgi .....	90
8.3.2	Ytong'ta Tasarruf Çalışmaları .....	91
8.3.2.1	Birinci Etap: Buhar Akülerinin Kurulması.....	91
8.3.2.2	İkinci Etap: Buhar Kazanlarının Verimliliğinin Arttırılması.....	94
8.3.2.3	Üçüncü Etap: Atık Buhar Geri Kazanım Sisteminin Devreye Alınması.....	95
8.3.3	Uygulanan Projenin Sonuçları.....	96
8.3.4	Ytong'daki Enerji Yönetimi Çalışmalarının MS SQL Kullanılarak Simüle Edilmesi .....	98

## BÖLÜM 9

9.	ENERJİ YÖNETİMİ KONUSUNDA TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR.....	108
9.1	Alarko Carrier'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı.....	108
9.2	Schneider Electric'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı .....	113
9.3	MAS Otomasyon'un Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı.....	114
9.4	İDETEK'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı .....	117
9.5	Emti Enerji Yönetimi ve Tasarrufu Sistemleri'nin Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı .....	119

## BÖLÜM 10

10.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	122
-----	------------------------	-----

KAYNAKLAR.....	125	
EKLER		
Ek 1	Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik.....	129
Ek 2	Şirket Görüşmelerinde Yöneltilen Sorular.....	142
Ek 3	Enerji Verimliliği Politikasıyla İlgili Önlemler .....	143
ÖZGEÇMİŞ.....	146	

**KISALTMA LİSTESİ**

DM	Değer Biçme Mühendisliği
EEO	Enerji Verimlilik Ofisi, İngiltere (Energy Efficiency Office)
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EKEDB	Enerji Kaynakları Etüt İdaresi Başkanlığı
EM	Endüstri Mühendisliği
EMAS	Enerji Yönetimi Yardımcı Planı, İngiltere (The Energy Management Assistance Scheme)
EVM	Enerji Verimliliği Müşavirli(k)ği
EVO	Enerji Verim Oranı
EVYT	Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı
EY	Enerji Yöneticisi
EYS	Enerji Yönetim Sistemi
FIDIC	Müşavir Mühendisler Uluslararası Federasyonu
GÖS	Geri Ödeme Süresi
HDF	Hava Düzeltme Faktörü
HVAC	Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme
IAC	Industrial Assessment Centers
IOF	Industries of the Future
İA	İşletme Araştırması
İKO	İç Karlılık Oranı
İNA	Faiz Oranlarına Dayalı İndirimli Nakit Akışı
JERKY	Japon Enerjinin Rasyonel Kullanımı Yasası
KAM	Kapasite Artırımı ve Modernizasyonu Projesi
KK	Kalite Kontrol
KO	Karlılık Oranı
KSF	Kullanım Saatleri Faktörü
MEVO	Mevsimsel Enerji Verimlilik Oranı
NBD	Net Bugünkü Değer
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NPG	Normalleştirilmiş Performans Göstergesi
OIT	The Office of Industrial Technologies
PUKÖ	Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al-Düzeltil
TDETO	Tesis Düzeyinde Enerji Tasarrufu Organizasyonu
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TMMMB	Türk Müşavir Mühendisler ve Mimarlar Birliği
UETM	Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Dünyada değişim süreci .....	4
Şekil 3.1 Enerji yönetimi etkileşimleri .....	16
Şekil 3.2 Enerji yönetim faaliyetleri.....	19
Şekil 3.3 Başarılı bir enerji programı için on anahtar unsur.....	22
Şekil 5.1 Enerji, enerji olmayan ve insan sistemlerinin etkileşimi; Brander'in Modeli .....	51
Şekil 5.2 Enerji yönetim programı akış şeması .....	54
Şekil 8.1 2002 Yılında Satın Alınan Birincil Enerji Kaynaklarının Dağılımı.....	71
Şekil 8.2 Elektrik Enerjisi Kapasite ve Üretim Tüketimi Karşılama Oranının Değişimi .....	74
Şekil 8.3 Yıllara Göre Özgül Enerji Tüketimi Eğilimi.....	75
Şekil 8.4 Türkiye ve Japonya Özgül Enerji Performansının Sektör Karşılaştırma Grafiği.....	79
Şekil 8.5 Erdemir'in Özgül Enerji Performansının Sektör Karşılaştırma Grafiği .....	80
Şekil 8.6 Mekanik atölye, uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları kurulu güç değerleri.....	84
Şekil 8.7 Mekanik atölye, uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları aydınlık düzeyi (maksimum ve ortalama) değerleri.....	84
Şekil 8.8 Uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları kurulu güç değerleri.....	85
Şekil 8.9 Uygulama öncesi ve sonrası üretim bantları aydınlatmaları kurulu güç değerleri....	86
Şekil 8.10 Kazan dairesi doğalgaz tüketimleri .....	88
Şekil 8.11 Kazan dairesi dış hava klimatik sıcaklıkları.....	88
Şekil 8.12 Proje öncesi ve sonrası .....	89
Şekil 8.13 Eldeki verilerle SQL Server'da oluşturulan tablo .....	98
Şekil 8.14 Tabloların SQL Server'da görünümü.....	99
Şekil 8.15 VB.net ile verilerin SQL Server'dan çekilmesi .....	100
Şekil 8.16 Crystal Report kullanılarak ilk aşamada edilen tasarruf oranlarının yıllara göre dağılımı .....	101
Şekil 8.17 Crystal Report kullanılarak 2. aşamada edilen tasarruf.....	102
Şekil 8.18 Crystal Report kullanılarak 3. aşamada edilen tasarruf.....	103
Şekil 8.19 Crystal Report kullanılarak elde edilen tasarrufun aşamalara göre dağılımı .....	104
Şekil 8.20 Yapılan yatırımın aşamalara göre dağılımı .....	105
Şekil 8.21 Tüketilen enerji değişimi.....	106
Şekil 8.22 Maliyet&Tasarruf karşılaştırılması .....	107

**ÇİZELGE LİSTESİ**

Sayfa

Çizelge 1.1 Dünyada değişim süreci .....	1
Çizelge 2.1 Enerjinin farklı tanımları .....	3
Çizelge 2.2 Enerji nedir? .....	5
Çizelge 2.3 Potansiyel olarak önemli enerji tasarruf önlemleri .....	7
Çizelge 2.4 Enerji tasarrufu önlemlerinin üç aşaması .....	12
Çizelge 3.1 “Enerji yönetimi nedir?” anketleri .....	17
Çizelge 3.2 Enerji verimliliği müşavirinin seçilmesinde ve birlikte çalışılmasında izlenecek yol .....	26
Çizelge 3.3 Enerji yönetim matrisi .....	31
Çizelge 3.4 Enerji yönetim programının elemanları .....	33
Çizelge 3.5 Tesis düzeyinde enerji tasarrufu .....	35
Çizelge 3.6 Bölüm düzeyinde enerji tasarrufu organizasyonu .....	36
Çizelge 3.7 Şirket bazlı enerji tasarrufu organizasyon şeması .....	37
Çizelge 3.8 Üç aşamalı bir enerji tasarruf teknolojisi .....	38
Çizelge 5.1 Yakıtların kWh'e dönüştürmesinde kullanılan çarpım faktörleri .....	45
Çizelge 5.2 Yapı durum faktörleri .....	46
Çizelge 5.3 Ofisler için yıllık standart kullanım saatleri .....	47
Çizelge 5.4 Ofisler için performans kıyaslama değerleri .....	48
Çizelge 5.5 Enerji, enerji olmayan ve insan sistemlerinin etkileşimi .....	51
Çizelge 5.6 Farklı ülkelerde konutların enerji talebindeki farklılıkları açıklayan bazı değişkenler .....	53
Çizelge 5.7 Binalar için enerji inceleme formu .....	55
Çizelge 5.8 Enerji Auditi Veri Formu .....	56
Çizelge 6.1 Enerji verimliliği ile ilgili yönetmelik ve duyurular .....	61
Çizelge 6.2 TEP (Ton Eşdeğer Petrol)'in bulunmasıyla ilgili örnek hesaplama .....	63
Çizelge 7.1 1800 rpm için tam ve parçalı yüklerin verimi .....	65
Çizelge 7.2 Gerilim düzensizliğine bağlı motor verimi .....	68
Çizelge 8.1 2002 yılı fiili ve 2003 yılı programının miktar ve TEP değerleri .....	71
Çizelge 8.2 2002 yılı fiili ve 2003 yılı program verileri .....	73
Çizelge 8.3 Projenin birinci etabı akülerin tesisiyle 1996–2001 yılları arasında elde edilen doğalgaz tasarruf sonuçları tablosu .....	93
Çizelge 8.4 Projenin ikinci etabı buhar kazanlarının verimliliğinin artırılması ile 2000–2001 .....	94
Çizelge 8.5 Üç projenin özet toplam tablosu .....	97

## ÖNSÖZ

Günümüzde enerji tüketim giderlerinin azaltılması ve dünyanın doğal kaynaklarının korunması için enerjinin etkin kullanımı gerekmektedir. Ülkemiz sanayisinin bir yandan enerjinin en büyük kullanıcısı durumuna gelmesi, diğer yandan enerji potansiyeli bakımından da diğer sektörlere göre liderliğini sürdürmesi nedeniyle sanayide yapılacak olan enerji verimliliği çalışmalarının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Bu çalışmada, enerji yönetimi ve verimliliği kavramları ele alınmış ve bu konuyla ilgili olarak bugüne kadar yapılmış çalışmalar incelenerek, Türkiye’de enerji yönetimi uygulamaları konusunda faaliyet gösteren şirketlerle görüşülüp konuya genel bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Konuyla ilgili olarak yapılan araştırmalar ülkemizde Enerji Yönetimi Yasası’nın bir an önce çıkarılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve desteklerini gördüğüm, çalışmalarımı yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ferit ATTAR’a, beni destekleyen kardeşim Musa ÖZBAKIR’a ve yakın arkadaşım Seda TURAN’a teşekkürü borç bilirim.

Ocak 2006

Perihan ÖZBAKIR

## ÖZET

Globalleşen dünyamızda iki önemli kavram karşımıza çıkmaktadır: Enerji ve yönetim. Gün geçtikçe artan enerji ihtiyacı, kaynakların etkin kullanımını zorunlu kılmakta; bu nedenle de enerji verimliliği ve enerji tasarrufu gibi kavramları da gündeme getirmektedir. Enerjiyle ilgili olarak ele alınan tüm bu kavramlar “enerji yönetimi”nin önemini vurgulamaktadır.

Enerji yönetimi, esas olarak, enerjinin optimum kullanılmasıdır. Bu amaçla, şirketler, enerji yönetim programının doğrudan sorumlularını kararlaştırmak, bir enerji yöneticisi atamak, kaynakları tahsis etmek, etkin sonuçlar elde etmek için gerekli desteği sağlamak zorundadır.

Şirketler, enerjiyi etkin bir şekilde yönetilmek için farklı şekillerde enerji tasarruf programları oluşturabilmektedirler. Bazı şirketler tesis düzeyinde tasarruf organizasyonu kurarken, bazıları bölüm bazlı yapıyı tercih etmekte, bazıları da şirket bazlı organizasyon kurmaktadır.

Enerji yönetimi ve tasarrufu çalışmaları sadece belli bir alanda faaliyet gösteren firmalar için geçerli değildir. Bu çalışmada da farklı sektörlerdeki enerji yönetimi ve tasarrufu çalışmaları genel hatlarıyla ele alınmış, Türkiye’de bu konuda faaliyet gösteren firmalarla görüşülmüş ve sonuç olarak enerji yönetimi çalışmalarının sağlam bir zemine oturtulabilmesi adına bir yasanın çıkarılması ve uygulamaya konulması gerekliliğine varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Enerji, Enerji Yönetimi, Enerji Verimliliği, Enerji Tasarrufu, Elektrik Motoru

**ABSTRACT**

There are two important concepts that we face with in today's world: Energy and management. The resources have to be used efficiently because of the energy demand which is growing day by day, so the concepts of energy efficiency and energy savings come up. All these concepts which are discussed with energy emphasize the importance of "energy management".

Mainly the mean of energy management is the usage of energy in optimum level. For this reason, companies have to decide who will be the directly responsible of energy management program, appoint an energy manager, allocate the resources and provide the required support to obtain efficient results.

Firms can constitute energy savings programs in different forms for managing the energy efficiently. Some of the firms establish the savings organization at plant level while the others prefer department or company level.

Working on energy management and savings are not only valid for the firms which perform in a specific area. Therefore, working on energy management and savings in different sectors are discussed generally in this dissertation, in-depth interviews were conducted with the firms which work in this sector and the necessity of making laws and executing them are proposed to reinforce the studies of energy management as conclusion.

**Key words:** Energy, Energy Management, Energy Efficiency, Energy Savings, Electrical Motor

## BÖLÜM 1

### 1. GİRİŞ

Dünyada bugün bir değişim süreci yaşanmaktadır. Artan küreselleşme, daha fazla uluslararası anlayışı ve işbirliğini gerektirmektedir. Bunun yanı sıra, dünyamız, yerkürenin ısınması ve asit yağmurları gibi ciddi çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Sağlık, çevresel ve ekonomik nedenlerden ötürü, hava kirliliğini azaltmak için stratejiler geliştirilmektedir.

Bu değişim sürecine paralel olarak, "sürdürülebilir gelişme" kavramı, endüstriyel strateji planlaması ve projelerde gittikçe artan bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Enerji ifadelerinde bu kavram, sadece finansal bakış açısından değil, aynı zamanda sınırlı kaynakların ve çevre kirlenmesi düzeylerindeki artış yönünden, enerjinin verimli kullanımı gibi, enerji tasarrufunu içine almaktadır (Contreras vd., 1997). Bunun sonucunda, enerjinin verimli kullanımını sağlayacak enerji yönetim sistemleri gündeme gelmektedir.

Gelişmekte olan ülkeler, örneğin Japonya, enerji politikasında; ekonomik büyüme, enerji güvencesi ve çevre korumasının (İngilizce sözcüklerin baş harflerinden oluşan, 3E) birlikte sağlanmasını amaçlamaktadır. Japonya'nın enerji politikası, ülkenin sürekli olarak ekonomik gelişiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Enerjinin kararlı ve verimli temini gelişme için son derece önemli tutulmaktadır. Bu bağlamda, enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonları gibi, çevresel konularla son derece yakından ilgilidir. Bununla beraber, 3E'yi birlikte elde etmek gerçekten güçtür (Kyushu Bureau of International Trade and Industry, 1998). Başka bir deyişle, bir yandan enerji güvencesi sağlanacak, diğer yandan ekonomik gelişme elde edilecek ve öte yandan da çevre korunacaktır.

Ülkemizde, firmalar ürünlerinin rekabet unsurunu arttırmak amacıyla, ISO Kalite Belgesi almak için büyük çaba harcamaktadırlar. 1960 yılında, her şey üretim için görüşü, günümüzde artık yetersiz kalmıştır. Çizelge 1.1'de gösterildiği gibi bir değişim süreci yaşamıştır.

Çizelge 1.1 Dünyada değişim süreci (Hepbaşlı, 2001a)

Sıra No	Yıl	Açıklama
1	1960	Her şey üretim için
2	1970	Her şey üretim için ve maliyet
3	1980	Her şey üretim için + maliyet ve kalite
4	1990	Her şey üretim + maliyet + kalite ve termin
5	2000	Her şey üretim + maliyet + kalite + termin + yönetim ve çevre bilinci

Yukarıdan da anlaşılacağı üzere, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi çağımızda büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bunun belgesini almaya çalışan firma sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Burada, "firmalar neden çevreye bu kadar ilgi duyuyor?" sorusu akla gelmektedir. Bunun nedenleri iki kısımda ele alınabilir. Birincisi, zorunluluk; tüketici talebi, pazarlama aracı, yasalar, ekonomik nedenler ve ikincisi; çevresel sorumluluktur. Belki de ileride, burada çevre için sözü geçen zorunluluklar ve enerji sorumluluğu artan bir şekilde ön plana çıkacak, "Enerji Yönetim Sistemi" bir ISO şekline dönüştürülecek, firmalar için bir rekabet unsuru olarak görülebilecektir.

Enerji yönetiminde kullanılan teknikler, bir şirkette veya kuruluştaki herhangi bir kaynağın yönetimi için gerekli olan tekniklerle ortaklaşa bir yapıya sahiptir. Bir performansın izlenmesi veya hedeflerin konması, giderlerin kontrolü ve aynı zamanda enerji kullanımıyla ilişkili olan çalışanların motivasyonu için önemlidir (Hepbaşlı, 2001a).

Bu bağlamda, bu çalışmada, enerji yönetimi ve enerji verimliliği kavramları genel olarak ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu, üçüncü bölümünde enerji yönetimi kavramları, dördüncü bölümünde dünyadaki enerji yönetimi çalışmaları, beşinci bölümünde farklı sektörlerdeki enerji yönetim sistemleri, altıncı bölümünde enerji yönetimiyle ilgili yönetmelikler ve yasal düzenlemeler, yedinci bölümünde elektrik motorlarında enerji tasarrufu ve yönetimi, sekizinci bölümünde enerji yönetimi konusunda Türkiye’de yapılmış olan uygulamalardan örnekler, dokuzuncu bölümünde ise enerji yönetimi konusunda Türkiye’de faaliyet gösteren firmalar üzerinde durulacak ve sonuç olarak enerji yönetimi ve verimliliği kavramlarının önemi vurgulanmaya çalışılacaktır.

## BÖLÜM 2

### 2. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ TASARRUFU

Enerji verimliliği, sık sık enerji tasarrufuyla karıştırılır. Tasarruf; basitçe, tipik olarak "enerji tüketen ekipmanların kapatılmasıyla" daha az enerji kullanımı anlamına gelmektedir. Bunun yanı sıra, verimlilik ise, daha düşük enerji giriş seviyesiyle, enerjinin "son kullanımının" (örneğin; ısıtma, soğutma, aydınlatma ve TV seyretme gibi ) aynı kalite ve düzeyde tutulmasının sağlanmasıyla ilgilidir (Hepbaşlı, 2001a).

Enerji verimliliği ile ilgili kavramlara geçmeden önce enerji tanımlarını gözden geçirmek gerekir.

#### 2.1 Enerji Kavramı

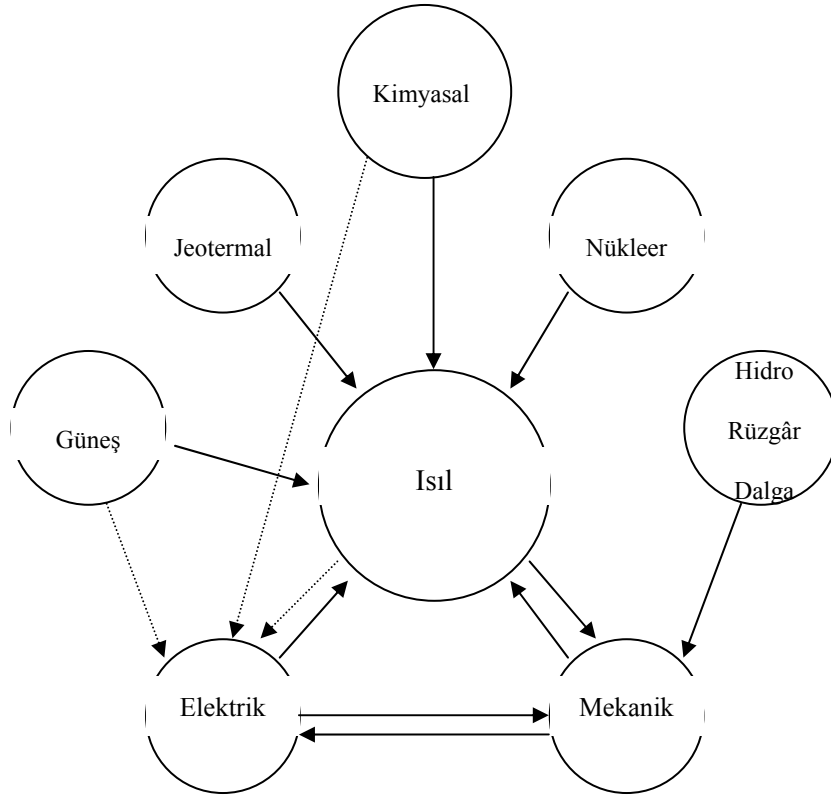
Kalkınmanın motoru olarak önemi anlatılmaya çalışılan enerji kavramı ile ilgili yapılan araştırmalar sonucu Çizelge 2.1' de gösterilen tanımlar ortaya çıkmıştır.

Çizelge 2.1 Enerjinin farklı tanımları (Hepbaşlı, 2001a)

SIRA NO	ENERJİ NEDİR?
1	Bir cisim bir yerden bir yere götürmek için harcanan güçtür.
2	İş yapabilme yeteneğidir. Herhangi bir iş veya ısıdır.
3	Bir işin, bir üretimin gerçekleşmesi için gerekli olan madde, katalizördür.
4	İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için kullandığı veya kullanmak zorunda olduğu doğadan direkt olarak ya da türeterek kullandığı kaynaktır.
5	Herhangi bir işin yapılabilmesi için gerekli olan vasıta, kabiliyettir.
6	Güç eldesi için kaynaktır.
7	Üretim için muhakkak surette bulunması gereken potansiyel bir birikimdir.
8	İşin ortaya çıkmasına götüren tek yoldur.
9	Maddede bulunan ve uygun parametre ve şartlarda açığa çıkıp dönüşebilen bir kavramdır.
10	Tabiatta bulunan maddelerden bazılarında bulunan özel kuvvetlerin bir şekilde açığa çıkartılarak, bunun işe dönüştürülmesinde kullanılmaktadır.
11	Bir işin, bir olayın, bir hareketin gerçekleşmesi için bulunması gereken bir girdi veya herhangi bir egzotermik kimyasal olay sonunda meydana gelen çıktı ya da çıktılardan birisidir.
12	Sanayi, yaşam ve her türlü doğa olaylarının ham maddesi, kaynağı veya itici gücüdür.
13	Hareket yeteneği sağlayan güç olup, çeşitli şekillerde görünürler: Isı, elektrik, gel-git vb.

## 2.2 Enerji Verimliliği ile İlgili Kavramlar

Enerjinin verimli ve gider bakımından etkin kullanımı, bir şekilden diğerine enerji dönüşüm yöntemlerinin incelenmesi ile başlamalıdır. Bu enerji dönüşümünün etkilenebildiği olası yollar, Şekil 2.1'de şematik olarak gösterilmiştir. Enerji dönüşümünün ana yolu, bir yakıtın kimyasal enerjisinden bir kazandaki buhar veya sıcak suyun ısı enerjisine veya bir içten yanmalı motorda sıcak gazların ısı enerjisine doğrudur. Böylece, üretilen ısı enerji bir türbinde veya pistonlu motorda mekanik enerjiye dönüştürülebilir ve bunun tam tersi, fabrikalardaki makineleri veya kara, deniz ve hava araçlarını işletmek için kullanılabilir. Ayrıca, seçenek olarak, üretilen mekanik enerji; bir jeneratör kullanılarak elektrik enerjisine doğrudan dönüştürülebilir. Aynı enerji dönüşüm yolu, nükleer enerji, jeotermal enerji veya güneş enerjisinden başlayarak devam eder. Mekanik enerjiye ve buradan elektrik enerjisine giden doğrudan dönüşüm yolu, hidrolik, dalga veya gel-git enerjisinin kullanılmasından oluşmaktadır (Hepbaşı, 2001a).



Şekil 2.1 Dünyada değişim süreci (Hepbaşı, 2001a)

Şekil 2.1'de kesik çizgi ile gösterilen hatlar, gelişmenin bugünkü durumunda, büyük bir ölçekle uygulanabilir (feasible) olan, ama ekonomik bakımdan değerli olmayan enerji

dönüşüm yollarını göstermektedir. Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine doğrudan dönüşümü bir yakıt hücresiyle; güneş enerjisinden elektrik enerjisine doğrudan dönüşüm fotovoltaik hücrede; ısı enerjiden elektrik enerjisine doğrudan dönüşüm Seebeck etkisi (veya Peltier etkisiyle elektrik enerjisi kullanılan soğutma) ile olur (Eastop ve Craft, 1996).

Enerji verimliliğinden söz etmeye başladığımız zaman, enerji sözcüğünden başlayarak birçok kavram kullanırız. Yasalarda ise bu konu ayrı bir şekilde belirtilebilir. Örneğin; "Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı (EVYT)'nda enerji; bir sistemin kendi dışında etkinlik üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998). Japon Enerjinin Rasyonel Kullanımı Yasası (JERKY)'nda, enerji; sıvı yakıt, yanabilir doğal gaz ve kömür gibi yakıt şekilleriyle bunlardan elde edilen ısı ve elektrik olarak açıklanmıştır (Energy Conservation Center Japan, 1998). Bunların yanı sıra, enerji tasarrufu konusunda Japonya' da üç defa ödül almış Naoto Shinkawa'ya göre enerji; "konforlu ve rahat (uygun) geçimi sağlamak için (satın almak için) gerekli olan para" olarak ifade edilmekte (Shinkawa, 1998) ve İngiltere'deki Enerji Verimlilik Ofisi'nce "peşin para" olarak da vurgulamaktadır (EEO, 1998). Bu tanımlar, bir bakıma, Çizelge 2.2'de geniş kapsamlı gösterildiği gibi, "enerji = para" çağrışımını da yapmaktadır.

Çizelge 2.2 Enerji nedir? (Shinkawa, 1998)

<b>ENERJİ NEDİR?</b>
ENERJİ <u>TASARRUFU</u> = PARA <u>TASARRUFU</u>
ENERJİ = PARA

Enerji verimliliği ile ilgili olarak, EVYT'de belirtilen tanımlamalar açıklanmıştır (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998).

**Enerji Kaynağı:** Fosil kökenli kaynaklar, biyokütle kökenli kaynaklar, ikincil kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen ve nükleer kaynaklar enerji kaynağı olarak adlandırılır.

**Enerji Verimliliği:** Enerji ve enerji kaynaklarının üretimden tüketime en yüksek etkinlikte değerlendirilmesini açıklar.

**Enerji Tasarrufu:** Enerjinin verimli olarak değerlendirilmesi amacıyla, üreticiler, dağıtıcılar ve kullanıcılar tarafından alınan tedbirler sonucunda belirli miktardaki üretimi ve hizmeti

gerçekleştirmek için her aşamada harcanan enerji miktarlarındaki azalmadır.

Enerji Tasarrufu Etüdü (Enerji Auditi): Enerjinin; üretim, çevrim, dağıtım ve tüketiminde, fabrika, bina, tesis ve cihazlarla ilgili olarak enerji tasarrufu olanaklarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar; bilgi toplama, ölçüm, değerlendirme ve rapor aşamalarından oluşur.

Enerjinin Rasyonel Kullanımı: Enerjinin tüketiciler tarafından sosyo-ekonomik ve ekolojik açıdan en elverişli biçimde kullanılması ve enerji kaynaklarının uygun yerine konmasıdır.

Enerji Yönetimi: Enerji ve enerji kaynaklarının olanaklar içersince en verimli biçimde kullanılmasını sağlamak üzere uygulanan önlemlerin tümünü kapsar.

Yukarıda belirtilen genel kavramlara paralel olarak, HVAC (Heating, Ventilating, and Air-Conditioning; Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemlerinde kullanılan çeşitli etkinlik ve verim tanımları bilmek de büyük önem taşımaktadır (Hepbaşlı, 1999a).

### **2.3 Enerji Verimliliği İyileştirme Önlemleri**

200'den fazla imalat tesisinden elde edilen kombine enerji yönetim deneyimleri doğrultusunda ve literatür incelemesinden, kullanılan bir çok enerji tasarruf olanakları bulunmuştur (Kennedy vd., 1994; Eastop ve Craft, 1996; Thumann ve Mehta, 1991). Akıllı enerji yöneticisi bu olanaklarla yakından ilgilenmeli ve bunları enerji yönetimi çalışmalarında uygulamaya çaba göstermelidir.

Farklı sektörlerde, yürütülen çalışmalara dayanarak, Çizelge 2.3'te gösterildiği gibi, teknolojik olarak uygulanabilir olan birçok enerji tasarrufu teknikleri ve yöntemleri sınıflandırılarak belirlenmiştir. Burada, yaygın olarak kullanılan esas tasarruf önlemleri ele alınacaktır (Kennedy vd., 1994; Eastop ve Craft, 1996).

Çizelge 2.3 Potansiyel olarak önemli enerji tasarruf önlemleri  
(Kennedy vd., 1994; Eastop ve Craft, 1996)

Grup Kodu	Grup Adı	Açıklaması
A	Atık Enerjiden Geri Kazanım	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesis ekipmanının (pişiriciler, kurutucular, fırınlar, mekanik kompresörler) atık ısısından yararlanın.</li> <li>• Atık sıcak sudan ısı geri kazanın.</li> <li>• İçeriye verilen havayı ön iklimlendirmek için havalandırma egzost havasının ısıtma veya soğutma etkisinden ısı geri kazanın (örneğin; ısı tekerleği veya diğer tip ısı değiştiricileri kullanarak yapı egzost havasını taze hava ile ısı alışverişinde bulundurun).</li> <li>• Yapı egzozlarını ve böylece ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme için taze havayı veya sirkülasyon havasını azaltın.</li> <li>• Giren akışları soğutmak için düşük sıcaklıktaki atıkları kullanın.</li> </ul>
B	Elektrik Enerjisi Kullanımının İyileştirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesisin güç faktörünü optimize edin.</li> <li>• Güç faktörünü ve verimi iyileştirmek için motor boyutlarını ve pompaları optimize edin.</li> <li>• Daha verimli ışık kaynaklarını kullanın. Örneğin; lambalarınızı flüoresan, civa, sodyum veya yüksek yoğunluklu direkt aydınlatmaya dönüştürün.</li> <li>• Doğal aydınlatmanın yeterli olduğu yerlerde genel aydınlatmayı azaltın veya kullanmayın.</li> <li>• Genel aydınlatmayı emniyet için gerekli olan minimum düzeye düşürün.</li> <li>• Soğutma için multi kapasiteli kompresörleri kullanın.</li> </ul>
C	Kazan ve Buhar Veriminin Arttırılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kazan blöfünü minimize edin.</li> <li>• Gerekli blöf miktarını azaltmak için daha iyi besi suyu şartlandırması yapın.</li> <li>• Sıcak blöften ısı geri kazanımı sağlayın.</li> <li>• Daha fazla kondensi kazana yollayın.</li> <li>• Kazan besi suyunu ve yakma havasını ısıtmak için duman gazlarının enerjisinden yararlanın.</li> <li>• Yakma kontrol kapasitesini optimum yapmak ve iyileştirmek için yakma havası miktarını azaltın.</li> <li>• Kondensstopları doğru kullanın ve arızalı olanları değiştirin.</li> <li>• Kazan borularını daha sık temizleyin.</li> <li>• Suya olan ısı geçişini arttırmak için, kazanlarda türbülötörler kullanın.</li> <li>• Yakıt atomizasyonunu iyileştirin.</li> <li>• Brülör ve püskürtme sistemlerinin bakımını daha iyi yapın.</li> <li>• Düşük kapasite çalışan veya yedek kazanların kullanımını minimize edin.</li> </ul>

Çizelge 2.3 Potansiyel olarak önemli enerji tasarruf önlemleri (Devamı)

D	Yalıtımının Uygulaması	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buhar ve kondens hatlarını yalıtın.</li> <li>• Fırınlara, kazanlar, ocaklar, pişiriciler veya diğer proses ekipmanında yalıtımın kalitesini yükseltin.</li> <li>• Duvarları, tavanları ve çatıları yalıtın.</li> </ul>
E	Soğutma ve Hacim İklimlendirmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kış mevsimi boyunca daha düşük ve yaz mevsimi süresince daha yüksek hacim sıcaklıkları sağlayın.</li> <li>• Çatıdan suyun buharlaştırılmasıyla iklimlendirme yükünü düşürün.</li> <li>• Çalışılmayan saatlerde iklimlendirme cihazını işletmeyin.</li> <li>• Hacim ısıtması için prosesin atık ısısından yararlanın.</li> <li>• Isıtılan ve soğutulan alanlar arasında çift kapılar veya perdeler kullanın.</li> <li>• Yükleme kapılarının etrafındaki hava kaçaklarını önleyin.</li> <li>• Kullanılmadığı zaman yükleme kapılarını kapalı tutun.</li> </ul>
F	Kurutucu, Buharlaştırıcı ve Diğer Proses Ekipmanı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İlave etkileri kullanarak buharlaştırıcı verimini iyileştirin.</li> <li>• Buharlaştırma proseslerinde mekanik buhar sıkıştırmasını kullanın.</li> <li>• Kurutma öncesi ürünün suyunu almak için daha büyük pnomatik ve vidalı presler kullanın.</li> <li>• Isı geçiş yüzeylerinin bakımını iyileştirin.</li> <li>• Fırınlara kaçak hava girişini önleyin.</li> <li>• Hava kompresörlerini gerçek ihtiyaçlara göre ayarlayın.</li> <li>• Uzun buhar ısıtma zamanlarını yok etmek için kurutma ve pişirmede mikrodalgayı kullanın.</li> <li>• Isı geçişini iyileştirmek için buharlaştırıcıların vakum tavalarna karıştırıcılar koyun.</li> </ul>

G	Genel Enerji Yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses atık ısısından yararlanın.</li> <li>• Optimum boyutta ekipman kullanın.</li> <li>• Maksimum kapasitesinde en fazla verimli ekipmanı ve sadece gerektiği zaman daha az verimli ekipmanı kullanın.</li> <li>• Kullanılmadığı zaman proses ısıtma ekipmanını durdurun.</li> <li>• Ekipmanın çalışma zamanı gerçekten gerekli olan zamana düşürün.</li> <li>• Verimsiz birkaç ünite yerine çıkış gücü yüksek olan daha az sayıda ünite kullanın.</li> <li>• Filtreleri düzenli olarak temizleyin veya değiştirin.</li> <li>• Yığın (batch) işletmesini sürekli işletmeye dönüştürün.</li> <li>• Dolaylı yakmayı dolaysız (örneğin; fırınlarda) yakmaya dönüştürün.</li> <li>• Alttan yakmalı sıvı ısıtıcıları daldırılmalı ısıtmaya dönüştürün.</li> <li>• Buhar kayıplarını yok etmek için, buhar yerine yüksek sıcaklıkta su kullanın.</li> </ul>
---	-----------------------	---

Bu önlemler, aşağıda ayrıntılı olarak incelenmiştir.

#### 2.4 Enerji Tasarrufu Kavramı

Bilindiği gibi, enerji tasarrufu ile çevre arasında yakın bir ilişki vardır. Enerji tasarrufuyla kullanılan yakıt miktarı azaltılabilecektir. Bu da, daha az karbondioksit gazı ve çevreyi kirletici emisyon demektir. Bunun yanı sıra, niçin enerji tasarrufu yapmamız gerektiği ile ilgili olarak, aşağıda bazı önemli hususlar belirtilmiştir (Payne, 1980).

- Fosil yakıt (esasen kömür, sıvı yakıt ve doğal gaz ) rezervleri tükeneceği için, başka ve daha güç araştırmayla üretim için önemli ölçüde yeni sermaye gerekecektir.
- Dünyanın nüfusu artacağı ve dünyanın daha az gelişmiş bölgeleri yaşam koşullarını geliştirmek amacıyla çalışacakları için, enerjiye olan toplam talep artmaya devam edecektir.
- Şayet politik veya diğer nedenlerden ötürü daha fazla konvansiyonel yakıt sağlanmalarına engel olunursa, uzun süreli talepleri karşılamak için yeterli enerji mevcut olmayacaktır.
- Yeni enerji kaynaklarının ortaya çıkarılması, bir dönem için yerel temin güvencesi verecektir. Ancak, yeni enerji kaynaklarının, dünyadaki fiyatları artacağı için, uzun süreli ucuz kaynaklar olması mümkün olmayacaktır.

### 2.4.1 Enerji Tasarruf Prensipleri

Enerji tasarruf programlarının uygulanmasında, aşağıda belirtilen ana prensiplerin göz önünde bulundurulması gerekir (Payne, 1980):

- Proses yönteminin uygunluğu ve göz önüne alınan tesisin boyutu dahil olmak üzere, kullanılan her enerjinin türü ve kullanım miktarları tartışılmalıdır.
- Şayet mümkünse, sıcaklık ve basınç azaltılmasının her aşamasında yararlı iş yapılmalıdır. Enerjinin çoğu, eninde sonunda ısı şeklinde dış çevreye kaybolur ve bu şekilde mümkün olduğu kadar daha fazla iş yapılmalıdır.
- Enerji tasarrufu önemli ölçüde ölçümlerle desteklenir. Şayet ölçümler ve kıyaslamalar anlamlı ise, birbirine uyan birim ve tanımlar kullanılmalıdır.
- Isı geri kazanımı sağlanmalıdır.
- Görünen enerji gider tasarruflarının, başka yerde gider artışlarına neden olmadığından emin olmak için, tasarruflar iyi bir şekilde incelenmelidir.
- Her şekildeki atık, sadece insan gücünün, zamanın ve malzemenin boş yere harcanmasına neden olmaz, ayrıca enerji kullanımına da yol açar. Enerji miktarları yüksek olan malzemelerin kullanıldığı yerlerde, atık miktarındaki azalma özellikle istenir. Metaller, cam, plastikler ve kâğıt enerjisi yüksek olan malzemelere örnektir. Bu tür malzemelerin tasarımında yapılan iyileştirmeler, önemli ölçüde enerji tasarrufuna yol açar.

Yaygın olarak uygulanan enerji tasarrufu için sistematik teknikler, geleneksel ısı yönetimi ve genel yönetim sistemleri olarak fazla kullanılan, endüstri mühendisliği (EM), kalite kontrol (KK), işletme araştırması (İA), değer biçme mühendisliği (DM) gibi kavramların birleştirilmesiyle belirlenebilir. Bundan ötürü, enerji tasarruf teknikleri, çok yönlü yönetim teknikleri olarak adlandırılabilir.

EM kavramı; olası etkileri önceden analiz ederek, fiyatların azaltılması ve verimliliğin artırılması için; insan, malzeme ve ekipman üçlüsünün planlama ve iyileştirme sonuçlarını tahmin etmeyi ve değerlendirmeyi açıklar. Tahmin ve değerlendirme için değişik matematiksel teknikler varılır.

Kalite kontrol (KK), günümüzde uygulanan daha geniş anlamıyla toplam kalite kontrol kavramı; müşteri ihtiyaçlarını en ekonomik şekilde karşılamak veya başka bir deyişle en

ekonomik yoldan müşteri tatmini olarak açıklanabilir (Doğan, 1993).

İşletme Araştırması (İA) kavramı; yönetime optimum çözüm vermektir. İA'nın içerikleri zaman içerisinde değişime uğramıştır.

DM kavramı; ürünlerin veya hizmetlerin her bir fonksiyonunu ve maliyetini analiz ederek ve kıyaslayarak toplam maliyeti minimum yapmak için malzeme, imalat prosesleri ve satın alma yöntemlerini geliştirmek anlamına gelir.

Bu yönetim tekniklerinin ve ısı yönetiminin uygulanmasından ortaya çıkan enerji tasarrufu tekniklerinin çoğu, enerji tüketimi fazla olan şirketlerde önemli rol oynar. Bu şirketler, bu tekniklerin uygulanmasında bilgisayar programları kullanırlar. Bununla beraber, küçük ve orta ölçekteki firmalar, enerji tasarruf teknolojisi ve yöntemi üzerine bilgi eksikliğine sahiptir.

#### **2.4.2 Enerji Tasarruf Önlemleri**

Enerji tasarruf önlemleri, Çizelge 2.4'te gösterildiği gibi, temel olarak üç aşamada ele alınabilir (Saibu Gas Co. Ltd., 1998).

Birinci aşamada, çok az yatırım gerekliliği için, hiçbir yatırım riski yoktur ve işin iyileştirilmesi kolaylıkla mümkündür. Özellikle, enerji tasarrufunun ihmal edildiği kuruluşlarda, %2 veya üzerindeki etki kısa sürede gerçekleştirilebilir. Bununla beraber, bu aşamadaki başarı, enerji tasarrufuyla ilgili faaliyetlerin yürütülmesinde, yönetimin ve enerji tasarrufuna sıcak bakan kimselerin beklentilerine bağlıdır. Enerji tasarruf önlemlerinin yeterli yatırım sonucu sanıldığı ikinci aşama, hali hazırda büyük kuruluşlarda gerçekleştirilir. Bu koşullar altında, ikinci aşamada “şimdi dönüm noktasındadır” denilir. Değişik faktörler sadece yatırım sonuçları yönünden değil, aynı zamanda teknoloji yönünden de artar. Bundan ötürü, koşullar, enerji tasarrufu yatırımıyla ilgili olarak öneriler ve kararlar alınmasını gittikçe zorlaştırmaktadır. Bununla beraber, küçük ve orta ölçekli işletmeler gibi, büyük ölçekli işletmeler, enerji tasarruf önlemlerinin gerçek aşaması olarak ikinci aşamada bulunuyor. Yani, ikinci aşamanın enerji tasarrufu önlemlerinde önemli bir rol oynadığı söylenebilir.

(Saibu Gas Co. Ltd., 1998)

Aşama No	Aşamanın Kapsamı	Aşama Örnekleri
1. Hemen başlatılabilir ve iyi sonuçlar verebilir.	Enerji yöneliminin mevcut ekipmana bağlı olarak başlan sona kadar güçlendirildiği ve iş koşulunun iyileştirilmesiyle %5 ile %7 arasındaki enerji tasarrufunun kastedildiği aşama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekipman ve boru hattının ısı yalıtımının yapılması</li> <li>• Ocaktaki fazla hava miktarının normalize edilmesi</li> <li>• Buhar kapanlarının kontrolü ve iyileştirilmesi</li> <li>• İşletme ve kontrol yöntemlerinin gözden geçirilmesi.</li> </ul>
2. Yatırım verimliliğinin göz önünde tutulmasıyla karlıdır.	Egzost gazlarından etkin bir biçimde yararlanmak amacıyla ekipmanın kısmen iyileştirilmesi için küçük ölçekle yatırımın gerekliliği ve %10 ile %20 arasında enerji tasarrufunun kastedildiği aşama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egzost gazlarından ve dışarı atılan sıcak sudan yararlanılması</li> <li>• Yakıt olarak atıkların kullanılması</li> <li>• Mevcut prosesin kısmi iyileştirilmesine dayalı enerji tasarrufu</li> </ul>
3. Enerji tasarrufu için lider olarak rol oynar.	Yeni proseslerin geliştirilmesi ve ekipmanın baştan tekrar yapılması için gerekli olan büyük ölçekli yatırımın gerektiği ve %30 ve üzerinde enerji tasarrufunun kastedildiği aşama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enerji tasarrufu sağlayan ekipmanın geliştirilmesi ve değiştirilmesi</li> <li>• İmalat prosesinin değiştirilmesine dayalı enerji tasarrufu</li> <li>• Enerji tasarrufu sağlayan endüstriyel kompleksin tasarımı</li> </ul>

### 2.4.3 Ekonomik Yatırım Analizi

Çoğu enerji tasarruf projesinde nispeten büyük miktarlarda paranın yatırımı söz konusudur (Hepbaşlı, 2000a).

Enerji tasarruflarının değerinin hesaplanması ve enerji kullanımıyla ilişkili giderlerin tipleri şunlardır:

1. İlk Yatırım (Projenin sermaye giderleri)
2. Yakıt Giderleri (Gaz, fuel-oil, kömür, elektrik vb.)
3. Diğer İşletme Giderleri (Bakım, malzeme, işçilik, yardımcı hizmetler, depolama, taşıma)

vb.)

Projelerin işletme giderleriyle ilgilenen imalat endüstrileriyle ilgili birçok başka giderler vardır. İmalat giderleri bakımından; ham malzemeler, işçilik, yakıttan başka enerji giderleri ve bakım giderleriyle ilgili direkt giderler vardır. Depolama ve kira gibi endirekt (dolaylı) giderlerde söz konusudur.

*Giderlerle İlgili Genel Açıklamalar:*

Giderleri sabit giderler ve değişken giderler olarak sınıflandırılır.

Sabit Giderler:

Tesisin çıktısıyla değişmeyen giderlerdir. Örneğin; tesis, yer ve sigorta gibi tesis giderlerindeki amortisman ve faiz değişimleri (Hepbaşlı, 2000a).

Değişken Giderler:

Tesisin çıktısıyla doğrudan değişen giderlerdir. Örneğin; yakıt, bakım ve işçilik giderleri (Hepbaşlı, 2000a).

#### **2.4.4 Yeni Enerji Tasarruf Projelerine Yatırım Yapılması**

Burada şu soruyu hatırlatmak yararlıdır: Enerji tasarruf projesine sermaye yatırımı yapmanın en etkin yöntemi nedir?

Böyle bir yöntem için temel gereklilik, bir projeye ilgili tüm tahminleri özetlemek ve ideal olarak onun kabul edilebilirliğini ölçen tek bir değeri vermektir. Öyle ki enerji yöneticisi uygulama yönünü seçebilsin (Hepbaşlı, 2000a).

Tutarlı ve mantıklı (anlamalı) sonuçlar veren birçok yöntem vardır. Bunlar:

- Karlılık oranı (rate of return): KO
- Geri ödeme süresi (payback time): GÖS
- Faiz oranlarına dayalı indirimli nakit akışı ( accounting rate of return) (İNA);
  - 1 Net bugünkü (Şimdiki) değer (net present value) : NBD
  - 2 İç karlılık oranı ( internal rate of return) : İKO

**2.4.4.1 Karlılık Oranı (KO)**

$$\text{KO} = \text{Ort. Yıllık Net Tasarruflar (Amortismandan Sonra)} / \text{Sermaye Gideri} \quad (2.1)$$

Ana Fikir: Enerji tasarruf projelerine yatırım yapılmakla ne düzeyde kar elde edileceğini belirlemektir.

**2.4.4.2 Geri Ödeme Süresi (GÖS)**

Geri Ödeme Süresi, projenin sermaye giderine eşit olan amortismandan önce toplam net tasarrufların işletilmesi için gerekli olan zamanın süresidir. Geri ödeme süresi ne kadar kısa ise, yatırım o kadar caziptir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi (GÖS)} = \text{İlk Yatırım} / \text{Net Yıllık Nakit Akışı} \quad (2.2)$$

## BÖLÜM 3

### 3. ENERJİ YÖNETİMİ KAVRAMI

Bu bölümde Enerji Yönetiminin basamakları ve bir Enerji Yöneticisinin nasıl olması gerektiği anlatılacaktır.

#### 3.1 Enerji Yönetimi Tanımları

Enerji yönetiminin tanımının ne olduğunu anlamadan önce yönetimle ilgili olarak bazı açıklamalarda bulunmak gerekir (Shinkawa, 1998).

- Yönetim; bir kimsenin emri altında bulunanlarla, iyi sonuçlar elde etmesidir.
- Yönetim; bir plan oluşturmak ve amaca ulaşmak için gerekli olan tüm etkinlikleri içerir.
- Bir yöneticinin esas işi, makul bir kişiyle etkin bir işi kombine etmektir.
- Yönetim; temel olarak, toplam kalite felsefesini oluşturan PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al-Düzeltil) çevriminin tekrarına dayanan mantıklı ve etkin bir şekilde belirli bir amaca ulaşmak için gerekli olan tüm faaliyetleri içerir (Şekil 3.1).
- Yönetim; her amaç güden faaliyette, insan faaliyetini hedefler yönünde yönlendirir.
- Yönetim; hepimizce de bilindiği gibi, gelişmekte olan bir ülkeyle gelişmiş bir ülke arasındaki en büyük farkı gösteren bir ögedir. Buna örnek olarak, 1948 yılında Japon şirketlerinin yönetim durumu aşağıda verilmiştir (Shimizu, 1998). Bugünkü durumla kıyaslandığı zaman, yönetimin önemi bir kez daha ortaya çıkacaktır.

—Yönetim, şirkette çalışmıyordu.

