

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR İŞ MERKEZİNDE ENERJİNİN
ETKİN KULLANIMININ İNCELENMESİ**

Makine Müh. Nejla YÖRÜK

**FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Z.Düriye BİLGE (YTÜ)

İSTANBUL, 2011

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Dünya'daki Birincil Enerji Rezervleri.....	1
1.1.1 Petrol.....	2
1.1.2 Doğal Gaz	2
1.1.3 Kömür	3
1.1.4 Nükleer Enerji.....	4
1.1.5 Hidroelektrik Enerji	4
1.2 Alternatif Enerji Kaynaklarına Yönelim ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklar	5
1.2.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1.1 Güneş Enerjisi.....	5
1.2.1.2 Rüzgar Enerjisi	7
1.2.1.3 Dalga Enerjisi	8
1.2.1.4 Jeotermal Enerji	8
1.2.2 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	10
1.2.2.1 Güneş Enerjisi.....	10
1.2.2.2 Rüzgar Enerjisi	12
1.2.2.3 Jeotermal Enerjisi	13
2. ENERJİ TÜKETİMİNDE DÜNYA'NIN VE TÜRKİYE'NİN DURUMU	15
2.1 Dünya'daki Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi.....	15
2.2 Türkiye'de Birincil Enerji Üretimi	17
2.3 Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi	19
2.4 Türkiye'de Birincil Enerji İthalatı ve İhracatı	21
2.5 Türkiye'deki Nihai Enerji Tüketimi	22
2.6 Türkiye'deki Sektörel Enerji Dağılımı	23
3. BİRİNCİL ENERJİ ÜRETİM VE TÜKETİMİNİN ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KARBON SALINIMI.....	27
4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİNİN ETKİN KULLANIMI.....	34
4.1 AB Enerji Verimliliği Politikaları Türkiye'ye Etkisi	38
4.2 Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Hedeflere Ulaşmada Araçlar	40
4.3 Türkiye'deki Enerji Verimliliği.....	40
4.4 Türkiye'deki Enerji Verimliliği Kanunu	42
4.5 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	43
4.6 Mevzuat Hakkında Genel Değerlendirme	51

5.	ENERJİNİN ETKİN KULLANIMINDA TALEP YÖNETİMİ KAVRAMI	55
5.1	Talep Yönetimi Tanıtımı ve Hedefler.....	55
5.1.1	Zirve Yüğü Traşlama (Peak Clipping)	55
5.1.2	Vadi Doldurma	55
5.1.3	Yük Kaydırma	55
5.1.4	Stratejik Tasarruf	55
5.1.5	Stratejik Yük Büyütme	56
5.1.6	Esnek yük Profili Eldesi	56
5.2	Talep Yönetimi Araştırmasının Kavramsal İlkeleri	57
5.2.1	Entegre Kaynak Planlaması Hakkında Özet Bilgi.....	57
5.2.2	Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Tüketimin Yapısı	58
5.3	Talep Yönetiminin Tarihçesi	59
6.	ENERJİNİN VERİMLİ VE ETKİN KULLANIMINDA UYGULAMA – İŞ MERKEZİ.....	61
6.1	Genel Bilgi.....	61
6.1.1	Türkiye’deki İş Merkezleri ve Enerji Tüketimlerine Genel Bakış	62
6.1.2	Çalışma Yapılan İş Merkezi Hakkında Genel Bilgiler	62
6.1.2.1	Bina Isıtma Sistemi.....	63
6.1.2.2	Bina Soğutma Havalandırma Sistemi	63
6.2	Bina İş Merkezinin Mevcut Enerji Tüketim Profiline Oluşturulması (gün-ay-yıl bazında).....	67
6.3	VAP Verimlilik Artırıcı Proje	70
6.3.1	Genel Bilgi.....	71
6.3.1.1	Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemleri	72
6.3.1.2	Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar	73
6.3.1.3	Kojenerasyon Tesislerini Oluşturan Sistemler	74
6.3.1.4	Kojenerasyon\Trijenerasyon Tesislerinin Üstünlükleri.....	76
6.3.1.5	Absorbsiyonlu Soğutma Grubu	77
6.3.1.6	Tek Etkili Bir Absorbsiyonlu Soğutma Gurubu Çalışma Prensipleri.....	78
6.3.1.7	Eveparatör.....	78
6.3.1.8	Absorber	78
6.3.1.9	Generatör	79
6.3.1.10	Yoğuşturucu.....	79
6.3.1.11	Absorbsiyonlu Soğutma Gurubunun uygulamam Alanları	79
6.3.2	İşletme Senaryoları	80
6.3.2.1	Yaz İşletmesi	80
6.3.2.2	Kış İşletmesi	80
6.3.3	Yatırım ve İşletme Maliyetleri.....	83
6.3.3.1	Yatırım Maliyeti Hesapları	83
6.3.3.2	İşletme Maliyeti Hesapları.....	83
6.3.3.3	Maliyet Analizi ve Yatırım Maliyetinin Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması	85
7.	SONUÇ ve ÖNERİLER	88
	KAYNAKLAR.....	89
	ÖZGEÇMİŞ.....	91