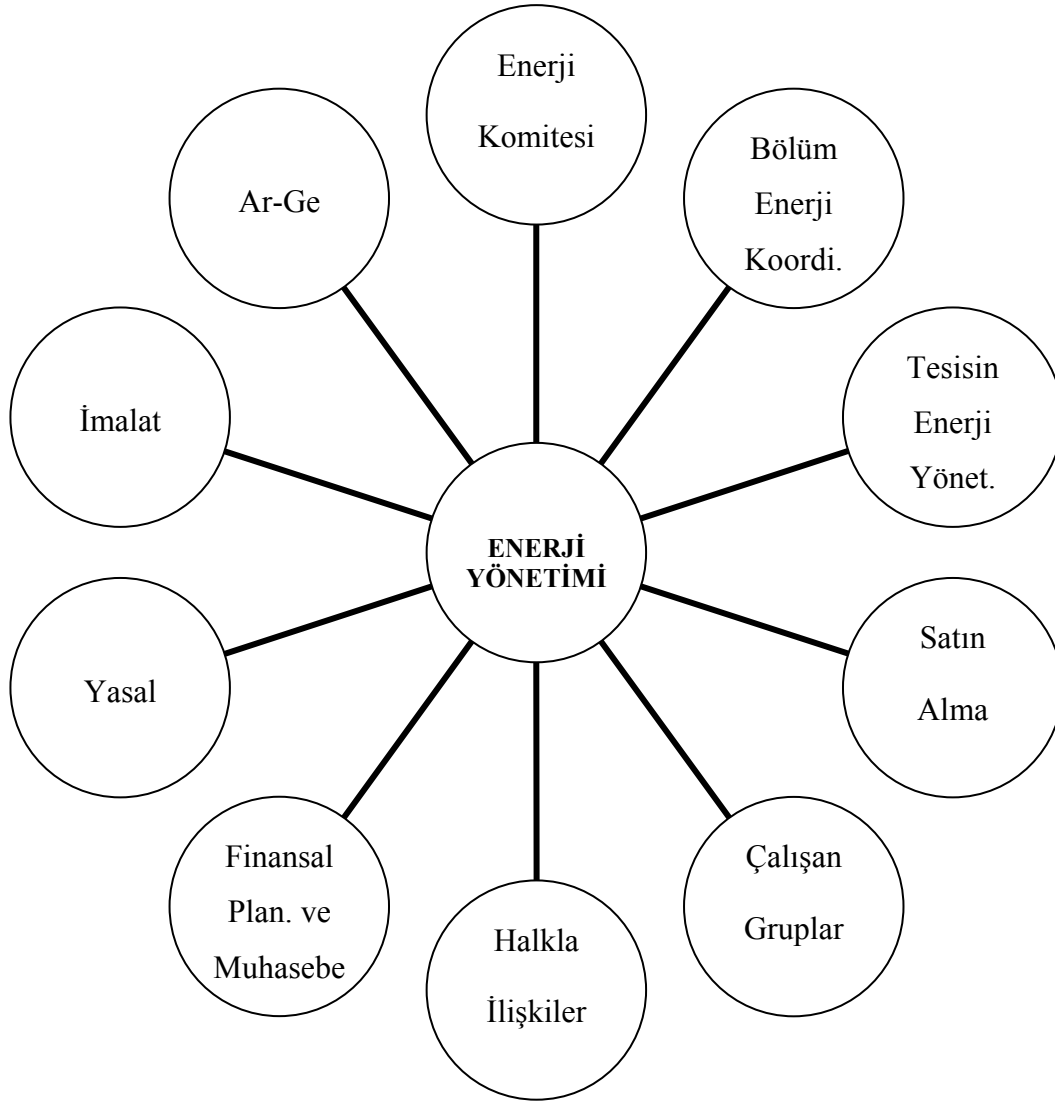
—Şirketin üst yönetimi geleceğe yönelik planı düşünmek için çok meşgul idi.

—Şirketin politikası, amacı ve hedefi açık değildi.

—Organizasyon sistemi şirket tarafından işletilmiyordu.

—Yöneticilerin sorumluluk ve yetkisi açık değildi.

—Bölümler arasında işbirliği çok zayıftı.



Şekil 3.1 Enerji yönetimi etkileşimleri (Shinkawa, 1998)

- Yönetici ve şeflerin yetenekleri çok zayıftı.
- Şirkette yönetime dayalı eğitim sistemi yoktu.
- Şirkette, kalite, gider veya teslimle ilgili yönetim sistemi yoktu.

Enerji yönetimi; kârları maksimuma çıkarmak (giderleri minimuma düşürmek) ve rekabet konumlarını arttırmak için enerjinin akılcı ve etkin kullanımınıdır. Başka bir deyişle, PUKÖ çevriminin tekrarından başka bir şey değildir. Enerji yönetimi; plan yönetimi ve insan yönetimi olarak iki kısımda ele alınabilir. Çizelge 3.1' de değişik enerji yönetimi tanımları özetlenmiştir.

Çizelge 3.1 “Enerji yönetimi nedir?” anketleri (Shimizu, 1998)

SIRA NO	ENERJİ YÖNETİMİNİN TANIMI
1	Enerjinin optimum kullanılmasıdır.
2	Enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını temin etmek amacıyla oluşturulmuş organizasyondur.
3	Kaynakların doğaya zarar vermeyecek şekilde etkin kullanımı için yapılan etkinliklerin tümüdür.
4	Enerjinin para, verimlilik düzeyinde optimum faydayı sağlayacak biçimde kullanılması için yapılan çalışmaların tümüdür.
5	Kullanılan enerjinin ölçülmesi, denetlenmesi, birim ürün ya da eylem başına enerji tüketiminin asgariye indirilmesi, bunun için bir sorumlu atanmasıdır.
6	Var olmayı sürdürürken en ekonomik yolun seçilebilme çalışmalarıdır.
7	Yakıt + Elektrik Tasarrufu = Para
8	Enerjinin başından sonuna izlenmesi, zayi edilmemesi, yeterli oranda faydalanılmasıdır.
9	Enerjinin verimli oranda kullanılması için alınacak tedbirler, tasarruf çalışmaları ve geliştirme, araştırma çalışmalarıdır.
10	İnsanlık için gerekli rahatlık ve konforun daha uzun süre sağlanmasıdır.
11	Parayı kullanma şekli ve yöntemidir.
12	Doğada mevcut bulunan enerjinin insan ihtiyacı doğrultusunda optimum şekilde kullanılmasıdır.
13	Enerji=Para'nın etkin kullanımını sağlamak, paradan maksimum tasarruf sağlamak amacı ile bir sistemin uygulanması, geliştirilmesi ve devamlılığının sağlanmasıdır.
14	Enerji kayıplarının azaltılması ve doğru kullanılması yönünde yapılan çalışmalarıdır. Kısaca; gereksiz harcamaların, boşa giden paraların engellenmesi için yapılan çalışmalarıdır.
15	Ekonomik güçlülük için gerekli olan paranın verimliliğinin sağlanmasıdır.
16	Günlük hayatın verimli şekilde geçmesi için, işe özgü tarzda paranın kullanım şeklidir. Önlemler, tasarruflar, vs.
17	Enerjiyi optimum şekilde, yani en verimli şekilde kullanmaktır.

### 3.2 Enerji Yönetiminin Başarılı Yürütülmesi İçin Dikkat Edilmesi Gereken Ana Unsurlar

Bilindiği gibi, bir işletmede bir sistemin oturtulmasında (örneğin; ISO 9000 Kalite ve ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemlerinin yerleştirilmesinde olduğu gibi) üst yönetimin desteği mutlak suretle gereklidir. Bu çerçevede, üst yönetimin belli başlı fonksiyonları belirtilecektir (ASHRAE, 1991):

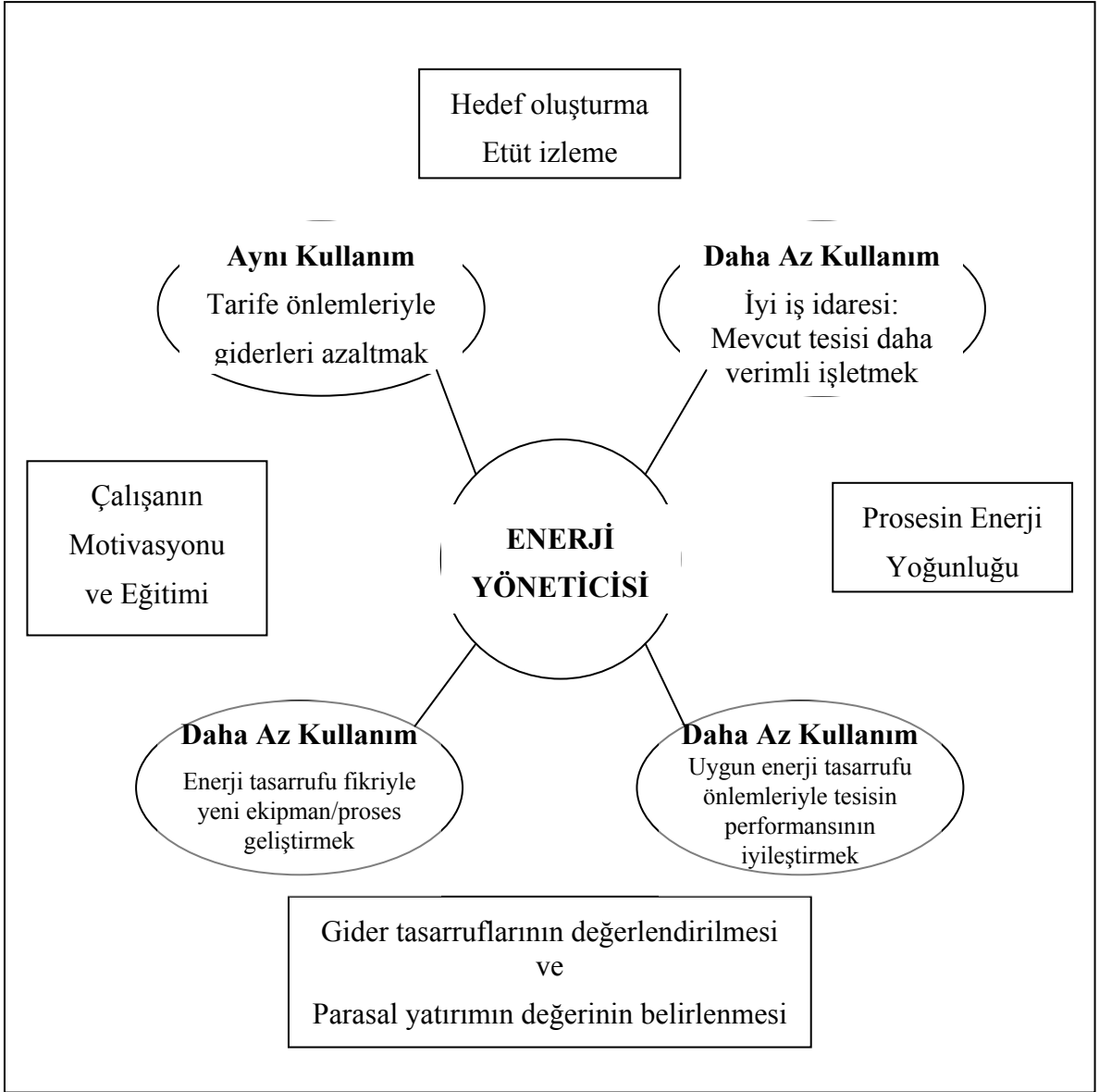
a) Enerji gider/kar merkezini kurmak,

- b) Enerji yönetim programının doğrudan sorumlularını kararlaştırmak,
- c) Bir enerji yöneticisi atamak,
- d) Kaynakları tahsis etmek,
- e) Etkin sonuçlar elde etmek için gerekli desteği sağlamak amacıyla enerji yönetim programının tüm bölümlere duyurulmasını sağlamak,
- f) Programın gider bakımından etkinliğini izlemek,
- g) Enerji yönetim programını izlemek için raporlama ve analiz fonksiyonununun işlemlerini sağlamaktır.

### **3.2.1 Enerji Yönetim Programının Yürütülmesi**

Programın yürütülmesinde, etkin enerji tasarrufu için dikkatler enerji kullanımı üzerinde odaklanmalıdır. Ancak, bu ayrı düşünülmemelidir. Tüm program yürütülürken, aşağıdaki diğer önemli görüşler de göz ardı edilmemelidir.

- Enerjinin temin güvencesi
- Emniyet ve sağlık düşünceleri
- Gerekli sermaye veya tasarruf edilen sermaye
- Her düzeydeki çalışanların durumları
- Herhangi bir değişikliğin çevresel etkileri
- Tesis ve ekipmanın bakımı
- Acil veya yedek ihtiyaçlar



Şekil 3.2 Enerji yönetim faaliyetleri (Eastop ve Craft, 1996)

Şekil 3.2’de verilen enerji yönetim faaliyetleri, aşağıda kısaca açıklanacaktır (Eastop ve Craft, 1996):

*Aynı Kullanım:* Tarife önlemleriyle giderleri azaltma. Bir şirketin yakıt ve elektrik fiyatları, tedarikçiler tarafından belirlenen tarifelerle yakından ilişkilidir. Örneğin; elektrikte tarife sınıfları vardır. Uygun tarife seçimiyle, tasarruf sağlanabilir.

*Daha Az Kullanım:* Mevcut tesisin daha verimli işletilmesiyle iyi idare. Enerji yönetimi tartışıldığı zaman, "iyi idare" genellikle işitilir. Bu, genel olarak bir kuruluştaki tüm personelin her zaman enerji giderinin farkında olduğu ve enerjiden tasarruf etmek için basit önlemleri benimsediği durumu belirtir. Buna örnek olarak, kullanılmadığı zaman bir

ekipmanın kapatılması gösterilebilir; ışıklar ve seyyar ısıtıcılar bunun örnekleridir. Buhar, yağ veya daha fazla ışık, basınçlı hava kaçaklarının sürekli olarak farkında olma da sayılabilir. Enerji yöneticisi, personel eğitimiyle bu tür kayıpları yok edebilmelidir.

*Daha Az Kullanım:* Uygun enerji tasarruf önlemleriyle tesis performansını iyileştirme. Enerjinin izlenmesi, hedef oluşturma ve enerji etüt sistemleriyle, enerji maliyetleri kontrol edilebilir. Temel olarak, bir enerji yöneticisi, bir dizi enerji faturalarından bir yerin toplam enerji tüketimi hakkında veri topladığı zaman, enerji tüketiminin izlendiğini söyleyebiliriz.

Enerji kullanım verimliliğini göstermek için, bu veri analiz edildiği zaman, enerji etüdü yapılıyor denilir. Sonuç olarak, şayet enerji etüdü ya iyi idare ya da fazladan enerji tasarrufuyla cihazlarının enerji kullanımında iyileştirmeler sağlayacaksa, o zaman gelecek tüketim değerleri için hedefler oluşturulabilir.

*Daha Az Kullanım:* Enerji tasarruf fikriyle yeni ekipman/yeni proses geliştirme. Bu durum, esas tesisin yetersiz koşulları nedeniyle, tüm tesisin yeni tesisle değiştirilmesi gerektiğinde ortaya çıkar.

### **3.2.2 İzleme, Etüt ve Hedef Oluşturma**

Enerji yönetim programının yürütülmesinde önem taşıyan, enerjinin izlenmesi, etüdü ve hedef oluşturma hakkında daha fazla açıklamada bulunulacaktır:

Enerjinin izlenmesi, tesisin tek bir kısmından tümüne kadar olan herhangi bir şeyin enerji performans verisinin düzenli olarak kaydedilmesiyle yapılır. Örneğin; tüm yerin elektrik tüketimi fatura değerlerinin bulunması amacıyla, ilgili yerlere konulan sayaçlarla etkin olarak izlenebilir. Bir şirket tüketimi hakkında daha geniş kapsamlı bilgi edinmeyi istenebilir ve bunun için ana kullanımının birçok yerine ayrı sayaçlar konulabilir. Bu bilgi kaydedilebilir ve ana talep alanlarındaki eğilimleri göstermek için analiz edilebilir. Benzer bir sistem, fuel-oil, gaz ve su gibi diğer tüketimlerin detaylı ölçülmesi için kullanılabilir. Sıcaklık ve basınç gibi diğer veriler de, duyar elemanlarla ölçülüp tekrar kaydedilebilir.

İzlemeden sonra, bir sonraki aşama, veriyi analiz etmek ve bir enerji etüdü yapmaktır. Şirketler, elektrik, gaz, fuel-oil ve kömür gibi yakıtlar için faturalar öder. Enerji etüdü; enerji ve su, hava gibi giderleri kontrol etmek isteyen herhangi bir organizasyon için önemli bir faaliyettir. Enerjinin nasıl satın alındığını, yönetildiğini ve kullanıldığını yapısal olarak incelemeyi mümkün kılar (Energy Efficiency Office, 1993a).

Enerji etüdünün (enerji taraması, enerji incelemesi, enerji tasarrufu etüdü, enerji analizi gibi farklı isimlerle de anılır) amacı: şirketin enerjiyi ne kadar iyi kullandığını ve sonuçta ürünün fiyatında yer alan enerji giderini belirlemektir (Hepbaşlı, 1999c). Enerjinin nasıl kullanıldığı belirlendikten sonra, birçok endüstri, enerji tüketiminin iyi idare ve daha fazla sistematik bakım uygulamasıyla, örneğin, yılda %5 dolayında azaltılabildiği görüşünü uygular. Bu tür azaltmaların başlangıç noktasını, genellikle, birim üretim (örneğin MJ/t) veya yapının birim alanıyla (örneğin; kWh/m<sup>2</sup> veya MJ/m<sup>2</sup>) ilgili mevcut yıllık tüketimler oluşturur. Böyle bir yaklaşımın iki nedeni vardır: Birincisi, bir sistemin diğer bir sistemle kıyaslanmasına yardımcı olur. Örneğin: hastanelerin günlük enerji tüketimi kWh/m<sup>2</sup> birimde ifade edilir ve enerji yöneticileri 440 ile 470 kWh/m<sup>2</sup> arasındaki değerleri elde etmeye çaba gösterir. Bu değerden önemli ölçüde daha büyük hastaneler, genellikle, kısa süreli hedef olan daha küçük bir değeri elde etmek için, gider bakımından etkin önlemler alır. Tüketimin izlenmesi, hedefe ne kadar iyi ulaşıldığının kontrolünü sağlayacaktır. Enerji tüketiminin birim gider bakımından ifade edilmesinin diğer yararı ise, örneğin; bina boyutundaki gibi değişimler, enerji kullanımının verimliliğiyle ilgili olmayan tüketimdeki değişimlere yol açacaktır.

Hedefler oluşturulduktan sonra, izleme ve etüt, gerçek enerji kullanımının ve giderlerin hedef rakamlarla kıyaslanmasında enerji yöneticisine yardımcı olur. Hedefler tutturulsa bile, enerji yöneticisi, örneğin; tesisin değiştirilmesiyle daha fazla azaltmaları isteyebilir. Daha sonra, ekonomik hesaplama yöntemlerini kullanarak, yeni veya iyileştirilmiş sistemlerin potansiyel tasarruflarını değerlendirir.

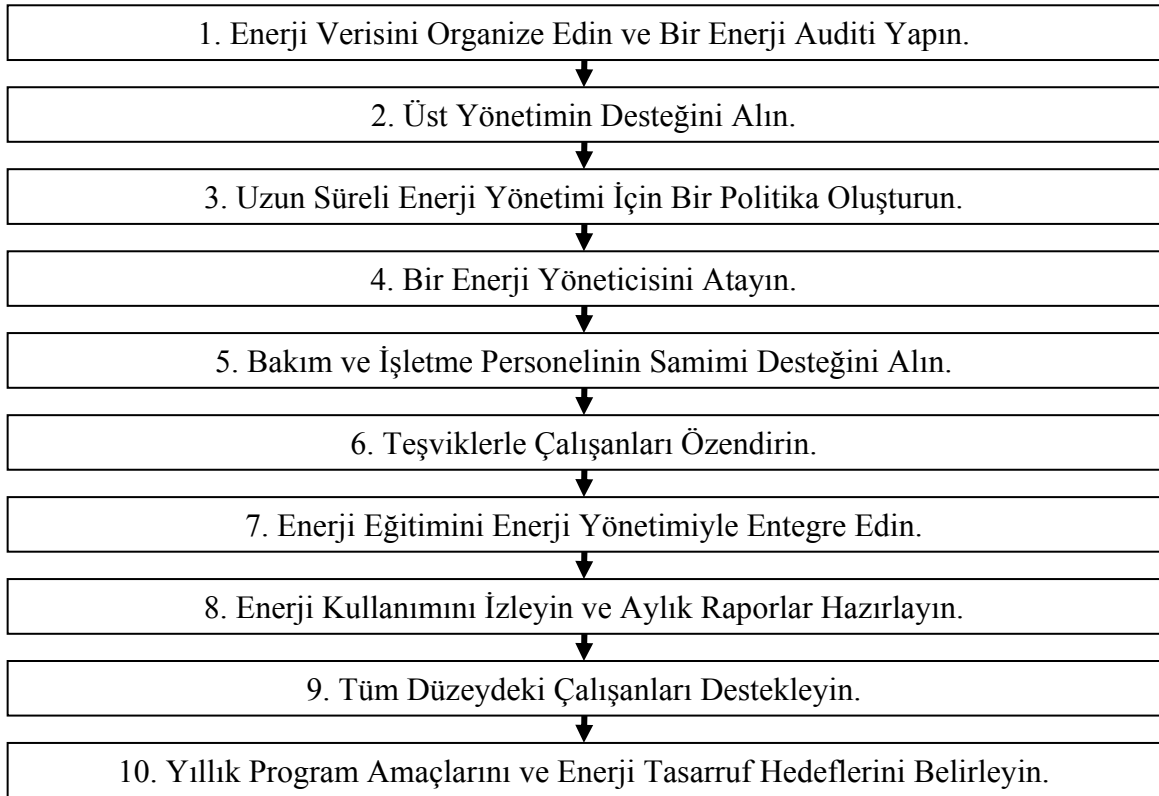
Enerji yönetiminin planlanması ve uygulanmasında, akılda tutulması gereken bazı önemli hususlar vardır.

- Her bölüm veya departman iyi enerji yönetimiyle ilgili olarak peş peşe planlar yapar. Ancak, bu planlar birbiriyle entegre edilmezler.
- Sadece bazı departmanlarda, işin başındaki ve sorumlu kişiler bu işlerin yürütülmesi için çaba sarf ederler. Üst yönetim ve ilgili departmanlar, sadece onlara kulak verirler. Bir başka deyişle, sadece dinleyici olurlar.
- Enerji yönetiminde bir kere iyileşme elde edildiği zaman, bunun izlenmesi için çaba gösterilmez ve gelişme için sürekli etkinliklerde bulunulmaz.

İyi sonuçlar elde etmek ve gerekli koordinasyonu sağlamak için, bazı ön koşulların göz önünde bulundurulması yararlıdır (Hepbaşlı, 2000a).

- Üst yönetimin katılımı ve sürekli etkin liderliği
- İlgili departmanlar arasında uygulanabilir işbirliği sistemi
- Projelerin yürütülmesi için yetenekli kişilerden bir ekip oluşturma
- Enerji tasarrufunun yapılması için uygun yöntemin geliştirilmesi ve kurulması
- Başarının en iyi şekilde elde edilmesi görüşüyle, yetenekleri geliştiren tarafsız bir kılavuz

Enerji yönetim programı ele alınırken, insan yönetimi büyük önem taşır. Enerji tasarrufuyla insan ilişkisi göz ardı edilmemelidir. Çünkü insanlar olmadan makineler işletilemez. Bir enerji tasarruf çalışmasının başarılı yürütülmesi, “insana odaklı”dır. Enerji yönetim programları prensip olarak benzer olup, çok farklı şekillerde açıklanabilir [1]. Şekil 3.3’te, başarılı bir enerji yönetim programı için on unsur belirtilmiştir [2].



Şekil 3.3 Başarılı bir enerji programı için on anahtar unsur [2]

### 3.3 Enerji Yöneticisi

Enerji verimliliği çalışmalarının yürütülmesinde, şirkette bulunan enerji yöneticisiyle gerektiğinde tutulan Enerji Verimliliği Müşaviri ortaklaşa çalışmalarda bulunacaklardır. Burada, Enerji Yöneticisi'nin (EY) yetiştirilmesi ve sertifikalandırılması büyük önem taşır. 31 Ağustos 1996 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan bir yönetmelikte, "Enerji Yönetimi Kursu ve Dersi Düzenleme Esasları" belirtilmiştir (Hepbaşlı, 2001b). Buna göre, EY Sertifikasının alınması için, iki uygulama söz konusudur. Birincisi, üniversitelerde bu dersin alınması ve ilgili yönetmelikte sözü geçen koşulların sağlanması gereklidir, İkinci ise, üniversiteden mezun olmuş ve sanayide çalışan mühendislerin EY kursuna katılarak, başarılı olmasıyla mümkündür. Sanayiye yönelik kurslar şu ana kadar, EİE'den yetki belgesi almış olan üç farklı kurum (a. Ege Üniversitesi, Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi ve Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Konsorsiyumu, b. TÜBİTAK-İTÜ Konsorsiyumu ve c. Orhangazi Üniversitesi) tarafından verilmektedir. Kursu katılan ve başarıyla bitirenlere, "Enerji Yöneticisi Sertifikası" verilmektedir. Şu ana kadar (a) şikkında belirtilen konsorsiyum tarafından tekstil, gıda ve kimya sektörlerinde gerçekleştirilen kurslarda, kursiyerlerin branş dışı konuları anlamada zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Burada, sonuca varmadan önce, Japonya'daki uygulamadan söz etmek yararlı olacaktır (Kyushu Bureau of International Trade and Industry, 1998).

Japonya'da yıllık enerji tüketimi 3000 kW veya daha fazla sıvı yakıt eşdeğeri veya 12 milyon kWh elektrik tüketimi veya daha fazlası olan fabrikalar, enerji yönetim fabrikaları olarak ele alınır ve "Japon Enerjinin Rasyonel Kullanımı Kanunu"na göre, bu fabrikalarda belirli sayıda enerji yönetim çalışanın görevlendirilmesi gerekir. Enerji yönetim çalışanı ise, "Enerji Yöneticisi Sertifikası'na sahip olmalıdır. Enerji yöneticisinin sertifikası, ya yıllık olarak yapılan "Enerji Yöneticisi Sınavı"nı geçenlere ya da Japon Enerji Tasarruf Merkezi tarafından verilen ve Uluslararası Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca tanınan "Enerji Yönetimi Kursu"na katılanlara verilmektedir.

Enerji Yöneticisi sınavları ise,

- Isı Yöneticisi Sınavı
- Elektrik Yöneticisi Sınavı

olmak üzere iki grupta yapılmakta olup, önceden herhangi bir şey gerekli değildir.

"Enerji Yöneticisi Eğitimi" de yukarıda belirtilen iki grupla sınıflandırılmıştır. Ancak,

kursiyerlerin ilaveten şu ön koşulları yerine getirmesi gereklidir: Enerji Yöneticisi Adayları, kursa başlaman önce, yakıt, elektrik ve benzerlerini içeren enerjinin rasyonel kullanımında en azından üç yıllık bir deneyime sahip olmalı ve ayrıca bazı ek koşulları sağlamalıdır.

### 3.3.1 Enerji Yöneticisi Kimdir?

Bir Enerji Yöneticisi'nin sahip olması gereken temel ve profesyonel özellikler aşağıda açıklanmıştır.

#### 1. Enerji Yöneticisinde Aranılan Temel Özellikler

Ülkemizde bugüne kadar gerek EİE (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) gerekse de EİE tarafından yetki verilen kuruluşlarca 18 kurs düzenlenmiş olup, bu kurslara 306 kişi katılmış ve bunlardan 176 kişiye, EİE tarafından "Enerji Yöneticisi Sertifikası (EYS)" verilmiştir. Buradan, ülkemizde bu sayının ne kadar az olduğu ve EYS'nin alınmasında Enerji Tasarrufu Çalışma Raporu'nun (EYS'nin alınabilmesi için bu raporun hazırlanması gerekmektedir) önemi ortaya çıkmaktadır (Stebbins, 1994).

- a) Sistemlerin ve proseslerin enerji verimliliği bakımından tasarımında deneyim sahibi olmak, teknik düzeyde eğitimi olmak (tercihen mühendislikte),
- b) Pratik olmak, sistemler ve ekipmanla ilgili deneyimlerini başkasına aktarabilme özelliği,
- c) Hedefe yönelebilmek özelliği,
- d) Operatörler ve bakım personelinden üst yönetime kadar her düzeyde insanla uyum içinde çalışabilme yeteneğine sahip olmak gerekir.

#### 2. Enerji Yöneticisinden İstenen Eğitimsel ve Profesyonel Özellikler:

- a) Tercihen makine, elektrik, kimya, endüstri ve çevre mühendisliği dalında lisans derecesine sahip olmak,
- b) Devletin idari yapısını iyi bilmek.
- c) Enerji kullanımıyla ilgili teknik ve istatistiksel bilgi ve raporları analiz edebilme, derleyebilme yeteneğine sahip olmak,
- d) Enerji tasarrufu ve planlamasıyla ilgili bilgi ve kaynakları bilmek,
- e) Diğer çalışanlarla etkin çalışma ilişkileri ve doğrudan kontrol olmadan işlerin yapılmasını sağlayan motivasyonu kurabilme yeteneğine sahip olmak,

- f) Amaca yönelik bir yönetici olarak işlevi görme yeteneğine sahip olmak,
- g) Fabrika üniteleri ile ilgili planları ve teknik bilgileri yorumlayabilme yeteneğine sahip olmak,
- h) Otomatik kontrol ve sistem bilgisine sahip olmak,
- i) Enstrümantasyonla ilgili temel tipleri bilmek,
- j) Enerjiyle ilgili ekipman ölçümünü ve uygulamaları bilmek,
- k) Organizasyonun üretim proseslerini bilmek,
- l) Tesis elemanlarının tasarımı ve işletilmesi ve/veya tesis elemanlarının bakımı konusunda bilgisi olmak,
- m) Enerjinin verimli kullanımı için ilgi duyabilmek ve çaba harcayabilmek, organizasyonun tüm birimlerine fikirleri sunabilme yeteneği, işlerin yapılmasını sağlayan motivasyonu kurabilme yeteneğine sahip olmak gerekir.

### 3.3.2 Enerji Yöneticisinin Görevleri

"Müşavir Mühendislik ve Mimarlık Hizmeti" bir fikrin düşünce aşamasından, fonksiyonunun icra edilebilir hale getirilmesine kadar geçen her süreçle, bir yatırımın fiziki bünyesine dönük tüm hizmetlerin gerçekleştirilmesi işidir. Ülkemizde, müşavirlik, danışmanlık ve kontrollük hizmetleri, kavram, yetki ve sorumluluk yönlerinden bir karışıklık içindedir. Genellikle müşavirlik hizmetinde, bilgiden çok deneyim aranır. Belki de bunun nedenlerinden bazıları, üretimin bilgi ve tekniğe dayalı olarak gerçekleştirilmesindeki eksiklikler, yürürlükteki mevzuatın ileri teknolojiye uymaması olarak sayılabilir (Okutan, 1997).

Bilindiği gibi, ülkemizde, Türk Müşavir Mühendisler ve Mimarlar Birliği (Türk MMMB) 1980 yılında kurulmuştur. Üyeleri ise, müşavirlik hizmeti veren tam bağımsız kuruluşların sahibi veya ortağı olan ve meslekte belli bir süreyi doldurmuş mühendisler ve mimarlardır. Türk MMMB, 1987 yılında FIDIC (Müşavir Mühendisler Uluslararası Federasyonu)'a üye olmuştur. Burada, müşavirin tanımını yapmakta büyük yarar vardır.

Tabii veya inşa edilmiş çevre üzerinde, teknolojiye dayalı zihinsel hizmet veren mühendis ve mimarlara teknik müşavir denir. Başka bir deyişle, kanun, tüzük ve yönetmeliklere göre çalıştırılan aylıklı, ücretli, yevmiyeli ve sözleşmeli personelin istihdamı hariç olmak üzere; gerçek veya tüzel kişilere veya bunların kuracağı ortak girişimlere ücret karşılığında yaptırılan

her türlü planlama, fizibilite, tasarım parçası olan sondaj, etüt, tasarım, metraj, keşif, teknik ve idari şartnameler, ihale dosyası hazırlama, ihale değerlendirme, mesleki kontrollük, inşaat kontrollüğü, tasarım kontrollüğü, teknik eğitim, yönetim müşavirliği, teknik danışmanlık ve benzeri hizmetlerdir (Resmi Gazete,1993).

### 3.3.3 Enerji Verimliliği Müşaviri (EVM)nin Seçim Kriterleri

Bir müşavirin seçiminde, niteliklerin ve deneyimin önemli kriterler olduğu açıktır. Özel endüstri deneyimi daha az önemli olmasına rağmen, bakım işletmesi deneyimi büyük önem taşır. İyi bakım prensipleri tüm endüstrice yaygın olarak bilinir. Bazı durumlarda iyi organizasyon yapılarının bilinmesi bakım deneyimi kadar önemlidir. Müşavirin teknik özelliklerine ilaveten, sözel ve yazılı olarak etkin bir iletişim kurabilme özelliği aranır (Hepbaşlı, 2001b).

İngiltere'deki "Enerji Verimlilik Ofisi (Energy Efficiency Office, EEO)" tarafından, uygun EVM'nin seçilmesine ilişkin bir kılavuz hazırlanmıştır (EEO, 1997). Bu kılavuzla, işletmelerinde az veya hiç Enerji Yöneticisi (EY) bulunmayan ve daha önceden herhangi bir EY kullanmamış olan organizasyonlara yardımcı olmak amaçlanmıştır. EEO'nin çalışmalarına göre, enerji taramasına harcanan her bir pound için ortalama yıllık 35 £ enerji tasarrufunun ortaya çıktığı görülüyor. Çizelge 3.2'de, EEO tarafından önerilen, EVM'nin seçiminde ve işbirliği yapılmasında izlenecek yol gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Enerji verimliliği müşavirinin seçiminde ve birlikte çalışılmasında izlenecek yol (EEO, 1997)

Sıra No	İZLENECEK YOLUN AÇIKLAMASI
1	Kişisel önerilere göre bir müşavir bulamazsanız, bu konuda yol gösteren kurumlarla veya derneklerle (İngiltere'de Sanayi Araştırma Birliği veya Ticaret Federasyonuna başvurulması öneriliyor) temasa geçin.
2	Seçiminizi profesyonel yürütme kodu olan müşavirlerle sınırlandırın (Ülkemizde, böyle bir kodlama sistemi kullanılmıyor) ve menfaatlerden bağımsız olduklarını gösteren yazılı bir taahhütname alın.
3	Profesyonel teminat sigortası olmayan sınırlı taahhütlü herhangi bir şirketten kaçının (Türk MMB tarafından, Profesyonel Sorumluluk Sigortası ve Müteahhit'in Sigortasından söz edilmektedir).
4	Listesini çıkardığınız her bir adaydan bir ön görüşme isteyin. Bir firma söz konusuysa, eninde sonunda çalışmayı yürütecek kişiyle görüşün.

5	Amaçlarınızdan tam olarak emin değilseniz, her bir adaydan kısa bir teklif vermesini isteyin.
6	Daima referanslar alın ve her zaman onları izleyin.
7	Sır olan şeyleri de içererek, seçilen müşavirinizle resmi bir anlaşma yapın.
8	Müşavirinize ihtiyaç duyduğu bilgilerde yardımcı olun ve mümkünse, müşavirinizin yerinde yaptığı ziyaretler boyunca onun yanında yer alın.
9	Proje boyunca mümkün olduğunca esnek olun.
10	Müşaviriniz sonuç raporunu kaleme almadan önce, müşavirinizin bulgularını birlikte tartışın.

### 3.3.3.1 Uygun Enerji Verimliliği Müşavirlerinin Seçimi

İngiltere'deki bazı organizasyonlar, müşavirlerin, açıklayıcı bilgilerini yayınlarlar. Aşağıda belirtilen bazıları da yürütme kodu kullanırlar (EEO, 1997).

- Müşavir Mühendisler Birliği (Association of Consulting Engineers)
- Yapı Hizmetleri Mühendisleri Patent Enstitüsü (Chartered Institution of Building Services Engineers)
- Bağımsız Enerji Müşavirleri Grubu (Independent Energy Consultants Group)
- Enerji Enstitüsü (Institute of Energy)
- Yönetim Müşavirleri Enstitüsü (Institute of Management Consultants)
- Elektrik Mühendisleri Enstitüsü (Institution of Electrical Engineers)
- Makine Mühendisleri Enstitüsü (Institution of Mechanical Engineers)

Bir EVM ilk defa tutulduğunda, muhtemelen, enerji verimliliği teknolojisi alanında geniş bir bilgisi olan ve karşı karşıya kalınan durumlara genel bir bakış verebilen biri arzulanır. EVM, tarifelere, aydınlatma, ısıtma, yalıtım, proses enerjine, bu konuların hepsinde, ama diyelim ki kazanlar konusunda uzman olmayarak bakacaktır. Böyle bir EVM, iş tipiyle ilgili iyi enerji tüketim değerlerini bilecek ve bilinen iyi uygulamalarla giderleri kıyaslayacaktır.

Genelde mühendislik müşavirliği bulunan daha büyük firmalar, belirli bir teknoloji üzerine daha geniş kapsamlı bir işin eninde sonunda gerekli olacağı yerlerde avantajlı olabilirler. Böyle bir firma, örneğin uygun olduğu takdirde bileşik ısı-güç tesisinin kurulmasında yardımcı olabilecektir.

Böyle bir firmanın kullanımı düşünülüyorsa, işe başlamadan önce projeye uğraşacak kişiyle mutlaka görüşülmeli ve seçilen kişinin işi yapan ana kişi olması bir sözleşmeyle garanti altına alınmalıdır. Bununla beraber, işin başında yönetici veya satış sorumlusuyla karşı karşıya kalınabilir. Bu yüzden, herhangi bir taahhüt verilmeden önce, aday proje mühendisiyle görüşerek onun onayının alınması gereklidir (Hepbaşlı, 2001b).

### **3.3.3.2 Listesi Çıkarılan EVM'lerinin İncelenmesi**

EVM'nin sağlam bir temeli ve işbirliği yapacak kişilerle uyumlu çalışacağı belirlenmelidir. EVM, daha önce müşavirlik yapacağı endüstri dalında çalıştı mı? Hayır ise, EVM'nin geçmiş deneyi ikna edici midir? Bunu anlamının yolu, onunla konuşmak, açık sorular sorarak sonuca varmaktır. Bunun yanı sıra, geçmiş müşteri referanslarının gözden geçirilmesi de büyük önem taşır.

Son olarak, seçim yapıldığı zaman, EVM'nin enerji giderleri ve tüketimi ilgili profesyonel bir fikir vereceğinin açıkça belirtildiği bir sözleşmenin yapılması akılcı bir tutumdur (Hepbaşlı, 2001b).

### **3.3.3.3 Etik Standart**

İyi bir EVM, kendi yeteneği dışına çıkan işlerde asla çalışmaz. Ama bildiği herhangi bir alternatif danışman varsa, önerilerde bulunur. Bağımsızlık son derece önemlidir. Bazen iş için ideal kişinin, bağımsızlığı etkileyebilecek ticari bir ilgisi olabilir. Belki de o kişi, örneğin; enerji verimliliği ekipmanı satan bir şirketin kısmi-zamanlı yöneticisi konumundadır. Bunun yanı sıra, EVM'nin hem şirketle ilgili gizli veya ticari açıdan duyarlı konuları üçüncü şahıslara iletmemesi hem de kazanılan bilginin başka bir ticari kullanımının gerçekleşmemesi için bir anlaşma yapılmalıdır (Hepbaşlı, 2001b).

### **3.3.3.4 Sorumluluk Konuları**

Bazen, bir işletmede işler yanlış gidebilir. Örneğin; geri ödemelerin gerçekleşmemesiyle önerilen projeler finansal kayıp riskleri taşıyorsa, EVM'in profesyonel garanti sigortası varsa, kompanze etme şansı artacaktır. Sınırlı sorumluluğu olmayan firmalar, potansiyel riskin az olduğu yerlerde emin bir seçim olabilir. Bunun yanı sıra, projelerin önemli finansal risk taşıdığı projelerde profesyonel garanti sigortası olmayan sınırlı şirketlerden kaçınılmalıdır.

Bu bağlamda, Türk MMB tarafından, Profesyonel Sorumluluk Sigortası (Teknik

Müşavir'in işverene karşı yaptıracığı hizmet sigortasıdır) ve Müteahhit'in Sigortaları (Müteahhit'in işverenine karşı yaptıracığı, Performans Sorumluluğu Sigortası veya benzer adlarla anılan müteahhitlik hizmet sigortasıdır) tanımlamaları yapılmıştır (Hepbaşlı, 2001b).

### 3.3.3.5 EVM'nin Ücreti

Bir EVM'nin kullanımının gider bakımından etkin olduğuna nasıl karar verilebilir? Öncelikle, enerji etüt çalışmasının masrafının yaklaşık olarak altı ayda karşılanacağını tahmin etmek mantıklıdır. Bu inceleme, çok az bir yatırımla %10'luk potansiyel enerji tasarruflarının (Önemli kapital yatırımlarını içeren önlemler alınırsa, %20–25 arasında tasarruflara ulaşılmasıyla), muhtemelen ulaşılabilirliğiyle açıklanabilir.

Altı aylık geri ödeme süreli düşük gider önlemlerinden tahmini %10'luk bir tasarrufun kullanılmasıyla, müşavirlik bütçesi yıllık harcamanın %5'i olabilir: Yıllık her 10.000 £ yakıt harcaması için, 500 £'dir. 1994 yılı değerlerinde ve KDV hariç, İngiltere'deki çoğu EVM'leri, 200 £ ile 400 £ arasında günlük bir ücret alıyor. Bunun yanı sıra, günlük 180 £'den az ücret alan firmalara dikkat edilmesi gerektiği belirtiliyor.

Bazı EVM'leri tasarrufların yüzdesi olarak çalışmayı isterler. Bu, enerji etüdü çalışmasının ilk giderini bulmanıza gerek olmadığı anlamına gelir. Bununla beraber, daha sonra müşavire ödemek için sürekli bir taahhüt gerekecektir ve tasarrufların gerçek olduğundan emin olunmalıdır (Hepbaşlı, 2001b).

## 3.4 Enerji Yönetimi Sistemi

Enerji yönetim programı ele alınırken, insan yönetimi büyük önem taşır. Enerji tasarrufuyla insan ilişkisi göz ardı edilmemelidir. Çünkü insanlar olmadan makineler işletilemez. Bu enerji tasarruf çalışmasının başarılı yürütülmesi, "insana odaklı"dır (Hepbaşlı, 2000a).

Otomasyonla, bir endüstriyel tesisteki ekipmanın bir kısmı kontrol edilebilir. Ancak, birçok üretim işlerinde insan operatörler gereklidir. Enerji tasarruf programında, yönetimin ana amaçlarından birisi, daha verimli bir işletme sağlanması amacıyla insan etkinliklerinin optimize edilmesidir (Witte vd., 1988).

Öncelikle, düşük enerji giderleri sürecinde uygun olabilen standart işletme prosedürleri, zamanla güncelleştirilmelidir. Ayrıca, bu standartları kullanan personel, yeni standartlar konusunda sürekli eğitilmeli ve bunların doğru kullanımından emin olmalıdır. Örneğin, alevin "iyi görünüşü"ne göre yakma kapasitesini ayarlayan bir kazan operatörü, fazla havanın anlamı

ve önemi konusunda eğitilmelidir. Bunun yanı sıra, fazla havayı optimize edecek şekilde ekipmanın işletilmesi için kazan operatörüne teşvikler verilmelidir. İkinci olarak, enerji tasarrufu faaliyetlerinde sürekliliği sağlamak için bir sistem kurulmalıdır. Maalesef, enerji tasarrufu bir anlık iş değildir; şayet gelişen işletme koşulları sürekli bir bazda ele alınmaz ise, kazançlar kolayca yok olabilir. Bundan ötürü, enerji tasarrufundaki "bakım" terimi ekipman kadar insanlara da uygulanmalıdır.

Üçüncü olarak, insanlar sadece yeni yöntemleri uygulamak için değil, aynı zamanda ilerde kullanılacak yeni ve daha iyi makinelerle birlikte üretim proseslerini de anlayacak şekilde eğitilmelidir. Eski makineler yerine daha fazla verimli makineler kullanılırken, yeni makinelerin yararları işletmeden sorumlu olanlar tarafından açıkça bilinmelidir.

Tüm bu amaçların kesiştiği yerde, anahtar sözcük "katılımcılık"dır. İyi bir yönetici, üst yönetimden en alt düzeydeki çalışana kadar herkesi enerji yönetim sistemi içine almalıdır.

Enerji kullanımının etkinliği, ürünlerin ve ürünleri elde etmek için gerekli olan proseslerin çeşitliliği nedeniyle, sanayi kollarında büyük değişiklikler gösterir. Bunun yanı sıra, personelin ve işletmelerin organizasyonu da değişir. Sonuç olarak, etkin bir enerji tasarruf programı; her şirketin ve tesisin işletme şekli için alışkanlıklar göz önüne alınarak planlanmalıdır. Bununla beraber, enerji yönetim programının başlatılması ve yürütülmesi için genel kurallar vardır.

### **3.4.1 Enerji Yönetimi Sisteminin Yapısı**

Enerji yönetim matrisi, enerji yönetiminin değerlendirilmesi için kullanılan bir takım matristir (EEO, 1993a). Bu matrisin altı sütunu vardır. Bunların her biri, enerji yönelim uygulamasının bir görüşüyle ilgilidir. Matrisin satırları her bir sütundaki performansın farklı düzeylerini açıklar. Enerji etüdünün bir parçası olarak, organizasyonun performansı değerlendirilmelidir ve matrisin her bir sütununa bir işaret konulmalıdır. Daha sonra, sonuçtaki özellikler toplam yararı vermek için birleştirilmelidir. Bu, iyileştirilmesi gereken enerji yönetiminin bir göstergesini verecektir.

Burada, enerji yönetiminin geniş yaklaşımından kaynaklanan, yüksek performans düzeyinin elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Enerji yönetim matrisi (EEO, 1993a)

DÜZEY	ENERJİ POLİTİKASI	ORGANİZASYON	MOTİVASYON	BİLGİ SİSTEMLERİ	PAZARLAMA	YATIRIM
4	Enerji Politikası, uygulama planı ve düzenli inceleme, çevre stratejisinin parçası olarak üst yönetimin kesin kararıdır.	Enerji yönetimi tamamen yönetim yapısına entegre edilmiş. Enerji tüketimi sorumluluğunun açık delegasyonu	Enerji yöneticisi veya tüm düzeylerdeki enerji çalışanı tarafından düzenli olarak işletilen resmi veya resmi olmayan iletişim kanalları	Kapsamlı sistem: hedefleri oluşturuyor, tüketimi izliyor, hataları belirliyor, tasarrufların miktarlarını belirtiyor ve bütçe izlemesi yapılıyor.	Organizasyonun içinde ve dışımda enerji yönetimini performansı ve enerji verimliliği değerinin pazarlanması	Tüm yeni kurulan ve tekrar yenileştirilen olanakların detaylı yatırım hesapları ile pozitif ayırımının yapılması
3	Resmi enerji politikası var, ancak üst yönetimden hiçbir aktif karar yoktur.	Yönetim kurulunun bir üyesinin yetkili kıldığı, tüm kullanıcıları temsil eden enerji komitesine karşı sorumlu olan enerji yöneticisi	Ana kullanıcı ile doğrudan temasla birlikte esas kanal olarak kullanılan enerji komitesi	İzleme ve hedef oluşturma ile ölçüme dayalı açıklamalar veriliyor, ama tasarruf kullanıcılarla bildirilmiyor.	Personelin dikkatini çekme programı ve düzenli tanıtım kampanyaları	Yatırımlarda değişik ekonomik analiz yöntemlerini kullanma
2	Enerji yöneticisi veya kıdemli departman yöneticisi tarafından oluşturulan benimsenmemiş enerji politikası söz konusudur.	Kısa süreli ve tek bir görev olarak sürekli bulundurulmuş enerji yöneticisi, ancak yönetim hakkı ve yetki açık değil	Kıdemli departman yöneticisi tarafından yetkilendirilen sürekli ve tek iş için kurulan komiteyle esas kullanıcılarla temasta bulunma	İzleme ve hedef oluşturma ihtiyacı karşılayan ölçme verisine dayalı olarak raporlanıyor. Enerji biriminin, bütçe ayarlamasında sürekli ve tek iş için kurulan görevle ilişkisi var.	Sürekli ve tek bir işe yönelik olarak çalışanların kısmi eğitimi	Yatırımda sadece kısa süreli geri ödeme kriterini kullanma
1	Yazılmamış bir takım tüzükler söz konusudur.	Sınırlı yetki ile birisinin kısmi zamanlı (part-time) sorumlu olduğu enerji yönetimi	Mühendis ve birkaç kullanıcı arasında resmi olmayan temaslara	Fatura verisine dayalı gider raporlaması. Mühendis, teknik departmanda içinde kullanmak üzere raporları derliyor.	Enerji verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan resmi olmayan temaslara.	Sadece alınan düşük giderli önlemler
0	Politika belirgin değildir.	Hiçbir enerji yönetimi yok veya enerji tüketimi için sorumluluğun herhangi bir delegasyonu yok	Kullanıcılar ile hiçbir temas yok.	Hiçbir bilgi sistemi ve enerji tüketim muhasebesi yok.	Enerji verimliliğinde hiçbir artış yok.	Artan enerji verimliliği koşullarına hiçbir yatırım yok.

### **3.4.2 Enerji Yönetimi Sisteminin Oluşturulması**

Büyük şirketlerde enerji yönetimi programını kurmak ve yakıt kullanımı ile giderlerinde önemli tasarruflar sağlamak daha olasıdır. Daha küçük işletmeler ve tesislerde ise, etkin programları kurmak ve uygulamak için genellikle teknik eleman ve ekipman eksikliği vardır. Bu durumlarda, programı başlatmak için dışarıdan bir enerji verimliliği müşavirinin tutulması gereklidir (Hepbaşlı, 1999d). Bununla beraber, programın başarılı olarak yürütülmesinde, işletme içinde bulunan her düzeydeki kişinin katılımı kaçınılmazdır. İyi planlanmış, organize edilmiş ve uygulanmış bir enerji yönetim programı, her şeyden önce üst yönetimin bir taahhüdünü (kesin kararını) gerektirmektedir.

Aynı zamanda yerel kamu kuruluşlarından yardım da sağlanabilir. Bu kuruluşların katkısı; enerji yönetim programının başlatılmasını isteyen müşterinin sağlanmasına yardımcı olma, teknik yol gösterme veya mevcut bilginin elde edilmesi şeklinde olabilir. Günümüzdeki bazı kamu kuruluşlarında, personel eğitimini veya teknik yardım sağlanmasını içeren etkin programlar söz konusudur. Çizelge 3.4' te etkin bir enerji yönetim programının elemanları gösterilmiştir (Smith, 1997).

Çizelge 3.4 Enerji yönetim programının elemanları (Smith, 1997).

AŞAMA GRUP NO	AŞAMANIN İSMİ	AŞAMA SIRA NO	AÇIKLAMA
I	<i>Yönetimin Kesin Kararı (Taahhüdü)</i>	1.1	Yönetimin, bir enerji yönetim programına kesin karar vermesi
		1.2	Bir enerji yönetim koordinatörünün (enerji yöneticisinin) atanması
		1.3	Asıl tesis ve departman temsilcilerinden oluşan bir enerji yönetim komitesinin oluşturulması
II	<i>Etüt ve Analiz</i>	2.1	Yakıt ve enerji kullanımının geçmişe yönelik değerlerinin gözden geçirilmesi
		2.2	Tesis içinde enerji taraması yapılması
		2.3	Ön analizler yapılması, projelerin incelenmesi, veri tablolarının oluşturulması ve ekipmanların teknik özelliklerinin çıkarılması
		2.4	Enerji etüt planlarının oluşturulması
		2.5	Enerji etütlerinin (a) prosesler, (b) tesisat ve ekipmanı kapsayacak şekilde yapılması
		2.6	Etüt sonuçlarına dayalı olarak yıllık enerji kullanımının hesaplanması
		2.7	Geçmişe yönelik kayıtların kıyaslanması
		2.8	Enerji yönetim seçeneklerini değerlendirmek için analiz ve simülasyon aşaması (mühendislik hesapları, ısı ve kütle balansı, teorik verim hesapları, bilgisayar analizi ve simülasyon)
		2.9	Seçilen enerji yönetim seçeneklerinin ekonomik analizi (Geri ödeme süresi, iç kârlılık oranı ve benzerleri)
III	<i>Programın Yürütülmesi</i>	3.1	Organizasyon ve her bir tesis için enerji verimlilik hedeflerin saptayın.
		3.2	Yatırım ihtiyaçlarını ve öncelikleri belirleyin.
		3.3	Ölçme ve raporlama yöntemlerini kurun, gerektiğinde izleme ve kaydetme cihazlarını monte edin.
		3.4	Yöneticiler için rutin raporlama yöntemleri oluşturun ve sonuçları herkese duyurun.
		3.5	Sürekli olarak personelin ilgisini çekin ve dikkati sağlayın.
		3.6	Tüm enerji yönetim programını periyodik olarak gözden geçirin ve sonuçları değerlendirin.

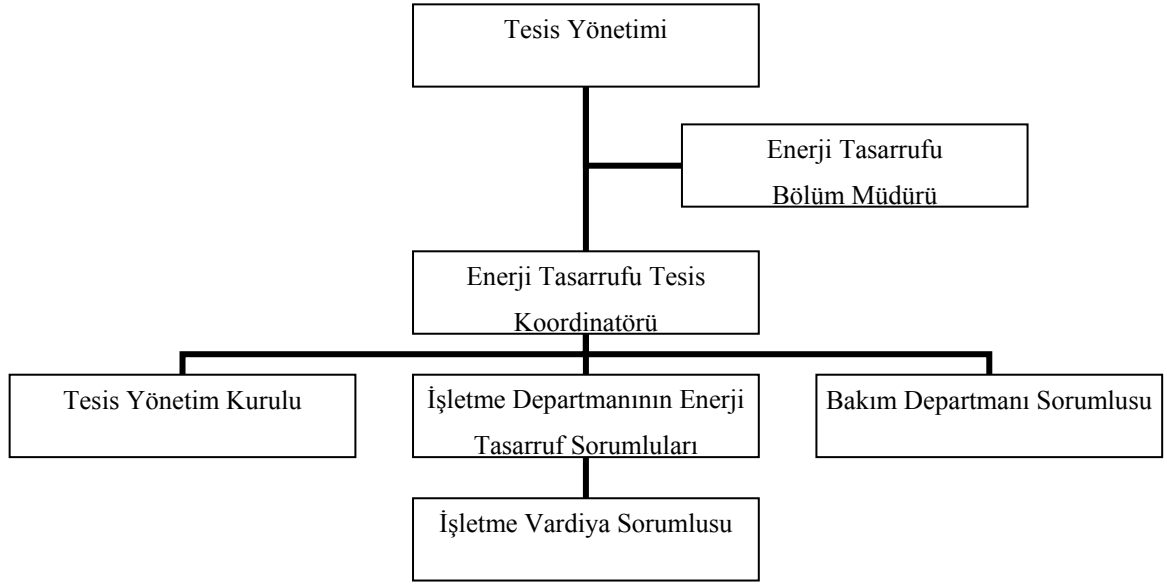
### **3.5 Enerji Tasarruf Programının Organizasyonu**

Küçük tesislerde bile, enerji yönetimde birçok kişi bulunur. Enerji tasarruf organizasyonunun detayları, işletmenin boyutu ve yapısına bağlıdır. Genellikle enerjiye harcanan para ne kadar fazlaysa, harcamaların azaltılması için organizasyon o denli ayrıntılı olur. Enerjiyle ilgili üretim organizasyonunun tüm bölümlerinin birlikte çalışmalarını sağlayacak bir organizasyon şekli istenir. Aşağıda, çeşitli organizasyon şekilleri verilecektir. Doğal olarak, bu tipik organizasyon yapılarının tüm elemanları her duruma cevap vermez. Bununla birlikte, belirli görüşler küçük şirketlerdeki enerji yönetim sistemine uygulanabilir (Çalıköglü, 1999).

#### **3.5.1 Tesis Düzeyinde Enerji Tasarrufu Organizasyonu**

Tesis düzeyinde enerji tasarrufu organizasyonunun (TDETO) tipik bir örneği Çizelge 3.5'te gösterilmiştir. Bu organizasyon yapısı küçük ve büyük tesislerin her birine uygulanabilirlik bakımından ele alınacaktır. Genelde, TDETO kısa vadelidir ve önemli teknik odakları vardır. Esasen, günden güne bazında faaliyet gösteren üretim işletmelerinde söz konudur. Tesis enerji tasarruf koordinatörü, organizasyonda anahtar kişi konumundadır. Koordinatör, esas olarak tesis yöneticisine (müdürüne) ve birden fazla tesisi olan şirketlerde ise, enerji tasarruf gelişimiyle ilgili olarak bölüm veya şirket yönetimine bağlı olarak çalışır. Tesis koordinatörü, her bir işletme ünitesinin üretim yöneticileri gibi sorumlulardan oluşan tesis enerji yönetim kurulunu yetkili kılar. Bu kurum yapısı, işletme departmanlarının sayısı fazla olan bir tesisle sıkıcı olabilir. Bu durumda, kurum, halkla ilişkiler ve işçi-işveren ilişkileri gibi böyle anahtar alanlardan seçilen sorumlulardan oluşan beş veya altı üyeye sınırlandırılabilir. Kurum, tüm tesis programının geliştirilmesi ve yürütülmesinde tesis koordinatörüne yardımcı olur ve tesisdeki işletmelerin ana alanlarıyla iletişim kanallarını kurar. Tesis enerji yönetim kuruluna ilaveten, her işletme departmanının, departmandaki gelişmelerden sorumlu olan ve tesis koordinatörüne bağlı seçilmiş bir enerji tasarruf sorumlusu olmalıdır. Tam tersi, iki veya üç vardiya işletmesinde, her işletme vardiyasından sorumlu bir kişi, departman sorumlusuna rapor vermek üzere atanmalıdır. Çoğu tesislerde bu değişik atamalar, vardiya bakım formeni veya ünite işletme mühendisleri gibi sürekli işletme personeli tarafından part-time bazında ele alınmalıdır. Tesis koordinatörünün pozisyonu bile, büyük tesisler hariç, hepsinde part-time sorumluluktur. Bu sorumluluklar ayrılan zaman, tüm imalat giderlerinde yer alan enerji gideriyle önemli ölçüde belirlenir.

Çizelge 3.5 Tesis düzeyinde enerji tasarrufu (Hepbaşlı, 2000a)



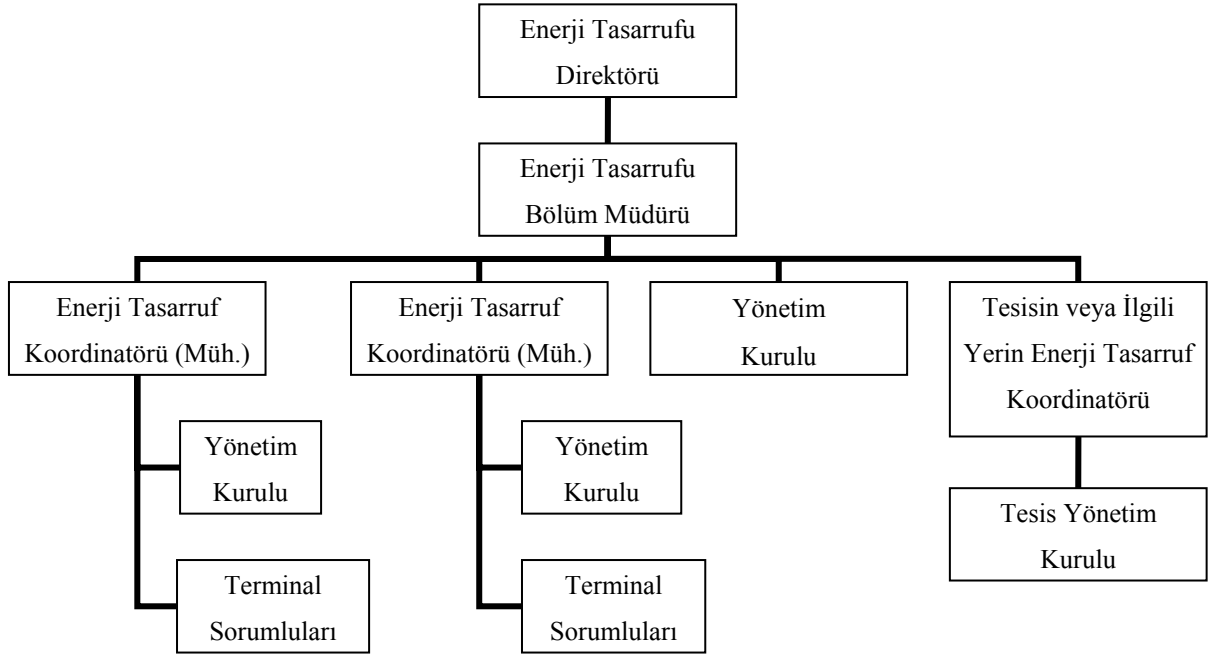
Değişik işletme ünite sorumluluklarına ilaveten, sorumlu özel bir bakım departmanı atanabilir. Çünkü bu departman genel olarak enerji tasarruf programında esas bir rol oynar (Hepbaşlı, 2000a).

### 3.5.2 Bölüm Düzeyinde Enerji Tasarruf Organizasyonu

Bu organizasyon şekli, esas itibariyle, bir bölümdeki birkaç tesisin enerji tasarrufu gelişiminin izlenmesinden ve orta vadede (üç aylık bazda) tüm bölüm programının planlanmasından oluşur. Faydalı bilginin, coğrafi olarak dağılmış, ancak işletme bakımından benzer tesisler arasında transferini kolaylaştırır, merkezi mühendislik ve araştırma yetenekleri gibi, bölüm çapındaki kaynakları etrafa yayabilir.

Bölümde başı çeken, her bir tesis koordinatörünün rapor verdiği bölüm enerji tasarruf müdürüdür. Bölüm müdürü, enerji tasarruf programının planlanması ve organizasyonunda bölümün tüm elemanlarının yer almasında yardımcı olan bölüm yönetim kurulunu yetkili kılar. Yönetim kurulu, çalışanın dikkatinin çekilmesi, teknik projeler ve bölüm boyunca genel bazda uygulanabilen geliştirilmiş işletme prosedürleri için fikirler üretir. Bu kurul aynı zamanda değişik tesislerin yıllık enerji tasarruf programını oluşturmak için tarafsız inceleme organı olarak etki eder ve çabanın düzgünlüğünü sağlar (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Bölüm düzeyinde enerji tasarrufu organizasyonu (Hepbaşlı, 2000a)



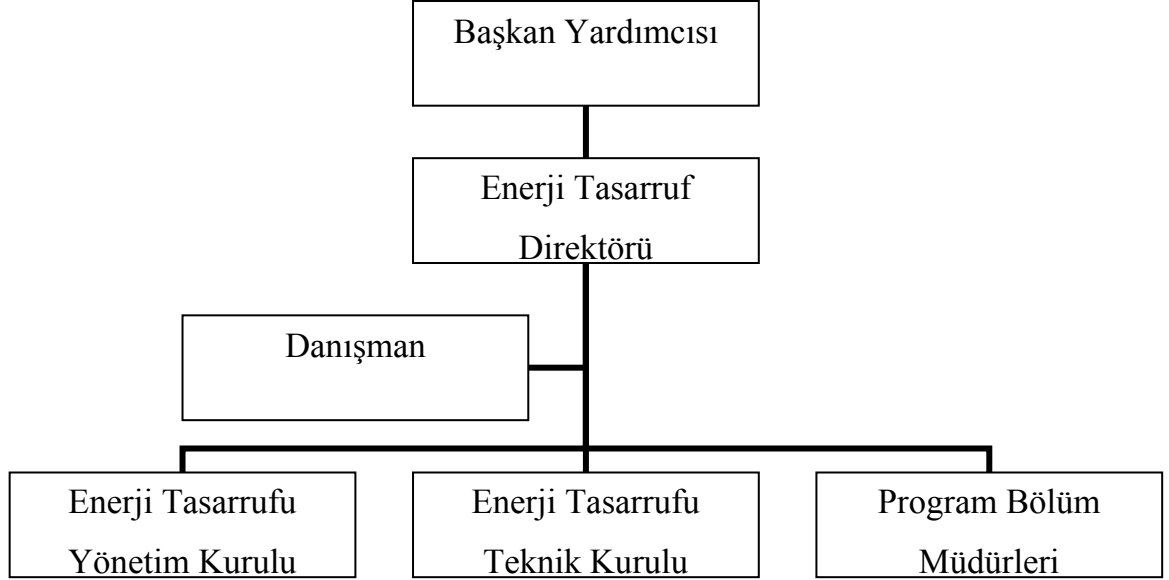
Mühendislik çalışmaları büyük şirketlerde merkezi olarak ele alındığı için, mühendislik departmanı içinde bir alt organizasyon istenebilir. Bu organizasyonun başında, doğrudan bölüm müdürüne bağlı olan mühendislik departmanı enerji tasarruf koordinatörü bulunur. Aynı zamanda, ürünün dağıtımını enerji tüketimiyle ilgili olduğundan ve normal olarak bölüm bazında ele alındığı için, taşıma alanında enerji tasarrufu üzerinde odaklanan bir bölüm olarak, benzer bir organizasyon kurulabilir (Hepbaşlı, 2000a).

### 3.5.3 Şirket Bazlı Enerji Tasarrufu Organizasyonu

Birçok bölümü olan büyük şirketlerde, doğrudan üst düzeydeki şirket yönetimine bağlı olan, şirket düzeyli enerji yönetim sistemi kurulabilir. Bu organizasyon, genellikle, enerji tasarrufu gibi tüm enerji temini konusundan sorumludur ve bölüm enerji tasarruf programlarının işletmenin tüm iş planlarına entegrasyonu ile ilgilenir. Aynı zamanda, hükümet, ticaret odaları ve enerji tedarikçileri gibi dış kurumlarla enerjiyle ilgili konularda karşılıklı ilişkilerde bulunur. Bununla beraber, gelecek enerji fiyatlarının tahmini ve enerji tedarikçilerinin uzun süreli olarak planlanması, bu organizasyonun faaliyetinin odak noktasını oluşturur. Organizasyon, şirket yapısının ana iş planlamasından oluşan sorumluların yer aldığı bir yönetim kurulundan oluşur (Çizelge 3.7). Ayrıca, araştırma, geliştirme, mühendislik ve işletmelere yönelik olarak oluşturulmuş teknik bir komite olabilir. Çünkü enerji tüketimi, son

analizde, dikkatli teknik ve ekonomik değerlendirme gerektirir. Bölüm (enerji tasarrufu programı) müdürleri, doğrudan şirket enerji tasarruf direktörüne bağlı olarak çalışır(Hepbaşlı, 2000a)

Çizelge 3.7 Şirket bazlı enerji tasarrufu organizasyon şeması (Hepbaşlı, 2000a)



### 3.6 Enerji Tasarruf Teknolojileri

Temel yedi enerji tasarruf teknolojisi aşağıda ana hatlarıyla kısaca özetlenmiştir (Hepbaşlı, 2001b):

- A) Yakma Sisteminin Rasyonelleştirilmesi,
- B) Isıtma-Soğutma ve Isı Transferinin Rasyonelleştirilmesi,
- C) Isı İletimi ve Işınımı Nedeniyle Olan Isı Kaybının Önlenmesi,
- D) Atık Enerjiden Isı Geri Kazanımı,
- E) Isıdan Güç Dönüşümünün Rasyonelleştirilmesi,
- F) Direnç Kayıpları Nedeniyle Olan Elektrik Kaybının Önlenmesi,
- G) Elektrikten Isı ve Güç Dönüşümünün Rasyonelleştirilmesi.

### 3.7 Enerji Yönetim Teknolojileri

Literatürde, enerji yönetim teknolojileriyle ilgili çeşitli şemalar mevcuttur. Bunlar prensipte

benzerdir. Bunlardan üç aşamalı enerji tasarruf teknolojisi, Çizelge 3.8'de gösterilmiştir (Shimuzu, 1998).

Çizelge 3.8 Üç aşamalı bir enerji tasarruf teknolojisi (Shimuzu, 1998)

AŞAMA NO	AŞAMANIN AÇIKLAMASI
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yönetimin Güçlendirilmesi</li> <li>• İşletmenin İyileştirilmesi</li> <li>• Mevcut Koşulların Düzeltilmesi</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekipmanın İyileştirilmesi</li> <li>• Küçük Ölçekli Yatırım Yapılması</li> <li>• Verimliliğin Arttırılması</li> <li>• Atık Isıdan Enerji Geri Kazanımı</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosesin Değiştirilmesi</li> <li>• En Yüksek Verimli Ekipmanın Kullanılması</li> <li>• Teknolojinin Geliştirilmesi ve Büyük Ölçekli Yatırım Yapılması</li> </ul>

## BÖLÜM 4

### 4. DÜNYADA ENERJİ YÖNETİMİ ÇALIŞMALARI

Bu bölümde Türkiye’de ve Japonya’da yürütülen enerji yönetimi çalışmalarından bahsedilecek ve bu çalışmalar ayrıntılı olarak incelenecektir.

#### 4.1 Türkiye’de Enerji Yönetimi Çalışmaları

Sanayi sektörü, ülkemiz nihai enerji tüketimi içinde yaklaşık % 34 ve elektrik tüketiminde % 54 paya sahiptir. Bunun yanı sıra, 1996 yılında % 34 olan enerji tüketimi payının 2000, 2010 ve 2020 yıllarında sırasıyla; % 37, % 46 ve % 56 olacağı sanılmaktadır (Hepbaşlı, 2001a).

Sanayi sektörümüz, bir yandan yüksek enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Öte yandan da, sanayide tüketilen enerjinin çoğu ticari enerjidir. Bu durumlar, sanayi sektörümüzün enerji tasarrufu çalışmalarında öncelikle ele alınmasına neden olmuştur. Bu çerçevede, ülkemiz sanayisindeki enerji tasarrufu çalışmalarına kısa bir göz atmak yararlı olacaktır:

Ülkemizdeki enerji tasarrufu çalışmaları, 1980 yılından beri Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğüne çeşitli proje ve programlar çerçevesinde yürütülmektedir. Bununla beraber, ülkemizdeki planlı enerji tasarrufu, EİE içinde oluşturulan Enerji Kaynakları Etüt Dairesi Başkanlığı (EKEDB) tarafından başlatılmıştır. Bu bağlamda, EİE'nin yabancı yardım desteğiyle 1981 yılında yürütmüş olduğu sanayide enerji tasarruf projesi sonucunda, enerji tasarruf potansiyelinin belirlenmesine yönelik önemli sonuçlar elde edilmiş ve bu konunun önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. 1988–1991 yılları arasında yürütülen enerji tasarrufu projesiyle, işin ana yapı taşlarını oluşturan, politika ve program çalışmalarına ağırlık verilmiştir. 1992 yılında ise, EKEDB; Enerji Tasarruf Merkezi kimliğini kazanmış ve bu kimlikle çalışmaları yürütmeye başlamıştır (Keskin ve Gümüşderelioğlu, 1997).

Sanayide enerji tasarrufu potansiyelinin belirlenmesine yönelik EİE tarafından 60'tan fazla enerji yoğun tesiste çalışmalar yürütülmüştür. Bunun sonucunda, kısa vadeli düşük yatırımlı (ya hiç yatırım gerektirmeyen ya da düşük yatırım gerektiren ve geri ödeme süresi en fazla bir yıl olan önlemler) ve uzun vadeli büyük çaplı yatırım gerektiren önlemler belirlenmiştir. Bu önlemlerin göz önünde tutulmasıyla, sanayi sektöründe 605 milyon dolar karşılığı minimum 2,7 milyon TEP ile 1 milyar dolar karşılığı maksimum 4,7 milyon TEP arasında enerji tasarruf potansiyeli olduğu hesaplanmıştır. Başka bir deyişle, bu değerler bize, % 18 ile % 30 arasında bir enerji tasarruf potansiyelimizin olduğunu göstermektedir. Bu, ortalama olarak, 800

milyon dolar karşılığı 3,7 milyon TEP (% 24) enerji tasarruf potansiyeli demektir (Yalçın, 1997).

#### **4.2 Japonya'da Enerji Yönetimi Çalışmaları**

Japonya'da enerji yönetimi konusunda iki uygulama söz konusudur. Birincisi, ulusal enerji yönetimi sınavı ve ikincisi ise ulusal enerji yönetimi eğitimidir (Hepbaşlı, 1999b).

##### ***Ulusal Enerji Yönetimi Sınavı:***

" Enerji Yönetimi Sınavları "; ısı yönetim sınavı ve elektrik yönetim sınavı olmak üzere, iki grup halinde yapılmaktadır. Sınavlara katılabilmek için, bir veya daha fazla yıl deneyim gereklidir (Hepbaşlı, 1999b).

Sınavlarla ilgili bilgiler aşağıda belirtilmiştir:

Başvuru : Haziran ortası

Sınav Tarihi : Her Ağustos

Sınav Süresi : İki gün

Sınav Yeri : Japonya içinde 10 farklı yerde

Sınav Ücreti : 19.200 yen (1998 yılı için)

Sınav Şekli : Yazılı

Sınav Konu Sayısı : Isı ve elektrik yönetiminin her biri için 6 konu

Sınav Süresi : Aşağıdaki her konu başına 1.5 saat

##### ***Isı Yönetimi Sınav Konuları:***

- Isı yönetimine giriş, enerji tasarrufu ve gereçleri
- Termodinamik
- Isı enerjisi tüketim tesisleri
- Isı transferi ve akışkanlar mekaniği
- Yanma teorisi ve yanma ekipmanı
- Ölçme ve kontrol

*Elektrik Yönetimi Sınav Konuları:*

- Isı yönetimine giriş, enerji tasarrufu ve gereçleri
- Elektrik teorisi ve kontrolü
- Elektrik yönetimi, elektrokimya, aydınlatma ve iklimlendirme,
- Fabrika güç dağılımı
- Elektrik makineleri ve ekipmanı
- Elektrik gücü uygulaması

*Sınavların Değerlendirilmesi (1979'dan 1998'e kadar, kümülatif):*

- Isı Yönetimi: 38096 kişi başvurmuş ve 11869 kişi geçmiştir.
- Elektrik Yönelimi: 39062 kişi başvurmuş ve 8820 kişi başarmıştır.
- Toplam (Isı + Elektrik Yönetimi); 78158 kişi başvurmuş ve 20689 kişi başarmıştır.

## BÖLÜM 5

### 5. FARKLI SEKTÖRLERDE ENERJİ YÖNETİMİ SİSTEMİ

Bu bölümde, HVAC sistemlerindeki enerji yönetim sistemi, yapılarda enerji yönetim sistemi ve enerji yönetim sisteminin nasıl kurulacağı konularına değinilecektir.

#### 5.1 HVAC Sistemlerinde Enerji Yönetim Sistemi

Isıtma, iklimlendirme ve soğutma endüstrisinde, sırasıyla, etki (tesir) katsayısı (COP) ve yanma verimi gibi, etkinlik ve verimi açıklayan birçok terim kullanılır. Genelde, bu terimlerin birçoğu eş anlamlıdır. Değişik HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) Sistemleri kıyaslandığı zaman, bu terimlerin nasıl belirlendiğini ve ilişkisini anlamak çok önemlidir. Ülkemizde, örneğin; “kazan verimi”nden söz ettiğimizde, doğru bir kıyaslama yapabilmek için, kazan veriminin hangi kural veya standarda göre hesaplandığını bilmemiz gerekir. Başka bir deyişle, ekipman tarafından kullanılan enerjinin verimli olup olmadığına karar vermek için, performansının ölçülmesi amacıyla standartlar olmalıdır (Hepbaşlı, 1999a).

Enerji fiyatlarının günden güne artması, tüketicinin bilinçlenmesi ve çıkarılan yasal yönetmelikler, bizi, enerjiyi daha verimli ve etkin bir biçimde kullanmaya zorlamaktadır. Bu çerçevede, enerjinin ne denli verimli kullanıldığının belirlenmesinde, verimlilik (veya etkinlik) ile ilgili kavramların ve bunların standart değerlerinin bilinmesi büyük önem taşır.

Bilinçli müşteriler, yeni bir araba satın alacağı zaman, arabanın km başına (km/litre) kaç litre tükettiğini kontrol ederler. Benzin satın alacakları zaman, oktan sayısına da bakarlar. Bir merkezi iklimlendirme sistemi satın aldıkları zaman ise: Mevsimsel Enerji Verimlilik Oranı (MEVO veya SEER)ni gözden geçirirler. MEVO, otomobil endüstrisindeki (km/litre)nin karşıtı olup, sistemin performansının bir göstergesidir. MEVO ne kadar yüksek ise, cihaz o kadar fazla verimlidir ve böylece cihaz ne kadar verimliyse, işletme giderleri de o denli düşüktür (Hepbaşlı, 1999a).

Bu bağlamda, farklı model ve marka cihazların performansını kıyaslayabilmek için göz önüne alınan temel üç yol vardır [3]:

- Evin ısıtılması veya soğutulması için cihazın ne kadar enerji tükettiği; verim
- Cihazın varlığının ne kadar hissedildiği; ses düzeyleri
- Cihazın sağladığı his; konfor

1992 yılında, Amerika'da tüm ısıtma ve iklimlendirme ekipmanları için minimum verim (veya etkinlik) değerleri belirlenmiştir. Bu tarihten önce satın alınan ve montajı yapılan kazan, ısı pompası veya iklimlendirme sistemi gibi HVAC (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) ekipmanı, Amerika'daki bugünkü standartlara kıyasla oldukça verimsiz olabilmektedir [4].

## 5.2 Binalarda Enerji Yönetimi Sistemi

Enerji verimliliğinin uygulama alanı; mağaza ve toptan eşya depolarından hastanelere, otellere, hapishanelere, mahkemelere, ofislere ve benzerlerine kadar çok geniş bir yelpazeyi içine almaktadır. Burada ele alınan ofis binalarıyla, merkezi ve yerel hükümet binaları ile ticari ve endüstriyel sektörlerdeki ofisler, büyük bilgi işlem merkez ofisleri kastedilmektedir (Hepbaşlı, 1996). Burada ofisler;

- a) Büyük Ofisler: Taban alanı 2000 m<sup>2</sup>'den büyük olan iklimlendirilmiş ya da iklimlendirilmemiş
- b) Küçük Ofisler: Taban alanı 2000 m<sup>2</sup> ve daha az olan iklimlendirilmiş veya iklimlendirilmemiş olmak üzere iki gruba ayrılmıştır (Energy Efficiency Office, 1991).

### 5.2.1 Bir Binanın Enerji Performansının Belirlenmesinin Sağladığı Yararlar

Bir binanın enerji performansının belirlenmesinin sağladığı yararlar aşağıda belirtilmiştir (Energy Efficiency Office, 1994a):

- Binadaki enerji tasarruf potansiyeli ile ilgili görüş bildirmek için standartlarla performansın kıyaslanmasını sağlar.
- Herhangi bir değişikliğin veya enerji tasarruf önlemlerinin etkisini belirlemek ve gelişmeyi gözlemek için daha önceki yıllardaki performansı kıyaslamayı mümkün kılar.
- Enerjinin nerede kullanıldığını ve atıldığını, tasarrufların nerede yapılması gerektiğini ortaya çıkarmada yardımcı olur.

Bir binanın enerji performansının belirlenmesi için aşağıdakilerin bilinmesi gereklidir:

- Binanın yıllık enerji tüketimi: Bu bilgi, yaygın olarak geçmiş yıllardaki faturalardan bulunabilir. Ancak bu bilginin bir yıldan oluşması ve “tahmini” olmaması büyük önem taşır. Ayrıca, burada parasal değerler değil, özellikle tüketilen “enerji birimleri”, başka

bir deyişle katı, sıvı ve gaz tüm yakıt değerleri ve elektrik göz önüne alınmalıdır.

- Yer in taban alanı: Bu alan, dolaylı veya dolaysız olarak ısıtılan yapı kısımlarının taban alanı olmalıdır ve koridorlar, tuvaletler ve depolama yerleri göz önüne alınmalıdır. Dış duvarla çevrilen her katın toplam iç taban alanı alınmalı, ama bodrum katları ve tavan boşlukları gibi kullanılmayan veya ısıtılmayan alanlar tamamen hesaba katılmamalıdır.
- Hacim ısıtması için kullanılan enerji: Sıcak suyu elde etmek için ayrı ısıtıcılar veya kazanlar kullanılmadığı ve bunlar tek tek ölçülemediği zaman, bu hacim ısıtma enerjisinin belirlenmesi zorlaşır.
- Binanın bir yıl boyunca toplam kullanma saatleri: Bu; bir yıldaki çalışma gün sayısının, çalışanların (temizlikçi veya bakım personeli dışında kalanlar) normal ofis işini yürütmek için her gün bulunduğu saatin çarpılmasıyla elde edilir. Çalışanların bir kısmının bazı işler için normal günden daha fazla bulunması durumunda, ilave enerji tüketimi için bir tolerans ilave edilmelidir (Hepbaşı, 1996).

### 5.2.2 Normalleştirilmiş Performans Göstergesi (NPG) Ve Hesaplanması

Farklı ofis binalarının tüketiminin kıyaslanmasında, yakıt kullanımına etki eden bazı faktörlerin göz önünde bulundurulması büyük önem taşır. Bundan ötürü, boyutları ve korunma şekilleri farklı olan yerlerin aynı bazda kıyaslanması amacıyla “Normalleştirilmiş Performans Göstergesi (NPG)” kullanılır. Kıyaslama standardının belirlenmesinde, binanın taban alanı, yerel hava bilgisi, binanın korunma şekli ve kullanım saatleri göz önüne alınır.

Aşağıda, NPG'nin hesaplama yöntemi verilmiştir (Energy Efficiency Office, 1991):

a) Enerji birimleri kWh'a dönüştürülür.

Bir yıllık periyot boyunca, her yakıt için faturalardan enerji tüketimi bulunur. Çizelge 5.1'de, en fazla kullanılan yakıt tiplerinin kWh'e dönüştürülmesinde kullanılan faktörler verilmiştir (Tesisat, 1996).

Çizelge 5.1 Yakıtların kWh'e dönüştürmesinde kullanılan çarpım faktörleri (Tesisat, 1996)

Yakıt Tipi	Kullanılan Birim	Isıl Değer	kWh'e Dönüştürmek İçin Kullanılan Çarpım Faktörü
Doğalgaz	m <sup>3</sup>	8250 kcal/m <sup>3</sup>	9,59
LPG	kg	11200 kcal/kg	13,02
Fuel-oil Kalorifer Yakıtı	kg	9700 kcal/kg	11,28
Fuel-oil No.6	kg	9200 kcal/kg	10,70
Motorin	kg	10200 kcal/kg	11,86
Soma Kömürü	t	5500 kcal/kg	6395
İthal Kömür	t	6000 kcal/kg	6977

b) Hacim ısıtması için kullanılan enerji bulunur.

Hacim ısıtma enerjisinde, ısıtmanın yapıldığı yerde tüketilen elektrik enerjisi hesaba katılmalıdır. Bunun belirlenmesi genellikle zordur. Hacim ısıtma ile sıcak su ihtiyacının her ikisinin merkezi tesisle karşılanması halinde, bu tesiste tüketilen toplam yakıttan hacim ısıtması için kullanılan enerji miktarının hesaplanması gereklidir. Şayet hacim ısıtma enerjisi ayrı olarak ölçülemiyorsa, aylık enerji tüketiminin gösterildiği histogram kullanılarak tahmini bir enerji tüketimi kabul edilir.

Bu yöntem alternatif olarak, aylık tüketimler mevcut olmadığı için histogram çizilemezse, hacim ısıtma enerjisi, kombine hacim ısıtma ve sıcak su yakıt tüketiminin % 75'i kabul edilir.

c) Hava düzeltme faktörü göz önüne alınarak, hacim ısıtma enerjisi düzeltilir.

Dış hava sıcaklığı azaldıkça, bir binada daha fazla enerji kullanılır. Farklı yıllardan elde edilen veriyle uygun bir kıyaslama yapabilmek için, bir düzeltme faktörü kullanılır. Bu faktör, "Derece-Gün" bilgisinden bulunabilir.

Derece-Gün; bir baz sıcaklık ile dış hava sıcaklığının 24 saatlik ortalaması arasındaki °C cinsinden farktır (EIE Elektrik İşleri Etüt İdaresi, 1991). Baz sıcaklık, Derece-Gün'ün en fazla kullanıldığı İngiltere'de 15,5°C olarak alınır (Energy Efficiency Office, 1993a). Ülkemizde ise, binalarda iç hava sıcaklığının 18°C olması istenmiştir (Resmi Gazete, 1986). Kaloriferlerin veya diğer ısıtma sistemlerinin yakılması için, 12°C'den daha az olma koşulu getirilmiştir. TÜBİTAK tarafından yapılan Derece-Gün çalışmalarında baz sıcaklık olarak 18°C esas alınmıştır (Energy Efficiency Office, 1993a). Buna göre, dış hava sıcaklığı

18°C'nin altına düştüğünde ısıtma yapılması gerekmekte, ancak yönetmelikler dış hava sıcaklığının 12°C'den az olması durumunda ısıtma yapılmasını öngörmektedir. Örnek olarak bir haftalık ortalama dış hava sıcaklığı 13°C ise, bu;  $(18 - 13) \times 7 = 35$  Derece-Gün demektir.

“Hava Düzeltme Faktörü (HDF)”;

standart bir yıldaki toplam Derece-Gün'ün, enerji verisinin göz önüne alındığı yıldaki Derece-Gün'e bölünmesiyle hesaplanabilir. Standart yılda, son 20 yılın ortalaması alınır ve içinde 2462 Derece-Gün vardır.

$$\text{HDF} = \text{Standard Derece-Gün (2462)} / \text{Enerji Verisinin Bulunduğu Yıl İçin Derece-Gün} \quad (5.1)$$

Hava düzeltme faktöründe yer alan her iki Derece-Gün çoğu durumda benzer oldukları için, buradaki sonuç 1 değerine yaklaşacaktır. Şayet havayla ilgili veri elde edilemez ise, HDF değeri 1 olarak kabul edilebilir. Ancak bu, NPG'nin hesaplanmasında hassasiyetin azalmasına neden olacaktır.

d) Binanın durumu göz önüne alınarak, hacim ısıtma enerjisi düzeltilir.

Bir binanın ısı kaybının bir kısmı pencere ve kapılardan olan hava sızması nedeniyledir. Korunmamış binalarda aynı iç koşulları sağlamak için binada daha fazla enerji kullanılacağı doğaldır. Benzer olarak iyi korunmuş bir binada daha az enerji kullanılır. Bu amaçla, bina durum faktörü göz önüne alınır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 Bina durum faktörleri (EEO, 1993b)

Binanın Durumu	Durumun Açıklanması	Bina Durum Faktörü
Korunmuş	Bina, çevresindeki benzer yükseklikteki veya daha büyük binalarla çevrilmiştir. Bu, en fazla şehir merkez yerlerinde uygulanır.	1.1
Normal	Bina, şehir veya kırsal çevrede bulunmakta olup yer seviyesindedir.	1.0
Korumasız	Az olarak engellenmiş veya bitişik hiçbir engeli olmayan kıyı ve tepelik yerler	0.9

e) Hacim ısıtma enerjisi dışındaki enerji kullanımları göz önüne alınır.

Binada kullanılan tüm enerjiler daha önceden bulunan düzeltilmiş hacim enerjisine eklenir. Hacim ısıtma enerjisi dışında kalan enerji değerini normalleştirmeye gerek yoktur. Çünkü bu hava ve binanın koruma şekline önemli derecede bağlı değildir.

f) Binanın kullanım saatleri faktörü bulunur.

Ofis binaları, normalde iş amaçları için sürekli olarak kullanılmazlar ve kullanım saatleri bir ofisten diğerine göre farklılık gösterir. Bu güçlüğü gidermek amacıyla, yıllık enerji tüketiminde kullanım saatlerinin göz önünde tutulduğu bir düzeltme yapılabilir. Bu düzeltme faktörü, Derece-Gün düzeltmesine benzer şekilde Çizelge 5.3'teki referans değerlerin kullanılmasıyla hesaplanabilir.

Kullanım Saatleri Faktörü (KSF) = Standart Kullanım Saatleri/Binanın Kullanım Saatleri (5.2)

Çizelge 5.3 Ofisler için yıllık standart kullanım saatleri (EEO, 1993b)

Ofisin Tipi	Kullanma Saatleri
2000 m <sup>2</sup> 'den büyük	2600
2000 m <sup>2</sup> veya daha az	2400
Günde 24 saat kullanılan ofisler veya ofis kısımları	8760
Bilgi işlem merkezleri	8760

Binanın bir kısmı normalden daha fazla bir periyot için kullanılacaksa, kullanım saatleri faktörüne bir ayarlama yapmak, başka bir deyişle ilave kullanım saatleri toleransını göz önüne almak gereklidir. Bu ayarlama yöntemleri örnekle şöyle açıklanabilir:

Bir ofis binasının yıllık toplam kullanma saatinin, binanın %80'i için 3120 h ve %20'si için 8760 h olduğunu kabul edelim. Toplam enerji tüketimi bilinmekte olup, burada normal ve ilave çalışma saatlerinin her ikisi için tüketim yer almaktadır. 3120 h çalıştırılan binanın %80'i için kullanım saati faktörü;

$$KSF = 2400 / 3120 = 0,77 \text{ dir.}$$

Geri kalan %20 için;

$$KSF = 2400 / 8760 = 0,27 \text{ dir.}$$

Tüm bina için;

$KSF = 0,80 \times 0,77 + 0,20 \times 0,27 = 0,67$  olarak bulunur. Şayet ilave kullanım saati söz konusu olmasaydı, tüm bina için  $KSF = 0,77$  olarak bulunurdu.

g) Normalleştirilmiş performans göstergesi (NPG) hesaplanır.

Normalleştirilmiş performans göstergesi; düzeltilmiş yıllık enerji tüketiminin taban alanına bölünmesiyle bulunur.

$$\text{NPG} = \text{Düzeltilmiş Yıllık Enerji Tüketimi} / \text{Taban Alanı} \quad (5.3)$$

NPG'nin bulunmasıyla, standart koşullar altında binada tüketilen enerji miktarı belirlenir ve böylece benzer örnek binalar ile binanın performansının kıyaslanmasında kullanılabilir. Çizelge 5.4'te, NPG'nin sistematik bir şekilde hesaplanmasında kullanılacak f6y gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 Ofisler için performans kıyaslama değerleri (EEO, 1993b)

Binanın Tipi	EVO İyi	EVO Orta	EVO Zayıf
<i>İklimlendirilmiş Ofisler</i>			
2000 m <sup>2</sup> 'den büyük	250'den daha az	250 – 410	410'dan daha fazla
2000 m <sup>2</sup> ve daha az	220'den daha az	220 – 310	310'dan daha fazla
Bilgi İşlem Merkezleri	340'tan daha az	340 – 480	480'den daha fazla
<i>Doğal Hav. Ofisler</i>			
2000 m <sup>2</sup> 'den büyük	230'dan daha az	230 – 290	290'dan daha fazla
2000 m <sup>2</sup> ve daha az	200'dan daha az	200 – 250	250'den daha fazla

### 5.2.3 NPG'nin Diğer Binalarla Kıyaslanması

Performans göstergesinin diğer binalarla kıyaslanmasında, belirli performans kıyaslama değerleri alınır ve bu değerlerin seçimi kıyaslanmanın doğruluğu bakımından büyük önem taşır. Bu çerçevede Çizelge 5.4'te, kıyaslama değerleri olarak, örnek oluşturması bakımından İngiltere'deki değerler verilmiştir (Energy Efficiency Office, 1991). Binanın enerji verim oranı (EVO); iyi, orta ve zayıf olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir. Burada; doğal olarak, ilgili standartların göz önüne alınarak ülkemiz koşullarına göre EVO'nun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Aşağıda, Çizelge 5.4'te kullanılan Enerji Verim Oranı (EVO) iyi, orta ve zayıfı neyin kastedildiği açıklanacaktır:

**EVO İyi:** Bu gruba giren binalarda, genellikle iyi kontrol ve enerji yönetim prosedürleri vardır. Diğer enerji tasarrufları da sık sık mümkündür.

**EVO Orta:** Buradaki enerji tüketimi, orta düzeyde kontrol ve enerji yönetim prosedürlerinin uygulandığını göstermektedir.

EVO Zayıf: Enerji tüketimi gereksiz olarak yüksektir ve bunun düzeltilmesi için acil önlemler alınmalıdır.

### 5.3 Ofislerde Enerji Tasarrufu Önlemleri

Binalardaki enerji tasarrufu, esas olarak beş şekilde,

- a) Binadaki ısı kayıplarına yol açan karakteristikleri azaltmak için, binanın fiziksel konstrüksiyonun değiştirilmesiyle,
- b) Enerji tüketen ekipman ve kontrol cihazlarını daha fazla verimli yapmak için, bunların yerine başkalarının konması veya kalitelerinin yükseltilmesiyle,
- c) Enerjiyi fazla pahalı olmadan kullanmak için, enerji tüketen ekipmanın değiştirilmesi veya iyileştirilmesiyle,
- d) Tüketimin değerinin sürekli olarak belirlenmesiyle,
- e) Uygun elektrik ve ısı ihtiyaçlarının mevcut olduğu yerlerde, binanın elektrik ve hacim ısıtma/sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak için, kombine ısı ve güç tesisinin (kojenerasyonun) kurulmasıyla elde edilebilir.

Binalardaki enerji tasarruf önlemleri; savurganlık önlemleri, pasif tasarruf ilkeleri ve aktif tasarruf önlemleri olarak da üç grupta değerlendirilmiş, bunlarla ilgili alınması gereken önlemler maddeler halinde belirtilmiştir (Hepbaşlı, 1996).

Enerji yönetiminin amacı; konfor, servis ve verimlilik standartları sağlanırken, enerji kullanımının ve enerji giderlerinin mümkün olduğunca düşük tutulmasıdır (Energy Efficiency Office, 1994b). Tüm binalar, ister küçük isterse büyük olsun, binada kullanılan enerjinin sorumluluğunu üstlenen bir enerji sorumlusu (yöneticisi, yürütücüsü, müdürü) bulunmasını gerekli kılar. Bu kişi, enerji tüketimini ve enerjinin düzenli bir şekilde kullanılmasını inceleyerek, aşağıda belirtilen kişiler ve yerler için önemli yararları sağlayabilir (Energy Efficiency Office, 1991).

- Bina Çalışanları: Verimli olarak kontrol edilen çevre, çalışanlar için konforlu çalışma şartları sağlar ve verimliliğin artmasına katkıda bulunur.
- Kullanıcılar: İyi yönetilen binaların kullanıcıları, hacim (mekân) ısıtma, iklimlendirme ve diğer merkezi olarak verilen hizmetler için daha az para öderler.
- Bina Sahipleri: Verimli olarak işletilen binalar, şikâyetlerin giderilmesi için daha az

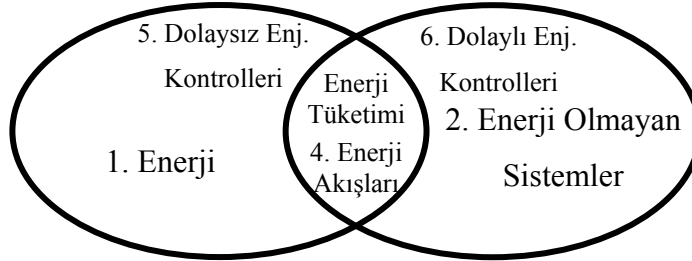
insan gücü gerektirerek, yönetimin daha az zaman tüketmesine neden olur. Bu tasarruflar, enerji giderlerinin azalmasına katkıda bulunur.

- Ülke: Fosil enerji kaynakları sonludur ve azalmaktadır. Enerji verimliliği, bu sayılı kaynakların boş yere harcanmaması için bir anahtardır.
- Dünya: Enerji verimliliği, küresel ısınma sorunlarına mevcut ve maliyet açısından etkin bir çözüm olmaktadır. Enerjinin verimli kullanımı, dünyamızın daha az kirlenmesi demektir.

#### **5.4 Binalarda Enerji Performansı**

Literatürde, binaların enerji tüketiminin modellenmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar söz konusudur. Bunlar arasında, Brander (Baird vd., 1984); Şekil 5.1'de ve Çizelge 5.5'te gösterilen, enerji sistemleri, enerji olmayan sistemler ve insan sistemleri olarak adlandırılan, üç temel sistemi kullandı. Enerji sistemleri; ısıtma, havalandırma veya aydınlatma gibi bazı yararlı hizmetlerin elde edilmesinde doğrudan enerjinin kullanıldığı sistemlerdir. Böyle sistemler, genellikle, işletme şeklini ayarlayan kontrol cihazları ile birlikte birkaç ekipmanı içerir ve normal olarak mühendislik modelleriyle ele alınır. Buna karşın, enerji olmayan sistemlerde, doğrudan enerji kullanılmaz, ama enerji sistemlerince tüketilen miktarı etkiler. Bu sistemler: bina zarfı karakteristikleri (örneğin; ısı direnç ve hava sızdırmazlığı), iç yüzeyler (konum ve yüzey yansım oranları), kapılar, pencereler ve eşyalardır. Enerji ve enerji olmayan sistemlerin her ikisi insan sistemleriyle (çalışma saatleri, binada bulunanların davranışı, temizlik takvimleri, bakım ve termostat ayarları gibi) kontrol edilir. Bu üç sistemin davrandığı ve etkileşimde bulunduğu yollar, bir binanın enerji performansını belirler.