SİMGE LİSTESİ

T	Sıcaklık
C	Celcius
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbon di oksit
GW	Gigawat
HFC5	Hidroflorokarbon
J	Enerji
Kg	Ağırlık
KEP	Kilogram Petrol Eşdeğeri
LiBr	Lityum Bromür
M	Uzunluk
MTEP	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
MW	Megawat
NET	Nihai Enerji Tüketimi
N ₂ O	Di azot Monoksit
PFC5	Perflorokarbon
S	Güneş Değişmezi
SF ₆	Kükürt Hekza Florid
T	Sıcaklık
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
USD	Amerikan Doları
YTL	Türk Lirası
W	Enerji\$

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Klima
AC	Alternatif Akım
AYDEM	Aydem Elektrik Dağıtım A.Ş
BP	British Petrol
CCOL	Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi
CFL	Kompak Floresan Lamba (Compact Fluorescent Lamp)
COP	Performans Katsayıları
CRT	Katot Işın Tüpü (Cathode Ray Tube)
CSP	Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi
DC	Direkt Akım
DGTY	Doğal Gaz Talep Yönetimi
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DOE	Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı (Department of Energy)
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EKP	Entegre Kaynak Planlaması
EIA	Energy Information Administration
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	Elektrik Üretim A.Ş.
EVD	Enerji Verimliliği Denetim
EKP	Entegre Kaynak Planlaması
ESKO	Energy Services Company
GSYİÜ	Gayri Safi Yurt İçi Üretim
IEA	International Energy Agency
IP	Isı Pompası
İDÇS	İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme
LCD	Likit Kristal Ekran (Liquid Crystal Display)
LED	Işı Yaya Diyor (Light Emitting Diode)
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MMP	Minimum Maliyetli Dağıtım Şirketi Planlaması
MTA	Maden Teknik Arama
OKS	Oda Kullanım Kontrol Sistemi
OTİM	Ozon Tabakası İncelten Maddeler
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PTY	Petrol Talep Yönetimi
PV	Photo Voltaic
PYD	Puant Yükünün (Zirve Yük) Düşürülmesi
REPA	Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
R22	Freon 22 (Klorodifloroetan)
R134A	Freon 134a (1,1,1,2-Tetra Flor Etan)
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEP	Teknik Enerji Potansiyeli