### 3. İnsan Sistemleri



Şekil 5.1 Enerji, enerji olmayan ve insan sistemlerinin etkileşimi; Brander'in Modeli (Baird vd., 1984)

Çizelge 5.5 Enerji, enerji olmayan ve insan sistemlerinin etkileşimi (Baird vd., 1984)

1. Enerji Sistemleri	2. Enerji Olmayan Sistemler	3. İnsan Sistemleri
Hacim Isıtması Mekanik Havalandırma Aydınlatma Ekipman Konut Sakinleri	Binanın bünyesi; kapılar, pencereler, duvarlar, döşemeler ve benzerleri	Çalışma zamanları Hacim kullanımı Konut sakinlerinin davranışları Bakım takvimi
4. Enerji Akışları	5. Dolaysız Enerji Kontrolleri	6. Dolaylı Enerji Kontrolleri
Hava sızması Güneş enerjisi kazançları Isıl iletim	Termostatlar Vanalar ve anahtarlar Zaman saatleri	Pencerelerin açılması Perdelerin çekilmesi

#### 5.5 Konut Sektöründe Kullanılan Enerji Verimlilik Göstergeleri

Bina sektörü ilginçtir. Çünkü bu sektör benzer ekipmanı olan birçok tüketiciden meydana gelmiştir ve bundan dolayı oldukça homojen (örneğin; imalat ve hizmet sektörleriyle kıyaslandığı zaman) olarak ele alınabilir. Talep yapılarındaki bu tek düzeliği ve (kabul edilen) basitliği nedeniyle bu sektör birçok enerji politikalarının odak noktasını oluşturur (Haas, 1997). Bu politikaların etkisini değerlendirmek için, ülkeler arasında kıyaslamalarda kullanılmak üzere, uluslararası kabul görmüş, enerji verimlilik göstergelerinin kullanılması

büyük önem taşır.

Konutlardaki enerji talebine neler etki etmektedir? Gelecekte nasıl ele alınacaktır ve enerji politikasından nasıl etkilenebilir? Bu sorulara cevap vermek için, enerji tüketimini etkileyen parametreleri ve birbiriyle olan etkileşimlerini analiz etmek gereklidir. Bundan ötürü, örneğin; yapısal, iklimsel, demografik (nüfus sayımı ve toplumsal istatistik bilgisiyle ilgili), ekonomik ve teknik gibi, farklı tipte parametreler kullanılır. Göstergelerin oluşumunda kullanılan bu parametrelere kısa açıklaması Çizelge 5.6'da gösterilmiştir.

En önemli dolaysız parametreler; yapı, davranış ve teknik verimdir. Yapı, örneğin; konut alanı, su ısıtma sistemlerinin sayısı gibi, uzun süreli hizmet talebidir. Davranış, örneğin; iç hava sıcaklıklarının ayarlanması, havalandırma debilerinin seçimi, cihazların ve lambaların işletme zamanı gibi, kısa süreli hizmet talebidir. Teknik verim, belirli miktarda bir hizmetin elde edilmesi için ne kadar enerjinin gerekli olduğunu açıklar. Buna ilaveten, iklim ve nüfus gibi diğer değişkenler enerji talebini etkiler.

Bu parametrelerin bazıları, özel terimlerle özetlenebilir. Yapı ve davranışın her ikisi ferdi kullanıcıların kararlarına ve yaşam şekillerine bağlıdır. Bundan ötürü, kısaca yaşam tarzı olarak açıklanabilir. Yaşam tarzına etki eden esas, gelir ve davranıştır, Teknik verim ve tüketici davranışı, birim ekipman başına tüketimi etkiler ve yoğunluk olarak adlandırılabilir. Yoğunluklara örnek olarak, birim cihaz başına kWh ve metre kare konut alanı başına kWh verilebilir.

Verim ve davranış, birbirini etkileyebilir. Çünkü verim ne kadar yüksek ise, hizmet fiyatları o denli ucuzlar. Esneklik denilen bu etki, hacim ısıtması, su ısıtması ve aydınlatma gibi son kullanımlar için önemlidir. Fiyatlar ve standartlar, verim artışı için ana etki faktörleridir. Enerji tüketimini etkileyen en önemli dolaylı (direkt olmayan) parametreler, gelir, enerji fiyatları ve tutumdur. Son olarak, değişik enerji politikası tiplerinin (vergiler, standartlar, bilgi) enerji tüketimine dolaylı veya dolaysız etkisi vardır.

Çizelge 5.6 Farklı ülkelerde konutların enerji talebindeki farklılıkları açıklayan bazı değişkenler (Hepbaşlı, 1996)

Değişken	Açıklama
Nüfusla ilgili (Demografik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aile büyümesi veya azalması</li> <li>• Nüfus artışı</li> <li>• Konutta oturanların yaşı</li> </ul>
Ekonomik Faktörler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enerji fiyatları</li> <li>• Ekipmanın yalıtım giderleri</li> <li>• Mevcut gelir</li> </ul>
Ferdi Faktörler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutum</li> <li>• Farkında olma</li> </ul>
Yaşam Tarzı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evde/işte harcanan zaman</li> <li>• Evin içindeki ve dışındaki etkinliklerin karışımı</li> </ul>
Kültür	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pişirme/yıkama/ısıtma/konfor</li> <li>• Gelenekler</li> <li>• Ekipmanın durumu</li> </ul>
Yapı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konut alanı</li> <li>• Merkezi ısıtmanın payı</li> </ul>
Teknoloji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verim</li> </ul>
İklim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yapı ve cihaz standartları</li> </ul>
Politika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergiler</li> <li>• Elektrik, su, gazın talep tarafı yönetimi programlarının etkisi</li> </ul>

### 5.6 Ülkemiz Binalarında Enerji Yönetim Sistemi Kurulması Neden Gereklidir?

Ülkemiz binalarında, özellikle enerji tüketimi yüksek olan binalarda, enerji yönetim sistemlerinin kurulması, aşağıda belirtilen bazı nedenlerden ötürü kaçınılmazdır.

a) Ülkemizin binalarında, tahmin edilen ortalama enerji yoğunluğu konutlarda  $250 \text{ kWh/m}^2$ -yıl, ticari ve sosyal binalarda  $400 \text{ kWh/m}^2$ -yıl olup, ileri ülkelerde belirlenen değerin 2-3 katı mertebelerinde tutmaktadır (TÜBİTAK-TTGV,1998).

b) Özellikle, kamu binalarında, yakıt tüketimleri, derece-gün bölgelerine göre aşağıda verilmiştir (Hepbaşlı, 1996);

- 1. Bölge :  $144 \text{ kWh/m}^2$
- 2. Bölge :  $251 \text{ kWh/m}^2$
- 3. Bölge ;  $262 \text{ kWh/m}^2$

- 4. Bölge : 353 kWh /m<sup>2</sup>

c) Bina sektöründe özellikle ısı olarak en az % 30 tasarruf potansiyeli söz konusudur.

d) Ülkemizdeki bazı binalarda (örneğin; bazı üniversite binalarında) yıllık enerji tüketimleri, sanayide enerji verimliliği çalışmalarının yürütülmesinin ve böylece enerji yöneticilerinin gündeme geldiği 2000 TEP değerinin 3 ila 4 katı üzerinde olmaktadır. Ancak, buralarda herhangi bir enerji yönetim sistemi yoktur. Buna örnek olarak, İTÜ; 9000 TEP, ODTÜ ; 8000 TEP (Hepbaşlı ve Eltez, 1999) gösterilebilir.

Binalarda enerji yönetimi dendiği zaman, başka bir deyişle etkin bir enerji yönetimiyle, konfor, servis ve verimlilik standartları sağlanırken veya geliştirilirken enerji kullanımının ve enerji giderlerinin mümkün olduğunca düşük tutulması akla gelmelidir (Hepbaşlı, 2000b). Bu da ancak enerji verimliliğinden sorumlu olan bir kişinin (enerji yöneticisinin) varlığı ile mümkün olabilir. Bunun yanı sıra, üst yönetimin kesin kararı, desteği kaçınılmazdır.

Bu bağlamda, binalarda enerji yönetim sisteminin kurulması için çok farklı akış şemaları söz konusudur (Energy Efficiency Office, 1991; Hepbaşlı, 1997). Ancak, Şekil 5.2'de gösterildiği gibi, uygulamada beş aşama genel bir yöntem olarak karşımıza çıkar (Smith, 1997).



Şekil 5.2. Enerji yönetim programı akış şeması (Smith, 1997)

a) Geçmişe Yönelik Enerji Kullanımını Gözden Geçirin

Geçmiş yıllara yönelik olarak, yakıt, elektrik, su ve benzerlerine ait tüketim değerleri kaydedilir. Daha sonra, bu tüketimler, yıllık değişimlerin ve eğilimlerin değerlendirilmesi amacıyla, aylık bazda grafiksel olarak çizilir. Birkaç yıla ait değerlerin (örneğin; geçen yıl, bu

yıl ve planlanan gelecek yıl) forma konulmasıyla, geçmiş eğilimler gözden geçirilebilir ve gelecekteki enerji tüketimleri bedeller ile kıyaslanabilir. Seçenek olarak, belirlenen üretim ile ilgili birkaç enerji şekilleri veya enerji tüketimleri (bir restoran için servis yapılan yemekler; bir çamaşırhane için kg olarak yıkanan çamaşırlar) kıyaslanabilir.

#### b) Enerji Auditleri Yapın.

Enerji auditinin yapılmasına girişmeden önce, bu sözcüğün farklı isimler ile kullanıldığını hatırlatmakta büyük yarar vardır. Bunlar; enerji incelemesi, enerji taraması, enerji değerlendirmesi, enerji analizi, enerji tasarruf etüdüdür (Hepbaşlı, 1999c). Çizelge 5.7 ve 5.8'de bir binada enerji auditinin yapılmasında kullanılan veri formları gösterilmektedir. Çizelge 5.7'de verilen "Bina Enerji İnceleme Formu", binada enerjinin nasıl kullanıldığını brüt olarak göstermede yardımcı olur. Bu form, tek ailenin oturduğu konutlarda kullanılmaz. Bununla beraber, apartmanlarda kullanılabilir. Aslında, ticari binalar için de tasarlanabilir.

Çizelge 5.7 Binalar için enerji inceleme formu (Hepbaşlı, 1999c)

GRUP ADI	AÇIKLAMA				
Binanın Özellikleri	İsmi: ..... Kullanım Yılı: ..... Isıtma Derece Gün: .....				
	Yer: .....				
	Kat Sayısı: ..... Brüt Taban Alanı: ..... m <sup>2</sup> Net Taban Alanı: ..... m <sup>2</sup>				
	Çift Camın Yüzey Alanı: %..... Soğutma Derece Gün: .....				
	İklimlendirme Sistemi Tipi: .....				
	Aydınlatma Ekipman Tipi: .....				
Binanın İşlevi	Kullanım Amacı: .....				
	Tam Zamanda Binada Bulunanların (Personel) Sayısı: ..... kişi				
	Geçici Bulunanların (Ziyaretçi) Sayısı: ..... kişi				
	Yıllık İşletme Saatleri: ..... saat				
	Yıllık Birim Üretim: .....				
Kurulu Kapasitesi	Kurulu Toplam Aydınlatma Kapasitesi: .....				
	7,5 kW (10 HP)'dan Daha Büyük Elektrik Sürücülerinin (Motorlar, Pompalar, Farlar, vb.) Toplam Kurulu Kapasitesi: ..... kW				
	Toplam Buhar İhtiyacı: ..... kg/gün				
	Toplam Gaz İhtiyacı: ..... m <sup>3</sup> /gün				
	Diğer Toplam Yakıt İhtiyaçları: .....				
Yıllık Enerji Son Kullanımı	Enerji Şekli	Enerjinin Birimi	Yıllık Tüketim	kWh'e Dönüştürme Katsayısı	Yıllık Tüketim (kWh/yıl)
	Elektrik	kWh			
	Buhar	kg			
	Doğalgaz	m <sup>3</sup>			
	Kal. Yakıtı	kg			

	Kömür	ton			
	Diğer				
Bin. Enerji Kullanımı Performans Faktörleri (BEKPF)	BEKPF 1 = (kWh/yıl) / Net Taban Alanı (m <sup>2</sup> ) = ...../..... kWh/m <sup>2</sup> -yıl BEKPF 2 = (kWh/yıl) / Ort. Yıllık Bulunanlar = ...../..... kWh/kişi-yıl BEKPF 3 = (kWh/yıl) / Yıllık Üretim Birimi = ...../..... kWh/birim-yıl				

Çizelge 5.8 Enerji Auditi Veri Formu (Smith, 1997)

Tesis Adı:		Tarih:		Sayfa No:			
Yeri:		İnceleme Süresi:		Notlar:			
		1 gün    1 hafta					
		1 ay     1 yıl					
Dönüşüm Bilgileri: 1kWh = 3,6 MJ; 1 hp = 0,746 kW							
Poz No	Ekipmanın Açıklaması	İsim Plakası Kapasitesi (kW, hp vb.)	Güç Değerleri (kW)	Tahmini % Yük (%100, %50 vb.)	Periyot Başına Tahmini Saatlik Kullanım	Periyot Başına Toplam Enerji Kullanımı (kWh)	Periyot Başına Toplam Enerji Kullanımı (MJ)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

Binada bulunan her bir ekipmanla kullanılan enerji ile ilgili bilgiyi toplamak için Çizelge 5.8'de gösterilen formdan yararlanılabilir. Bunlar toplandıktan sonra, audit sonuçları geçmişe yönelik enerji kayıtları ile kıyaslanır. Enerji auditi sonuçları, geniş kapsamlı bir analiz çalışması olup, her bir ekipmanla kullanılan ana enerjinin belirlenmesini mümkün kılar.

Enerji auditerinin yapılmasının diğer bir yolu da bilgisayar kullanmaktır. Böylece, veriyi kaydetmek ve hesapları yapmak için ticari olarak mevcut bir veri tabanından yararlanılır. Şayet iş yükü fazla ise veri tabanı; sık sık kullanılan elektrik yüklerini, enerji fiyatlarını (su, yakıt, elektrik) ve prosesi otomatik hale getirmek için diğer önemli bilgileri kapsayabilir. Bunun yanı sıra, mobil bilgisayarları olan mühendislik araçları, hızlı bir şekilde tarama yapılmasında ve büyük ticari ünitelerden enerji verisini taranmasında yardımcı olabilir.

Enerji auditi yapmanın başka bir yolu da, boyut, tip, iklim bölgesi ve diğer belirleyici

parametrelere dayalı olarak tipik binada oturanlar için enerji kullanımlarını bulmaya yarayan ticari olarak mevcut bilgisayar programlarını kullanmaktır. Bu programlar, aslında gerçek bir tarama kadar hassas değildir. Ama binaların seçilmesinde ana ön kriter olarak işe yararlar.

Enerji auditinin yapılmasında karşılaşılan sorunlardan biri, her bir ekipmanda kullanılan enerjinin belirlenmesidir. Birçok durumda, örneğin elektrik tüketimleri ile ilgili olarak, yayınlanmış veri vardır. Bazı durumlarda ise, mühendislik tahminleri yapılmalı, imalatçılara danışılmalı veya enerji ölçümünü hassas olarak yapmak için gerekli ölçme düzenekleri kurulmalıdır.

#### c) Enerji Yönetim Olanaklarını Belirleyin.

Tesiste enerji kaynaklarının ne denli verimli kullanıldığını belirlemek için bir hesaplama yapılmalıdır. Ancak, bunu birçok durumda yapmak güçtür. Bununla beraber, benzer iklimlere sahip binaların kıyaslanması ile genel bir fikir edinilebilir. Daha sonra, en fazla enerjinin kullanıldığı alanlar veya ekipman incelenmelidir. Her bir eleman gözden geçirilmeli ve aşağıdakiler sorulmalıdır:

- Bu gerçekten gerekli midir?
- Aynı ekipman daha fazla verimli olarak nasıl kullanılabilir?
- Aynı amaca daha az enerji kullanılarak nasıl ulaşılabilir?
- Daha az enerji kullanmak için ekipman iyileştirilebilir mi?
- Yeni, daha fazla verimli ekipman gider açısından etkin olabilir mi?

#### d) Enerji Tasarrufu Sağlamak İçin Değişimleri Yapın.

Enerji tasarrufu sağlamak amacı ile belirli faaliyetler belirlendiği zaman, ekonomik yararları ortaya koymak ve faaliyetin giderini doğrulamak için bir ekonomik analiz yapmak gerekecektir (Hepbaşlı, 2000b). Daha sonra, bina sahibinin (veya binada oturanın) ekonomik kriterini sağlayacak olası değişimler ele alınacaktır. Ekonomik kriterde minimum bir geri ödeme yüzdesi (örneğin; %25), minimum bir geri ödeme süresi (örneğin; 2 yıl) veya minimum bir kar-gider oranı (örneğin; 2) göz önüne alınabilir.

#### e) Enerji Yönelim Programını İzleyin, Hedefleri Koyun, Gelişmeyi Gözden Geçirin.

Bu, enerji yönetim programının son aşamasıdır ve belki de en önemlisidir. İşletme personelinin işletmenin eski şekline dönmesi, cihazların kalibrasyonlarının bozuk olması,

gerekli bakımın ihmal edilmesi ve diğerleri gibi nedenlerden ötürü tasarrufların kademe kademe ortadan kalkmaması için programın sürekli olarak izlenmesi gereklidir. Aynı zamanda, programların başarısını ve performansını gösteren hedefler (gerçekçi olmalıdır) de konulmalıdır (Hepbaşı, 2000b).

## BÖLÜM 6

### 6. ENERJİ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ YÖNETMELİKLER VE YASAL DÜZENLEMELER

Enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar yeni değildir. Dünya, 1973 ve 1979 petrol krizlerini takiben, ülkeler, daha yüksek verimler elde ederek, ekonomik olarak büyürken, enerji bütçesini kısıtı. Örneğin; dünya fosil yakıt bütçesinin büyük bir yüzdesini tüketen OECD ülkelerinde, enerji tüketiminde birim gayri safi yurt içi hasıla başına % 20'lik bir düşüş elde edildi (Kamal, 1997).

Bunun yanı sıra, gelişmekte olan ülkeler etkin önlemler alarak, tüm sektörlerde enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik stratejiler oluşturdular. Buna paralel olarak, Avrupa Birliği'ne üye ülkeler, ekonomik ve sosyal kalkınmayı engellemeden, enerjinin ekonomik ve doğru kullanımını sağlayarak, enerji tüketimini azaltma amacını benimsediler (Dilmaç, 1996). Bununla ilgili enerji verimliliği konusunda yasalarını çıkardılar.

7-9 Aralık 2001 tarihleri arasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından düzenlenen "1. Enerji Şurası" çerçevesinde, esas itibariyle komisyonların raporlarına dayandırılarak bir dizi kararlar alındı. Bu kararlardan biri şudur: "Enerji tasarrufu çalışmalarını etkili bir şekilde kontrol edebilen bir yasa çıkarılmalıdır. Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM) yetkili ve özerk bir organizasyon haline dönüştürülmelidir." (Tesisat, 1999). Burada sözü geçen ve halen çalışmaları süren, "Enerji Verimliliği Yasa Taslağı"nın (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998) önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Başka bir deyişle, ülkemizde, enerji verimliliği ile ilgili olarak, maalesef, halen herhangi bir yasa bulunmamaktadır. Hazırlanan yasa taslağının amacı ise "yasada belirtilen hedefler doğrultusunda, ekonomik üretim seviyesini düşürmeden, yaşam kalitesinden ve ihtiyaçlarından fedakârlık etmeden, ülkenin hızla kalkınması yanında enerjiden de tasarruf edilmesini sağlamak, ülkenin politika ve programlarıyla uyumlu olarak yapılacak düzenlemeler vs. alınacak önlemler ile ilgili teknik ve hukuki esasları belirlemektir" (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998).

Burada, 1979 yılında Japonya'da çıkarılan "Enerjinin Rasyonel Kullanımı Yasası" ile nelerin göz önüne alındığını belirtmek yararlı olacaktır (Energy Conservation Center Japan, 1998). Bu yasada, enerji kullanımını rasyonelleştirmek amacıyla, aşağıdaki kişilerce yapılan çabalar için yargılama kriterleri belirtilmekte ve çabaları yetersiz olanlar için ise, önerilerde bulunmaktadır.

- Bir fabrikada veya başka bir kuruluştaki imalat gibi iş yapan herhangi bir kişi,
- Herhangi bir binanın sahibi,
- Makine ve cihazların herhangi bir imalatçısı veya ithalatçısı

Yasa; aynı zamanda, enerji tüketimi fazla olan fabrikalara enerji yöneticisinin atanmasını gerektirmektedir.

Ülkemizde, Çizelge 6.1'de gösterildiği gibi, sanayide enerji verimliliği çalışmalarının gerçekleşmesi için önemli girişimleri gerekli kılan bir yönetmelik ve bu yönetmeliği destekleyen iki önemli duyuru söz konusudur (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998; Resmi Gazete, 1995, 1996, 1998). Bunun yanı sıra, bu yönetmelik ve duyurulara uyulması konusunda, 11 Aralık 1997 tarihli Başbakanlık Genelgesi yayımlanmıştır (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998).

Bununla beraber, enerji verimliliğiyle ilgili olarak, “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler” hakkında yönetmeliğin çıkmasına karşın, diğer konularda olduğu gibi, maalesef, bu yönetmeliğin geçiş aşamasında biraz sıkıntılar yaşanmaktadır. Bundan ötürü, yönetmeliğin kapsam ve uygulamasının kongre, sempozyum ve benzeri etkinliklerde dile getirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çerçevede, yukarıda sözü geçen yönetmelikte, Çizelge 6.2'de belirtildiği gibi, 2000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) sınır değeri söz konusudur. Burada, TEP kavramının bir örnekle açıklanması yararlı olacaktır. Örneğin; bir fabrika yılda alt ısı değeri 4000 kcal/kg olan 1000 ton kömür ve 10000 MWh'lik elektrik enerjisi tüketsin. Şimdi bu fabrikanın enerji tüketiminin kaç TEP olduğunu bulalım. Bunun için, ilgili yönetmelikte verilen çizelge kullanılarak, çevrim katsayısı elde edilir. Bu katsayı alınırken, miktarın birimine dikkat edilmelidir. Burada, kömürün kendi çeşidine ait çevrim katsayısı bulunamıyorsa, yakıtın alt ısı değeri 10000'e bölünerek hesaplanabilir. İlgili çözümü Çizelge 6.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 6.1 Enerji verimliliği ile ilgili yönetmelik ve duyurular (Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998)

Sıra No	Resmi Gazete Tarih ve No'su	Yayın Tipi	Açıklama	Amaç	Kapsam	Önemli Notlar
1	11.11.1995 (22460)	Yönetmelik	Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması için Alacakları Önlemler	Enerji tüketimi yüksek olan sanayi sektöründeki enerji verimliliğinin arttırılması için gerekli düzenlemeleri sağlamaktır.	Sanayi, sanayi ve ticaret odalarına bağlı olarak kamu ve özel sektörde endüstriyel faaliyet gösteren kuruluşlar ile maden çıkartılması ve işlenmesi ile ilgili ve yıllık toplam enerji tüketimi 2000 TEP'e eşit ve büyük tesislerdir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fabrikalar, belirlenen zaman aralıklarında enerji tasarrufu etütlerinin yapılmasını veya yaptırılmasını temin edecektir. Ayrıca, elde edilen sonuçların ve uygulama planlarının Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi (UETM)'ne gönderilmesini sağlayacaklardır.</li> <li>Tesislerde enerji tüketiminin sağlıklı bir şekilde izlenebilmesi için, gerekli ölçme ve izleme cihazları ilgililerce temin edilerek, tesislerine monte ettirilecektir. Bunun yansıra, tesislerdeki ana ürünleri için aylık bazda birim ürün başına enerji tüketimi izleyecek ve 3 ana ürün için yıllık ortalamaları UETM'ye ulaştırılacaktır.</li> <li>Kapsam içerisinde kalan fabrikalarda, yönetmelikte sözü geçtiği üzere, enerji yönetim sistemi oluşturulacaktır.</li> <li>Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yürütülecek bu yönetmeliğin uygulanmasından ve uygulamanın devamlılığından, fabrikanın üst yönetimi sorumlu olacaktır.</li> </ul>

Çizelge 6.1 Enerji verimliliği ile ilgili yönetmelik ve duyurular (Devamı)

Sıra No	Resmi Gazete Tarih ve No'su	Yayın Tipi	Açıklama	Amaç	Kapsam	Önemli Notlar
2	31.08.1996 (22743)	Duyuru	Enerji Yönetimi Dersi ve Kursu Düzenleme Esasları	Üniversitelerin Mühendislik Fakültelerinin bünyesinde ve Makine, Elektrik, Kimya, Endüstri ve Çevre Mühendisliklerine yönelik olarak, fabrikalarda Enerji Yöneticisi yetiştirmek amacıyla lisans seviyesinde 1 yarıyıl süreli olarak düzenlemektir.	İlgili yönetmelikte sözü geçen konular esas olmak üzere, üniversitelerin gerekli gördüğü konuları da içerebilecektir.	<p>Dersin teorik kısmı yanında, dersi başarıyla bitirenlerin sertifika alabilmeleri için aşağıdakilerin tamamlanması gerekmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bir uygulama çalışması, yöredeki bir fabrikada ilgili öğretim üyelerinin denetiminde, en çok bir hafta süreli olarak yapılacaktır.</li> <li>• Uygulama çalışması; ölçüm, değerlendirme ve rapor hazırlama aşamalarını kapsayan proje ödevi olarak gerçekleştirilecektir.</li> <li>• Hazırlanan rapor, fabrikaya ve UETM'ye gönderilecektir.</li> </ul> <p>Kurslar ile ilgili olarak şunlar belirtilmiştir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurs süresi 2 haftadan kısa olmayacaktır.</li> <li>• Devam % 95 ve sınav başarı notu 100 üzerinden 65'dir.</li> <li>• Kurslarda en fazla 20 katılımcı bulunacaktır.</li> <li>• Kurslar, sektörel bazda düzenlenecektir.</li> <li>• Kurs sonunda adaylar, fabrikada yapacakları çalışma ile ilgili olarak, rapor hazırlayacaklardır.</li> </ul>
3	08.07.1998 (23396)	Duyuru	Enerji Tasarrufu Etütleri için Yetki Belgesi Verilmesi Esasları	Enerji tasarruf etütleriyle fabrikalardaki enerji verimliliğinin artırılması ve ürün başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır.	Enerji tasarrufu etütleri konusunda uzmanlaşmış kuruluşlar, danışmanlar veya kuruluşun kendi personeli tarafından yapılabilir, ön enerji etüdü, detaylı enerji etüdü ve fizibilite çalışması olmak üzere üç aşamalıdır.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etütlerin maliyetleri, detaylı enerji etüdü, ön fizibilite çalışmaları ve fizibilite çalışmaları için sırasıyla, <math>\pm</math> %25, %15 ve %10'dur.</li> <li>• Enerji tasarrufu etütlerinin yürütülmesi için yetki şartları belirtilmiştir.</li> <li>• Enerji tasarrufu etütlerini yürütecek firmaların güvenilirliğinin artırılması için, profesyonel sorumluluk garantisi söz konusudur.</li> <li>• Yetki alacak firmalar için puanlama sistemi getirilmiş ve yetki 5 yıl süreyle sınırlandırılmıştır.</li> </ul>

Çizelge 6.2 TEP (Ton Eşdeğer Petrol)'in bulunmasıyla ilgili örnek hesaplama

(Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, 1998)

<b>Enerji Kaynağı</b>	<b>Isıl Değeri</b>	<b>Miktar</b>	<b>Çevrim Katsayısı (A)</b>	<b>Tüketim Miktarı (B)</b>	<b>Sonuç (C=AxB)</b>
Kömür	4000 kcal/kg	1 ton*	0.400	5000 ton	2000 TEP
Elektrik	860 kcal/kWh	1000 kWh (1MWh)	0.086	10000 MWh	860 TEP
<b>TOPLAM</b>					<b>2860 TEP</b>
*Yönetmelikte verilen tabloda, belirli kömür tipleri için çevrim katsayısı verilmiştir. Burada belli olmadığı için; Çevrim Katsayısı = Yakıtın Alt Isıl Değeri / 10.000 bağıntısı kullanıldı.					

Ek 1'de "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik" yer almakta ve şirketlerin uyması gereken kurallar açıklanmaktadır.

## BÖLÜM 7

### 7. ELEKTRİK MOTORLARINDA ENERJİ TASARRUFU VE ENERJİ YÖNETİMİ

Bu bölümde, motor yükü ve verimlilik arasındaki ilişki ile gerilim dengesizliğinin enerji verimliliğine etkisi incelenecektir.

#### 7.1 Motor Yükü Düşüncesi Teknikleri

Çalışma etkinliği ve motor yükü değerleri, ölçümlerden ve motor hakkındaki bilgilere göre temel alınmalıdır. Motor yükü; motor parçalarının tam yüklü değerinde voltaj, akıma bölünmesiyle bulunur.

Motor yükünün hesaplanmasında iki eşitlik kullanılabilir. Kilowatt yöntemiyle, eğer giriş gücü biliniyorsa da yük bulunabilir. Slip teknik olarak adlandırılan yöntemi ise sadece stroboskop takometre değerlerini biliniyorsa ve kilowatt değerleri mevcut değilken kullanılır. Tam yük veya senkronizasyon hızı, motorun üzerindeki tablodan okunabilir. Yeni nesil motorlarda ise hız karakteristiği ürün katalogundan bulunabilir [5].

#### *Kilowatt oran tekniği*

$$\text{Motor yükü} = [\text{kW giriş veya gerilim}_{\text{ort}} \times \text{akım}_{\text{ort}} \times (\text{güç faktörü} / 100) \times \sqrt{3} / 1000] / [(\text{hp}_{\text{belirtilen}}) \times (0,746) / \text{tam yük verimi}] \quad (7.1)$$

#### *Slip tekniği*

$$\text{Motor yükü} = (\text{rpm}_{\text{senkron}} - \text{rpm}_{\text{ölçülen}}) / [(\text{rpm}_{\text{senkron}} - \text{rpm}_{\text{tam yük}}) \times (\text{gerilim}_{\text{belirtilen}} / \text{gerilim}_{\text{ölçülen}})^2] \quad (7.2)$$

Arizona Department of Commerce Energy Office, slip tekniğinin kullanılmasına karşı olduğunu belirtmektedir. Departman, yükün gerçek rms akım değerlerine göre belirlenmesini önermektedirler. Motor üzerindeki yük şu şekilde ifade edilir.

#### *Amperaj oran tekniği*

$$\text{Motor yükü} = (\text{akım}_{\text{ölçülen}} / \text{akım}_{\text{tam yük}}) \times (\text{gerilim}_{\text{ölçülen}} / \text{gerilim}_{\text{tam yük}}) \quad (7.3)$$

Motor %50 yüklü ise motorun amperajı lineer olarak %50'ye düşerken, aralarındaki ilişki doğru orantıya sahip değildir. Örnek olarak, %50 yüklü iken akım, tam yüklü zamanındaki akımın yarısına eşit değildir. Amperaj oran tekniğinin bir gelişmiş versiyonunda, motorun tam ve yarım yüklü akım değerleri arasında lineer interpolasyon tekniği kullanılır.

$$\text{Motor yükü} = 0,5 + 0,5 \times \{[\text{akım}_{\text{ölçülen}} \times (\text{gerilim}_{\text{ölçülen}} / \text{gerilim}_{\text{isim plakası}}) - \text{akım}_{\%50 \text{ yük}}] / [\text{akım}_{\text{tam yük}} - \text{akım}_{\%50 \text{ yük}}]\} \quad (7.4)$$

## 7.2 Motor-Yük İlişkisine Karşı Verimlilik

Standart ve enerji verimli motorların verimliliği tam yükün %75'i civarındadır ve yük noktasının %50'sine kadar düşer. Daha büyük motorlarda bu oran %25'e kadar düşebilir. Parçalı yük noktalarındaki verim değerleri, enerji verimli ve standart motor modellerinin çeşitli boyutları için Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Çizelge 7.1'den iki ana bilgi çıkarılabilir:

- Büyük motorlar daha yüksek, tam ve parçalı yüklü verimlilik değerleri sergiler.
- Ufak motorlarda %50 oranının altına düşme çok daha hızlı olmaktadır.

Nominal yükün %40'ında çalışan 75kW'lık (100 hp) standart motor, nominal yük noktasında çalışan enerji verimli 30kW'lık (40hp) motor kadar verimli çalışabilir [6].

Çizelge 7.1 1800 rpm için tam ve parçalı yüklerin verimi [6]

		Tam Yük	%75 Yük	%50 Yük	%25 Yük
75 kW (100 hp)	U.S. Motors - Premium	95,8	96,3	96,1	94,3
	Reliance XE	95,4	95,7	95,4	93,2
	Magnetek Standard	93	94	94	89,3
	U.S. Motors - Standard	92,4	93,8	93,9	91,6
30 kW (40 hp)	U.S. Motors - Premium	94,5	94,9	94,6	92
	Reliance XE	94,1	94,1	94	91,4
	Magnetek Standard	91	89,5	92,4	86,5
	U.S. Motors - Standard	90,2	88	90,8	86,9
15 kW (20 hp)	U.S. Motors - Premium	93	92,7	92,5	89,5
	Reliance XE	92	93	92	M#
	Magnetek Standard	88,5	89,5	89,5	84
	U.S. Motors - Standard	88	88	86,3	79,9

7,5 kW (10 hp)	U.S. Motors - Premium	91,7	90,4	89,8	85,3
	Reliance XE	91,7	92,2	91,8	87,8
	Magnetek Standard	87,7	89,5	88,5	82,5
	U.S. Motors- Standard	86	88	86	80,6
3,7 kW (5 hp)	U.S. Motors - Premium	89,5	90,4	89,5	84,3
	Reliance XE	89,5	89,7	87,5	82,6
	Magnetek Standard	85,5	86,5	85,5	75
	U.S. Motors - Standard	84	84	82	74
Kaynak: MotorMaster veritabanı					

### 7.3 Motor Yüğü ve Hızı Arasındaki İlişki

Bir indüksiyon motorunun asıl çalışma hızı, senkronize hızından daha azdır. Motorun senkronize ve asıl çalışma hızı arasındaki fark slip olarak isimlendirilir. Birçok enerji verimli motor azalmış tam yük slip ile çalışmaya eğilimlidir.

Santrifüj vantilatörler ve pompalar için, motor çalışma hızındaki ufak bir değişim, daha sonra yıllık enerji tüketiminde büyük bir değişikliğe yol açar. Fan ve pompa yasası gösterir ki, santrifüj yükü tarafından motora yüklenen hp yükü üçüncü kuvvet ya da rotasyonel hızın küpü olarak değişir. Denildiğine göre motorun rotasyonel hızındaki -1740'dan 1760 rpm'e- en az 20 rpm'lik artış, pompa veya fanı süren motora yüklenen yükte %3,5 civarında artışa neden olabilir. Dağıtılan su ya da havanın kalitesi hızla lineer olarak değişir.

Slip ve çalışma hızı uygulanan yüke bağlıdır. Mesela %25 yüklenmiş 75 kW'lık (100 hp) motor, %50 yüklenmiş 37 kW'lık (50 hp): %62,5 yüklenmiş 30 kW (40 hp); %83 yüklenmiş 22 kW'lık (30 hp) veya tam yüklenmiş 19 kW'lık (25hp) motorla yer değiştirebilir.

Tam yük noktasında, tam yük hızına ulaşına kadar, motorun üzerindeki yük arttıkça hızı azalır. Büyük ve hafif yüklenmiş motorlar, senkronize hıza yakın bir değerde çalışır [6].

### 7.4 Büyük Yüklenmiş Motorların Değiştirilmesi

Motorlar tam yük noktasında ender olarak çalışırlar. Dört farklı fabrikada toplam 60 motor üzerinde yapılan çalışmalara göre motorlar ortalama %60'lık bir yükte çalışırlar.

Gizli gerçeklerden bir tanesi de şudur: Çok büyük motorlar %50'nin altında bir yükte çalıştıkları zaman verimleri çok düşük olmaktadır. Böyle bir durumda enerji etkinlik ünitesi ile yer değiştirmelidirler. Bunu takiben motorun enerji tasarrufunu yükseltecek bilgiler istenmektedir. Bu bilgi yükün kendisidir. Çalışma etkinliğini belirleyen yük, tam yüklü hızlı motor, tam yüklü hızlı ufak motorlarla değiştirilir [6].

## **7.5 Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesinin Motor Verimine ve Enerji Verimliliğine Etkisi**

### **7.5.1 Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesi**

Gerilim düzensizliği üç fazlı motorların performansını düşürmekte ve motor ömrünü kısaltmaktadır. Voltajdaki düzensizlik motorun stator uçları arasında voltaj düzensizliği ile orantılı düzensiz bir faz akımı oluşturmaktadır. Akımdaki düzensizlik tork değişimlerine, artan titremelere, mekanik strese, artan kayıplara, motorun aşırı ısınmasına ve böylece motor sargılarının izolasyon ömrünün kısılmasına neden olmaktadır.

Voltaj düzensizliği National Electrical Manufacturers Association (NEMA) tarafından hattaki maksimum voltaj ile ortalamasının farkının maksimum voltaja oranının 100 katı olarak tanımlanmıştır. Örnek verilecek olursa ölçülmüş hat voltajları 462, 463 455 ve ortalaması 460 olsun bu durum için voltaj düzensizliği:

$$(460 - 455 / 460) * 100 = \%1,1$$

Motorun uçları arasında önerilen maksimum voltaj düzensizliği %1'dir. %1'in üzerindeki düzensizlikler NEMA MG-1-1993, Rev 3 tarafından belirtildiği gibi motorun çalışmasını bozmakta ve birçok üretici tarafından da garanti dışında tutulmaktadır. Voltaj düzensizliğinin oluşturduğu genel sorunlar:

- Güç faktörü doğrulayan aletlerin hatalı çalışması
- Kullanılan kaynağın düzensiz ve dengesiz hale gelmesi
- Üç fazlı yükü besleyen transformatör kümesinin aşırı yüklenmesi
- Aynı güç sistemi üzerinde düzensiz dağılmış tek fazlı yükler
- Tanımlanmamış faz-toprak hataları
- Birinci dağıtım sistemi üzerindeki açık devreler

Sorunlu,1800 RPM ve 100 beygirlik bir motorun voltaj düzensizliği ve yüke göre verimliliği Çizelge 7.2’de verilmiştir. Yükselen voltaj düzensizliğine bağlı genel verim düşümü tüm yük ve motor şartları için verilmiştir.

Çizelge 7.2 Gerilim düzensizliğine bağlı motor verimi [7]

Motor yükü %	Voltaj düzensizliği		
	nominal	%1	%2,5
100	94,4	94,4	93
75	95,2	95,1	93,9
50	96,1	95,5	94,1

Gerilim düzensizliği genellikle motorların aşırı ısınmasına ve erken bozulmasına neden olan kalite üzerindeki en önemli etkidir. Eğer voltaj düzensizlikleri tespit edilirse nedenini bulmak için bir araştırma başlatılmalıdır. Gerekli önlemler alınırsa enerji ve para tasarrufu sağlanır.

Örnek: Tabloda gösterilmiş olan motor tam yükte %2,5 gerilim düzensizliğinde yılda 8000 saat çalışmaktadır. Enerjinin fiyatı 0,05 \$/kWh olduğuna göre doğru işlemler yapıldıktan sonra enerji ve maliyet tasarrufu ne olur?

$$\text{Enerji tasarrufu} = 100 \text{ hp} * 0,746 \text{ kW/hp} * 8000 \text{ saat/yıl} * (100 / 93 - 100 / 94,4) = 9517 \text{ kWh}$$

$$\text{Para tasarrufu} = 9517 * 0,05 = 476 \$$$

Gerilim düzensizliği akım düzensizliği yaratmakta ve sıcaklık yükselmesine neden olmaktadır. Gerilim düzensizliği son derece büyük akım düzensizliği yaratır. Akım düzensizliğinin değeri voltaj düzensizliğinin 6-10 kat fazlası olabilir. 100 beygirlik motor örneğinde (tam yük ve %2,5 voltaj düzensizliğinde) akım düzensizliği %27,7 olur. Motor gerilim düzensizliği olan bir kaynak üzerinde çalışıyorsa daha fazla ısınır. Ek olarak artan ısı değeri yaklaşık olarak aşağıdaki formülde verilmiştir.

$$\text{Yüzde ısı artışı} = 2 * (\text{gerilim düzensizliği})^2 \quad (7.5)$$

Örneğin 100 derecede çalışan bir motorda %2’lik gerilim düzensizliği için sıcaklık artışı 8 derecedir. Her 10 derecelik sıcaklık artışı sargıların izolasyon ömrünü yarı yarıya kısaltmaktadır [7].

### 7.5.2 Gerilim Dengesizliğinin Giderilmesi için Önerilen Davranışlar

Düzenli olarak gerilim düzensizliğinin %1'i aşmaması için motor uçları arasındaki gerilimin gözlemlenmesi ve tek fazlı yüklerin aynı dağıldığını doğrulamak için elektrik sisteminin tek kat diyagramlarının gözden geçirilmesi gerekir. Ayrıca toprak hata göstergeleri kurulmalı ve yıllık ısı grafik tabloları oluşturulmalıdır.

The Office of Industrial Technologies (OIT), sanayi, yönetimler, yönetimsel olmayan organizasyonlar ortaklığında ileri enerji verimliliğini, yenilenebilir enerji kaynaklarını, endüstriyel uygulamalar için kirlilik önleyen teknolojiler geliştirmekte ve dağıtmaktadır. OIT U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy biriminin bir parçasıdır. OIT sanayiye Industries of the Future (IOF) stratejisi adını verilen uygulama ile verimli kaynak kullanımına teşvik etmektedir. IOF yüksek kaynak ve enerji kullanan dokuz ana sanayi koluna odaklanmıştır [7]:

- Tarım
- Kimyasallar
- Cam
- Maden
- Çelik
- Alüminyum
- Orman ürünleri
- Metal döküm
- Petrol

OIT sanayiye para tasarrufu sağlaması, maliyeti düşürmesi, kirlenmeyi azaltması için yardım etmektedir (motor sistemleri, buhar sistemleri, basınçlı hava sistemleri ve birleştirilmiş ısıtma ve enerji sistemleri gibi geniş uygulama alanlarında yeni teknolojiler, uygulamalar, aletler, bilgiler). Aynı şekilde ABD'de kurulmuş olan OIT's Industrial Assessment Centers (IAC), orta ve küçük ölçekli işletmelere enerji atıklar ve verimlilik hakkında bilgiler vermektedir.

## **BÖLÜM 8**

### **8. ENERJİ YÖNETİMİ KONUSUNDA TÜRKİYE'DE YAPILMIŞ OLAN UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER**

Bu bölümde, Türkiye’de değişik sektörlerde faaliyet gösteren firmalarda yapılmış olan enerji yönetimi çalışmalarından ve bu uygulamaların sonuçlarından bahsedilecektir.

#### **8.1 Erdemir’in Enerji Yapısı ve Verimliliğinin Artırılmasına Yönelik Çalışmalar**

##### **8.1.1 Şirket Tanıtımı ve Şirketteki Enerji Yönetimi Çalışmaları Hakkında Genel Bilgi**

Türkiye’nin entegre demir çelik sektörünün en büyüğü ve yassı mamul üreten tek demir çelik tesisi olan Erdemir, enerji kullanımı yoğun bir tesis olup, Türkiye’nin toplam enerji tüketiminde yaklaşık %2,5 pay almaktadır. Erdemir’in 2002 yılı satın alınan enerjiler bazında toplam enerji tüketimi 1 923 234 TEP olmuştur.

Erdemir’de enerji tasarrufu ve verimliliğine yönelik olarak 1982 yılında başlatılan ve başarıyla sürdürülen çalışmalar sonucunda önemli mesafeler kaydedilmiştir. Entegre demir çelik tesislerinde enerji performansının en önemli ölçütü 1 ton ham çelik üretimi için harcanan toplam enerji miktarını gösteren özgül enerji tüketim parametresi, 8220 Mcal/THÇ değerinden bugün için yaklaşık 5000 Mcal/THÇ değerine indirilerek, %39 oranında enerji tasarrufu gerçekleştirilmiştir.

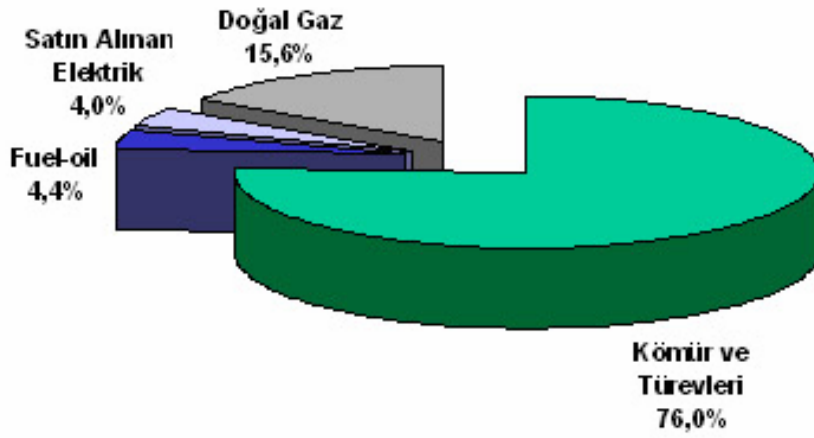
Erdemir’in özgül enerji tüketim performansının önümüzdeki 5 yıl içinde 4500 Mcal/THÇ değerine indirilmesi hedeflenmiştir. Buna göre Erdemir’in mevcut enerji performansı ve hedefi, gelişmiş ülkelerin entegre demir çelik kuruluşlarının bugünkü seviye ve hedefleri ile örtüşmektedir [10].

##### **8.1.2 Erdemir’de Genel Enerji Yapısının Tanıtımı**

2002 yılında, toplam birincil enerji tüketiminde en önemli kaynağı teşkil eden koklaştırılabilir taş kömürü ve türevleri %76,0, diğer birincil enerji kaynaklarından fuel oil %4,4, doğal gaz %15,6 ve elektrik enerjisi %4,0 pay almıştır.

Çizelge 8.1 2002 yılı fiili ve 2003 yılı programının miktar ve TEP değerleri [10]

Kullanılan Enerji	2002 (Fiili)		2003 (Program)	
	Tüketim	TEP	Tüketim	TEP
Kömür (ton)	1.636.536	1.323.093	1.734.493	1.401.454
Kok (ton)	239.229	179.292	300.204	224.990
Fuel oil (ton)	75.458	75.458	73.600	73.600
Doğalgaz (Nm <sup>3</sup> )	297.455.841	266.740	339.808.000	304.719
Elektrik (kWh)	314.605.771	78.651	240.000.000	60.000
Toplam Enerji Tüketimi (TEP)	1.923.234		2.064.763	
Nihai Ürün Üretimi (ton)	3.144.897		3.250.000	



Şekil 8.1 2002 Yılında Satın Alınan Birincil Enerji Kaynaklarının Dağılımı [10]

### 8.1.3 Erdemir'de Enerji Üretim ve Dağıtım Sisteminin Tanıtımı

#### 8.1.3.1 Genel Bilgiler

Erdemir'in entegre üretim tesislerinde ihtiyaç duyduğu buhar, elektrik enerjisi, yüksek fırın havası, basınçlı hava, yumuşak suyun üretilmesi, yan ürün olarak üretilen yüksek fırın, kok,

çelikhane gazları ve katranın yakıt olarak değerlendirilmesi ve diğer ünitelere dağıtımının yapılması, BOTAŞ'tan satın alınan doğal gaz ve piyasadan satın alınan fuel oilin dağıtımının yapılması, TEİAŞ'ın ulusal elektrik enerjisi sistemi ile elektrik enerjisi alış verişinin düzenlenmesi ve tüm Erdemir'e dağıtımı ve güvenilir kullanımından sorumlu grup Enerji Üretim ve Dağıtım Müdürlüğü'dür.

Bu müdürlük organizasyonu içinde baş mühendislik olarak yer alan Kuvvet Santralında, işletmeye alındığı 1965 yılından bu yana otoprodüktör statüde elektrik enerjisi üretilmektedir. Erdemir'in elektrik enerjisi üretim kapasitesi, yassı çelik ürünlerine olan talebin hızlı artışına paralel olarak uygulanan tevsiyat yatırımları sırasında sürekli artırılmıştır. 1965 yılında devreye alınan her biri 10 MW kapasiteli iki adet Buhar Türbini Generatör Tesisi, 1978 yılında devreye alınan 30 MW kapasiteli Buhar Türbini Generatör Tesisi ve 1997 yılında devreye alınan her biri 40 MW kapasiteli doğal gaz yakıtlı iki adet Gaz Türbini Generatör Tesisi, son olarak da 2001 Nisan ayında devreye alınan 25 MW gücündeki Buhar Türbini Generatör/Motor Blower Tesisi ile toplam 155 MW kurulu kapasiteye ulaşılmıştır.

Kuvvet Santralında ayrıca yüksek fırınların proses havasını temin eden buhar türbini tahrikli 3 adet Türbo Blower ve elektrik motoru ve buhar türbini tahrikli 1 adet Türbo Generatör/Motor Blower, tüm tesislerin basınçlı hava ihtiyacını karşılayan 10 adet kompresörden oluşan Basınçlı Hava İstasyonu bulunmaktadır.

Diğer taraftan, yan ürün gaz yakıtların üretildikleri ünitelerden toplanarak depolanması ve dağıtılması, doğal gazın BOTAŞ'a ait Basınç Düşürme ve Ölçüm İstasyonundan, basınçlı hava ve proses buharının Kuvvet Santralından itibaren tüm tesislere dağıtımının yapılması görevi Enerji Üretim ve Dağıtım Müdürlüğü organizasyonunda yer alan Gaz Dağıtım Baş Mühendisliği tarafından yürütülmektedir.

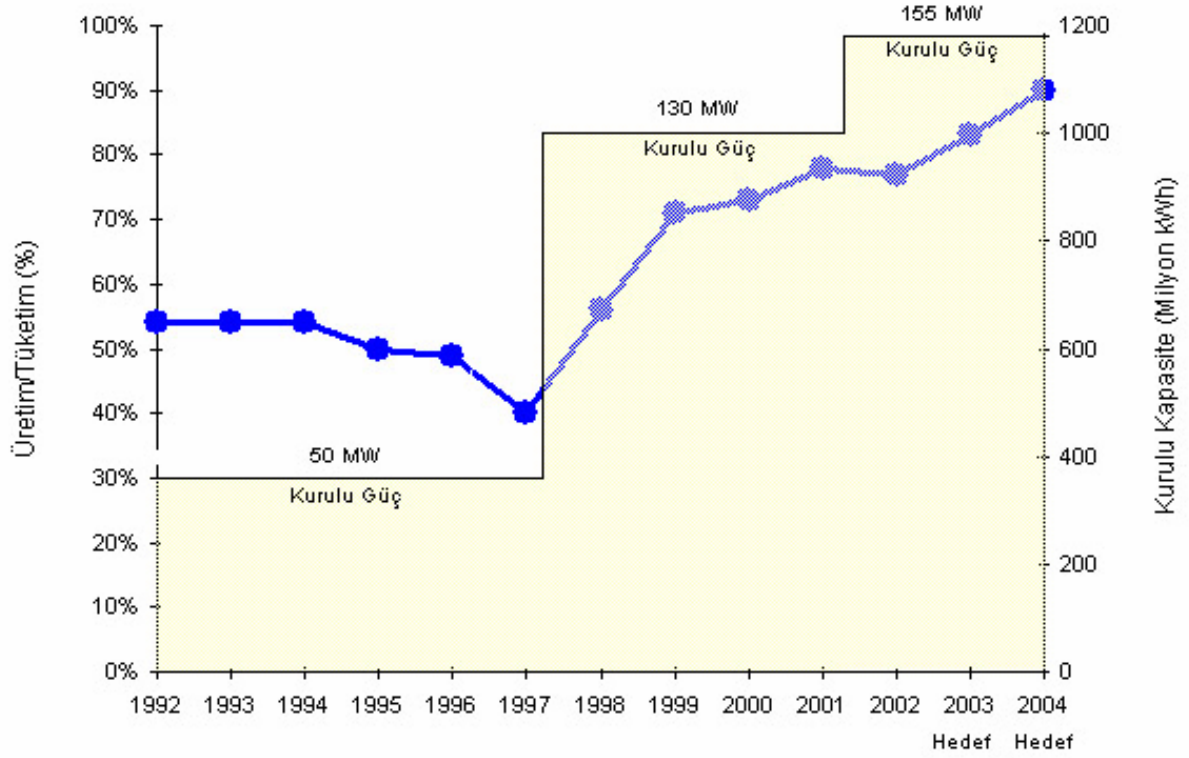
Erdemir'in elektrik enerjisi 2002 yılı fiili ve 2003 yılı program verileri Çizelge 8.2'de sunulmuştur [10].

Çizelge 8.2 2002 yılı fiili ve 2003 yılı program verileri [10]

	2002 Yılı	2003 Yılı (Program)
Toplam Üretim Kapasitesi (kWh/yıl)	1.200.000.000	1.200.000.000
Toplam Üretim (kWh)	947.401.484	1.054.230.000
Toplam Tüketim (kWh)	1.226.053.754	1.266.000.000
Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı (%)	77,3	83,3
TEİAŞ'a Satılan (kWh)	35.767.230	28.230.000
TEİAŞ'tan Satın Alınan (kWh)	314.419.500	240.000.000

### 8.1.3.2 Erdemir'de Elektrik Enerjisi Üretim-Tüketim Dengesi

2001 yılında devreye alınan son tesisle Erdemir'in yıllık elektrik enerjisi üretim kapasitesi 1.200.000.000 kWh'e ulaşmıştır. Bu kapasite ile Erdemir'in yaklaşık 1.200.000.000 kWh olan toplam tüketim ihtiyacı teorik olarak sağlanmış olmaktadır. Bununla beraber Erdemir'in darbeleri yüklerinin karşılanması gereği ve güvenlik nedenleriyle, otoprodüktör statüde bağlı olduğu TEİAŞ Ulusal Sisteminden elektrik enerjisi satın alma mecburiyeti devam etmektedir. Bugün için üretimin tüketimi karşılama oranı %80'e ulaşmıştır. Bu oranın %90 seviyesine yükseltilmesi için, TEİAŞ'la devam eden iyileştirilme çalışmaları sonuçlandırılmış olup, 2003 yılından itibaren hedefe ulaşılması planlanmıştır. Erdemir'in elektrik enerjisi üretiminin tüketimi karşılama oranının yıllara göre değişimi, kurulu gücün gelişimine bağlı olarak Şekil 8.2'de gösterilmektedir [10].



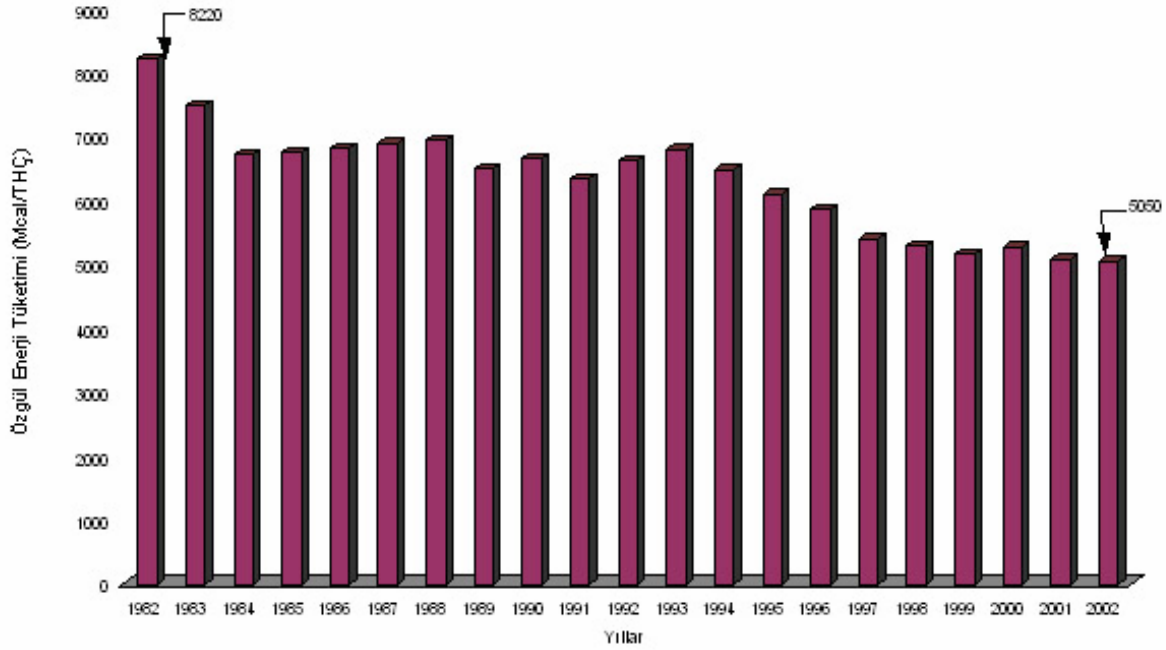
Şekil 8.2 Elektrik Enerjisi Kapasite ve Üretimin Tüketimi Karşılama Oranının Değişimi [10]

#### 8.1.4 Erdemir'de Enerji Verimliliğini Geliştirme Çalışmaları

##### 8.1.4.1 Enerji Verimliliğinin İzlenmesi

1982 yılından beri yürütülen enerji tasarrufu ve verimliliğini artırma çalışmalarında, ölçme ve izleme parametresi olarak, 1 ton ham çelik üretimi için harcanan toplam enerji miktarını gösteren Özgül Enerji Tüketim Değeri esas alınmıştır. Bu parametre; Erdemir'in tüm üretim hatlarında harcadığı birincil enerjilerin toplamının (Mcal veya Gjoule), Sürekli Dökümlerin çıkışındaki slab üretimi olan ham çelik miktarına (THÇ) bölünmesiyle elde edilmektedir. Tüm dünyada gelişmiş demir çelik tesislerinde benzer modeller kullanılmaktadır. Bu model ile, Erdemir'in yaklaşık 20 yıllık enerji envanteri ve gelişim kayıtları, Yardımcı İşletmeler Baş Müdürlüğü organizasyonu içinde yer alan Enerji Yöneticiliği birimi tarafından tutulmaktadır. Bu kayıtlar ve geri besleme bilgileri, Enerji Yöneticiliği'nin liderliğinde ve tüm ünite temsilcilerinden kurulu Erdemir Enerji Komisyonu tarafından değerlendirilerek gerekli iyileştirme çalışmaları sürekli gündemde tutulmakta, finansman teminine bağlı olarak uygulama projeleri hayata geçirilmektedir. Modelin uygulanmaya başladığı 1982 yılından

bugüne Özgül Enerji Tüketim Değerinde %39 iyileşme temin edilmiştir. Bu performansın trendi Şekil 8.3'te sunulmuştur [10]:



Şekil 8.3 Yıllara Göre Özgül Enerji Tüketimi Eğilimi [10]

#### 8.1.4.2 Enerji Verimliliğini Geliştirme Çalışmaları

Erdemir'de planlı enerji tasarrufu çalışmaları, Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin Japonya Hükümeti işbirliği ile yürüttüğü, Türkiye Enerji Tasarrufu Programı kapsamında 1982 yılından itibaren başlatılmıştır. Bu program kapsamında [10];

- Üretim artışı, işletme şartlarının iyileştirilmesi, geri ödemesi yüksek olan küçük çaplı projelerin uygulanması ve çalışanların enerji tasarrufu eğitimi ve bilincinin geliştirilmesi,
- Seçilen önemli enerji tasarrufu projelerinin uygulanması.
- Özgül enerji tüketim hedeflerinin tespit edilerek çalışmaların buna göre yürütülmesi planlanmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalar aşağıda özet olarak verilen 3 ana grupta yürütülmüştür.

##### A) Modernizasyon ve İyileştirme Çalışmaları

Bu grupta Erdemir'in tüm ünitelerinde, ünitelerin kendi imkanları ile yaptıkları iyileştirme çalışmaları ve/veya uygulanan çeşitli projeler ve çalışanların enerji bilincini geliştiren eğitim

çalışmaları sonucunda, 1982 yılından 1990 yılına kadar %19 seviyesinde enerji tasarrufu sağlanmıştır.

#### B) Enerji Yatırımları

Bu grup, Erdemir’de 1990–2000 yılları arasında uygulanan Kapasite Artırımı ve Modernizasyon Projesi (KAM Projesi) kapsamında yürütülen çalışmalardır.

- Yüksek Fırın ve Çelikhane Gazı Yakıtlı 5 Nolu Buhar Kazanı
- Doğal Gaz Yakıtlı Gaz Türbini Kojenerasyon Tesisi
- Yüksek Fırın ve Çelikhane Gazı Depoları ve Karışım İstasyonu
- Çelikhane Gazı Geri Kazanım Tesisi
- Doğal Gazın Erdemir’e Getirilmesi
- 3 ve 4 Nolu Buhar Kazanlarının Yakıt Modifikasyonu
- 2 Nolu Demineralize Su Tesisi
- Buhar Türbini Generatör/Motor Blower Tesisi
- Basınçlı Hava Üretim Tesisi

Bu yatırımların tamamlanması ile aşağıda belirtilen sonuçlar alınmıştır:

- i) Doğal gaz birincil yakıt olarak kullanıma sunulmuştur.
- ii) Her biri 40 MW kapasiteli doğal gaz yakıtlı 2 adet Gaz Türbini Generatör Tesisi ve 25 MW gücündeki Buhar Türbini Generatör/Motor Blower Tesisi kurularak, elektrik enerjisi üretim kapasitesi 50 MW’tan 155 MW’a ulaştırılmıştır.
- iii) 30–35,000 Nm<sup>3</sup>/saat çelikhane gazının, geri kazanılarak buhar kazanlarında yakıt olarak kullanımı temin edilmiştir.
- iv) Buhar üretim kapasitesi 440 ton/saat’ten 700 ton/saat’e ulaştırılmıştır.
- v) Yan ürün yakıtların kazanlarında kullanım oranı %40’tan %85’e çıkarılmıştır.
- vi) 25,000 Nm<sup>3</sup>/saat olan basınçlı hava üretimi 52,000 Nm<sup>3</sup>/saat’e ulaştırılmıştır.
- vii) Demineralize su üretimi 300 ton/saat’ten 450 ton/saat’e ulaştırılmıştır.
- viii) Yan ürün yüksek fırın, kok ve çelikhane gazlarının Erdemir genelinde yakıt olarak kullanım oranı %98’e çıkarılmıştır.

Bu yatırım çalışmaları kapsamında tamamlanan;

i) 3 ve 4 Nolu Buhar Kazanlarının Yakıt Modifikasyonu Projesi; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi tarafından düzenlenen 2001 yılı proje yarışmasında “En Yüksek Enerji Tasarrufu Sağlayan Proje” dalında Türkiye Birincisi,

ii) Erdemir Kojenerasyon Tesisi; 2002 yılı Mayıs ayında yapılan “Türkiye Sanayi Sektöründe En Başarılı Kojenerasyon Tesisi Yarışmasında” kurulu gücü 10 MW’ın üzerindeki kategoride yarışan Türkiye İkincisi,

iii) Erdemir Yüksek Fırın Gazı (YFG) ve Çelikhane Gazı (OG) Depoları, OG Geri Kazanım Sistemi ve YFG+OG Karışım İstasyonu Tesisi; 2003 Yılı Ocak Ayında yapılan “Sanayi Sektöründe Enerji Verimliliği Proje Yarışmasında” Türkiye Birincisi olmuştur.

#### C) Kapasite Artırma ve Modernizasyon Projeleri

Bu grup, Erdemir’de 1990–2000 yılları arasında uygulanan Kapasite Artırımı ve Modernizasyon Projesinin (KAM Projesi) kapsamında yürütülen çalışmaları kapsamaktadır.

- Yüksek Fırın Sobaları Modifikasyon Projesi
- Yüksek Fırınlar Kömür Enjeksiyon Tesisi
- Çelikhane Kapasite Artırımı ve Modernizasyon Projesi
- 1. Sıcak Haddehane Modernizasyon Projesi
- 3. Slab Isıtma Fırını Tesisi
- 2. Sıcak Haddehane Modernizasyon Projesi
- 2. Soğuk Haddehane Tesisi
- 4. Kireç Fabrikası Tesisi
- 4 ve 5 Nolu Oksijen Fabrikaları
- Kızılcapınar Barajı
- Servis Suyu Kapasite Artırma ve Modernizasyon Projesi
- Kimyasal Arıtma Tesisi
- Yeni Liman Tesisi

- Gaz Dağıtım İzleme Projesi

### **8.1.5 Erdemir’de Yapılan Enerji Yatırımları ve Verimlilik Çalışmalarının Çevresel Gelişime Katkıları**

Erdemir çelik üretiminin çevreye olan duyarlılıkla beraber yürütüleceğini uzun zaman önce ilke edinmiştir. Bu felsefeyle beraber birçok sıvı ve gaz atık tesisleri inşa edilmiş ve bunların doğaya olan etkileri her üniteye kontrol altında tutulmuştur. Atık su işleme tesisi ve resirkülasyon sisteminin inşasıyla %86 oranında atık su geri kazanılmıştır. Denize şarj edilen geri kalan miktar için, çevre bakanlığından yasal izin alınmıştır. Atık gaz geri kazanım ve toplama sistemiyle, yan ürün gazlarının %98’i geri kazanılmıştır. Baca gazı emisyonları, gerek bacalara kurulan on-line izleme cihazlarıyla gerekse taşınabilir emisyon ölçerlerle sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Diğer yandan, mobil atmosfer havası kirlilik izleme aracıyla, fabrika çevresi ve şehirde hava kirliliği ölçümleri yapılmaktadır. Tesislerden nemli veya kuru katı atıklar sinter fabrikasının girdi hammaddesi olarak değerlendirilmekte, bazı atıklar ise değişik amaçlar için dış müşterilere satılmaktadır. Çevreyle ilgili yapılan çalışmalar ve uygulanan stratejiler devlet politikalarına ve Avrupa Birliği normlarına uygun olarak yürütülmektedir. Tüm bu çalışmaların sonucu olarak Erdemir ISO 14000 sertifikası alma çalışmalarına büyük bir ciddiyet ve sistematiklikle devam etmektedir [10].

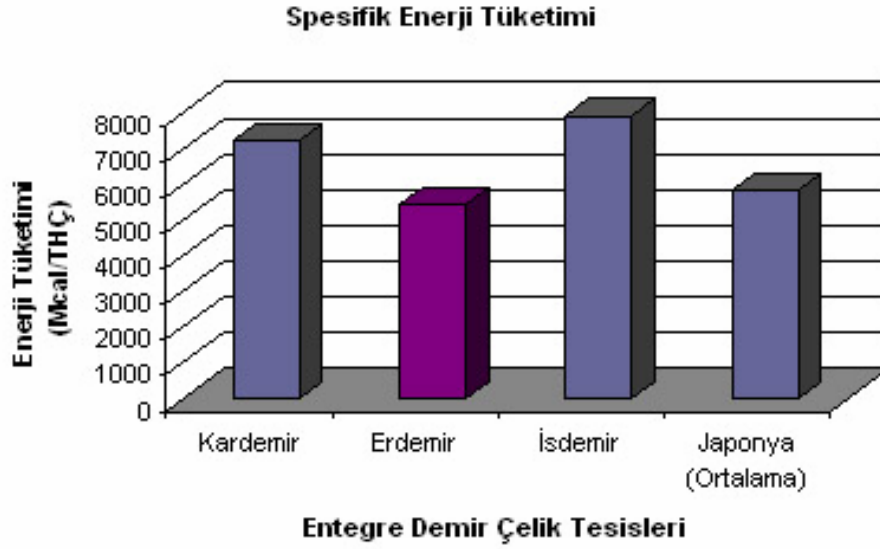
### **8.1.6 Erdemir’in Özgül Enerji Tüketim Performansının Uluslararası Entegre Demir Çelik Tesisleri ile Karşılaştırılması**

#### **8.1.6.1 Türkiye ve Japonya Entegre Demir Çelik Tesisleri Özgül Enerji Tüketim Performanslarının Karşılaştırılması**

2002 yılı başında Elektrik İşleri Etüt İdaresi’nin öncülüğünde Türkiye’deki entegre demir çelik tesislerinin enerji kullanımı performanslarının değerlendirilmesi ve yapılacak teknik desteğin tespit edilmesi amacıyla, Japan International Cooperation Agency (JICA) uzmanlarınca yapılan inceleme ve çalışmalar sonucunda hazırlanan “ Energy Conservation Diagnosis on Integrated Steel Industry in Turkey” raporunda yer alan özgül enerji tüketim verileri Şekil 8.4’te sunulmuştur.

Söz konusu raporda Japon uzmanlarca mukayese için kabul edilen, Erdemir’in 5400 Mcal/THÇ özgül enerji tüketim değeri, Japonya’daki entegre demir çelik tesislerinin 5500–

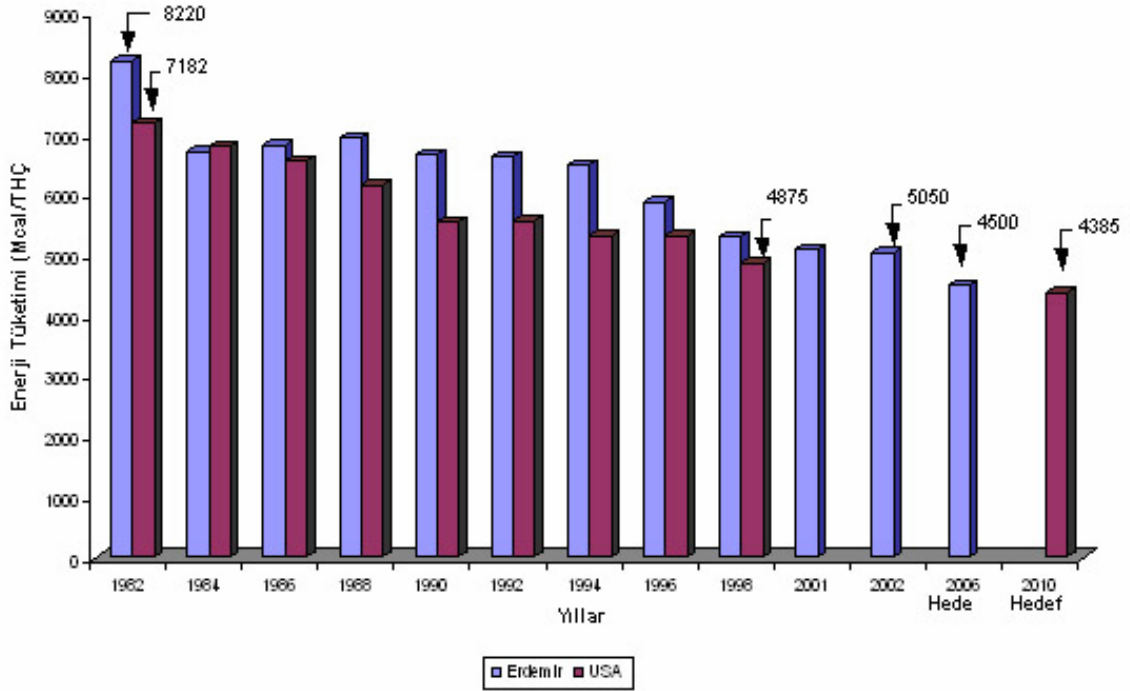
6300 Mcal/THÇ aralığında olan değerleri ile mertebe olarak örtüşmektedir [10].



Şekil 8.4 Türkiye ve Japonya Özgül Enerji Performansının Sektör Karşılaştırma Grafiği [10]

#### 8.1.6.2 Erdemir ve ABD Entegre Demir Çelik Tesisleri Özgül Enerji Tüketim Performanslarının Karşılaştırılması

“AISI Steel Industry Technology Roadmap-December 2001” ve “USA Department of Energy” tarafından yayınlanan Mart 1999 tarihli “Industrial Energy Managament in Action” raporlarından yararlanılarak hazırlanan grafik, Şekil 8.5’te sunulmuştur. Bu grafikten görüleceği üzere, Erdemir ve ABD entegre çelik sektörünün özgül enerji tüketimlerinin gelişim trendleri ve hedefleri uyumlu ve yakın bir seyir izlemektedir [10].



Şekil 8.5 Erdemir'in Özgül Enerji Performansının Sektör Karşılaştırma Grafiği [10]

### 8.1.7 Erdemir'de Yapılan Çalışmaların Sonucu

Erdemir'de enerjiye yönelik, sistematik olarak 1982 yılında başlatılan ve yaklaşık 20 yıldır aksatılmadan sürdürülen çalışmalar sonucunda, önemli mesafe kaydedilmiştir. Bununla beraber, geline nokta yeterli görülmemekte olup, enerji verimliliğini geliştirme ve tasarruf çalışmaları aksatılmadan sürdürülmektedir.

Erdemir, enerjinin verimli kullanımı ve tasarrufuna yönelik çalışmalarda ülkemizin önde gelen kuruluşlarından biri olup, bu konudaki performansını dünyadaki modern demir çelik tesislerinin bugün ulaştıkları nokta ve gelecekteki hedefleri baz alınarak sürekli geliştirmektedir. Entegre demir çelik tesislerinde enerji performansının en önemli ölçütü, 1 ton ham çelik üretimi için harcanan toplam enerji miktarını gösteren özgül enerji tüketim değeridir. Bu parametreye göre 1982 yılında 8220 Mcal/THÇ olan Erdemir'in özgül enerji tüketim değeri 20 yıldır süreklilik arz eden iyileştirme çalışmaları sonucunda bugün için 5000 Mcal/THÇ mertebesine indirilmiştir. Önümüzdeki 5 yıl içinde bu parametrenin 4500 Mcal/THÇ seviyesinde olması hedeflenmiştir. Buna göre, Erdemir'in mevcut enerji performansı dünyanın önde gelen modern entegre demir çelik tesislerinin enerji performansları ve hedefleri ile örtüşmektedir.

Erdemir'in Stratejik İş Planında enerji verimliliği için, 2007 yılına kadar 4500 Mcal/THÇ özgül enerji tüketim seviyesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda yaklaşık 30 adet yeni iyileştirme projesi envanteri hazırlanmış olup, bu projelerin finansman ihtiyaçları ve önceliklerine yönelik çalışmalar devam etmektedir [10].

## **8.2 Oyak Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.'de Enerjinin Verimli Kullanılması**

### **8.2.1 Şirket Tanıtımı**

Oyak-Renault, Bursa'da üretim tesislerinde kurulmuş olup, üretilen binek araçların ve mekanik parçalarının üretiminden ve ihracatından sorumludur. Bursa'da bulunan Oyak Renault Fabrikası, bugün yıllık 160.000 otomobil üretim kapasitesi ile Renault'nun Batı Avrupa dışında en yüksek kapasiteye sahip fabrikası konumundadır. 185.000 m<sup>2</sup>'si kapalı alan olmak üzere 413.000 m<sup>2</sup> alan üzerinde kurulu olan Bursa Fabrikası 4000 personeli ile eksiksiz bir kaporta-montaj ve mekanik imalat hattına sahiptir. Oyak Renault bu açıdan imalat sürecinde; pres, kaporta, boya montaj hatlarıyla tam anlamıyla bir bütünlüğe sahiptir. Tek montaj hattında Clio Symbol, Mégane, Mégane Wagon üretimi yapılmaktadır.

Türkiye'deki 31 yıllık tarihi boyunca Renault, çalışmalarında kalite standartlarını ön planda tutmasıyla dikkatleri çekti. Bu doğrultuda Oyak-Renault, Kalite Güvence Sistemi'ni 1996 yılında ISO 9001 belgesiyle onaylatan ilk Türk otomotiv kuruluşu oldu. Gerek ürettiği otomobiller ve gerekse üretim tesisleri açısından çevreye gerekli özeni göstermeyi de hedefleyen Renault, 30. kuruluş yılında Çevre Yönetim Sistemi ISO 14001 belgesini almak üzere harekete geçti. Uluslararası alanda tanınmış, bağımsız kuruluş UTAC tarafından denetlenen Oyak Renault, 1999 yılı sonunda ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Belgesi'ni sıfır hata ile aldı.

### **8.2.2 Enerjinin Verimli Kullanılması Çalışmaları**

Oyak Renault, “ Enerjinin Verimli Kullanılması “ projesi kapsamında, doğalgaz tüketiminin optimize edilmesini ana hedef olarak almıştır. Proje çalışmalarında elektrik ve su tüketimlerinin azaltılmasını da içeren 73 eylemden 58'i sonuçlandırılmıştır.

Doğalgaz tüketimini azaltma çalışmaları, merkezi kızgın su sisteminin üretim prosesi ve ısıtma prosesi olarak ayrılması üzerine yoğunlaştırılmıştır. Merkezi ısı santralında yapılan değişiklikler ile 110° / 140°C çalışan kazanların çalışma sıcaklıkları, ısıtma prosesi için 70° / 90°C'ye, üretim prosesi için ise 105°C düşürülmüştür. Bu amaçla yüksek ısılarda çalışması

zorunlu olan tesisler merkezi sistemden ayrılarak bağımsız ısı sistemlerine dönüştürülmüştür. Yapılan bu çalışma, merkezden uzak tüketicilerden kaynaklanan kaynar su hatlarındaki kayıpları da önlemiştir.

Tavan aydınlatmalarında kullanılan manyetik balastlı yüksek basınçlı civa buharlı armatürler, elektronik balastlı flüoresan armatürlerle değiştirilerek atölyelerin aydınlatma düzeyi iyileştirilmiş, bunun yanında ciddi bir elektrik tasarrufu sağlanmıştır. Benzer çalışma araba üretim bantlarının tümünde uygulanmıştır. Oyak Renault'da yapılan ilgi çekici çalışmalardan biri ise idari bina ile kompresör soğutma kulesinde, ön soğutmanın, üretimde kullanılmakta olan şehir suyu ile yapılmasıdır.

“Enerjinin Verimli Kullanılması” projesi, üst yönetimin verdiği destek ile, konularında uzman olan Enerji Komitesi tarafından yürütülmüştür. Hazırlanan cep kitabı, verilen eğitimler ve fabrika öneri sistemi bünyesinde gerçekleştirilen kampanya ile Oyak Renault'da enerji tasarrufunun bir yaşam biçimi haline dönüşmesi sağlanmıştır.

Şirkette yapılan çalışmalar iki ana başlık altında ele alınabilir: Aydınlatma çalışmaları ve kazan dairesi çalışmaları.

### **8.2.2.1 Aydınlatma Projesi Çalışmaları**

#### **a) Mekanik Atölye Tavan Aydınlatma Modernizasyonu**

Manyetik balastlı yüksek basınçlı civa buharlı armatürlerle yapılan tavan aydınlatması yerine, elektronik balastlı flüoresan armatür takılarak tavan aydınlatma sistemi modernizasyonu ile enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Daha önce kullanılan yüksek basınçlı civa buharlı armatürler, ekonomik ömürlerini doldurmuştu. Bunların yerine tekrar civa buharlı armatürler takılması düşünülse bile, armatür konumlarının, monte edilecek fiş gruplarının ve besleme panolarının komple değişikliğe uğrayacağı düşünülmeliydi. Bu aşamada, enerji tasarrufu çalışmalarına da katkıda bulunmak amacıyla, alternatif tavan aydınlatma armatürleri ile ilgili araştırmalar yapıldı. Sonuç olarak, elektronik balastlı flüoresan armatürlerin, hem aydınlatma kalitesi, hem de sağlayacağı elektrik tasarrufu dikkate alınarak, mekanik atölye tavan aydınlatmaları için uygun bir çözüm olacağı noktasında görüş birliğine varıldı.

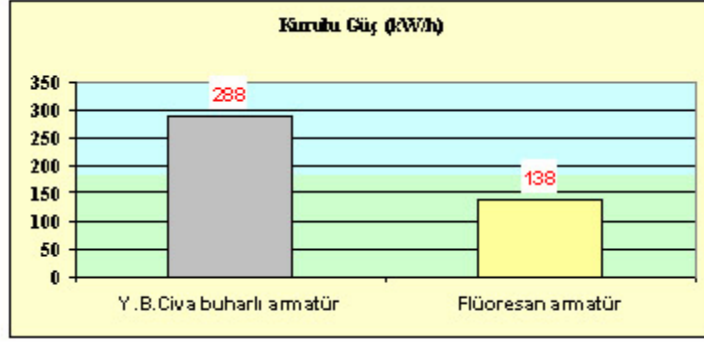
Mekanik atölye tavan aydınlatması için kullanılan manyetik balastlı yüksek basınçlı civa

buharlı armatürler toplam 640 adetti. Her armatür manyetik balastıyla beraber 450W güce sahipti. Bunların yerlerine kullanılan elektronik balastlı flüoresan armatürler ise 1280 adettir. Bu armatürler 2 adet 58W flüoresan ampul içermektedir ve elektronik balastın özelliği dolayısıyla armatür başına harcanan güç  $2 \times 58 = 116W$  yerine 108W'tır.

Özellikle elektronik balastlı flüoresan armatür seçilmesinin altında, elektronik balastın aşağıda sıralanan önemli avantajları büyük rol oynamıştır [10]:

- a) Şebeke geriliminin 160–250 VAC aralığında ışık çıkışı sabittir. Bu nedenle gerilim yükseldiğinde kayıp enerji miktarı artmaz, gerilim düştüğünde ise ışık verimi azalmaz.
- b) Güç faktörü ( $\cos \phi$ ) 0.99'dur. Şebekeden manyetik balast gibi reaktif güç çekmediği için kompanzasyon sisteminden tasarruf sağlar (Manyetik balast için  $\cos \phi = 0.60$ ).
- c) Kayıp olarak ortaya çıkan ısı enerjisi çok az olduğundan klima sisteminde aydınlatmanın etkisi dikkate alınmaz. Elektronik balast için artı ısınma değeri  $20^{\circ}C$  iken, manyetik balast için  $60^{\circ}C$  civarındadır.
- d) Işıktaki titreşim ve kırışma oluşmaz. Manyetik balastta oluşan ortam gürültüsüne rastlanmaz.
- e) Lambalar yüksek frekansla yakıldığı için, döner makinelerin duruyormuş gibi gözükmesine yol açan stroboskopik etki oluşmaz. İş kazalarına sebebiyet verebilecek bu neden azalır.
- f) Yangın riski yok denecek seviyededir.
- g) Armatürler devreye alındığı anda ışık verimine ulaşır. Manyetik balastlı civa buharlı armatürler, devreye alındıktan 20 dakika sonra güvenli bir şekilde çalışmaya imkan tanıyan ışık verimine ulaşabiliyorlardı. Bu yüzden kısa süreli çay ve yemek molalarında, şu anda olduğu gibi enerji tasarrufu elde etmek amacıyla tavan aydınlatmalarını devre dışı bırakmak söz konusu değildi.

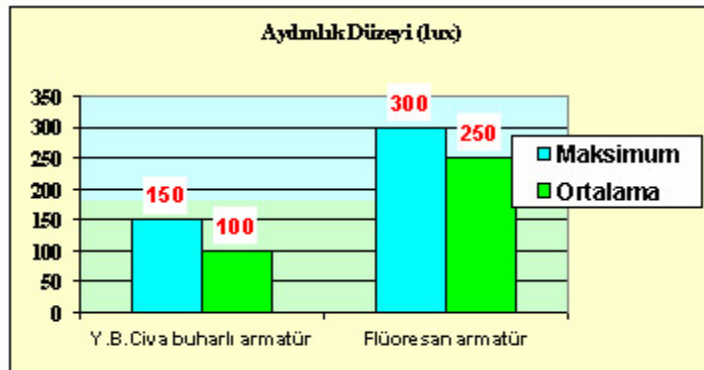
Aşağıdaki grafikte mekanik atölye için uygulama öncesi ve sonrasını içeren aydınlatma armatürleri kurulu güç kıyaslaması görülebilir [10]:



Şekil 8.6 Mekanik atölye, uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları kurulu güç değerleri [10]

Grafikten de anlaşılacağı üzere kurulu güç kazancı, dolayısıyla elektrik tasarrufu %47,9 civarında olmuştur.

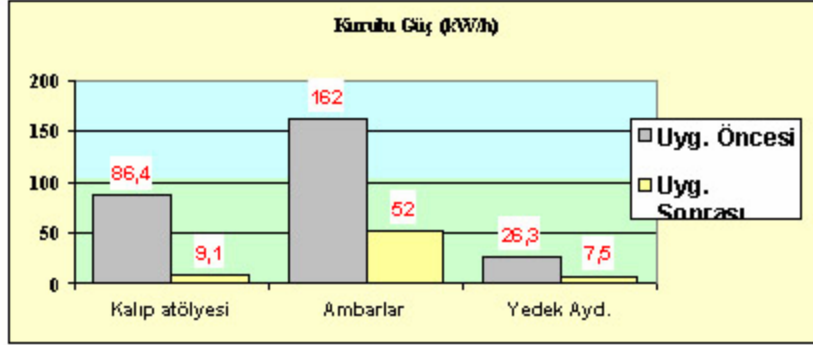
Bunun yanında uygulama öncesi ve sonrasında yapılan ışık şiddetleri ölçümlerinden elde edilen veriler göstermektedir ki, mekanik atölye ortamının aydınlatma kalitesinde, iş güvenliği kriterlerine uygun olacak şekilde önemli bir iyileşme sağlanmıştır.



Şekil 8.7 Mekanik atölye, uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları aydınlık düzeyi (maksimum ve ortalama) değerleri [10]

Ortalama değerler dikkate alınarak yorumlanırsa, aydınlatma kalitesinde %150 oranında bir iyileşme sağlanmıştır.

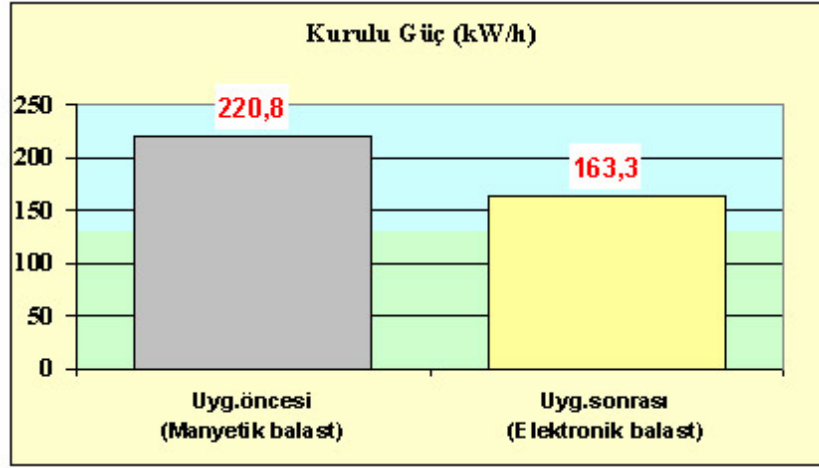
Bu çalışmadan alınan olumlu sonuç doğrultusunda, uygulama alanının genişletilmesi kararı alınmış ve kalıp atölyesi, ambarlar ve yedek tavan aydınlatmaları da değiştirilmiştir. Kalıp atölyesinde %89,4; ambarlarda %67,9 ve yedek aydınlatmalarda %71 oranında elektrik tasarrufu sağlanmıştır.



Şekil 8.8 Uygulama öncesi ve sonrası tavan aydınlatmaları kurulu güç değerleri [10]

#### b) Üretim Bantları Aydınlatmasında Tasarruf

Üretim bantlarındaki flüoresan armatürlerde bulunan manyetik balastların yerine, enerji tasarrufu amacıyla elektronik balast takılmıştır. Bu sayede 2x40W armatür başına tüketilen elektrik enerjisi manyetik balastlı flüoresan armatürler için 96W/h iken, elektronik balastlı flüoresan armatürler için 71W/h olmuştur. Böylelikle %26 oranında elektrik tasarrufu sağlanmıştır. Toplam 2300 adet armatürde balast değişimi yapılmıştır. Elektronik balast kullanımı durumunda oluşacak tek dezavantaj, flüoresan lambanın verdiği ışık miktarında az da olsa bir düşme olmasıydı. 40W gücündeki bir flüoresan lambanın verdiği ışık miktarının katalog değeri 2500 lümen dir. Elektronik balast kullanıldığında bu değer % 8-9 oranında düşmüş ve 2300 lümen civarında olmuştur. Fakat bu fark, hissedilir düzeyde değildi ve başlangıç için geçerliydi. Manyetik balast kullanımından kaynaklanan voltaj dalgalanmalarından korunamama, dengesiz lamba sürme, filtrasyon olmaması, starter tetiklemesinden doğan dezavantajlar vb. gibi olumsuz etkenler elektronik balast kullanımında söz konusu olmadığı için, kısa süre içinde ışık verimi her iki uygulama için dengelenmiş, hatta elektronik balast uygulaması sonucunda, zamanla avantaj sağlanmıştır.



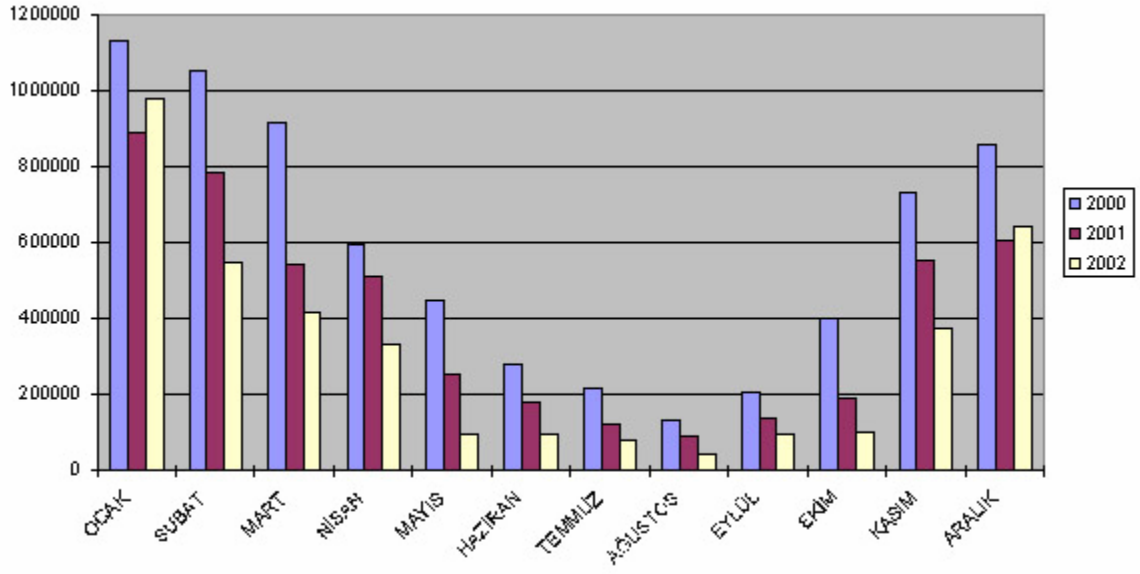
Şekil 8.9 Uygulama öncesi ve sonrası üretim bantları aydınlatmaları kurulu güç değerleri [10]

### 8.2.2.2 Kazan Dairesi Çalışmaları

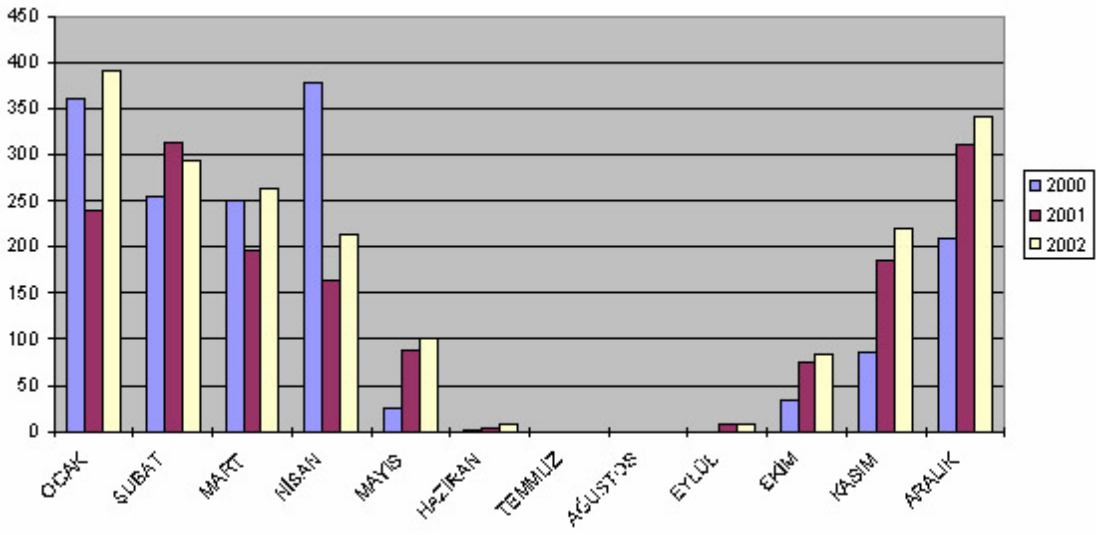
Kazan dairesinde 6 adet skoç tip alev duman borulu üç geçişli 4 bar'da çalışan kazan mevcuttur. Kazan kapasitesi 7.350.000 kcal/h olup konstüksiyon sıcaklık çıkış değerleri 140–110°C'dir. Bu kazanların çıkışları bir kollektörde toplanıp fabrikanın ısıtma ve prosesleri için kullanılmaktaydı. Yılın tüm aylarında proses nedeni ile kazan sıcaklığının 130° C de tutulması gerekmektedir. Bunun neden olduğu enerji tüketiminin azaltılması için; proses ve ısıtma devrelerinin birbirinden ayrılmasına karar verildi. Yapılan hesaplarda binalarda bulunan ısıtma aperiyelerinin kurulu gücü % 25 fazla olduğu tesbit edildi. Bundan dolayı (90–70) dönüşümünün herhangi bir sorun yaratmayacağı anlaşılmıştır. Fabrikanın 418.126 m<sup>2</sup> toplam alanı bulunmaktadır. Bunun 204.256 m<sup>2</sup>'si kapalı alandır. Ortalama bina yüksekliği 9 m'dir. Bu ayırma ile bina ısıtma hatları (90–70)°C, proses hatları da (140–110)°C çalışır hale getirilmiştir. Ayrıca ihtiyaç duyulduğunda bina ısıtma devresi de (140–110)°C'de çalıştırılabilir. Tesisatlardaki bu ayırma işlemi ısıtmaların devrede olduğu zamanlarda, (özellikle geçiş aylarında) önemli tasarruflar sağladı. Proses ve ısıtma hatlarında toplam 1.700 m<sup>3</sup> su dolaşmaktadır. Ayırma işlemi ile 700 m<sup>3</sup> proses yaklaşık 1.000 m<sup>3</sup>'ü ısıtma hatlarında olmak üzere sirkülasyon kapasiteleri oluşmuştur. Bu şekilde ısıtma hatlarının haftasonu ve uzun tatillerde devre dışı bırakılma imkanı oluşmuştur. Çok basit hesapla 1.000 m<sup>3</sup> suyun haftasonu ısıtılmaması ile yaklaşık olarak 3.500 sm<sup>3</sup> doğalgaz tasarrufu yapılmaktadır. Proses hatlarında yüksek sıcaklığa ihtiyaç duyulan kullanım noktaları belirlenmiştir. Bu noktalarda yapılan iyileştirme çalışmaları ile merkezi sistemden bağımsız çalışan çözümlere gidilmiştir. Bugün proses hattı sıcaklığı 105° C'dir. Bina ısıtmaları da (90–70)° C'de

çalışmaktadır.