TÜHAB	Türkiye Halon Bankası
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
TV	Televizyon
TY	Talep Yönetimi
UNEP	United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
VAP	Verimlilik Artırıcı Proje
YA	Yakıt Aktarma (Fuel Switching)
WCED	World Commission on Environment and Development (Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Kaynaklar bazında dünya birincil enerji talebi(milyon ton petrol eşdeğeri) (DEK-TMK, Aralık 2008) 1
Şekil 1.2	Dünya doğal gaz rezervleri (ÇOB, 2009) 3
Şekil 1.3	Dünya kömür tüketimi (Kılıç, Kasım 2008) 4
Şekil 1.4	Rüzgar enerjisi 7
Şekil 1.5	Türkiye'nin güneş enerjisi haritası (ETKB, 2008) 11
Şekil 1.6	Jeotermal enerjinin kullanım alanları (ETKB, 2008) 13
Şekil 1.7	Türkiye'nin jeotermal enerji haritası (ETKB, 2010) 14
Şekil 2.1	Dünya birincil enerji tüketimi(milyon ton petrol eşdeğeri) (Kılıç, 2009) 16
Şekil 2.2	Birincil enerji kaynakları üretimi Mtep (Kılıç, Eylül 2006) 17
Şekil 2.3	Kaynaklar bazında enerji üretimi (Kılıç, Eylül 2006) 18
Şekil 2.4	Ülkemizdeki doğal gaz üretimi (Kılıç, Eylül 2006)..... 19
Şekil 2.5	Ülkemizdeki ham petrol üretimi milyon varil (Kılıç, Eylül 2006) 19
Şekil 2.6	Türkiye birincil enerji tüketimi (DEK-TMK, Aralık 2009)..... 20
Şekil 2.7	Kaynaklar bazında enerji arzı (Kılıç, Eylül 2006) 21
Şekil 2.8	Kaynaklar bazında nihai enerji tüketimi(Kılıç, Eylül 2006)..... 23
Şekil 2.9	Sektörler bazında nihai enerji tüketimi (Kılıç, Eylül 2006)..... 24
Şekil 2.10	Sanayi sektörü enerji tüketimi (Kılıç, Eylül 2006) 24
Şekil 2.11	Konut sektörü enerji tüketimi (Bin Tep) (Kılıç, Eylül 2006) 25
Şekil 3.1	Karbon salınımı iklim değişikliği (ÇOB, 2009) 29
Şekil 3.2	Karbon emisyonunun sektörlere göre dağılımı (DEK-TMK, Aralık 2008) 32
Şekil 3.3	Elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan CO2 salınım miktarı (Kılıç, Eylül 2006) 33
Şekil 4.1	Enerji yoğunluğu değişimi (1998 Sabit fiyatları ile) (ETKB, 2006) 36
Şekil 4.2	Enerji yoğunluğunun sektörel değişimi (ETKB, 2006) 36
Şekil 4.3	Birincil enerji yoğunluğu (kg eşdeğeri petrol/dolar) (Kılıç, Eylül 2006) 38
Şekil 5.1	Talep yönetimi (Olgun, Aralık 2009) 57
Şekil 6.1	Bina sayısının gelişimi (Kekin, 2010) 61
Şekil 6.2	Kullanım amacına göre bina tiplerinin bina stoku içindeki oranı (Kekin,2010)61
Şekil 6.3	Bina alt sektörlerine göre yeni yapılardaki eğilim (Kekin,2010) 62
Şekil 6.4	Ay bazında yapının toplam elektrik ve sabit elektrik tüketimi 68
Şekil 6.5	Ay bazında HVAC&R sistemine ait cihazların, yapının toplam elektrik tüketimindeki payı 68
Şekil 6.6	Yapının aylar bazında saatlik bina sabit elektrik tüketimi 69
Şekil 6.7	Ay bazında ısıtma ve soğutma enerji kullanımları 70
Şekil 6.8	Trijenerasyon genel sistem şeması..... 71
Şekil 6.9	Verimlilik artırıcı projenin genel sistem şeması 72
Şekil 6.10	Kojenerasyon sisteminin şematik görünüşü (TTMD, 2007) 72
Şekil 6.11	Trijenerasyon Sisteminin Şematik Görünüşü (TTMD, 2007) 73
Şekil 6.12	Türkiye'de kojenerasyon tesislerinin kullanıldığı alanlar (TTMD, 2007)..... 74
Şekil 6.13	Kojenerasyon tesisinin şematik görünümü (TTMD, 2007) 75
Şekil 6.14	Tek Etkili absorbsiyonlu soğutma gurubu (ETKB, 2010) 78
Şekil 6.15	Tek Etkili absorbsiyonlu soğutma gurubu (ETKB, 2010)..... 79
Şekil 6.16	Bina trijenerasyon ünitesi elektrik üretimi ile bina elektrik tüketim değerinin karşılaştırılması (kWh/yıl) 85
Şekil 6.17	Bina trijenerasyon ünitesi doğalgaz tüketimi ile bina doğalgaz tüketim