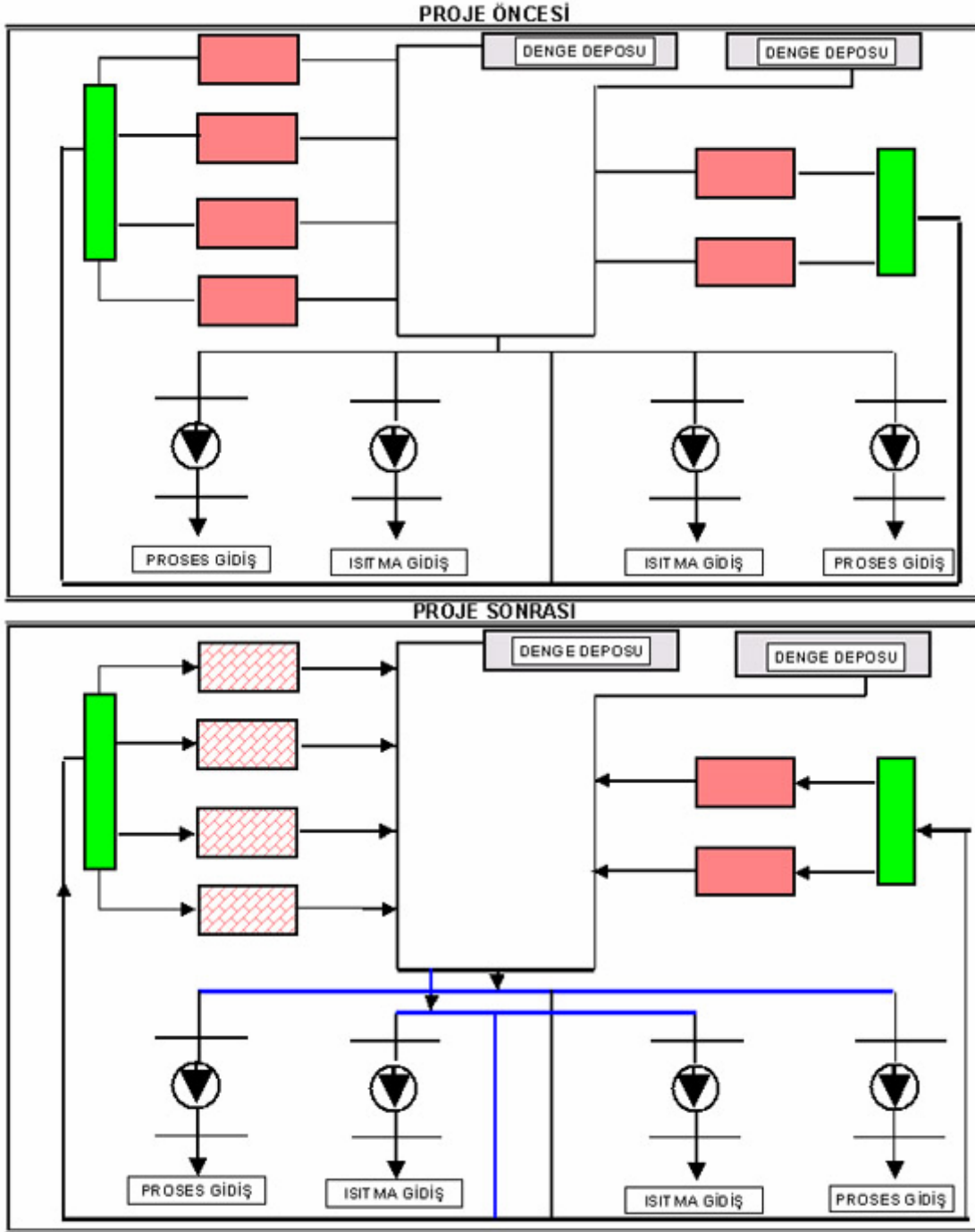
Kazan dairesinin tesisat şemalarında da görüldüğü gibi altı kazanın çıkışı da bir kollektörden tüm fabrikaya proses ve ısıtma olarak atölye bazında dağıtılmaktadır. Kazan dairesinde altı kazanın bağlı olduğu 26 tonluk 2 adet denge deposu mevcuttur. Bu denge depoları çıkış kollektörüne bağlı olarak çalışmaktadır. 2 adet denge deposunun bulunması kazan dairesini iki ayrı gruba bölmekte kolaylık sağlamıştır. Sistem otomasyonu, otomatik su alma ve azot ile basınçlandırma tesisleri farklı iki ayrı kazan dairesi olarak dizayn edilmiştir. Bir olan gidiş ve dönüş kollektörleri ikiye ayrılmıştır. Altı adet kazanın dördü bina ısıtma hatlarına aktarılmış, iki adedi de prosese bağlı hatlara aktarılmıştır. Bu işlemler istenildiğinde tekrar altı kazanın beraber çalışabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu projeye başlamadan önce boru çapları, su hızı, pompa debilerinin kapasite uygunluğu teorik olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplar sonucunda termodinamik özellikler dikkate alınarak kızgın su tesisi yeniden yapılandırılmıştır (Şekil 8.12). 2001 yılı kazan dairesi doğalgaz tüketimi  $4.839.250 \text{ sm}^3/\text{yıl}$ , iklimik değeri 1.581'dir. 2002 yılı kazan dairesi doğalgaz tüketimi  $3.783.987 \text{ sm}^3/\text{yıl}$ , iklimik değeri 1.921'dir. İklimatik değerinde görüldüğü gibi 2002 yılı 2001 yılından daha soğuk olmasına rağmen  $1.055.263 \text{ sm}^3$  daha az doğalgaz harcanmıştır (İklimatik değer; günlük dış hava sıcaklığının en düşük değerinin 14'ten mutlak olarak çıkartılmasıyla bulunur. Hava sıcaklığının tüketime etkisini belirlemede kullanılır).



Şekil 8.10 Kazan dairesi doğalgaz tüketimleri [10]



Şekil 8.11 Kazan dairesi dış hava iklimik sıcaklıkları [10]



Şekil 8.12 Proje öncesi ve sonrası [10]

### 8.3 Ytong'ta Enerji Tasarrufu Çalışmaları

#### 8.3.1 Şirket Tanıtımı ve Şirketteki Enerji Yönetimi Çalışmaları Hakkında Genel Bilgi

1963 yılında 50.000 m<sup>3</sup> kapasite ile üretime geçen Türk Ytong Pendik fabrikası ilerleyen zaman ve pazar koşulları içerisinde kapasite arttırımı çalışmalarına gitmiş ve gerekli yatırımların tamamlanmasıyla 1996 yılında 400.000 m<sup>3</sup> / yıl üretim kapasitesine ulaşmıştır.

Gazbeton üretiminin son safhası olan malzemenin sertleştirme işlemi yüksek basınç altında doymuş buhar ile otoklavlarda yapılmakta olup, büyük oranda enerji sarfı gerektirmektedir.

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle otoklavların içindeki buharın sertleştirme işlemi bittikten sonra tahliyesi aşamasında tekrar kullanılması imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla otoklavdan otoklava buhar hatları ilave edilerek bir otoklavın tahliye aşaması başka bir otoklavın basınç yükseltme aşamasına denk getirilerek tahliye aşamasındaki otoklavın buharı diğer otoklava transfer edilmeye çalışılmıştır.

Gerek aktarma imkânlarının kısıtlı olması ve buharın özelliklerini kaybetmesi, gerekse aktarma yapılsa bile otoklavların basınçlarının 3–4 Atü'de dengelenmesi sonucunda otoklav içindeki kalan buharın basit bir eşanjörden geçirilip atmosfere bırakılması enerji maliyetlerini büyük ölçüde arttırmakta idi.

1990'lı yıllardan itibaren, yukarıda bahsedilen atık buhardan faydalanmak ve geri kazanılan bu enerji sayesinde üretim prosesinde ısı enerjisi temini için kullanılan kireç, çimento ve su gibi hammaddelerin tüketiminden de ek tasarruf sağlamaya yönelik çeşitli projeler üretilmeye başlanmış ve 3 aşamalı "Atık Isı Enerjisinden Faydalanma Projesi" hazırlanmıştır.

1995 yılında nihai hale getirilen ve üst yönetimin onayladığı proje ile 5 yıl içerisinde;

1. Buhar akülerinin kurulması,
2. Buhar kazanlarının verimliliğinin arttırılması,
3. Atık Buhar Geri Kazanım sisteminin devreye alınması

projelerinin gerçekleştirilmesi sonucunda ısı enerjisinden (doğalgaz tüketiminden) ortalama %35, hammadde tüketiminden de %5 tasarruf sağlanması öngörülmüştür [10].

### 8.3.2 Ytong'ta Tasarruf Çalışmaları

Ytong'da enerji tasarrufu çalışmaları 1996–2001 yılları arasında 3 aşamada gerçekleştirilmiştir:

1. Buhar akülerinin kurulması,
2. Buhar kazanlarının verimliliğinin artırılması,
3. Atık buhar geri kazanım sisteminin devreye alınması.

Bu çalışmaların aşamaları aşağıdaki sırayla ele alınabilir [10]:

#### 8.3.2.1 Birinci Etap: Buhar Akülerinin Kurulması

Ytong gazbeton üretiminin son aşaması olan sertleştirme işlemi, yüksek basınç altında otoklavlarda doymuş buhar yardımı ile yapılmaktadır.

1996 yılına kadar otoklavlama aşamasında sertleştirme işlemi bittikten sonra tahliye süresince otoklav içindeki buhar eğer denk gelirse başka bir otoklava aktarılmaktaydı. Ancak özellikle değişken üretim şartlarında otoklav giriş-çıkışları birbirlerine buhar aktarma imkanlarını azaltmıştır. Bunun yanında otoklavdan otoklava gönderilen buhar, malzeme ile teması sonucunda kirlenmekte ve buharın içindeki hava konsantrasyonunun artması yüzünden aktarma işlemi maksimum iki defa yapılabilmekte, daha sonra da buhar bir ısı değiştiricisinden geçirilerek dışarı verilmekteydi. Gerek aktarma imkanlarının kısıtlı olması ve buharın özelliklerini kaybetmesi, gerekse aktarma yapılsa bile otoklav basınçlarının 3–4 Atü'de dengelenmesi sonucunda otoklav içinde kalan buharın basit bir eşanjörden geçirilip atmosfere bırakılması yüzünden, üretim miktarına bağlı olarak günde yaklaşık 40–60 ton arası bir buhardan dolayısıyla enerjiden faydalanamama söz konusuydu. Bu dönemde 1m<sup>3</sup> Ytong üretimi için ortalama 130 kWh enerji harcamaktaydı.

1995 yılında hazırlanan buhar aküleri projesinde mevcut otoklavlama prosesine entegre edilen buhar aküleri sistemi ile, otoklavlardan tahliye edilen buharı yıkayıp havasından arındırarak ihtiyaç duyulan başka bir otoklava gönderilmesi, böylece daha önceden atılan buharın tekrar sisteme geri verilmesi düşünülmüştür. Projenin ilk etabının planlama başlangıcı 1995 yılıdır.

Şirketin ortağı Alman Ytong International'dan alınan ek bilgilerin Türk Ytong mühendislerince mevcut çalışma koşullarına uyarlanması ile proje bir yıl içinde hazırlanmış ve yatırım Haziran 1995 tarihinde başlayıp, Mart 1996 tarihinde tamamlanarak devreye

alınmıştır. Projenin bu etabının toplam yatırım tutarı 222.000\$ 'dır.

Akülerin devreye alınmasından sonra enerji harcamaları aylık olarak takip edilmiş ve 130 kWh olan enerji sarfının aynı şartlar altında (üretim miktarı, hava sıcaklığı) 106 kWh'a düştüğü tespit edilmiştir.

Söz konusu projede kullanılan akülerin özellikleri ve çalışma prensipleri kısaca aşağıda verilmiştir:

1. Aküler 3/4 su ile dolu basınçlı kaplardır.
2. 2–6 Atü basınç aralığında çalışırlar.
3. 12 Atü çalışma basıncına göre dizayn edilmiştir.
4. Aynı anda hem buhar şarjı hemdedeşarjı yapabilirler.
5. Akülerin su fazında bulunan difüzörleri vasıtasıyla otoklavdan gönderilen buharın enerjisini suya transfer ederek basınç altında yüksek sıcaklıkta kızgın suya çevirirler.
6. Bu aşamada buhar ile birlikte sürüklenmiş askıdaki katı maddeler akünün altına çökerler ve blöf ile ortamdan uzaklaştırılırlar.
7. Buhar ile beraber sürüklenmiş hava ise akülerin üzerinde bulunan hava kırıcı kondensoplar vasıtasıyla atılır.
8. Otoklavlama prosesinde buhara ihtiyaç duyulduğunda akü vanaları açılarak akünün buhar fazından çekim başlar.
9. Akü içindeki basınç düşmeye başladığında kızgın su tekrar buhar fazına geçer ve otoklavlara temizlenmiş, havasından arındırılmış buhar gönderilir.

Projenin bu etabının gerçekleşmesiyle 1996–2001 yılları arasında buhar enerjisinden elde edilen tasarruf miktarı aşağıdaki tabloda verilmiştir [10]:

Çizelge 8.3 Projenin birinci etabı akülerin tesisiyle 1996–2001 yılları arasında elde edilen doğalgaz tasarruf sonuçları tablosu [10]

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	6 YILLIK TOPLAM
Yıllık Tasarruf Miktarı TEP	605	809	702	587	628	509	3.840
Yıllık (Doğalgaz) Tasarruf Miktarı kWh	7.037.000	9.409.000	8.168.000	6.828.000	7.310.000	5.927.000	44.679.000
Yıllık Tasarruf Miktarı \$	109.000	160.000	126.000	99.000	122.000	130.000	746.000
Tasarruf Oranı Toplam (Tasarruf / Toplam Enerji Tüketimi) %	20	22,2	20	20,8	22,8	23,3	21,4
Esas Alınan Döviz Kuru TL/\$	85.004	160.430	263.948	435.351	614.823	962.386	
Ortalama D.G. Fiyatı \$/kWh	0,0155	0,017	0,0154	0,0145	0,0167	0,022	
Yıllık Üretim Miktarı m <sup>3</sup>	293.244	392.032	340.360	284.515	304.585	246.955	1.861.691
Yıllık Enerji Tüketimi (Doğalgaz) kWh	35.339.000	42.377.000	40.676.000	32.769.000	32.064.000	25.465.000	208.690.000

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü üzere 6 yıl içinde toplam tasarruf 746.000 \$ olmuştur. Bu zaman zarfında ortalama tasarruf oranı ise %21,4 olarak tespit edilmiştir. 222.000\$'lık yatırım ise yaklaşık 18 ayda kendini geri ödemiştir.

### 8.3.2.2 İkinci Etap: Buhar Kazanlarının Verimliliğinin Arttırılması

Otoklavlarda kullanılan buharı üreten iki adet üç geçişli 15 Atülük kazanlardan eski teknoloji ile imal edilmiş ve yanma verimi düşük olan 2 nolu kazan ekonomizör ilaveli olarak yenilenmiştir. Projenin ikinci etabının planlanmasına Haziran 1999 tarihinde başlanmış, proje yatırımı ise Kasım 1999'da başlayıp Mayıs 2000'de bitirilmiştir.

Bu yatırım ile yanma verimi yükselmiş ve ekonomizör çıkışı kazan girişi besi suyu sıcaklığı 135°C'ye yükseltilerek kazan verimi %85'ten %91 civarına ulaşmıştır. Bu sayede 1m<sup>3</sup> Ytong üretimi için harcanan doğalgaz enerji miktarı 106 kWh'dan 100 kWh'a düşmüştür.

Çizelge 8.4 Projenin ikinci etabı buhar kazanlarının verimliliğinin arttırılması ile 2000–2001 yılları arasında elde edilen tasarruf sonuçları tablosu [10]

	2000	2001	TOPLAM
Yıllık Tasarruf Miktarı TEP	121	127	248
Yıllık (Doğalgaz) Tasarruf Miktarı kWh	1.415.000	1.480.000	2.897.000
Yıllık Tasarruf Miktarı \$	23.600	32.600	56.200
Tasarruf Oranı (Toplam Tasarruf / Toplam Enerji Tüketimi) %	5,4	5,8	5,6
Esas Alınan Döviz Kuru TL/\$	614.823	962.386	
Ortalama D.G. Fiyatı \$/kWh	0,0167	0,022	
Yıllık Üretim Miktarı m <sup>3</sup>	235.810	246.955	482.765
Yıllık Enerji Tüketimi (Doğalgaz) kWh	25.930.000	25.465.000	51.395.000

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere Mayıs 2000 ile Aralık 2001 yılları arasında buhar kazanlarının verimli hale getirilmesiyle 56.200\$ tasarruf sağlanmıştır. Yatırım miktarı 101.000\$ olan bu tasarruf çalışması Nisan 2003'te kendini geri ödemiştir [10].

### 8.3.2.3 Üçüncü Etap: Atık Buhar Geri Kazanım Sisteminin Devreye Alınması

Otoklavlardan tahliye edilen buharın akülerde tamamının geri kazanılması söz konusu olmadığından proses sırasında akülerin alamadığı ve zaman zaman atmosfere tahliye edilen buharın değerlendirilmesi ve otoklav kondensatörlerinden çıkan flush buhardan da faydalanmak üzere üçüncü etap projeler üzerinde 2000 yılında çalışmaya başlanmıştır. Ekim 2000’de montajı başlayan yatırım Ocak 2001’de devreye alınmıştır. Yatırımın toplam maliyeti 38.550\$’dır.

Atık buhar geri kazanım çalışmaları dört ana başlık altında toplanabilir:

1. Pendik Ytong otoklav tesisinde mevcut otoklavlarında bulunan kondensatlardan çıkan kondensatler bir buhar separatöründe toplanıp, flush buhar ve sıcak su olarak ayrıştırılmıştır. Sıcak su, kondens toplama havuzuna gönderilip üretim suyu olarak kullanılmıştır. Separatörde ayrılan flush buhar “kazan besi suyu eşanjöründen” geçirilerek kazan besi suyu ön ısıtmaya tabi tutulmuş ve su sıcaklığı 20°C’den 50-60 °C yükseltilmiştir.
2. Akülerin alamadığı buhar kazan besi suyu tankının içine döşenen serpantinlere gönderilerek su sıcaklığı 60°C’lerden 98-100°C’ye yükseltilmiştir. Eski sistemdeki eşanjör yardımıyla 60°C’nin üzerine yükseltilemeyen su sıcaklığı bu yeni tesis ile 98-100°C’lere yükseltilmiş, böylece besi suyunun gönderildiği degazörün harcadığı ilave buhar miktarı azalmıştır. Günde 170 ton su kullanılan kazan işletmesinde 6.800.000 kcal bir enerji tasarrufu sağlanmış ve bu çalışma ile 1 m<sup>3</sup> Ytong’a sarf edilen enerji (doğalgaz) miktarı 100 kWh’den 91 kWh’a düşmüştür. Ocak-Aralık 2001 yılında elde edilen kazanç 33.585 \$/yıl’dır.
3. Kazan besi suyu tankında atık buharın tümünün kullanımı mümkün olmadığından serpantinleri terk eden düşük basınçtaki buharın sıcak suya dönüştürülüp üretim prosesinde kullanılması düşünülmüştür. Burada amaç, Ytong üretiminde kullanılan kireç ve çimentonun vermiş olduğu ısı enerjisi yerine sıcak sudan gelen ısı enerjisini kullanarak söz konusu hammaddelerden tasarruf etmektir. Projenin bu bölümünü gerçekleştirmek için, içinde serpantinleri olan bir sıcak su tankı imal ettirilmiş, otomatik seviye ve sıcaklık kontrol sistemleri ile donatılmıştır. Otoklav altı ve eşanjör çıkışı sıcak kondensatlerinde toplandığı bu tankta, üretime gönderilen proses suyu sıcaklığı 25°C’den 53°C’ye yükseltilmiştir.

2001 yılında üretim prosesine verilen suyun ısıtılmasıyla gerçekleşen hammadde miktarlarındaki tasarruf  $m^3$  gazbeton üretimi başına 13 kg (kireç + çimento)'dır. 2001 yılında toplam  $246.955 m^3$  gazbeton üretimi yapıldığı gözönüne alındığında;

$246.955 m^3/yıl \times 13 kg/m^3 = 3210 ton/yıl$  (kireç + çimento) tasarrufu  
Bir ton (kireç + çimento) ortalama maliyeti = 28 \$/ton

$3210 ton/yıl \times 28 \$/ton = 89.880 \$/yıl$  tasarruf edilmiştir.

4. Gerek kazan besli suyunu ısıtan eşanjör ve serpantinlerden gerekse imalat suyunu ısıtan serpantinden, buharın ısı transferi aşamasında oluşan yüksek sıcaklıktaki kondens suları toplanarak, üretimde kullanmak amacıyla sisteme geri beslenmiştir. 2001 yılında bu işlemle toplam  $9.600 m^3$  su geri kazanılarak üretime verilmiştir. Bunun karşılığı daha az su tüketilerek su maliyetleri düşürülmüştür. 2001 yılında kondenslerden elde edilen  $9600 m^3$  suyun parasal karşılığı 9300 \$'dır (1  $m^3$  su için idareye 0,97 \$ ödenmektedir).

Sonuç olarak 2001 yılında 38.550 \$ harcayarak gerçekleştirilen "Atık Buhar Geri Kazanma Sistemi" toplamda  $33.585 \$ + 89.880 \$ + 9300 \$ = 132.765 \$/yıl$  tasarruf sağlamış olup, söz konusu tesisin yapımı için harcanan 38.550 \$ gözönüne alındığında yeni tesisin kendini geri ödeme süresi yaklaşık 3,5 ay olmuştur [10].

### 8.3.3 Uygulanan Projenin Sonuçları

Ytong Pendik Fabrikası, gazbeton üretiminde 1996 yılından itibaren enerji tasarrufu çalışmalarını başlatmış olup, bu çerçevede aldığı önlemler ve yaptığı yatırımlar ile 1  $m^3$  gazbeton üretiminde harcanan ısı enerjisini 130 kWh'dan 91 kWh'a düşürerek tam kapasite üretimde yaklaşık %30 enerji (doğalgaz) tasarrufu ve üretim prosesinde kullanılan hammaddelerden de %5 oranında tasarruf sağlanmış. Son 5 yıllık dönemde bu çalışmaların sonucunda tüm tasarrufların toplamı 935.000\$'a ulaşmıştır. Projelerin toplam yatırım tutarı 362.000\$ olup, yatırım için harcanan miktar iki yıldan biraz fazla sürede kendini geri ödemiştir. İlgili neticeler çizelge 8.5'te verilmektedir [10].

1995 yılından itibaren başlayan 3 kademeli enerji ve hammadde enerji tasarruf çalışmaları 2001 yılında tamamı gerçekleştirilmiştir. Her 3 projenin önemli ölçüde enerji tasarrufu sağladığını ve kısa zamanda kendilerini ödedikleri görülmektedir.

Çizelge 8.5 Üç projenin özet toplam tablosu

Tarih	Bir m <sup>3</sup> malzeme üretimine düşen enerji tüketimi  kWh	Enerji Tasarruf oranı  %	Enerji Tasarruf Miktarı  \$	Hammadde Tasarruf Miktarı  \$	Toplam  \$
Mart 1996 Dönemi	130	-	-	-	-
Mart 1996'da projenin ilk etabı Buhar Akülerinin devreye alınma sonrası	106	21,4	746.000	-	746.000
Mayıs 2000'de ikinci etap 2. no.lu kazanın verimli hale getirilmesi sonrası	100	5,6	56.200	-	56.200
Ocak 2001'de 3. etap Atık Buhar Geri Kazanım sisteminin devreye alınması sonrası	91	8,0	42.900	89.900	132.000
<b>TOPLAM</b>			845.000		<b>935.000</b>

Projenin uygulanması sonucu enerji tasarrufunun yanında hammadde tasarrufu ve önemli ölçüde emisyon azaltılması da sağlanmıştır. Ortalama Ytong üretimi 300.000 m<sup>3</sup>/yıl alınır, doğalgaz tasarrufu sayesinde atmosfere salınan yıllık CO<sub>2</sub> miktarından 2230 ton/yıl azalma gerçekleştirilmektedir. Nominal üretim kapasitesi olan 400.000 m<sup>3</sup>'e ulaşıldığında bu değer 2970 ton/yıl'a ulaşacaktır.

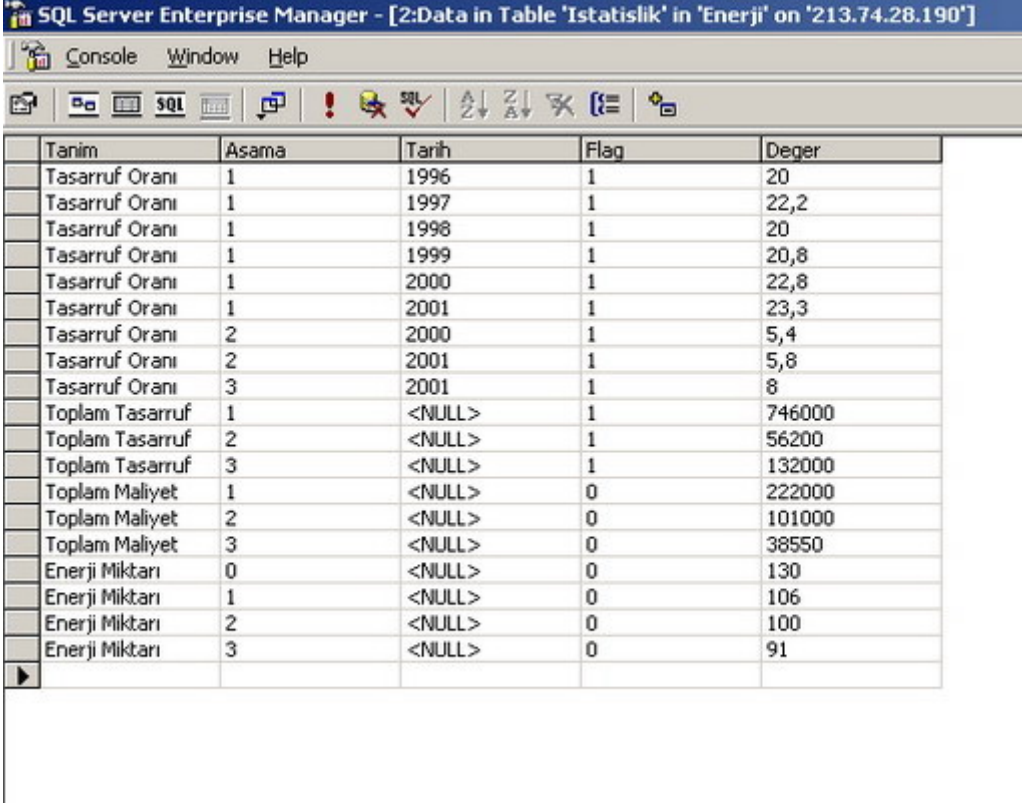
Proje şirket Yönetim Kurulu ve şirketin Alman ortaklarınca da kuvvetle desteklenmiştir. Tüm projeler Pendik Fabrikası teknik ekibince gerçekleştirilmiş, Türk yerli imalat sanayiine

imalat ve montajları yaptırılmıştır.

### 8.3.4 Ytong'daki Enerji Yönetimi Çalışmalarının MS SQL Kullanılarak Simüle Edilmesi

Ytong Pendik Fabrikası'nda yapılan enerji yönetimi çalışmaları sonucunda %35 tasarruf edildiği belirtilmişti. Bu çalışmalar MS SQL programı kullanılarak bir veritabanı oluşturulmuş ve her üç aşama için değişimi gözlemlenmiştir.

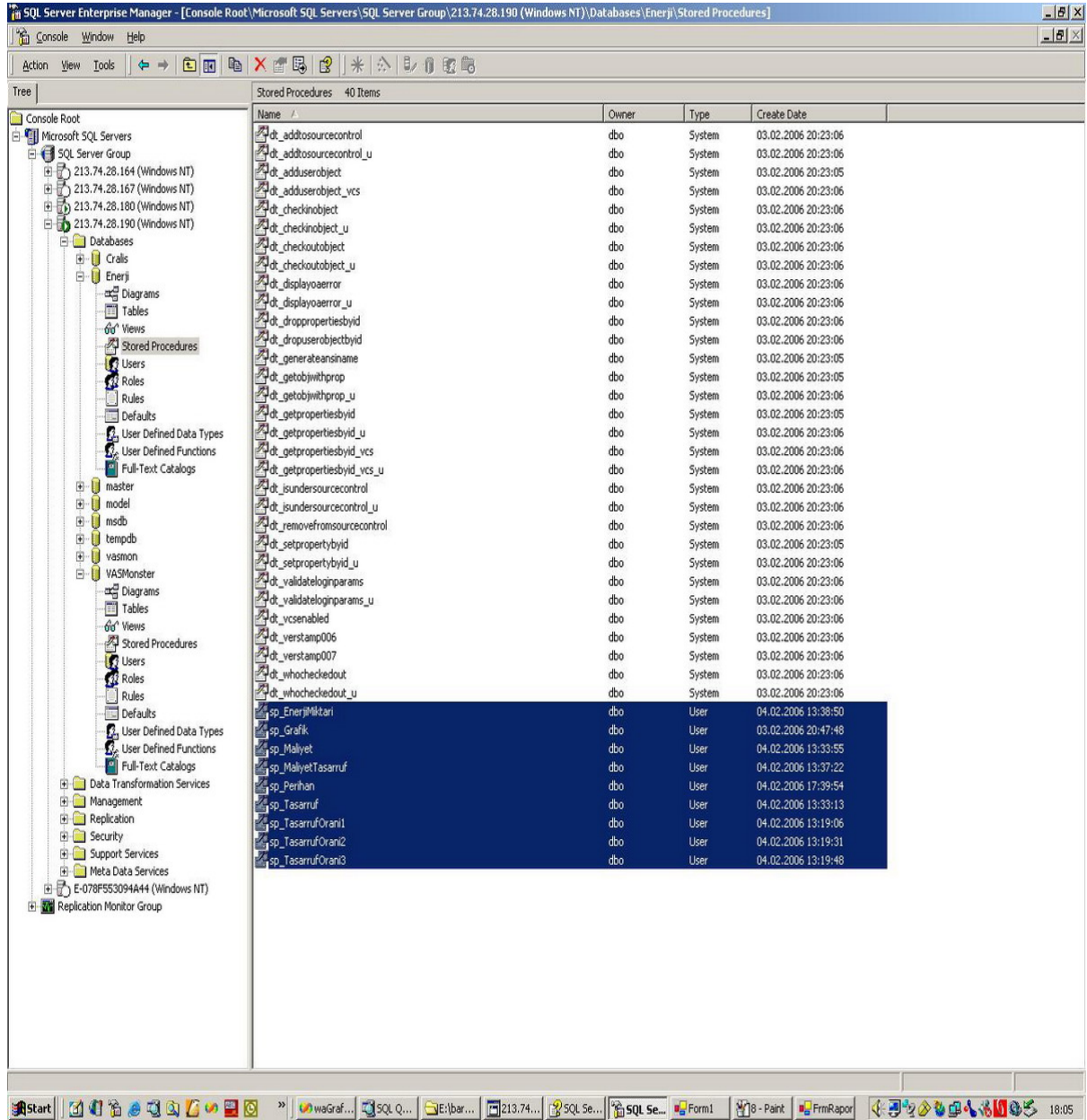
Bu gözlemin yapılabilmesi için SQL Server'da bir tablo yaratıldı ve bu tabloya enerji yönetimi uygulamalarında elde edilen tüm veriler girildi.



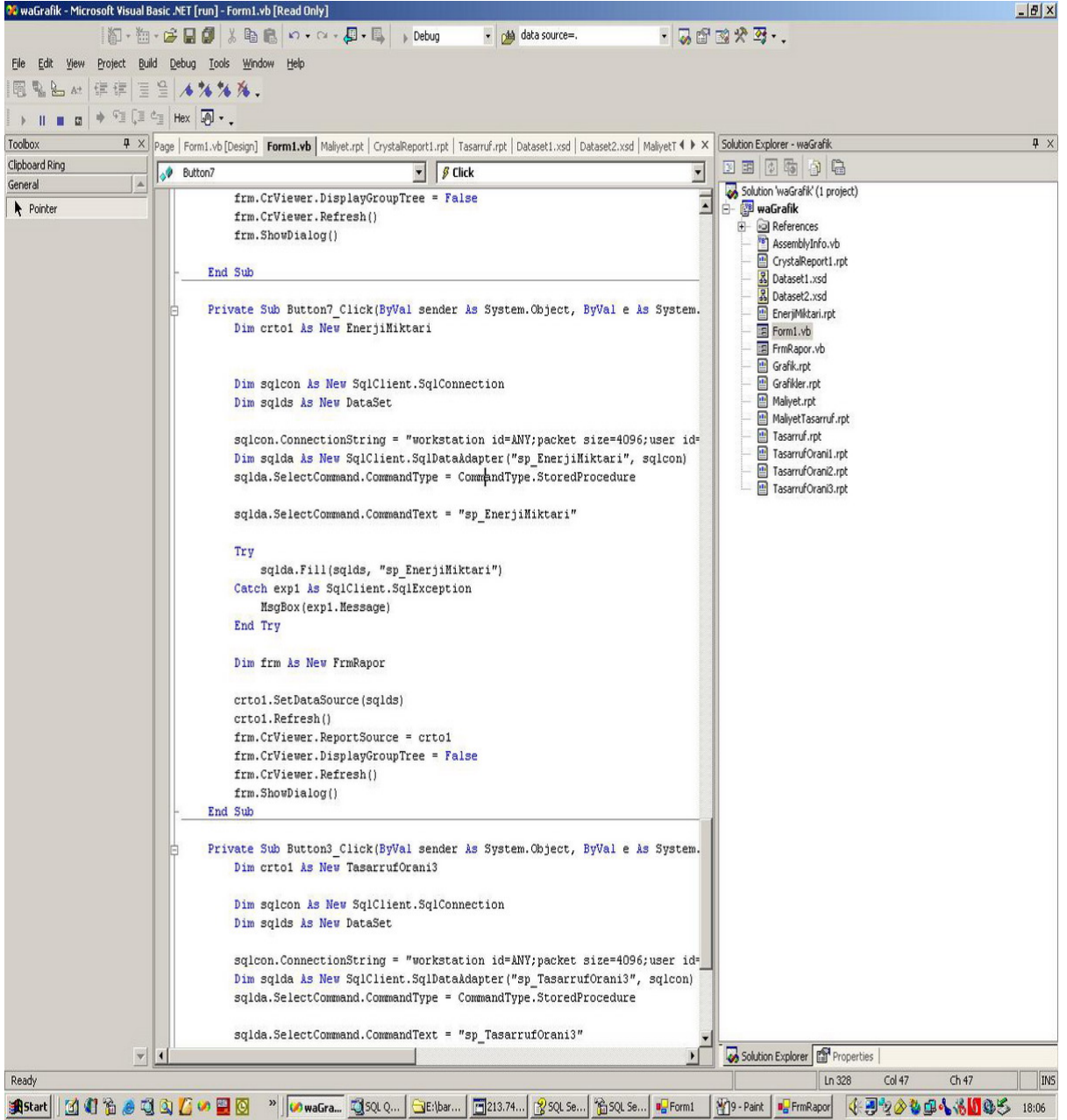
Tanım	Asama	Tarih	Flag	Deger
Tasarruf Oranı	1	1996	1	20
Tasarruf Oranı	1	1997	1	22,2
Tasarruf Oranı	1	1998	1	20
Tasarruf Oranı	1	1999	1	20,8
Tasarruf Oranı	1	2000	1	22,8
Tasarruf Oranı	1	2001	1	23,3
Tasarruf Oranı	2	2000	1	5,4
Tasarruf Oranı	2	2001	1	5,8
Tasarruf Oranı	3	2001	1	8
Toplam Tasarruf	1	<NULL>	1	746000
Toplam Tasarruf	2	<NULL>	1	56200
Toplam Tasarruf	3	<NULL>	1	132000
Toplam Maliyet	1	<NULL>	0	222000
Toplam Maliyet	2	<NULL>	0	101000
Toplam Maliyet	3	<NULL>	0	38550
Enerji Miktarı	0	<NULL>	0	130
Enerji Miktarı	1	<NULL>	0	106
Enerji Miktarı	2	<NULL>	0	100
Enerji Miktarı	3	<NULL>	0	91

Şekil 8.13 Eldeki verilerle SQL Server'da oluşturulan tablo

Şekil 8.13'teki tablo elde edildikten sonra VisualBasic.net kullanılarak SQL Server'a bağlanılarak bu veriler çekildi. Verilerin nasıl çekildiğine ilişkin uygulama pencereleri aşağıda görülmektedir.

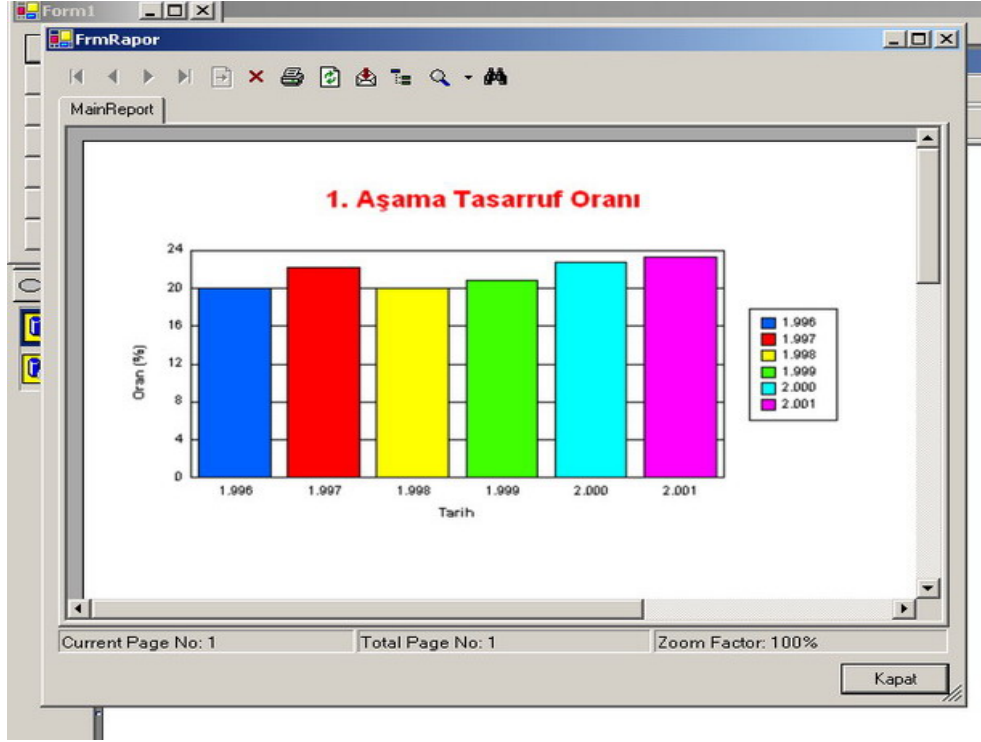


Şekil 8.14 Tabloların SQL Server'da görünümü



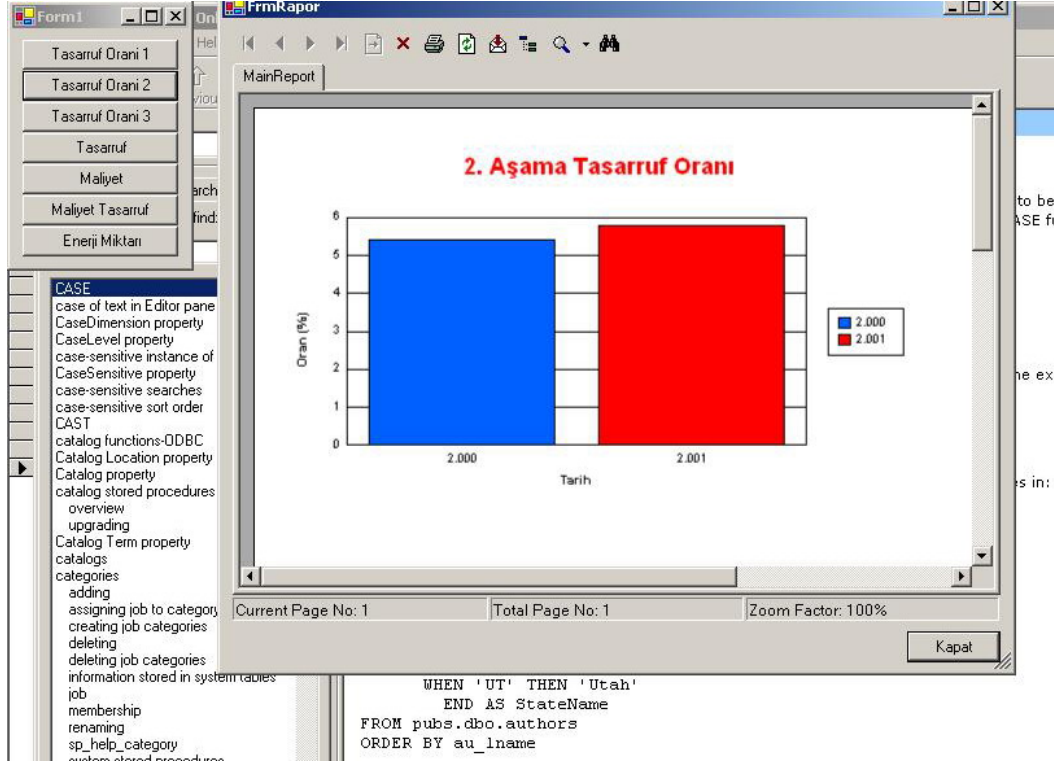
Şekil 8.15 VB.net ile verilerin SQL Server'dan çekilmesi

Bir sonraki aşamada, VisualBasic.net kullanılarak SQL Server'a bağlanılıp çekilen veriler yardımıyla Crystal Report programı kullanılarak grafikler oluşturuldu. Elde edilen grafiklerin neleri ifade ettiği her grafiğin altında açıklanmaktadır.



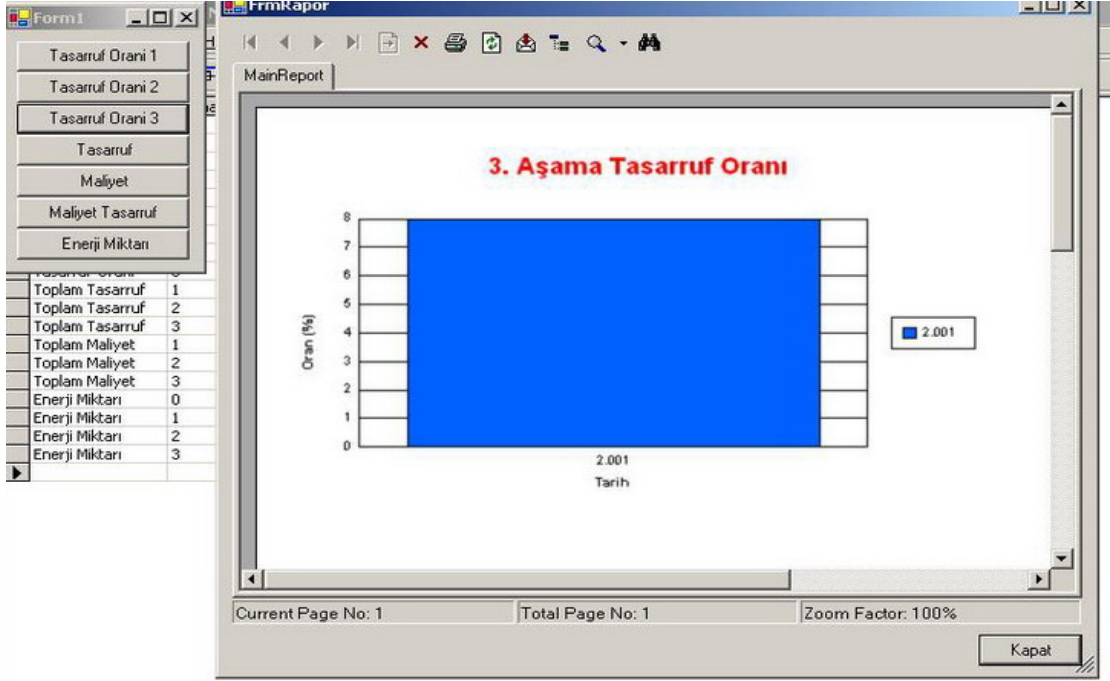
Şekil 8.16 Crystal Report kullanılarak ilk aşamada edilen tasarruf oranlarının yıllara göre dağılımı

Şekil 8.16'dan görüleceği üzere, Ytong'taki enerji yönetimi çalışmalarının birinci aşamasında 1996-2001 yılları arasında elde edilen tasarruf oranları sırasıyla %20, %22.2, %20, %20.8, %22.8 ve %23.3'tür. yapılmış olan bu çalışmadan elde edilen ortalama tasarruf %21.4'tür.



Şekil 8.17 Crystal Report kullanılarak 2. aşamada edilen tasarruf

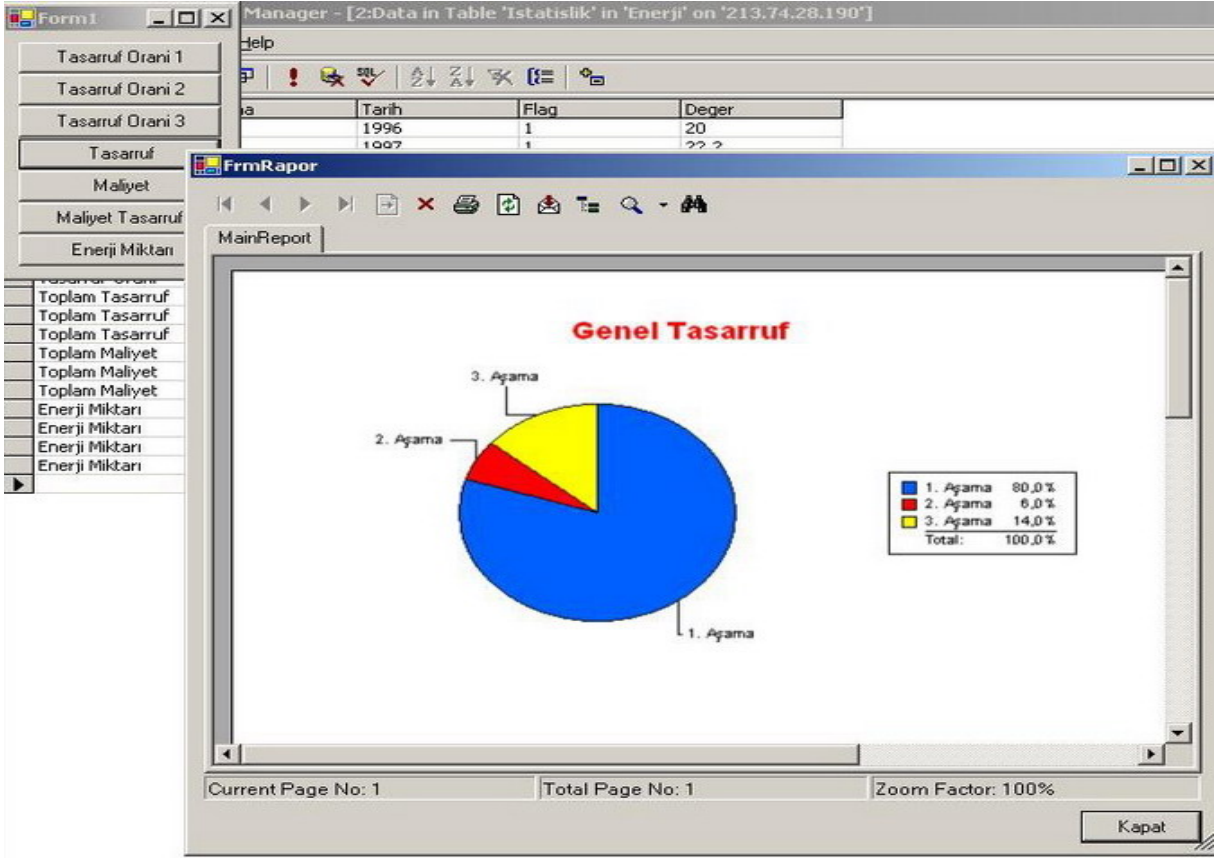
Ytong'ta yapılan enerji yönetimi çalışmalarının ikinci aşaması sonucunda elde edilen tasarruf değerleri Şekil 8.17'de görülmektedir. Buna göre 2000 yılında %5.4, 2001 yılında ise %5.8 oranında tasarruf edilmiştir.



Şekil 8.18 Crystal Report kullanılarak 3. aşamada edilen tasarruf

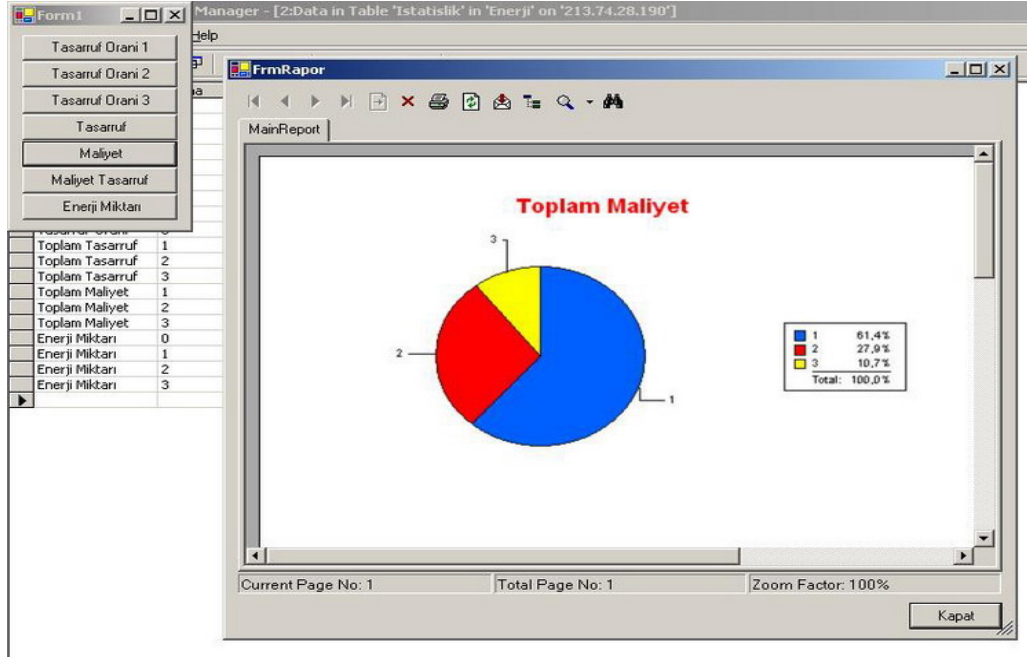
Şekil 8.18'de Ytong'ta yapılmış olan enerji yönetimi çalışmalarının üçüncü aşamasının sonuçları görülmektedir. Buna göre, 2001 yılı sonunda elde edilen tasarruf %8'dir.

Ytong'taki enerji yönetimi çalışmaları, daha önce de belirtildiği gibi üç aşamada gerçekleştirilmiş ve her aşama sonucunda elde edilen tasarruf oranları belirlenmiştir. Bu aşamalara göre şirketin sağladığı tasarruf miktarları Şekil 8.19'da görülmektedir. Buna göre toplam tasarruf dikkate alındığında birinci aşama sonucunda %80, ikinci aşama sonucunda %6, üçüncü aşama sonucunda ise %14 tasarruf sağlanmıştır.



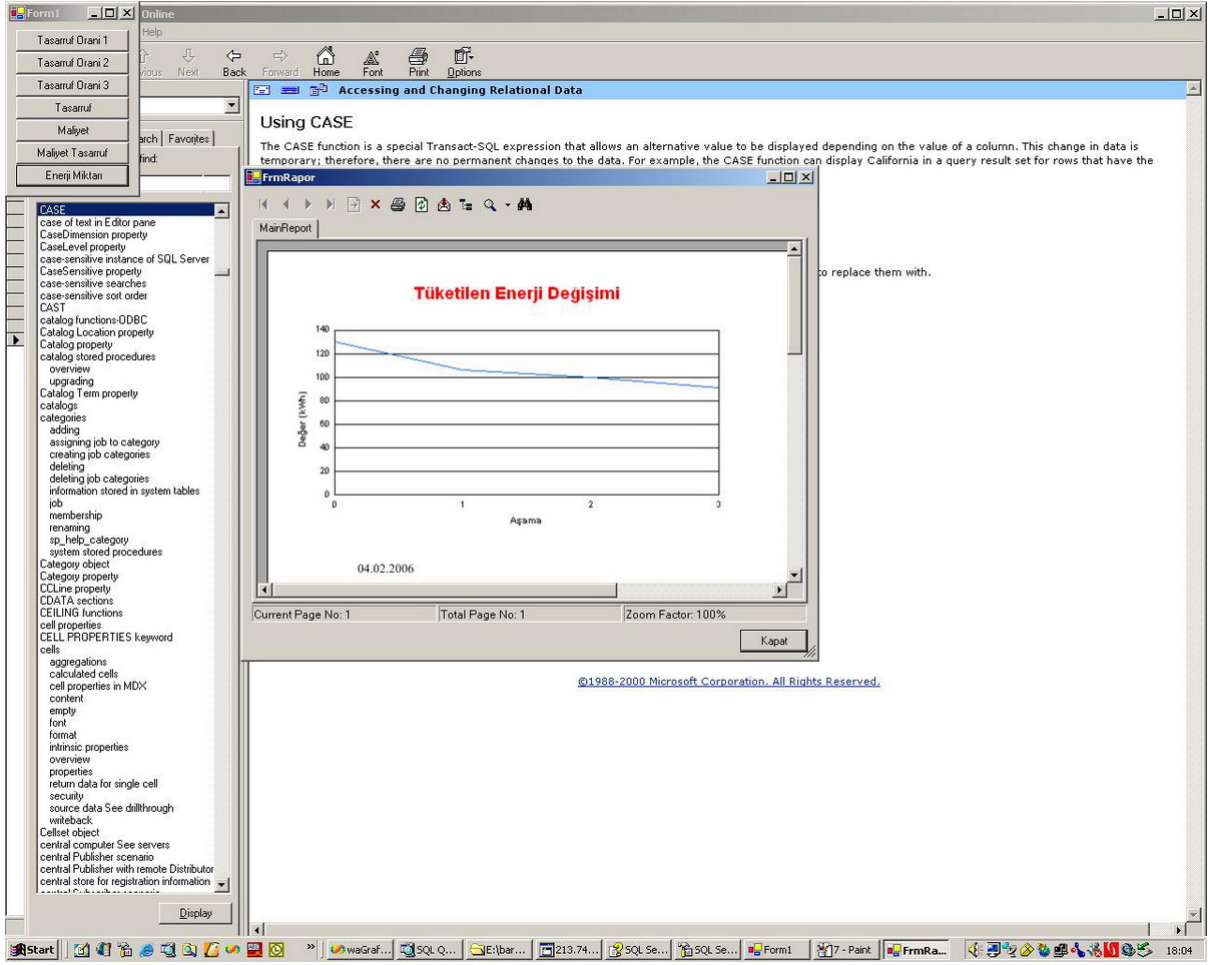
Şekil 8.19 Crystal Report kullanılarak elde edilen tasarrufun aşamalara göre dağılımı

Ytong'ta yürütülen enerji yönetimi çalışmaları elbette ki belli bir yatırım gerektirmiş ve bu çalışmalara başlamadan önce bu yatırımın miktarı ve ne kadar sürede kendini amorti edeceği dikkatli bir şekilde analiz edilmiştir. Bu uygulamada toplamda 361550\$ değerinde bir yatırım yapılmış ve bu yatırımın %61.4'ü (222.000\$) birinci aşama için, %27.9'u (101.000\$) ikinci aşama için, %10.7'si (38.550\$) ise üçüncü aşama için kullanılmıştır. Bu değerler Şekil 8.20'de görülmektedir.



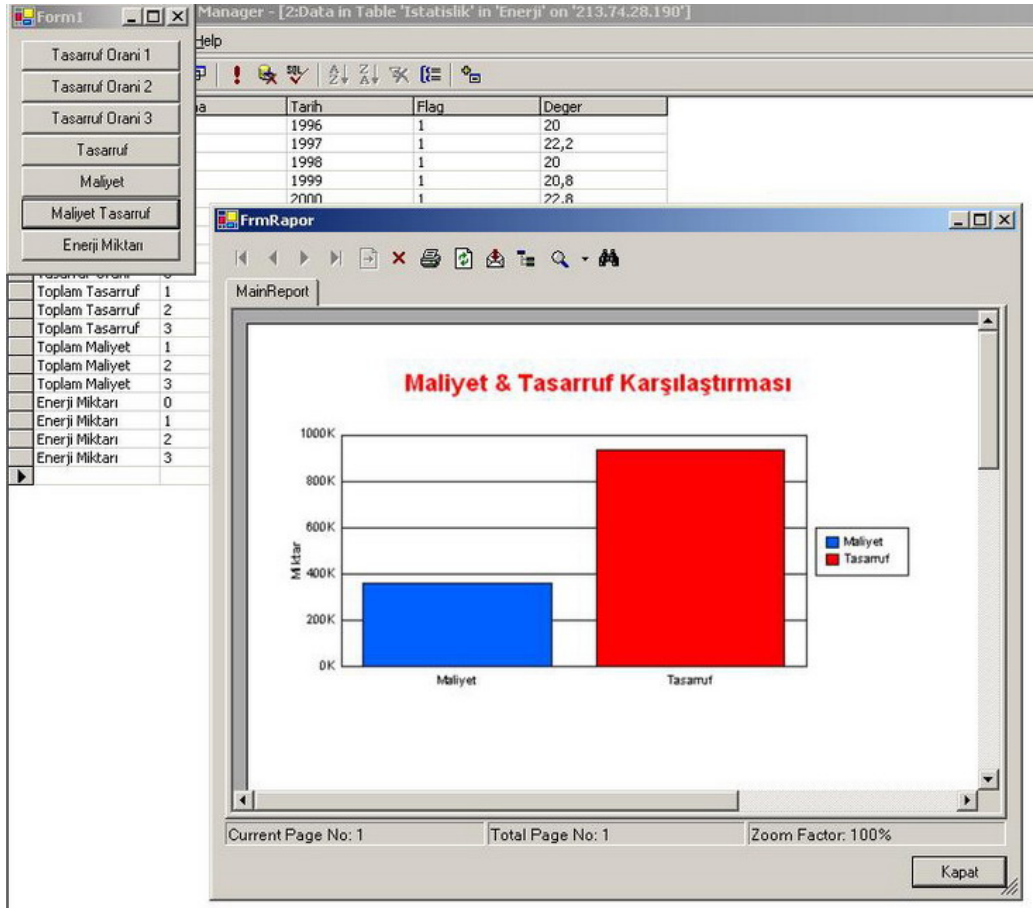
Şekil 8.20 Yapılan yatırımın aşamalara göre dağılımı

Şekil 8.21’de Ytong’da  $1\text{m}^3$  gazbetonun üretilmesi için gerekli olan enerji miktarlarının aşama aşama düşüşü görülmektedir. Buna göre birinci aşamada  $130\text{kWh}$ ’ten  $106\text{kWh}$ ’e, ikinci aşamada  $106\text{kWh}$ ’ten  $100\text{kWh}$ ’e, üçüncü aşamada ise  $91\text{kWh}$ ’e düşüş olmuştur.



Şekil 8.21 Tüketilen enerji değişimi

Şekil 8.22’de Ytong’ta yapılmış olan enerji yönetimi uygulamalarının maliyet&tasarruf karşılaştırması yer almaktadır. Şekilden de görüleceği üzere, yapılmış olan yatırım sonucunda elde edilen tasarruf maliyet açısından çok daha büyük bir düzeydedir. Bu durum da yatırımın kendini amorti ettiğini ve şirkete büyük bir kazanç sağladığını göstermektedir. Sonuçta Ytong’ta yapılan enerji yönetimi çalışmalarının planlanan düzeye ulaştığı ve şirket için büyük bir getiri sağladığı söylenebilir.



Şekil 8.22 Maliyet&amp;Tasarruf karşılaştırılması

## BÖLÜM 9

### 9. ENERJİ YÖNETİMİ KONUSUNDA TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

Bu bölümde Türkiye'de "Enerji Yönetimi" konusunda faaliyet gösteren 5 şirketin bu konuya bakış açıları ve yapmış oldukları uygulamalar sonucunda almış oldukları neticelerden elde ettikleri deneyimler ele alınacaktır. Firmalara yönelmiş olan sorular Ek 2'de yer almaktadır.

#### 9.1 Alarko Carrier'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı

1954 yılında kurulan, ısıtma, soğutma, havalandırma, su arıtma ve basınçlandırma alanlarında faaliyet gösteren Alarko Sanayi ve Ticaret A.Ş., 1998 yılında, alanında dünyanın lider kuruluşu Carrier ile eşit oranda ortaklığa girmiş ve şirketin adı Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş. olarak değiştirilmiştir.

Teknolojisini yenileyen, dış pazarlara erişim olanaklarını ve rekabet gücünü arttıran Alarko Carrier'in iki ana faaliyet konusu bulunmaktadır:

- Endüstriyel Alanda:
  - Araştırma Geliştirme
  - Üretim
- Ticaret ve Pazarlama Alanları:
  - Pazarlama ve Satış
  - Mühendislik ve Proje Hizmetleri, Sistem Satışları
  - İhracat
  - Temsilcilik ve İthalat

Alarko Carrier, İstanbul'daki Genel Yönetim, Şube ve iki fabrika ile Gebze Organize Sanayi Bölgesi'nde (GOSB) 60.000 m<sup>2</sup>'lik alanda kurulan yeni kompleksine Ekim 2000'de taşınmıştır.

Alarko Carrier'in endüstriyel faaliyetleri, Genel Yönetim Merkezi'ne bağlı olarak, Gebze Ana Üretim Tesisleri ile Dudullu Radyatör Üretim Tesisinde; ticaret ve pazarlama faaliyetleri ise İstanbul, Ankara, İzmir şubeleri, Adana ve Antalya büroları tarafından yürütülmektedir.

Şu anda şirkette yaklaşık olarak 750 kişi çalışmaktadır.

Alarko'da enerji yönetimi konusunda çalışan ayrı bir "Bina Yönetim Sistemleri Departmanı" bulunmaktadır. Bu departmanda çalışan 16 kişi mevcuttur, ancak uygulamalar sırasında outsource olarak da eleman çalıştırılmakta ve bu sayı 60 ila 70'i bulmaktadır. Bu birimde çalışan tüm mühendisler, Carrier'ın çalışanları için hazırladığı tüm eğitimleri almaktadırlar. Ayrıca bu birim için yurtdışı ve Alarko bünyesinde "Enerji Yönetim Sistemleri yazılım sistemleri eğitimi" düzenlenmekte ve bölüm çalışanlarının bu eğitime katılımı sağlanmaktadır.

Alarko, "enerji yönetimi" kavramına "tesislerdeki elektriksel, fosil yakıt, doğal gaz enerjilerini en etkili şekilde kullanarak, en az kişiyle, gereken konfor koşullarını sağlayarak gerçekleştirmek" olarak bakmaktadır. Bu bağlamda, şirkette bulunan Enerji Yönetimi departmanı uygulamanın yapılacağı bina ya da endüstrinin amacı doğrultusunda en az enerji tüketimiyle bunu gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Aslında Alarko'da yürütülen enerji yönetimi çalışmaları, "Bina Otomasyonu" faaliyetlerinin bir parçasıdır. Bu bağlamda enerji yönetiminin temeli, sürekli işletmeye almaktır. Sistem, sadece bina otomasyonu ve mekanik tesisat kurulduğunda değil, sürekli işletmeye alınmalı ve test edilmelidir. Enerji yönetiminde gereken başarı ancak böyle sağlanabilir. Alarko Carrier'in gerçekleştirdiği sistem ve yazılımlar enerji yönetimi için gereken tüm niteliklere sahip olacak şekilde kurulurlar (Selçuk Ercan, [12]).

Enerji Yönetimi departmanının sorumluluğunda bir iş alındığında (Selçuk Ercan, [12]);

- Öncelikle binanın elektriksel ve mekanik projeleri ayrıntılı bir şekilde incelenir. (Alarko şu anda sadece yeni yapılan binalar için bu sistemi kurabilmektedir, çünkü eski binalarda enerji yönetim çalışmaları yaygın değildir). Bu inceleme aslında bir bakıma binanın teşhisidir. Teşhis; cihaz ve işletme aksaklıklarının varlığını belirlemek, maliyet olarak etkisini ve aciliyetini araştırmak, nedenlerini belirlemek, çözüm yollarını ve maliyetlerini araştırmak, sorumlulukları belirlemek ve eylem planı geliştirmektir. Isıtma-Havalandırma sistemlerini karmaşıklığı yüzünden, binalarda işletme ve bakım sorunlarının olması, bu sorunlar yüzünden, enerji kayıpları, konfor şikayetleri ve kısa cihaz ömürlerinin ortaya çıkması, cihazların zamansız çökmesi, servis isteklerinin artması nedenleriyle teşhisin yapılması gerekmektedir.
- Ayrıntılı incelemelerden sonra diğer bütün sistemleri kontrol eden bina otomasyon

sistemi için Kontrol Projesi oluşturulur.

- Gereken konfor (nem, sıcaklık, koku, karbondioksit oranı, ışık şiddeti kalitesi,... vb.) sağlanırken gereken optimum enerji hesaplanır (Gereken frekans, debi,... vb. amaçlar tespit edilir. Yani ne kadarlık frekansa ihtiyaç var, ne kadar ışığa ihtiyaç var, vb. şeklinde ekonomik değerler hesaplanır).
- Bina otomasyonu için gereken tasarım yapılır.
- Montaj
- Hangi yazılımların kullanılacağına karar verilir.
- Ölçümler internetten mi, WAP' tan mı takip edilecek, bunun kararı verilir.
- Binanın büyüklüğüne göre belirlenen ana kontrol ve küçük kontrol noktaları için ölçüm aletlerinin kurulumu yapılır.
- Testler başlar.
- Ölçüm aletlerinden gelen sonuçlar her 5 dakikada bir kaydedilir. Verinin nasıl değerlendirileceğine bağlı olarak bu süre değişebilmektedir. Burada önemli olan nokta hangi verilerin, nasıl (aralıklı ya da değer değişimli), hangi sıklıkta kaydedileceğidir. Bu durum, kullanılan yazılım ve donanımın niteliklerine de bağlıdır. Veri örnekleme tipleri çok hızlı veri kayıtları (aktif ölçümlerde 1 dk ya da daha az), hızlı veri kayıtları (örnekleme süresi 5–10 dk kadar), orta sıklıkta (15 dk–30 dk), yavaş veri kayıtları (1 saat ya da üstü, uzun sürelerle kayıt) olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Örneklemenin, örnekleme frekansı ve prosese uygun şekilde seçilmesi gerekir. Çok sık örnekleme sistem kaynaklarını tüketir, az örnekleme ise yanıltıcı bilgi verir.
- Elde edilen veriler grafiklere dökülür. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, seçilen raporlamanın toplanan veriye uygun olmasıdır. Çünkü uygun grafik tiplerinin, uygun değişkenlerle üretilmesi gerekir (grafik tipi, birim, amaç vb.).
- Bu grafiklere göre önlem alınması gereken yerler tespit edilir.
- Bu önlemler uygulanır.

Teşhis safhasında hangi yöntemin kullanılacağı önemlidir. Alarko Carrier, sistemin en kısa zamanda işletmeye alınması ve işletme sürecinde olabilecek en büyük enerji tasarrufunu gerçekleştirmek için gereken tüm aktif ve pasif işletmeye alma testlerini uygular. Bu

yöntemler aktif işletmeye alma (commissioning-aktif testler) ve pasif tanılama (monitoring-pasif testler) olmak üzere ikiye ayrılır. Aktif işletmeye almada; kontrol işaretleri kullanılarak vana, damper, fan gibi elemanlar mühendis tarafından belirli değerlere getirilerek sistem davranışı incelenir. Pasif tanılamada ise; veri toplanır ve incelenir. İstatistik ve grafikleme kullanılır. Cihaz çalışmasına hiç müdahale edilmeden hatalar belirlenmeye çalışılır. Aktif testler çok hızlı veri kaydı gerektirir ve bu testlerde yapılacak müdahalelerin bir prosedüre bağlanması gerekir, boş bina olması rahatlık sağlar, saha istasyonunda büyük bellek gerektirebilir, maliyeti pasif testlerden daha yüksektir, toplanan verilerin modele uyup uymadığı ancak sistemdeki gecikme göz önüne alınarak gerçekleştirilebilir. Pasif testlerle ise ilgili kayıtlar yıllarca devam edebilir; yine okunan değerlerin modele uyup uymadığı kontrol edilerek hata varlığı araştırılır ve bu testlerde en önemli zorluk, yapılan testlerin sunumu ve raporlanmasıdır.

Enerji yönetimi uygulamalarında “teşhis” safhasında yapılabilecek bazı hatalar olabilmektedir. Bu hatalar; planlama, tasarım, cihaz, montaj, kasıtlı, işletme, “iyileştirme” çabaları, cihaz arızaları, cihaz karakteristiğinin bozulması, teknolojik gelişme kaynaklı olabilir. Bu nedenle, belirsizliklerin ortadan kaldırılması ve duyar elemanlar hataların azaltılmasında önemlidir. Belirsizlik, ölçüm ve beklenen değer arasında bulunabilecek kabul edilebilir hatanın miktarıdır. Belirsizlikten daha büyük hatalar ya detektör ya da sistem hatalarına işaret eder. Belirsizlik modellerin düzeltilmesiyle azaltılabilir. Böylece daha iyi modellere ulaşılabilir. Duyar elemanların ise, yeterli kalitede, kablolama yüzünden oluşabilecek kayıplar ve hatalar en aza indirilmiş, uygun yerlere yerleştirilmiş, kalibrasyonu yapılmış olması gerekmektedir.

Enerji yönetimi uygulamaları, binalarda ve endüstriyel tesislerdeki uygulamalarda değişiklik gösterir. Çünkü endüstriyel uygulamalarda temel amaç, üretimi artırıp masrafı kısmak ve karı artırmaktır. Başka bir deyişle, endüstriyel uygulamalarda, enerji yönetimi değil enerji tasarrufu amaçlanmaktadır. Binalarda ise günümüzde enerji yönetimi tam olarak sağlanmakta, yani gereken konfor şartları optimum enerji ile elde edilmektedir. Kısacası binalarda kardan çok konfor ve kalitenin devamlılığı, ayrıca çevre kirliliğini önleme önem kazanmaktadır.

Alarko, enerji yönetimi uygulamalarında bir software kullanmaktadır. Kullanılan bu software, yakın zamana kadar Siemens America'nın bir ürünüydü; fakat günümüzde Carrier'ın kendine ait olan yazılımları kullanılmaktadır. Şu anda en çok kullanılan program ısı davranışı modelleyen ve C++ tabanlı bir program olan HAP programıdır. Şirket, kullanılan bu

programdan oldukça memnundur. Yeni bir özelliğe ihtiyaç duyulduğunda şirkette çalışan mühendisler programı istenilen özellik doğrultusunda geliştirilebilmektedir

Enerji yönetimi uygulamalarında bir diğer önemli konu da maliyettir. Uygulamanın maliyeti binanın büyüklüğüne ve belirlenen tüm önlemlerin uygulanıp uygulanmamasına göre değişim göstermektedir.

Alarko'nun enerji yönetimi uygulaması yaptığı şirketlerden almış olduğu sonuçlar, yapılan uygulamaya göre değişiklik göstermektedir, ancak tasarruf açısından bir oran belirtilmek istenirse bu oranın %30-40 civarında olduğu söylenebilir. Tasarruf dışında enerji yönetiminin sağladığı bir diğer fayda ise her şeyin kontrol altında tutulmasını sağlamasıdır. Enerji yönetiminin binanın ömrü boyunca sürekliliğinin olması şarttır. Kurulan bu sistemle bilgisayar aracılığı ile tüm noktalar kontrol altında tutulur. Herhangi bir arıza veya aksaklık önceden tespit edilebilir; periyodik bakım, kestirimci bakımı da kontrol altında tutan yazılımlarla bu uygulamalar da kontrol altında tutulur.

Aslında enerji yönetimi çalışmalarının sağladığı faydalar işletmeci, müteahhit ve tasarımcı, ülke açısından ele alınabilir. İşletmeci açısından;

- Sorunları şikayetlerden önce belirleme,
- Hızlı ve yerinde müdahale,
- İşletme personelinin yeteneklerini artırmak,
- Uygun servis yönetimi,
- İşletme ve bakım maliyetlerinde düşüş,
- Enerji fiyatı artışından daha az etkilenme,
- Konfor kalitesinde artış,
- Çevreyi koruma

gibi avantajlar sağlamaktadır. Müteahhit ve tasarımcı açısından;

- Projenin teslim sürecinin kısalması,
- Projenin teslim sürecinin maliyetinin azaltılması,
- Projenin kalitesinin artması,

- Gelecek projeler için bu projedeki tasarımlarından bilgi kazanmak,
- Kullandıkları cihazların verimleri ve kaliteleri hakkında bilgi sahibi olmak

gibi yararlar sunmaktadır. Ülke açısından ise;

- Enerji tasarrufu ve
- Çevreyi koruma gibi avantajlar getirmektedir.

Alarko Carrier'in bugüne kadar yapmış olduğu enerji yönetimi çalışmalarına örnek olarak endüstri tesisleri, havalimanları, bankalar ve iş merkezleri, hastaneler ve ilaç fabrikaları, oteller, alışveriş, kültür, eğitim, spor merkezleri, üniversiteler, büyükelçilikler ve idari binalar verilebilir (Selçuk Ercan, [12]).

## 9.2 Schneider Electric'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı

160 yıllık geçmişinde Schneider Electric, önemli stratejik seçimler yaparak birçok hedefini başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir.

Son birkaç yıldır şirket, elektrik alanında tamamlayıcı özelliklere sahip firmaları alarak bu alanda büyüme göstermiştir. Merlin Gerin, Modicon, Square D ve Telemecanique gibi dört uluslararası markayla Schneider Electric bugün dünyanın önde gelen elektrik dağıtım, endüstriyel kontrol ve otomasyon ekipmanı üreticilerinden biridir.

Schneider Electric'te enerji yönetimi konusuyla ilgili spesifik olarak çalışan bir departman bulunmamaktadır. Bunun nedeni, şirkette entegrasyon yapılmaması, yani aktif olarak uygulamanın gerçekleştirilmemesidir. Ancak işletmenin bu konuda birçok ürünü bulunmakta ve uygulama bu ürünlerle entegratör firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Piyasada oldukça söz sahibi olan Schneider firmasının yazılımlarını ve ürünlerini kullanan pek çok entegratör firma bulunmaktadır. Bu firmalardan en önemlilerinden biri MAS Otomasyon'dur. Bu firmanın uygulamaları bir sonraki başlıkta ele alınacaktır [Baycan Güzelderen].

Schneider Electric'in ürünlerinin özellikleri aşağıdaki gibidir [13]:

- Schneider, insanları ve ekipmanları koruyarak, kullanıcının rahatlığını artırarak, servis sürekliliğini garanti ederek, işletme maliyetini azaltarak ve gelecekteki genişletmeleri kolaylaştırarak, elektrik enerjisini ofisler, oteller, hastaneler gibi endüstriyel - ticari binalara ve konutlara dağıtır.
- Schneider HVAC çözümleri ile fabrika, otel, iş merkezleri gibi büyük binalarda ısıtma

ve soğutma uygulamaları ile rahat bir çalışma ortamı sağlar.

- Hipermarket: Orta gerilim ve alçak gerilim ekipmanları, alçak gerilim dağıtım ürünleri, busbar sistemleri.
- Konut: Isıtma için ev otomasyon sistemleri, güvenlik ve enerji yönetimi alçak gerilim ve son dağıtım.
- Oteller: Orta gerilim ve alçak gerilim ekipmanları, alçak gerilim güç dağıtım ve alçak gerilim dağıtım ürünleri.
- Hastaneler: Orta gerilim ve alçak gerilim ekipmanları, alçak gerilim güç dağıtım son dağıtım ürünleri, busbar sistemleri.
- Ticari Bina: Orta gerilim ve alçak gerilim ekipmanları, alçak gerilim güç dağıtım ve alçak gerilim dağıtım ürünleri.

### **9.3 MAS Otomasyon'un Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı**

MAS Otomasyon, 1997 yılında enerji ve proses otomasyonu konusunda hizmet vermek üzere kurulmuştur. Kuruluş tarihinden itibaren, Türkiye enerji ve endüstriyel otomasyon pazarının önde gelen firmalarından Schneider Electric' in sistem entegratörü olarak faaliyet göstermektedir. Deneyimli kadrosunun sektörel tecrübesini teknolojiyi yakından takip etme duyarlılığı ile birleştiren firma, bu sektördeki faaliyetlerini doğrusal bir artış grafiği ile sürdürmektedir. Firma dokuz yıldır sürdürdüğü faaliyetleriyle yurtiçinde ve yurtdışında başarıyla tamamlanmış birçok projeye imza atmıştır. Teknik ekip içerisinde 13 kişi (9 mühendis, 4 tekniker) çalışmaktadır (Özkan Çakır).

Şirket ilkesi; teknik olarak bilgili ve tecrübeli personeli ile müşterinin ihtiyaç ve beklentileri doğrultusunda, kaliteli, optimum maliyetli, efektif çözümler üretmek olarak belirlenmiştir.

Şirket;

- Anahtar teslimi otomasyon sistemleri tasarımı ve uygulaması,
- Modernizasyon projeleri,
- Montaj ve devreye alma,
- Sistem entegrasyonu,
- Bakım servis ve danışmanlık,

- PLC sistemi konfigürasyon ve programlama,
- SCADA sistemi konfigürasyon ve programlama,

hizmetleri vermektedir.

Şirketin ağırlıklı yürüttüğü projeler aşağıdaki gibidir:

- Enerji Yönetim Sistemleri,
- Enerji Faturalama Sistemleri,
- Elektrik Dağıtım Otomasyonu,
- Endüstriyel otomasyon çözümleri,
- Kojenerasyon Projeleri Otomasyonu ve SCADA'sı,
- Yük Atma ve Yük Paylaşımı Otomasyonu,
- Senkronizasyon Sistemleri Otomasyonu,
- Aydınlatma Otomasyonu,
- Bina Otomasyonu,
- Kablosuz Data Aktarımı (Radyo Telemetri, Kablosuz görüntü Aktarımı.),
- Hazır beton Santral Otomasyonu,
- Kimya, Petrokimya, Otomotiv, İlaç, Gıda, Çimento, Kağıt, Ağaç sektörüne yönelik proses otomasyonu çözümleri,
- İçmesuyu ve Atıksu Arıtma Tesisleri Otomasyonu ve SCADA sistemlerinin kurulması,
- Pompa İstasyonları Otomasyonu

Enerji Yönetim Sistemleri, ayrı bir birim olarak çalışmakta ve 4 kişiden oluşmaktadır. Bu birimde çalışanların ayrı bir eğitimi bulunmamaktadır. Enerji Yönetimi biriminin sorumluluğunda bir iş alındığında;

- Tesis tek hat şeması çıkarılır.
- Keşif yapılır. Tek hat şeması ile uyumlu olup olmadığı, nerelerden ölçüm yapılacağı kararı verilir.

- İhtiyaca göre ölçüm aletlerinin yerleştirileceği noktalar belirlenir, malzeme seçimi yapılır, maliyet çıkarılır.
- Projelendirme yapılır, yazılım opsiyonları çıkarılır.
- Uygulama senaryosu çıkarılır (Elektrik, ısı, doğal gaz, motor-hız ölçümleri için, ana ve yardımcı kontrol noktaları belirlenir).
- Dataların internet üzerinden mi, uydu üzerinden mi takip edileceğine karar verilir.
- Veriler toplanır ve kaydedilir.
- Dataların toplanması ortalama 2 ay kadar sürer.
- Datalar değerlendirilir ve çözüm önerileri sunulur.
- Ölçüm ve değerlendirme sonrasında karar verilen tasarruf önlemleri uygulanır.

MAS Otomasyon'un bugüne kadar gerçekleştirdiği uygulamalara;

- Ankara Sincan Organize Sanayi Bölgesi Enerji Otomasyon Sistemi
- Büyükçekmece Atirus Alışveriş Merkezi Aydınlatma Enerji Otomasyonu, Enerji Faturalama Sistemi
- Carrefour İçerenköy Bina Otomasyon Sistemi
- Carrefour Maltepe Alışveriş Merkezi Bina Otomasyon Sistemi
- DSİ Pompa İstasyonları Otomasyonu
- Eczacıbaşı Özgün Kimya Otomasyon Sistemi
- ERKUL Kozmetik Enerji Otomasyon Sistemi
- İSFALT Asfalt Plenti Tesisi Otomasyonu
- ISKO Dokuma İşletmesi Enerji Otomasyonu ve Yük Atma-Alma Sistemi
- METEM Enerji

örnek olarak gösterilebilir [14].

#### 9.4 İDETEK'in Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı

İdetek Yönetim Hizmetleri ve Otomasyon Sistemleri Ltd. Şti., 1998 yılından beri Otomasyon Sistemleri ve Mühendislik Hizmetleri konusunda projelendirme, devreye alma, taahhüt hizmetlerinin yanısıra devreye alınan/alınmış Bina Yönetim Sistemlerine (Bina Otomasyon Sistemleri) işletme hizmeti de vermektedir. Ayrıca Otomasyon Sistemleri ile ilgili malzemelerin (sistem, kontrolör, sensör vs.) yurtiçi ve yurtdışından tedariklerini yapabilmektedir. Enerji Tasarrufuna yönelik projeler üretmekte, danışmanlık hizmeti vermekte, binalara Enerji Auditi (Denetlemesi) yapmaktadır. Ayrıca tesis veya binada Enerji İzleme Sistemleri kurabilmektedir. Aydınlatma Kontrol Sistemleri ve Hareket Sensörleri satışı, projelendirmesini yapmaktadır. Veri Kaydetme, Kablosuz Veri İzleme konusunda ürün satışları yapmaktadır. 9'u mühendis (biri doktora, biri yüksek lisans, biri MBA'li olmak üzere) olmak üzere toplam 13 çalışanı vardır (Mehmet Sönmez).

Enerji yönetimi bölümü, İDETEK Ltd. Şti. altında bir departman olarak çalışmaktaydı, ancak 2006 itibari ile farklı bir şirket olarak çalışmalarına devam edecektir. Günümüzde bu birimde 3 mühendis ve iki teknik eleman olmak üzere toplam 5 kişi çalışmaktadır, ancak 2006 yılı itibari ile departmanda çalışan sayısını 5 mühendis ve 3 teknik elemana çıkarmak üzere gerekli bütçeleme yapılmıştır. Bu birimde çalışan mühendislerin

- EİE (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)' nin düzenlemiş olduğu Enerji Yöneticiliği Kursu
- İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi) Enerji Bilimi ve Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

olarak sertifika ve eğitimleri mevcuttur. Enerji yönetim birimi, belirli disiplinler çerçevesinde Endüstride ve Ticari Binalarda enerjinin etkin ve verimli kullanımını sağlamayı amaçlamıştır.

İdetek'e göre "Enerji Yönetimi" en genel anlamıyla, " minimum maliyet ile maksimum kar elde etmek ve rekabet edilebilir pozisyonlar yaratmak için, enerjinin etkin ve akıllıca kullanımı" şeklinde tanımlanabilir. Örneğin; bir ticari bina için metrekare başına düşen tüketimi, bir fabrika için ürün başına tüketilen enerjiyi azaltmak, yani enerjiyi daha verimli kullanmak için organize olarak yapılan tüm işler enerji yönetimidir [15].

İdetek'te Enerji Yönetimi biriminin sorumluluğunda bir iş alındığında bu kapsamda yapılan uygulamalar aşağıdaki aşamalardan geçmektedir:

1. **Enerji Audit'i**: Enerjinin nerede ve nasıl kullanıldığını ve nerelerde tasarruf

edilebileceğini gösteren bir çalışmadır. Bir anlamda uygulama yapılan tesisin (bina veya endüstri tesisi) enerji bakımından check up' tan geçmesi şeklinde düşünülebilir. Enerji Audit'i çalışması sonucunda, binanın enerji performansı ve yapılacak olan enerji tasarruf projelerinin (geri dönüşüm süresi ve ödeme planı dahil şekilde) kapsamı ile ilgili geniş çaplı bir rapor hazırlanır.

2. **Enerji İzleme Sistemi:** Enerji yönetimi yapılacak olan tesiste, kurulu bir Enerji İzleme Sisteminin olması en öncelikli konulardan biridir. Enerji izlemeden kasıt sadece elektrik değil; bunun yanında doğalgaz, su, buhar vb. büyüklüğün de izlenmesidir.
3. **Enerji Yönetimi:** Uygulanacak olan enerji yönetimi programı genellikle binanın veya tesisin enerji tüketim değerlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu aşama genelde enerji etüt-enerji audit çalışması ile birlikte başlar ve bu çalışmayı takiben uygulanacak olan tasarruf projelerinin takibi ve ne gibi ek tasarruflar elde edileceği şeklinde devam etmektedir. Enerji yönetiminin maliyeti tesisin spesifik enerji tüketimine ( $m^2$  başına tüketim, doluluk oranı, vb.) göre değişiklik göstermektedir.

Enerji Yönetiminin en önemli aşamaları aşağıda yer almaktadır:

- Ön Audit ile çalışmalar başlar.
- Eğer uygun görülürse Detaylı Audit yapılır.
- Tasarruf Projeleri çıkarılır.
- Tasarruf projelerinin uygulanması için plan çıkarılır. Karşılıklı anlaşılırsa Performans anlaşması yapılır.
- Tasarruf Projeleri uygulanır.
- Takip ve kontroller yapılır.

Enerji Yönetimi sürekliliği olması gereken bir kavramdır. Tasarruf imkanları sürekli gözlenmelidir. Enerji yönetimi ile ilgili üst yönetime yapılacak olan çalışmanın faydasının ve gerekliliğinin etkili bir şekilde anlatılması çok önemlidir. Ayrıca çalışanların bilinçlendirilmesi, eğitim önemli bir süreçtir.

İdetek'te enerji yönetimi uygulamaları, "Ticari Binalar" ve "Endüstriyel Tesisler"de olmak üzere iki şekilde düşünülebilir. Şirkette yapılan uygulamaya göre değişik aşamalarda

kullanılan firmaya özgü etkin programlar bulunmaktadır.

İdetek'in enerji yönetimi uygulaması yaptığı şirketlerde kullanmış olduğu programlar neticesinde almış oldukları sonuçlar ve uygulama örnekleri şu şekilde özetlenebilir: Enerji yönetimi programı uygulanan birçok binada %10-30'lara varan enerji tasarrufları gerçekleştirilmiştir. Bu binalardan bir kısmı yeni tip sistemlerle donanmış verimli olduğu düşünülen binalardır. Şirket, "referans" kelimesini "tesis doluluk oranı veya m<sup>2</sup> başına tüketim gibi kriterler göz önüne alınarak, enerji bakımından değerlendirildiği kriter" olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda; (1) referanslarına göre enerji tüketimi bakımından %20 aşağıda olan bir binada, ilk yıl %10, diğer yıl ilk seneye göre % 15 enerji tasarrufu elde edilmiştir. Bu binadaki enerji yönetimi çalışmaları devam etmektedir; (2) referansları ile hemen hemen aynı tüketime sahip olan bir işletmede, 4 yıl boyunca toplam %30'lar mertebesinde bir enerji tasarrufu gerçekleştirilmiştir.

### **9.5 Emti Enerji Yönetimi ve Tasarrufu Sistemleri'nin Enerji Yönetimi Kavramına Bakışı**

Emti Enerji Yönetimi ve Tasarrufu Sistemleri, aktif olarak enerji tasarrufu ile ilgili çalışmaktadır. Firma enerji tasarrufu konusunda şu çalışmaları yapmaktadır (Ahmet Uçar):

- Yanma Veriminin İyileştirilmesi
- Atık Sudan Isı Geri Kazanım
- Atık Baca Gazından Isı Geri Kazanım
- Havadan Havaya Isı Geri Kazanım
- Kazan Blöfünden Isı Geri Kazanım,
- Yalıtım (Vana) Ceketleri,
- Flaş Buhardan Isı Geri Kazanım
- Kompresör Kapasite Kontrolü
- Kireçtaşı Önleyiciler
- Soğutma Kulelerinde Enerji Tasarrufu
- Araç Filolarınızda Yakıt Tasarrufu

Firmanın bu konuda yaptığı en önemli faaliyet, HVAC sistemlerinde kullandıkları Magnetizer'ın distribütörlüğünü yapmaktır. Bu ürün, enerji tasarrufu, kapasite artışı sağlamak ve küresel ısınma nedenlerini azaltmaktadır. Cihaz adedi boru çapına, sistem boyutuna ve kapasite gereksinimlerine göre belirlenir. Cihazın çalışma prensibi şu şekilde özetlenebilir: Soğutucu akışkanın atomik yapısı uygulanan manyetik kuvvetle ortho-elektron yapısına sahip olur. Bunun sonucunda moleküllerin birbirinden uzaklaşmasıyla akışkan içindeki hava kabarcıklarının yüzeylerde birikmesi engellenir. Böylece daha iyi ısı transferi sağlanır ve buharlaşma kolaylaşır. İkinci olarak da, akışkan içersindeki kompresör yağlama yağı, ısı transfer yüzeylerinden akış yönüne doğru uzaklaşarak soğutma çevriminin kapasitesi arttırılmış olur. Magnetizer'ın HVAC sistemlerinde kullanılmasının sağladığı faydalar şunlardır [16]:

- Soğutucu akışkan cinsine bağlı olarak soğutma ve ısıtma kapasitesinde ortalama % 35 artış olur.
- Soğutucu akışkanın buharlaşma sıcaklığına bağlı olarak sistemin COP 'sinde ortalama % 35'e varan gelişme gözlenir.
- Kompresörün elektrik tüketimi (kW) % 15–23 oranında azalır.
- Kompresöre daha az sıvı soğutucu akışkan taşınır.
- Sistemin ısıtma kapasitesi düşük evaporasyon sıcaklıklarında bile artış gösterir.
- Sistemin çıkış kapasitesini ve COP 'sini arttırır.
- Kompresörü korur.
- Ekipmanın ömrünü uzatır ve sistemin yıpranmasını azaltır.
- Bir yıldan az sürede yatırımın geri dönmesini sağlar.
- Isıtma ve soğutma sistemlerinde ortalama % 25-30 tasarruf sağlar.

Emti firmasının şu ana kadar yaptıkları işlerden bazıları aşağıda yer almaktadır:

- Zorlu Enerji A.Ş. LM 2500+ Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Zorlu Enerji A.Ş. LM 6000PC Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Zorlu Enerji A.Ş. EGT Tempest Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Bey Enerji A.Ş. Taurus 60 Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması

- Kastamonu Entegre A.Ş. Taurus 60 Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Hayat Kimya A.Ş. (Bingo) Taurus 60 Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Ak Enerji A.Ş. Taurus 60 Gaz Türbini Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Türk Demirdöküm A.Ş. Sıcak Su Kazanı Yakıt Tasarruf Uygulaması
- Tecopolimer A.Ş. Plastik Enj. Mak. Soğutma Suyu Şartlandırma Uygulaması
- Balıkesir ULUDAĞ Turizm Otobüs İşletmeciliği şehirlerarası otobüsleri uygulaması

## BÖLÜM 10

### 10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış olan bu çalışma ile enerji yönetimi kavramı genel olarak ele alınmış, bu sektörde faaliyet gösteren 5 firmayla görüşülerek enerji yönetimi uygulamalarının nasıl yapıldığı öğrenilmeye çalışılarak genel bir bakış açısı elde edilmeye çalışılmıştır.

Sanayide enerji yönetim programına girişmeden önce, enerji ve enerji yönetimi arasındaki etkileşimin enerji verimliliği bakış açısından ele alınması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, "iş yapabilme yeteneği" olarak tanımlanan klasik enerji tanımının dışına çıkılmalıdır. Bunun yanı sıra, enerji yönetim programı içerisinde, enerji yöneticilerinin önemli fonksiyonları göz ardı edilmemelidir. Ayrıca, enerji tasarrufundan öte, enerji verimliliği ana amacına ulaşmaya çalışılmalıdır. Bu çerçevede, ülkemizdeki her sektörde bir an önce, enerji yönetim sistemleri kurularak, diğer nesillere temiz bir çevre bırakmaya katkı sağlanmalıdır.

Sanayi sektörü, bir yandan ülkemiz nihai enerji tüketimi içinde gittikçe artan önemli bir paya, diğer yandan da yüksek enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Bu durum, sanayi sektöründe yürütülecek olan enerji tasarrufu çalışmalarının öncelikle ele alınmasını gerektirmektedir. Bir başka deyişle, bu sektörde "Enerji Yönetim Sistemleri (EYS)"nin kurulması zorunludur.

Enerji yönetiminde kullanılan teknikler, bir şirkette veya kuruluşta herhangi bir kaynağın yönetiminde kullanılanlarla aynı yapıya sahiptir. ISO Kalite Belgesi (ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi) olan ve Bakım Yönetimi (koruyucu) uygulayan şirketlerde, EYS'nin kurulması ve entegrasyonu daha kolaydır. Performansın izlenmesi ve hedeflerin konması, hem giderlerin kontrolü hem de enerji kullanımıyla ilgili çalışanların motivasyonu için büyük önem taşır.

Enerji fiyatları gelecekte artmaya devam edecek ve sanayide enerjinin verimli kullanımı kaçınılmaz olacaktır. Bundan ötürü, enerjinin etkin ve verimli kullanımından sorumlu olan "Enerji Yöneticisi"nin rolü gittikçe artacaktır.

Enerji yönetimi konusunda bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde göze çarpan bazı ortak özellikler bulunmaktadır. Bu çalışmalara göre başarılı bir enerji yönetimi uygulamasında öncelikli olarak enerji verisinin organize edilmesi ve bir enerji auditi'nin yapılması gerekmektedir. Bu uygulamada üst yönetimin, ayrıca bakım ve işletme personelinin desteğinin alınması önem arz etmektedir. Enerji yönetimi uygulaması bir defaya mahsus olarak yapılan bir uygulama değildir, bu nedenle uzun süreli bir enerji yönetimi için bir politikanın oluşturulması ve bunu sağlayacak bir enerji yöneticisinin atanması şarttır. Enerji

yönetimiyle enerji eğitiminin entegre edilmesi de bir diğer önemli konudur. Çalışanlara ve özellikle enerji yönetimi uygulamasını yürüten birimi bu konuda eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Enerji kullanımının izlenmesi ve aylık raporların hazırlanması başarılı bir enerji yönetimi uygulaması için gerekli bir faktördür. Bunun yanında yıllık program amaçlarının ve enerji tasarruf hedeflerinin de belirlenmesi gerekmektedir.

Yapılan görüşmeler neticesinde Türkiye’de enerji yönetimi konusunda faaliyet gösteren firmalar incelendiğinde, bu şirketlerin çoğunluğunun gelişen teknoloji ve sektörel konumları nedeniyle günümüzde birebir enerji yönetimi uygulaması yapmak yerine, yine bu uygulama kapsamında ancak otomasyon üzerine yoğunlaştığı sonucuna varılmıştır. Bu firmaların çoğunluğunda bu konuda çalışan ayrı departman bulunmaktadır. Bu birimin görevi kapsamında enerji yönetimi uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Genel olarak görüşülen şirketlere bakıldığında, enerji yönetimi uygulamalarında benzer aşamaların takip edildiği ve bu aşamaların öncelikle uygulamanın yapılacağı bina ya da endüstride bir enerji audit’i ile başlaması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır bu aşamayı takip eden diğer adımlar uygulamaya göre değişiklik gösterebilmektedir. Ancak genel olarak (bina yönetim sistemlerindeki uygulamalar da dahil olmak üzere) tasarruf için projelendirmenin yapılması, ölçüm aletlerinin yerleştirilmesi, gerekli yazılımın seçilmesi, verilerin toplanıp kaydedilmesi, verilerin değerlendirilmesi, yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda gerekli tasarruf önlemlerinin alınması diğer adımlar olarak uygulanır.

Görüşmelerden ve yapılmış olan literatür araştırmasından elde edilen bir diğer sonuç da enerji yönetiminin amacının bina ve endüstri uygulamalarında farklılık gösterdiğidir. Binalarda konfor ve çevre kirliliğini önleme ana amaç olurken, endüstriyel uygulamalarda asıl amaç enerji tasarrufu sağlamaktır.

Yapılmış olan görüşmeler neticesinde, Türkiye’de enerji yönetimi konusunda faaliyet gösteren şirketlerin uygulamayı başarıyla yerine getirdiği, gerek ve yeter şartlara uyum gösterdiği görülmüştür. Ancak bu firmaların enerji yönetimi uygulamalarını yaygınlaştırmak için önayak olması ve uygulamaların sürekliliğini sağlamaları da gerekmektedir. Ülkemizde enerji verimi, yurtdışına kıyasla çok düşüktür. Bu nedenle her sektörde "Enerji Yönetim Sistemleri" kurulmalıdır.

Ele alınması gereken bir diğer konu “Enerji Verimliliği Müşavirliği”dir. Enerji Verimliliği Müşavirliği kavram ötesinde, uygulamaya konulmalıdır. Ülkemizdeki enerji yöneticileri organize edilmeli ve iyi uygulamalarını birbirlerine aktarmaları sağlanmalıdır. Bu bağlamda,

EİE'nin bünyesindeki UETM ile koordineli olarak bir alt yapı oluşturulmalıdır.