değerinin karşılaştırılması (Nm ³ /yıl).....	85
---	----

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı (ETKB, 2008)	11
Çizelge 2.1 Enerji talep - üretim- ithalat ve ihracatının gelişimi (Bin Tep) (Kılıç, Eylül 2006)	21
Çizelge 2.2 Ülkemizdeki nihai enerji tüketimi	22
Çizelge 2.2 3 Genel ve nihai enerji tüketiminin sektörel dağılımı (Ktep) (Kılıç, Eylül 2006)23	
Çizelge 6.1 Kazan kapasiteleri	65
Çizelge 6.2 Soğutma kulesi kapasiteleri	65
Çizelge 6.3 Soğutma gurubu kapasiteleri.....	65
Çizelge 6.4 Temiz hava santralleri.....	65
Çizelge 6.5 Pompa kapasiteleri	66
Çizelge 6.6 Egzost fan kapasiteleri	66
Çizelge 6.7 Aylara göre mekanik tesisat sistemine ait cihazların elektrik tüketimi	67
Çizelge 6.8 Aylara göre bina elektrik tüketimi	67
Çizelge 6.9 Aylar bazında saatlik bina sabit elektrik tüketimi.....	69
Çizelge 6.10 Yapının ay bazında ısıtma ve soğutma enerji kullanımı	70
Çizelge 6.11 Seçilen kojenerasyon ünitesi teknik verileri	81
Çizelge 6.12 Seçilen absorpsiyonlu soğutma gurubu cihazı teknik verileri	81
Çizelge 6.13 Seçilen kojenerasyon ünitesi teknik verileri	82
Çizelge 6.14 Seçilen absorpsiyonlu soğutma gurubu cihazı teknik verileri	82
Çizelge 6.15 Sistemin işletme senaryoları karşılaştırmalı maliyet hesapları	84
Çizelge 6.16 Maliyet hesaplarında kullanılan sabitler	86
Çizelge 6.17 Sistem işletme giderleri.....	86
Çizelge 6.18 Sistemin geri ödeme süresi	86

ÖNSÖZ

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Z. Düriye BİLGE'ye, çalışmam sırasında her aşamada yardımlarını esirgemeyen, sadece tezimdeki verileri elde edebilmemde değil, büyük özverilerde bulunarak çalışmamı da sürdürebilmemi ve sonuçlandırabilmemi sağlayan Dr. Burak OLGUN'a, çalışmam sırasında göstermiş oldukları anlayış ve sağlamış oldukları destek için aileme ve özel olarak annem Z. Gülümser YÖRÜK'e teşekkür ederim.

Ocak, 2011

ÖZET

21. yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğalgaz gibi bazı fosil yakıtların rezervlerinin sonuna gelineceği tahmin edildiğinden, bütün enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Enerji ihtiyacının sürekli arttığı ama kaynakların gittikçe azaldığı dünyada, enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak için çok çeşitli programlar uygulanmaktadır.

Enerji verimliliği hem enerjinin üretimi ve iletimi, hem de tüketimi alanında genel etkinlik çalışmalarının tümünü kapsamaktadır. Bir tarafta daha az maliyet ve daha az birincil kaynak kullanımıyla daha çok enerji üretimi yönünde çalışmalar sürerken, diğer tarafta aynı miktar enerjiyle daha çok iş yapılması veya aynı miktar işin daha az enerji tüketilerek yapılması konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmekte, tedbirler geliştirilmekte, politika ve stratejiler üretilmektedir.

Enerji verimliliği fırsatları neredeyse bütün enerji nihai kullanımlarında, sektörlerinde ve hizmetlerinde bulunabilir ve bu alanda büyük bir potansiyel henüz değerlendirilmemektedir. Nihai kullanım enerji verimliliği ısıtma, iklimlendirme, aydınlatma gibi hizmetleri sağlayan ekipmanların geliştirilmesine odaklanır. Arz tarafı enerji verimliliği ise, tam tersine, daha verimli enerji üretimi, gelişmiş endüstriyel süreçler, kojenerasyon ve enerji geri kazanımları gibi sonuçları olan performans temelli iyileştirmelere yoğunlaşır.