Bu çalışma kapsamında yapılan bir diğer uygulama, Ytong şirketinde yapılan enerji yönetimi çalışmalarının verilerinin MS SQL veritabanında incelenip, sonuçların analiz edilmesidir. Ytong şirketi, enerji yönetimi çalışmalarını üç aşamada gerçekleştirmiş ve buna göre birinci aşamada 746.000\$, ikinci aşamada 56.200\$ ve üçüncü aşamada 132.000\$ tasarruf elde etmiştir. SQL veritabanı kullanılarak yapılan analiz, çalışma verilerinden elde edilen sonuçları daha düzenli ve sistematik hale getirmiş, ayrıca yorumlama açısından da kolaylık sağlamıştır. Bu analizden de anlaşılacağı üzere enerji yönetimi uygulamaları şirketlere büyük bir fayda ve tasarruf sağlamaktadır.

Enerji tasarrufunun sağlanması, çevre kirliliğinin önlenmesi, kalite ve konforu sunması gibi başka diğer faydaları da bulunan enerji yönetimi kavramının yaygınlaştırılarak uygulamada daha çok hayat bulması, ülkemiz ve insanlarımızın geleceği açısından büyük önem arz etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların sürekliliğinin sağlanması ve mümkün olan en kısa zamanda bu konuyla ilgili yasanın çıkarılması büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

**KAYNAKLAR**

ASHRAE, (1991), Energy Management, Applications Handbook (SI), Chapter 32.

Baird, G., Domm, R. M., Pool, F., Brander, W. D. S. ve Aun, S. C., (1984), Energy Performance of Buildings, CRC Pres, Inc., Boca Raton, Florida.

Contreras, K. S., Yiğit, K. S. ve Veziroğlu, T. N., (1997), “Spanish Energy Planning Towards A Sustainable Future”, Energy Conservation Management, 38(5): 443-452.

Çalıkoğlu, E., (1999), “Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğünce Yürütülen Enerji Tasarrufu Çalışmaları ve Ülkemizdeki Tasarruf Potansiyeli”, Türkiye 11. Enerji Sempozyumu, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara.

Dilmaç, S., (1996), “Avrupa Birliğine Üye Ülkelerde Binalarda Enerji Tasarrufu Konusundaki Uygulamalar”, Isı Yalıtımı ve Enerji Tasarrufu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11: 7-13, 28 Kasım 1996, MMO İzmir Şube.

Doğan, T., (1993), “Enerji Tasarrufunda Toplam Kalite Kontrol Yaklaşımı”, Termodinamik Dergisi, 47-49.

Eastop, T. D. ve Craft, D. R., (1996), Energy Efficiency for Engineers and Technologists, Addison Wesley, Longman Limited, England.

EIE Elektrik İşleri Etüt İdaresi, (1991), “Derece Gün, Binalarda Enerji Tasarrufu Serisi 2”, Kasım 1991.

Energy Conservation Center Japan, (1998), Law Concerning the Rational Use of Energy, Kyushu International Center, JICA&KITA, Japonya.

Energy Efficiency Office, (1991), Energy Efficiency in Buildings (Offices), Department of Energy, England.

Energy Efficiency Office (EEO), (1993a), Energy Audits for Buildings, Best Practice Programme, Fuel Efficiency Booklet 1, Department of The Environment, İngiltere.

Energy Efficiency Office, (1993b), Degree Days, Department of The Environment, Fuel Efficiency Booklet 7, England.

Energy Efficiency Office, (1994a), Introduction to Energy Efficiency in Prisons, Emergency Buildings and Courts, Department of The Environment, England.

Energy Efficiency Office, (1994b), Introduction to Energy Efficiency in Factories and Warehouses, Department of The Environment, England.

Energy Efficiency Office (EEO), (1997), Choosing An Energy Efficiency Consultant, Department of The Environment, İngiltere.

Energy Efficiency Office (EEO), (1998), Energy, Environment and Profits, Making a Corporate Commitment, Department of the Environment, İngiltere.

Enerji Verimliliği Yasa Tasarısı, (1998), EIE, Ankara.

Haas, R., (1997), “Energy Efficiency Indicators in the Residential Sector”, *Energy Policy*, 25: 789-802.

Hepbaşlı, A., (1996), “Yapılarda Enerji Verimliliği”, II. Uluslararası Yapı Teknolojisi Bilimi ve “Yapılarda Tesisat” Sempozyumu ve Sergisi, 13-15 Eylül 1996, Askeri Müze Kültür Sitesi, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Makine Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.

Hepbaşlı, A., (1997), “Enerji Verimliliği Uygulama Alanları ve Çevre”, 1. Enerji ve Çevre Kongresi, 191: 183-194, Makine Mühendisleri Odası Antalya Şubesi, Antalya.

Hepbaşlı, A., (1999a), “HVAC Sistemlerinde Etkinlik ve Verim Tanımları”, Bölüm I, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 50: 33-53.

Hepbaşlı, A., (1999b), “Isı Balansı: Isı Yönetim Sisteminin Kalbi”, *Doğalgaz Dergisi*, 61 ve 63: 178-184 ve 127-131.

Hepbaşlı, A., (1999c), “Enerji Auditi: Enerji Yönetim Programının Temeli”, *Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi*, İzmir.

Hepbaşlı, A., (1999d), “Nasıl Bir Enerji Verimliliği Müşavirliği?”, 18. Enerji Tasarrufu Haftası Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, 3-5 Şubat 1999: 24-48, Ankara.

Hepbaşlı, A. ve Eltez, M., (1999), “A Survey on Building Energy Management Systems at Turkish Universities”, TIEES 98, *Energy and the Environment Proceedings of the Second Trabzon International Energy and Environment Symposium*, Begel House, Inc., 213-215, Trabzon.

Hepbaşlı, A., (2000a), “Sanayide Enerji Yönetim Programına Sistemik Yaklaşım”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*.

Hepbaşlı, A., (2000b), “Binalarda Enerji Verimliliği Nasıl Sağlanabilir?”, *Termoklima*, 97.

Hepbaşlı, A., (2001a), “Sanayide Enerji Yönetim Programının Temelleri”, *Termoklima*, 106.

Hepbaşlı, A., (2001b), “Nasıl Bir Enerji Verimliliği Müşavirliği?”, *Termoklima*.

Kamal, W. A., (1997), “Improving Energy Efficiency-The Cost-Effective Way to Mitigate Global Warming”, *Energy Conversion Management*, 38(1): 35-39.

Kennedy, W. J., Turner, W. C. ve Capehart, B. L., (1994), *Guide to Energy Management*, The Fairmont Press, Inc., U.S.A.

Keskin, T. ve Gümüşderelioğlu, S., (1997), “Ülkemizdeki Enerji Tasarrufu Programları ve Son Gelişmeler”, *Türkiye 7. Enerji Kongresi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerjide Verimlilik, Cilt IV*, 3-8 Kasım 1997.

Kyushu Bureau of International Trade and Industry, (1998), How to Be Administrative Energy Conservation in Japanese Industries, JICA&KITA, Japonya.

Okutan, C., (1997), “Mühendislik Sektöründe Profesyonelliğe Yönelik Gelişim İçinde Mekanik Tesisat Mühendisliği”, Tesisat Dergisi, 29: 70-82.

Payne, G. A., (1980), The Energy Managers' Handbook, IPC Business Press Limited, The British Council, England.

Resmi Gazete, (1986), Sayı: 19009, 4 Şubat 1986.

Resmi Gazete, (1993), Devlet İhale Kanunu, Sayı: 18161, 10 Eylül 1993.

Resmi Gazete, (1995), Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik, Sayı: 22 460, 11 Kasım 1995.

Resmi Gazete, (1996), Enerji Yönetimi Dersi ve Kursu Düzenleme Esasları Duyurusu, Sayı: 22 743, 31 Ağustos 1996.

Resmi Gazete, (1998), Enerji Tasarrufu Etütleri İçin Yetki Belgesi Verilmesi Esasları İle İlgili Duyuru, Sayı: 23 396, 8 Temmuz 1998.

Saibu Gas Co. Ltd., (1998), Energy Saving, Kyushu International Center, JICA&KITA, Kitakyushu, Japonya.

Shimizu, Y., (1998), To Learn How to Collect Data of Maintenance and to Apply Energy Conservation, Kyushu International Center, JICA&KITA, Kitakyushu, Japonya.

Shinkawa, N., (1998), An Outlook for Energy in Energy Conservation Point of View, Kyushu International Center, JICA&KITA, Kitakyushu, Japonya.

Smith, C. B., (1997), Electrical Power Management in Industry, (Ed.: F. Kreith ve R. E. West), Handbook of Energy Efficiency, CRC Pres, Inc., U.S.A.

Stebbins, L., (1994), “İşletmelerde Enerji Yönetimi”, (Çeviren: T. Doğan), Termodinamik Dergisi, 72-75.

“Tesisat”, (1996), Uluslararası Enerji Teknoloji ve Tesisat Dergisi, 19.

Thumann, A. ve Mehta, P. D., (1991), Handbook of Energy Engineering, The Fairmont Pres, Inc., U.S.A.

TÜBİTAK-TTGV, (1998), Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu, Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

Witte, L. C., Schmidt, P. S. ve Brown, D. R., (1988), Industrial Energy Management and Utilization, Bölüm 4, Hemisphere Publishing Corporation, U.S.A.

Yalçın, E., (1997), “Enerji Tasarrufunun Çevre Üzerindeki Etkileri”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Çevre ve Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, 192: 410-420, 5-7 Haziran 1997.

## İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] <http://www.altavista.com/cgi-bin/query?pg=q&kl=XX&q=%22energy+efficiency+consultant%22>, 5 Şubat 2006
- [2] [http://www.gpp.org/energy\\_ideas/EI.0396/EI.0396.00.html](http://www.gpp.org/energy_ideas/EI.0396/EI.0396.00.html) , 12 Aralık 2005
- [3] [www.roguevalleyheat-air.com/info.html](http://www.roguevalleyheat-air.com/info.html), 11 Eylül 2005
- [4] [www.hannabery.com/hvacwords.htm](http://www.hannabery.com/hvacwords.htm), 11 Eylül 2005
- [5] <http://www.engineeringtoolbox.com/electrical-motor-efficiency-33655.html>, 16 Ekim 2005
- [6] [http://www.advancedenergy.org/progressenergy/motor\\_efficiency.html](http://www.advancedenergy.org/progressenergy/motor_efficiency.html), 17 Ekim 2005
- [7] <http://www.psnh.com/Business/SmallBusiness/Motor.asp>, 3 Kasım 2005
- [8] <http://www.lmphotronics.com/pwrfact.htm>, 3 Kasım 2005
- [9] <http://www.microconsultants.com/tips/pwrfact/pfarticl.htm>, 12 Aralık 2005
- [10] [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/erdal\\_kimsesiz.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/erdal_kimsesiz.html), 10 Şubat 2006
- [11] <http://www.eie.gov.tr>, 25 Kasım 2005
- [12] <http://www.alarko-carrier.com.tr/Bys.htm>, 2 Ocak 2006
- [13] <http://www.schneiderelectric.com.tr/html/tr/company/markets/building/building.htm>, 3 Ocak 2006
- [14] <http://www.masotomasyon.com>, 3 Ocak 2006
- [15] <http://www.idetek.com/enerjinyonetim.html>, 4 Ocak 2006
- [16] <http://www.enerjitasarrufu.com>, 4 Ocak 2006

## GÖRÜŞÜLEN KİŞİLER

Selçuk Ercan, Alarko-Carrier, Bina Yönetim Sistemleri Departman Müdürü, 4 Ocak 2006  
 Özkan Çakır, MAS Otomasyon, Proje Müdürü, 3 Ocak 2006  
 Mehmet Sönmez, İDETEK, Proje Mühendisi, 21 Aralık 2005  
 Ahmet Uçar, Emti Enerji Yönetimi ve Tasarruf Sistemleri, Proje Müdürü, 27 Ocak 2006  
 Mehmet Erdemir, EKA, Proje Müdürü, 23 Aralık 2005  
 Baycan Güzelderen, Schneider Electric, Satış Müdürü, 26 Aralık 2005  
 Halil Kurt, Siemens, Satış Mühendisi, 27 Aralık 2005

## EKLER

### Ek 1

## SANAYİ KURULUŞLARININ ENERJİ TÜKETİMİNDE VERİMLİLİĞİN ARTTIRILMASI İÇİN ALACAKLARI ÖNLEMLER HAKKINDA YÖNETMELİK

### BİRİNCİ KISIM

#### Amaç, Kapsam, Hukuki Dayanak, Tanımlar

##### Amaç

**Madde 1.** - Bu yönetmeliğin amacı, enerji tüketimi yüksek olan sanayi sektöründeki enerji verimliliğinin artırılması için gerekli düzenlemeleri sağlamaktır.

##### Kapsam

**Madde 2.** - Bu yönetmelik ülkemizde sanayi, sanayi ve ticaret odalarına bağlı olarak Kamu ve Özel Sektörde endüstriyel faaliyet gösteren kuruluşlar ile maden çıkartılması ve işlenmesi ile ilgili ve yıllık toplam enerji tüketimi 2000 TEP'e eşit ve büyük olan tesisleri kapsar. Kullanılan yakıtların ve tüketilen elektriğin TEP'e çevrilmesinin nasıl hesaplanacağı 5'inci Maddede belirtilmiştir.

##### Hukuki Dayanak

**Madde 3.** - Bu yönetmelik, 3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun' un 28. Maddesinin verdiği yetkiye dayanarak aynı kanunun 2. maddesinin (b) bendi ile 12.8.1993 tarihli ve 505 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile değişik 10' uncu Maddesinin (d) bendi uyarınca hazırlanmıştır.

##### Tanımlar

**Madde 4.** - Bu yönetmelikte yer alan:

- |            |   |  |
|------------|---|--|
| a) ETKB    | : | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı          |
| b) EİE     | : | Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü |
| c) UETM    | : | Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi               |
| d) FABRİKA | : | Sanayi Kuruluşu                              |
| e) TEP     | : | Ton Eşdeğer Petrol                           |

f) ENERJİ : Yanma için elverişli tüm petrol ürünleri, doğalgaz, kömür, kok, linyit, diğer kömür ürünleri ve üretim sırasında ara ürün olarak çıkan ve enerji değeri olan ürünler ile elektriktir.

g) SET : Spesifik Enerji Tüketimi anlamında kullanılmıştır.

## İKİNCİ KISIM

### Enerji Verimliliğinin Arttırılmasında Uyulacak Genel Hususlar

#### Enerji Tüketimlerinin Hesaplanması

**Madde 5.** - Bir fabrikanın yıllık, 1 Ocak - 31 Aralık arası veya kampanya usulü çalışan işletmeler için kampanya süresini içine alacak şekilde 12 ay, harcadığı her türlü yakıt ve satın alınan, ara ürün, hammadde ve/veya enerji kullanılarak üretilen enerji türleri dahil elektrik tüketimlerinin toplamı, fabrikanın enerji tüketimi olarak kabul edilir.

Her bir yakıt ve/veya elektriğin yıllık tüketim miktarları Tablo 1' de verilen katsayılar yardımı ile TEP' e çevrilir ve bu TEP değerlerinin toplanması ile yıllık toplam enerji tüketimi bulunur.

#### Enerji Verimliliğini Arttırıcı Önlemler

**Madde 6.** - Fabrikalar aşağıda belirtilen alanlarda önlemler alarak enerjinin verimli kullanımı için çaba gösterirler. Ayrıca yeni fabrika kurulurken veya fabrikanın kapasite arttırımı ve modernizasyon çalışmalarında da aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulur.

#### A- Mevcut Tesislerde Enerji Verimliliğini Arttırıcı Önlemler:

Mevcut tesisler aşağıda belirtilen alanlarda önlemler alarak enerjinin verimli kullanımı için çaba gösterirler.

- Yakıtların, mevcut yakma sisteminin en verimli şekilde kullanımı ile yakılması,
- Isıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferinde en yüksek verimin elde edilmesi,
- Isı yalıtımının standartlara uygun olarak yapılması, ısı üreten, dağıtan ve kullanan tüm ünitelerin yalıtılarak ısı kaybının en aza indirilmesi,
- Atık ısı geri kazanımı,
- Isının işe dönüştürülmesinde verimliliğin arttırılması,
- Elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi,

- g) Elektrikten iş, ısı vb dönüşümlerde verimliliğin artırılması, mümkün olduğu takdirde bileşik ısı-güç üretimine geçilmesi,
- h) Otomatik kontrol uygulamaları ile insan faktörünün en aza indirilmesi,
- i) Hava kirletici emisyonların minimuma çekilmesi ve tüketilen enerji atıklarının çevreyi en az kirletecek şekilde saklanması için azami çaba gösterilmesi.

### **B- Yeni Kurulacak Tesislerde Enerji Verimliliğini Artırıcı Önlemler:**

A maddesinde belirtilen önlemler, tesisin projelendirilmesi aşamasından itibaren dikkate alınır ve bu amaca yönelik olarak ayrıca ;

- a) Yeni alınacak makinalar enerji verimliliği yüksek olan teknolojiler arasından, standardizasyon ve kalite güvenlik sisteminin gereklerine dikkat edilerek seçilir. Ayrıca kesintisiz enerji arzı sağlayacak girdilerin seçimine dikkat edilir.
- b) Tesis, ısı yalıtımı açısından en verimli şekilde projelendirilir ve uygulama projeye uygun olarak yapılır.
- c) Tesisin kuruluşu aşamasında enerji verimliliği ile ilgili tüm ölçüm cihazları temin ve monte edilir.
- d) Hava kirletici emisyonların minimuma çekilmesi ve tüketilen enerji atıklarının çevreyi en az kirletecek şekilde saklanması için gerekli düzenlemeler yapılır.
- e) Bileşik ısı-güç üretimine önem verilir.

### **Enerji Tasarrufu Etütleri**

**Madde 7. -** Fabrika yönetimi, 6' ncı Maddede belirtilen önlemlerle sağlanacak tasarrufun enerji ve parasal değerlerini belirlemek üzere, enerji tasarrufu etütlerinin yapılmasını veya yaptırılmasını sağlar. Bu çalışmalar yönetmeliğin yayınlanmasından sonraki ilk yıl sonundan başlayarak üçüncü yıl sonuna kadar tamamlanır. Çalışma sonuçları bir raporda derlenir ve rapordan 2 kopya fabrika tarafından UETM' ye gönderilir. Fabrika, bu enerji tasarrufu etütlerini kendi teknik imkanları ile yürütebileceği gibi, UETM tarafından yetkilendirilecek yerli ve yabancı mühendislik firmalarına, üniversitelere veya serbest danışmanlara yaptırabilir.

### **Enerji Tasarrufu Planlarının Hazırlanması**

**Madde 8. -** Fabrikalar, 7' nci Madde çerçevesinde belirlediği kayıpları azaltmak için, kapasite artırımı ve modernizasyon çalışmaları ile üretim artışları da göz önünde bulundurularak, 2 ve 5 yıllık planlar yapar. Yapılacak olan 2 yıllık plan içerisinde geri ödeme

süresi 1 yıl ve altında olan yanma kontrolü, izolasyon, güç kompanzasyonu gibi enerji tasarrufu sağlayan projelerin, 5 yıllık plan içerisinde ise geri ödeme süresi 1 ile 4 yıl arasında olan enerji tasarrufu projelerinin yatırımlarına yer verilir. Enerji tasarrufu etütlerinin tamamlanmasını takip eden bir yıl içinde bu planların hazırlığı tamamlanır ve derhal uygulamaya konulur.

### **Spesifik Enerji Tüketimlerinin İzlenmesi**

**Madde 9.** - Enerji tüketimi açısından kapsam içine giren tüm fabrikalar ana ürünler için SET değerlerini aylık ve yıllık bazda izlerler. Örneğin TEP/ton, kWh/birim Ürün, GCal/ton, Gcal/m<sup>2</sup>, kCal/Kg gibi.

SET değerlerini daha sağlıklı olarak izlemek için fabrika yönetimleri gerekli sayaç ve ölçüm cihazlarının satın alınması ile ilgili hazırlıkları bu yönetmeliğin yayımı tarihinden itibaren 1 yıl içinde tamamlayıp, cihazları 3 yıl içinde monte eder, mevcutları tamir ve Türk Standartları Enstitüsü' nde kalibre ettirerek faal hale getirirler. Bunların faal ve kalibrasyonlu halde kalması için de cihazların periyodik kalibrasyon sürelerine uygun olarak Türk Standartları Enstitüsü' nde sürekli ölçüm ve kalibrasyonlarının yapılmasını sağlar. Modernizasyon, kapasite arttırımı ve yeni tesislerin kurulmasında yeterli sayıda sayaç ve ölçüm cihazlarının kullanılması hususu projelendirme aşamasında gözönüne alınır.

## **ÜÇÜNCÜ KISIM**

### **Fabrikalarda Enerji Yönetimi Sisteminin Oluşturulması**

#### **Enerji Yönetimi Sisteminin Oluşturulması**

**Madde 10.** - Enerji tüketimi 2000 TEP' e eşit ve büyük olan tüm fabrikalar, enerji tüketimi verimliliğinin arttırılması amacıyla yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden 6 ay ile 1 yıl içinde 11' inci Maddede belirtilen çerçevede Enerji Yönetimi Sistemi' ni oluştururlar.

#### **Enerji Kontrol Birimi ve Enerji Yöneticisi**

**Madde 11.** - Tablo 2' de sektörel bazda yıllık olarak;

- (A) kategorisinde gösterilen miktarda ve üzerinde enerji tüketen fabrikalar bir Enerji Yöneticisi koordinatörlüğünde Enerji Kontrol Birimi oluştururlar,
- (B) kategorisinde yer alan fabrikalar ise bir Enerji Yöneticisi görevlendirirler.

Fabrikada enerji yönetiminden sorumlu tutulan bu elemanlarda Enerji Yöneticisi Sertifikası'na sahip olma şartı aranır.

### **Enerji Kontrol Birimi ve Enerji Yöneticisinin Özellikleri**

**Madde 12.** - Fabrikalara atanacak Enerji Yöneticisinin mevcut sistem ve prosesi iyi tanıyan tecrübeli bir mühendis olması ve idari açıdan doğrudan Fabrikanın üst yönetimine bağlı olarak görev yapması sağlanır. Enerji Yöneticisi koordinatörlüğünde görev yapan Enerji Kontrol Birimi, fabrikanın ana üretim bölümlerinin işletmeden sorumlu teknik elemanları ile enerji satın alınması ve kayıtlarla ilgili muhasebe veya buna benzer bölüm görevlisinden oluşur. Enerji Yöneticilerinin tam zaman çalışacak kişiler olmalarında bir zorunluluk bulunmamaktadır.

### **Enerji Yöneticisinin Görev, Yetki ve Sorumlulukları**

**Madde 13.** - Enerji Yöneticisinin görev, yetki ve sorumlulukları aşağıda belirtilen çalışmaları kapsar ancak bunlarla sınırlı değildir:

- a. Fabrikadaki tüm enerji tüketim kayıtlarını, sayaç okuma ve enerji satın almayı takip etmek, denetlemek, bunun için önemli üretim bölümlerinde gerekli olan sayaç ve benzeri cihazların yerlerini tesbit ederek satın alınmasını ve montajını sağlamak üzere girişimlerde bulunmak.
- b. SET değerleri için ayrı ayrı tüm önemli üretim bölümlerini ve ana ürünleri takip etmek üzere mevcut durum ve iyileştirme sonrası endeksleri geliştirmek, üst yönetime verilmek üzere SET değerleri, enerji maliyetleri ve üretim-enerji tüketim ilişkisini, enerjinin birim ürün maliyetindeki payını özetleyen aylık raporları hazırlamak, yerli ve yabancı sanayi ürünlerindeki enerji yoğunluklarına paralel bir trend izleyip izlemediğini kontrol etmek ve bu ürünlerde enerji yoğunluklarının düşürülmesini teminen alternatif teklifler hazırlamak.
- c. Fabrika için mali avantaj sağlaması açısından yakıt cinsini ve elektrik tarifesini değiştirme olanaklarını araştırmak ve enerji ikmal kesintisi halinde uygulanmak üzere muhtemel planlar hazırlamak.
- d. Yıllık enerji maliyet bütçelerini hazırlamak ve gerçekleştirmeleri izlemek.
- e. Fabrika personeli, ekipman satıcıları ve dış danışmanlarla işbirliği yaparak enerji tasarrufu projelerini, proses değişiklikleri de dahil olmak üzere geliştirmek, gerekli

- mali analizleri yaparak yönetimin bu konuda yatırım yapması için yeterli bilgiye sahip olmasını, fabrikanın kendi mali ve teknik imkanları içinde olanlar da dahil, sağlamak.
- f. Makina ve tesislerin daha verimli olarak işletilmesi için verimlilik standartları oluşturmak.
- g. Hazırlanmış tasarruf projelerinin, şartnameden montaja kadar her safhada olmak üzere yürütülmesini sağlamak.
- h. Enerji Yönetim programı için fabrikadaki her kademe arasında iletişimi sağlamak, programa katılan tüm mühendis ve işçileri teşvik etmek için bilinçlendirme ve eğitim programları geliştirmek.
- i. Hava kirletici bacagazı emisyonlarını sürekli izleyerek 2.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerlerinin aşılmamasını sağlamak.
- j. Sayaç ve benzeri cihazların periyodik olarak üç yılda bir ölçüm ve kalibrasyonlarının yaptırılmasını sağlamak ve izleme raporları tanzim etmek.

## **DÖRDÜNCÜ KISIM**

### **Enerji Yönetimi Sertifikasının Verilmesi ile İlgili Hususlar**

#### **Enerji Yöneticisi Kursları ve Sertifika**

**Madde 14.** - UETM, fabrikalarca belirlenecek elemanları Enerji Yönetimi kavramları konusunda eğitmek üzere kısa süreli kurslar açar ve / veya bu kursları düzenlemek üzere eğitim kurumlarına yetki verir. Bu kursları takiben yapılacak sınav sonucunda UETM tarafından Enerji Yöneticisi Sertifikası verilir.

#### **Kurs Kapsamı**

**Madde 15.** - ETKB tarafından, kursun kapsamı, ücreti, kurs yetki belgesi verilmesi ve yetkinin iptali, sınav kuralları ile ilgili hususları açıklayan bir ilan hazırlanarak, yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden sonra 6 ay içinde Resmi Gazetede duyurulur.

#### **Eğitmen Ücreti**

**Madde 16.** - UETM tarafından, Enerji Yöneticisi kursunda ve Enerji Verimliliği Eğitim programlarında eğitmen olarak görevlendirilecek EİE/UETM personeline, 657 sayılı Devlet Memurları Kanununun 176' ncı maddesini değiştiren 21.5.1992 tarih 3803 sayılı kanunda belirtilen ders ücreti EİE bütçesinden ödenir. UETM tarafından kurs vermek üzere yetkilendirilen kurumlarda ve üniversitelerde görevlendirilecekler verilecek ders ücreti ise

yukarıda belirtilen kanunda öngörülen miktarda ve bu kurum ve üniversitelerin, kurslara eleman gönderecek fabrikalardan alacağı kurs ücretinden karşılanır.

### **Üniversitelerde Enerji Yönetimi Dersi**

**Madde 17.** - Üniversite eğitimleri sırasında, kapsamı 15' inci Maddede belirtilen kurs ile paralel olan bir sömestir süreli Enerji Yönetimi dersini almış olan mühendisler, gerekli belgeler ile UETM ye başvurdukları takdirde, kendilerinden sadece belge masrafı alınarak Enerji Yöneticisi Sertifikası verilir.

## **BEŞİNCİ KISIM**

### **İzleme ve Yükümlülükler**

#### **İzleme**

**Madde 18.** - Bu yönetmelikle ilgili hususlar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı adına bu Bakanlığın bağlı kuruluşu olan Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesinde oluşturulmuş bulunan Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi ( EİE/UETM ) tarafından izlenir ve sonuçlar her yıl adı geçen Bakanlığa rapor edilir. Bu raporlar, UETM tarafından görülen aksaklıkları ve giderilmesi konusundaki tavsiyeleri içerir.

#### **İzleme Yetkisi**

**Madde 19.** - UETM, fabrikaların bu yönetmelikle getirilmiş bulunan yükümlülüklere uyup uymadığını denetlemeye, fabrikalardan enerji verimliliğinin tesbiti amacıyla gerekli bilgiyi toplamaya, çalışmalarını yerinde izlemeye yetkilidir.

#### **Bilgilerin Gizliliği**

**Madde 20.** - UETM tarafından elde edilen bilgilerin gizliliği sağlanır, bilgiler ve değerlendirme sonuçları hiçbir şekilde tek bir fabrikaya ait olarak açıklanmaz, birden fazla fabrika veya sektörel değerlendirmeler olarak yayımlanabilir. Ancak ulusal çıkarlar yahut kamu yararına olan bilgiler, ilgili kuruluşun izni alınarak kullanılabilir ve yayımlanabilir.

#### **Enerji Tasarrufu Etütleri İçin Yetki Belgesi Verilmesi**

**Madde 21.** - Fabrikalarda enerji tasarrufu etütleri, fabrikanın kendi imkanları ile gerçekleştirilemediği durumlarda, UETM tarafından yetkilendirilen kişi ve kuruluşlarca yürütülür. Bu etütler sonucunda, UETM' nin hazırladığı formata uygun olarak bir rapor hazırlanır. Etütleri yürütmek üzere yetki belgesi almak isteyen kişi ve kuruluşlar, daha önce

yaptıkları işleri, mevcut eleman ve cihaz altyapısını gösterir belgelerle UETM' ye başvururlar, yapılan inceleme sonucunda uygun görülenlere 5 yıl geçerli yetki belgesi verilir. Yetki belgesi olmayan kişi ve kuruluşlarca hazırlanan raporlar geçersiz sayılır.

#### **Enerji Yöneticisi Olarak Atananların İsimlerinin Bildirilmesi**

**Madde 22.** - Fabrikalara Enerji Yöneticisi olarak atanan kişilerin isimleri, özgeçmişleri, adres-telefonları ve fabrika yönetimince donatıldığı yetkilerle ilgili bilgi, bu yönetmeliğin yürürlüğe giriş tarihinden itibaren 6 ay içinde UETM' ye gönderilir ve bu bilgiler UETM tarafından bir veri tabanında güncel olarak tutulur. Bu kişilerin görevden alınmaları veya ayrılmaları durumunda mutlaka yeni bir yönetici atanır ve yeni yöneticiye ait bilgiler değişiklik tarihinden itibaren 30 gün içinde fabrika tarafından UETM ' ye bildirilir.

#### **Enerji Tasarrufu Projelerinin ve Uygulama Takviminin Bildirilmesi**

**Madde 23.** - Fabrikalar, 7' nci Madde çerçevesinde yapılan çalışmalara ait raporlarda tesbit edilen enerji tasarrufu ile ilgili projelerini ve 8' inci Maddede belirtildiği gibi enerji tasarrufu projelerinin uygulanmasını bir takvime bağlamak üzere hazırladıkları planlarını bu yönetmeliğin yürürlüğe giriş tarihinden itibaren 4 yıl içinde UETM' ye veri tabanına kaydedilmek üzere gönderirler. Fabrikalarca hazırlanan plan UETM' ce yetersiz bulunursa, UETM planın revizyonunu isteyebilir.

#### **SET Değerlerinin Bildirilmesi**

**Madde 24.** - Fabrikalar, 8' inci Maddede belirlenen uygulama planlarının gerçekleştirme durumunu ve 9' uncu Maddede belirtilen SET değerlerinin (ilk üç ana ürün için olmak üzere), yıllık ortalamasını ve yıl içindeki en iyi performansını bir sonraki yılın Şubat ayı içinde, UETM tarafından istenen formata uygun olarak, veri tabanına kaydedilmek üzere gönderirler.

#### **Uygulamadaki Darboğazlar Hakkında Bilgi İstenmesi**

**Madde 25.** - Planın uygulanmasını UETM yetersiz görürse, uygulamanın arttırılmasına katkı sağlamak üzere, teknik, mali ve diğer darboğazlar hakkında fabrikadan bilgi isteyebilir. Böyle bir talep vuku bulduğunda, fabrika talebin kendisine ulaştığı tarihten itibaren 1 ay içinde gerekli bilgiyi UETM' ye gönderir.

**ALTINCI KISIM****Çeşitli Hükümler****Diğer Katkılar**

**Madde 26.** - UETM Sanayide Enerji verimliliğinin artırılması için etüt, yayın, tanıtma ve eğitim çalışmalarını yürütür. Bu çalışmalar sırasında fabrikalar, UETM ' ye programların etkin olarak yürütülmesini sağlamak için yardımcı olurlar.

**Yönetmeliğın Uygulama Sorumluluğı**

**Madde 27.** - Fabrikanın en üst yöneticisi bu yönetmeliğın uygulanmasından ve uygulamaların devamlılığından sorumludur. Yönetim, fabrikada enerji verimliliğinin artırılması için her kademedeki çalışanın yönetmelikten haberdar olmasını ve görev kapsamı çerçevesinde sorumluluk almasını sağlayarak, uygulamanın başarıya ulaşması için çaba sarfeder. Fabrika yönetimi, Enerji Yöneticisinin görevlerini etkin olarak yürütmesi için gerekli düzenlemeleri yapmak ve uygulamalarda Enerji Yöneticisinin raporla tevsik ettiğı görüş ve önerileri dikkate almak zorundadır.

**Yürürlük**

**Madde 28.** - 832 sayılı Sayıştay Kanunu'nun 105 inci maddesi hükmü uyarınca Sayıştay'ın görüşü de alınan bu yönetmelik, yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

**Yürütme**

**Madde 29.** - Bu yönetmelik hükümlerini, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı yürütür.

Tablo 1

Kaynakların Alt Isıl Değerleri ve Petrol Eşdeğerine Çevrim Katsayıları					
Miktar	Enerji Kaynağı	Yoğunluk	Isıl değer	Birim	Çevrim Katsayısı (TEP)
1 ton	Taşkömürü		6100	kCal/Kg	0.610
1 ton	Kok Kömürü		7200	kCal/Kg	0.720
1 ton	Briket		5000	kCal/Kg	0.500
1 ton	Linyit teshin ve sanayi		3000	kCal/Kg	0.300
1 ton	Linyit santral		2000	kCal/Kg	0.200
1 ton	Elbistan Linyiti		1100	kCal/Kg	0.110
1 ton	Petrokok		7600	kCal/Kg	0.760
1 ton	Prina		4300	kCal/Kg	0.430
1 ton	Talaş		3000	kCal/Kg	0.300
1 ton	Kabuk		2250	kCal/Kg	0.225
1 ton	Grafit		8000	kCal/Kg	0.800
1 ton	Kok tozu		6000	kCal/Kg	0.600
1 ton	Maden		5500	kCal/Kg	0.550
1 ton	Elbistan Linyiti		1100	kCal/Kg	0.110
1 ton	Asfaltit		4300	kCal/Kg	0.430
1 ton	Odun		3000	kCal/Kg	0.300
1 ton	Hayvan ve Bitki Artığı		2300	kCal/Kg	0.230
1 ton	Ham Petrol		10500	kCal/Kg	1.050
1 ton	Fuel Oil No: 4		9600	kCal/Kg	0.960
1 ton	Fuel Oil No: 5	0.920 Kg/lt	10025	kCal/Kg	1.003
1 ton	Fuel Oil No: 6	0.940 Kg/lt	9860	kCal/Kg	0.986
1 ton	Motorin	0.830 Kg/lt	10200	kCal/Kg	1.020
1 ton	Benzin	0.735 Kg/lt	10400	kCal/Kg	1.040
1 ton	Gazyağı	0.780 Kg/lt	8290	kCal/Kg	0.829
1 ton	Siyah Likör		3000	kCal/Kg	0.300
1 ton	Nafta		10400	kCal/Kg	1.040

bin	m <sup>3</sup>	Doğal Gaz	0.670 Kg/m <sup>3</sup>	8250	kCal/m <sup>3</sup>	0.825
1	ton	Kok Gazı		8220	kCal/Kg	0.820
bin	m <sup>3</sup>	Kok Gazı	0.490 Kg/m <sup>3</sup>	4028	kCal/m <sup>3</sup>	0.403
1	ton	Yüksek Fırın Gazı		791	kCal/Kg	0.080
bin	m <sup>3</sup>	Yüksek Fırın Gazı	1.290 Kg/m <sup>3</sup>	1019	kCal/m <sup>3</sup>	0.102
bin	m <sup>3</sup>	Rafineri Gazı		8783	kCal/m <sup>3</sup>	0.878
bin	m <sup>3</sup>	Asetilen		14230	kCal/m <sup>3</sup>	1.423
bin	m <sup>3</sup>	Propan		10200	kCal/m <sup>3</sup>	1.020
1	ton	LPG		10900	kCal/Kg	1.090
bin	m <sup>3</sup>	LPG	2.477 Kg/m <sup>3</sup>	27000	kCal/m <sup>3</sup>	2.700
bin	kWh	Elektrik		860	kCal/kWh	0.086
bin	kWh	Hidrolik		860	kCal/kWh	0.086
bin	kWh	Jeotermal		8600	kCal/kWh	0.860

Tablo 2

SEKTÖR	A	B
ALTSEKTÖR	ENERJİ KONTROL BİRİMİ	ENERJİ YÖNETİCİSİ
<b>METAL ANA SANAYİİ</b>		
Demir Çelik Sanayii	> 50 000 TEP	50 000 - 2 000 TEP
Alüminyum Sanayii	> 200 000 TEP	200 000 - 2 000 TEP
Bakır Sanayii		≥ 2 000 TEP
Diğer Metal Sanayii	> 20 000 TEP	20 000 - 2 000 TEP
<b>TOPRAK ANA SANAYİİ</b>		
Çimento Sanayii	> 50 000 TEP	50 000 -10 000 TEP
Cam Sanayii	> 20 000 TEP	20 000 - 2 000 TEP
Tuğla Kiremit Sanayii		≥ 2 000 TEP
Seramik Sanayii	> 30 000 TEP	30 000 - 2 000 TEP
Diğer Topraktan Mamul Madde Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP
<b>KİMYA ANA SANAYİİ</b>		
Kimyasal Gübre Sanayii	> 15 000 TEP	15 000 - 2 000 TEP
Petrokimya Sanayii	> 400 000 TEP	
Ana Kimyasal Maddeler Üretim Sanayii	> 15 000 TEP	
Lastik Sanayii		≥ 2 000 TEP
İlaç Sanayii		≥ 2 000 TEP
Temizlik Maddeleri Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP
Boya,Vernik ve Lak Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP
Diğer Kimyasal Maddeler Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP
<b>GIDA ANA SANAYİİ</b>		
Şeker Üretimi ve Tasfiyesi	> 40 000 TEP	40 000 - 2 000 TEP
Bitkisel ve Hayvansal Yağ Üretimi Sanayii	> 20 000 TEP	20 000 - 2 000 TEP
İçki Üretimi Sanayii		≥ 2 000 TEP
Çay Üretimi Sanayii		≥ 2 000 TEP
Un ve Unlu Mamuller Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP
Süt ve Sütten Mamul Maddeler Üretim Sanayii		≥ 2 000 TEP

Diğer Gıda Maddeleri Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
<b>TEKSTİL ANA SANAYİİ</b>		
İplik Dokuma ve Basma Sanayii	$> 20\ 000$ TEP	20 000 - 2 000 TEP
Halı ve Kilim Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
Örme ve Konfeksiyon Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
Diğer Tekstil Sanayii	$> 50\ 000$ TEP	50 000 - 2 000 TEP
<b>KAĞIT ANA SANAYİİ</b>		
Kağıt ve Selüloz Üretim Sanayii	$> 40\ 000$ TEP	40 000 - 2 000 TEP
Karton ve Mukavva Üretim Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
<b>METAL EŞYA ANA SANAYİİ</b>		
Otomotiv Yan Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
Makina İmalat Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
Otomotiv Sanayii	$> 50\ 000$ TEP	50 000 - 2 000 TEP
Dayanıklı Tüketim Malları Üretim Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
Diğer Metal Eşya İmalat Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP
<b>ORMAN ANA SANAYİİ</b>		
Ağaç Sanayii		$\geq 2\ 000$ TEP

**Ek 2****ŞİRKET GÖRÜŞMELERİNDE YÖNELTİLEN SORULAR**

1. Firmanızda “Enerji Yönetimi” kapsamındaki işlere ne zaman başlandı?
2. Genel anlamda “enerji yönetimi” dendiğinde bu kavramdan ne anlıyorsunuz?
3. Şirketinizde “Enerji Yönetimi” konusunda çalışan ayrı bir departman mevcut mudur?
4. Bu birimde kaç kişi çalışmaktadır?
5. Şirketinizdeki “Enerji Yönetimi” biriminin görev kapsamı ve amacı nedir?
6. Bu birimde çalışan mühendislerin “Enerji Yönetimi” ile ilgili bir eğitimi veya sertifikası var mıdır? Bu birim özel bir eğitim aldı mı?
7. Bu birimin sorumluluğunda bir iş alındığında (bina, fabrika, firma) bu kapsamda hangi aşamalardan geçilmektedir?
8. Enerji yönetimi uygulamalarının en önemli aşamaları nelerdir?
9. Uygulama sektörden sektöre değişiyor mu? Değişiyorsa hangi açılardan değişiklik gösteriyor?
10. Enerji yönetimi uygulamalarında bir program (enerji analizi simülasyon programı) kullanılıyor mu? Kullanılıyorsa bu programı siz mi yazdınız, yoksa paket bir program mı (hazır software) kullanılıyor? Kullanılmıyorsa veriler nerede değerlendiriliyor?
11. Kullanılıyorsa, bu programın kapsamı nedir? Programın kapsamını ve sonuçlarını gösteren demo veya slaytlar mevcut mudur? (Uygulamadan önce ve sonra)
12. Eğer kullanıyorsanız genel anlamda software’den memnun musunuz?
  - \*Memnunsanız: geliştirmek için herhangi bir değişiklik yapmayı düşünüyor musunuz?
  - \*\*Memnun değilseniz: ne tür bir değişiklik yapmayı düşünüyorsunuz?
13. Enerji yönetimi uygulamaları yaptığınız şirketlerde, bu program çerçevesinde alınan sonuçlar nelerdir? (Ne kadar tasarruf edildi... vs)
14. Pratik uygulamaların sonuçlarını birkaç örnekle açıklayabilir misiniz?
15. Enerji yönetimi uygulamasının maliyeti nedir?

## Ek 3

## ENERJİ VERİMLİLİĞİ POLİTİKASIYLA İLGİLİ ÖNLEMLER

## 1. Türk Hükümeti Enerji Verimliliği Politikası Geliştirme Önlemleri

Amaç	Faaliyet/paket	Faaliyet türü
<b>Türk mevzuatının AB müktesabatına uyumlu hale getirilmesi</b>	Enerji verimliliğini geliştirerek karbon dioksit emisyonlarını sınırlandırma hakkında 13 Eylül 1993 tarihli 93/76/EEC sayılı Konsey Direktifinin uygulanması (SAVE) (Omnibüs Direktif)	Yasama
	Türkiye çapında yayımlanmış ve uygulanmış AK Direktiflerine uygunluğu izleme kapasitesinin geliştirilmesi	Kapasite oluşturma
	Kapasite oluşturma + koordinasyon	
	EV'yi arttırarak sera gazı emisyon azaltım politikasına katkı sağlanması	Politika oluşturma
<b>Enerji verimliliğinin ortaklaşa uygulanması yönünde ulusal mevzuatın gözden geçirilmesi</b>	Ulusal enerji verimlilik yasalarının desteklenmesi	Yasama
	EIE/UETM rolü ve görevlerinin EV Kanuna dahil edilmesi	Yasama
	Bina, ulaşım ve sanayi sektörleri için ikincil mevzuatın güncelleştirilmesi	Yasama
	Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezinin yasal olarak kurulması	Yasama
<b>EV sektörü için yenilikçi finansman modellerinin uygulanmasını olanaklı kılmak</b>	Enerji Verimliliği Fonu uygulaması seçeneğini analiz etme (örn. Okullarla veya sanayi için ayrılmış fonlarla enerji tasarrufu sözleşmeleri)	Analiz
	Enerji verimliliği finansman modelleri için piyasa seçenekleri belirleme (taahhüt, tesis yönetimi, YİD)	Analiz

## 2. Türk Enerji Verimliliği Mevzuatının İlgili AB Müktesebatı ile Uyumlaştırılması İçin Gerekli Önlemler

Genel amaç, Türkiye’de enerji verimliliği mevzuatının ilgili AB müktesebatına uygun olarak geliştirmektir. Enerji verimliliği konuları için genel çerçeve sağlayan bir enerji verimliliği yasa tasarısının hazırlanması için çalışmalar başlatılmıştır. Daha önce alınmış olan önlemlere göre, 1995 ve 2000 yıllarında sırasıyla “sanayi işletmelerinde enerji verimliliğini artırmak için alınacak önlemler” hakkında Yönetmelik ve yeni yapıların yalıtımı hakkında yönetmelik çıkarılmıştır.

Orta vadedeki hedefler: I) Enerji verimliliğine ait Türk mevzuatının AB müktesebatına uyumlaştırma faaliyetlerinin tamamlanması ve ii) Enerji verimliliği alanında AB müktesebatının etkin bir biçimde uygulanışını sağlamak için uygun idari yapı oluşturulması.

Enerji verimliliği alanında AB müktesebatının önemli bir bölümünün Türkiye’de uygulamaya konulması planlanmıştır. Örneğin, elektrikli ev aletleri, ve nihai kullanım amaçlı ekipmanlar ile ilgili enerji verimliliği çalışmaları, genel olarak AB etiketleme ve ürün bilgi şartları ile karşılanmaktadır. Konu ile ilgili Türk mevzuatını, ev klimalarının enerji etiketlemesiyle ilgili 92/75/EEC Konsey Direktifini tamamlayan 22 Mart 2002 tarihli 2002/31/EC sayılı Komisyon Direktifi ile aynı çizgide hazırlamak için Sanayi ve Ticaret Bakanlığında çalışmalar yapılmaktadır. Enerji verimliliği müktesebatının bir diğer alanı bina sektörüdür. Konu ile ilgili temel belge Enerji verimliliğinin artırılması yoluyla Karbon Dioksit Emisyonunu Azaltma hakkında 93/76/EEC sayılı Konsey Direktifidir:

1. Direktif, üye ülkelerin aşağıdaki alanlarda programlar hazırlamalarını ve uygulamalarını talep etmektedir:

- . Olası kullanıcılara binanın enerji özellikleri hakkında bilgi sağlamak amacıyla binaların enerji sertifikasyonu
- . Hizmet bedellerinin bina kullanıcıları arasında adil dağılımını sağlamak amacıyla ısıtma, havalandırma (soğutma) ve sıcak su bedellerinin gerçek tüketim temelinde ücretlendirilmesi;
- . Kamu sektöründe enerji verimliliği yatırımları için üçüncü taraf finansmanı (denetim, kurulum, işletim ve bakım hizmetleri dahil);
- . Yeni binalarda ısı yalıtımı;
- 15 kw dan fazla güce sahip kazanların düzenli olarak bakımının yapılması;

- . Yüksek enerji tüketimli girişimlerin enerji etütleri;
2. Bu programlar aşağıdaki hususları göz önünde bulundurmalıdır;
- . Enerji verimliliğinde potansiyel gelişmeler;
  - . Maliyet etkinliği;
  - Teknik fizibilite;
  - Çevresel etkiler

3. Üye ülkeler, her iki yılda bir Komisyona, uygulanan programlar ve bunların sonuçları hakkında bilgi vermelidir. Ayrıca üye ülkeler, Komisyonun uygun gördüğü yerlerde program içeriklerinde düzenlemeler yapmalıdır.

Türkiye’de, Kasım 1995 tarihli Yönetmelik, yıllık olarak petrol eşdeğeri 2.000 ton veya daha fazla enerji tüketimine sahip sanayi işletmelerinin kendi tesislerinde enerji yönetimi sistemi kurmalarını gerektirmekteyken, yeni konut binaları ve ticari binalar için ısı yalıtım standartları TS 825 ile düzenlenmektedir. Omnibus direktifi ile uyum sağlayacak diğer düzenlemelerin veya süreçlerin var olup olmadığı, daha fazla araştırma gerektirmektedir. Ancak ilk göze çarpan, Türk kurumları tarafından bu direktife uygun hiçbir program yaklaşımının olmadığı

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 30.11.1979

Doğum yeri İstanbul

Lise 1993-1996 Mecidiyeköy Lisesi

Lisans 1997-2001 Yıldız Teknik Üniversitesi  
Elektrik-Elektronik Fakültesi  
Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2002-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Elektrik Mühendisliği Bölümü

**Çalıştığı kurum**

2003-Devam ediyor Ericsson -Sistem Entegrasyon Mühendisi