Hem sanayide, hem de bina sektöründe gerekli olan elektrik enerjisinin ve ısı enerjisinin aynı kaynaktan karşılanması ile yapılacak olan enerji tasarrufu, çevre kirliliğini ve dışa bağımlılığımızı azaltırken, kaynaklarımızın hızlı tükenmesini de önleyecektir.

Bu çalışmada; mevcut bir ticari binada trijenerasyon sisteminin kullanılabilirliği araştırılmış, sistem fizibilitesi yapılmıştır

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, Trijenerasyon.

ABSTRACT

The second half of the 21 century, the usage of energy resources effectively is very important because of the termination of fossil fuel reserves such as oil and natural gas is foreseen by researchers. The need of energy is increasing day by day but energy resources are decreasing consistently, therefore there are various programs to obtain productive energy using.

Energy efficiency is consisting of general activity studies of energy production and transmission as well as energy consumption. There are various studies carried out, measures are developed and produced in the policies and strategies about the less use of cost and primary sources to get more energy production, on the other side more work done with the same amount of energy or less energy consumed by the same amount of work done.

Energy efficiency opportunities can be found almost all uses of last energy, sectors and services; a great potential has not considered in this area yet. Last use of energy efficiency is focused on developing the equipments that provide heating, ventilation and enlightening services. On the contrary, the supply-side energy efficiency concentrates on performance-based improvements that have results such as more efficient energy generation, improved industrial processes, cogeneration and energy recovery.

Energy saving can be made by supplying both electric energy and thermal energy from the same source, that are both necessary in the industry and building sector; this will decrease the environmental pollution and the export dependence and will protect rapid depletion of resources.

In this study, the availability of an existing commercial building with trigeneration system is investigated and system feasibility is done.

Keywords: Energy efficiency,Trigeneration.

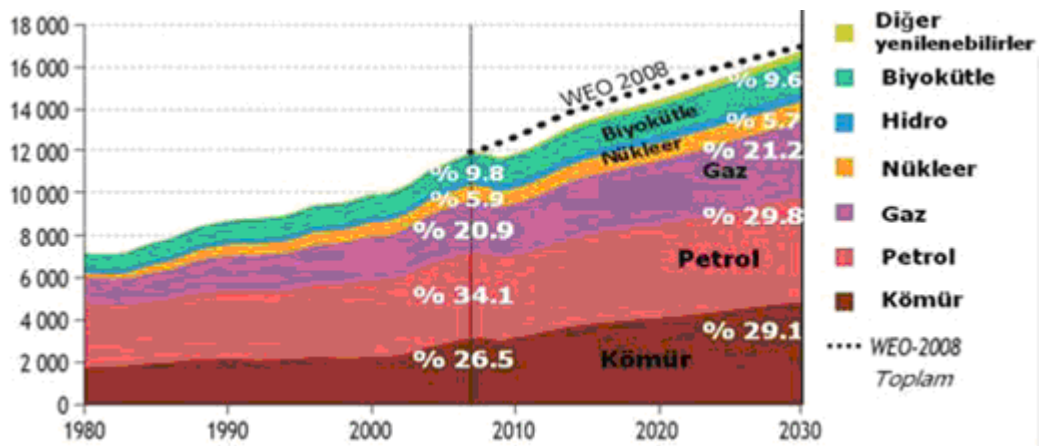
1. GİRİŞ.

Günümüzde, teknolojinin gelişmesiyle beraber enerji kullanımının artması ve var olan enerji kaynaklarının sınırlı olması sebebiyle; Dünya'daki enerji rezervleri tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Bu nedenle Dünya'da yeni enerji kaynakları aranmaya başlanmıştır. Ayrıca harcanan enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için yeni makineler ve sistemler tasarlanmaktadır.

Son yıllarda, AB enerji politikaları başta olmak üzere, Dünya'daki diğer devletlerin de enerji politikalarına daha çok önem verdikleri görülmektedir. Ülkeler son dönemlerde, enerjinin verimli kullanılabilmesi ve yeni enerji kaynaklarının teşvikini sağlamak için çıkardıkları kanunlar ve yönetmelikler önem kazanmaktadır.

1.1 Dünya'daki Birincil Enerji Rezervleri

Dünyada enerji tüketiminin artması ve buna karşılık kaynakların kısıtlı olması sebebiyle dünyadaki enerji rezervleri gün geçtikçe azalmaktadır. Bu konu hakkında yapılan araştırmalar doğrultusunda yaklaşık olarak dünyadaki petrol rezervinin 2050, doğal gazının 2070 ve kömürünün de 2150 yılında tükenecek olması öngörülmektedir. Bu durum alternatif enerji kaynaklarının üzerindeki araştırmaların ve projelerin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca insanlığın enerji israfından vazgeçmesi ve enerjiyi en yüksek verimle kullanabilecek teknolojik yenilikleri de gerçekleştirmek için özel çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Buna göre de ülkeler enerji verimliliği hakkında çeşitli kanunlar ve yönetmelikler çıkararak alternatif enerji kaynaklarını ve enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını desteklemektedirler. (Heperkan,Olgun, Eylül-Ekim 2008)



Şekil 1.1 Kaynaklar bazında dünya birincil enerji talebi(milyon ton petrol eşdeğeri) (DEK-TMK, Aralık 2008)

1.1.1 Petrol

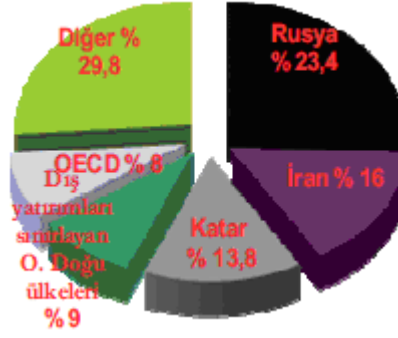
2007 yılı sonu itibarı ile (BP verilerine göre) dünya üretilebilir ham petrol rezervleri 1237,9 milyar varildir. Bu rezervlerin % 61'i Orta Doğu bölgesindedir. 2007 yılında, petrol tüketimi günde 85,2 milyon varil (yılda 3.95 milyar ton) olarak gerçekleşirken, tüketim artışı bir önceki yıla göre % 1,1 artış göstermiştir. AB'de % 2,6 talep daralması yaşanırken, bu daralma oranı OECD geneli için binde 9 olarak gerçekleşmiştir. ABD, 2007'de dünya ham petrol tüketiminin % 23,9'unu gerçekleştirirken, bir önceki yıla göre binde 1 oranında daha az petrol tüketimi gerçekleştirmiştir. Çin ise, dünya petrol tüketiminin %9,3' ünü gerçekleştirirken, bir önceki yıla göre % 4,1 daha fazla petrol tüketmiştir. (Heperkan,Olgun, Eylül-Ekim 2008)

Aynı yıl için dünya ham petrol üretimi günde 81,5 milyon varil (yılda 3,9 milyar ton) olmuştur. Günde 10.41 milyon varil üreten Suudi Arabistan'ı, günde 9.98 milyon varille Rusya Federasyonu izlemiştir. Irak (% 7,3), Kanada (% 3,6), Kazakistan (% 3,9) ve Brezilya gibi ülkelerin üretimlerinde artış; Norveç, Venezüella, Meksika gibi ülkelerde ise önemli oranda üretim azalması söz konusu olmuştur. Irak petrol üretimi 2007 yılında 2.15 milyon varil/gün seviyesinde gerçekleşirken, 2000 yılındaki 2.61 milyon varil/günlük seviyesinin gene de altında kalmıştır. (Heperkan,Olgun, Eylül-Ekim 2008)

1.1.2 Doğal Gaz

Dünya üretilebilir gaz rezervi, 2007 sonu itibarı ile 177,36 trilyon metreküp olmuştur. Rezervlerin % 25,2'si Rusya'da, % 15,7'si İran'da ve % 14,4'ü Katar'dadır. 2007 yılı doğal gaz tüketimi, bir önceki yıla göre % 3,1 oranında artarak, 2,92 trilyon metreküp olarak gerçekleşmiştir. AB'nin tüketiminde bir önceki yıla göre % 1,6 oranında düşme görülürken, OECD tüketiminde % 3,3 artış gerçekleşmiştir. 2007 yılında dünya gaz tüketiminin % 22,6'sını gerçekleştiren ABD'de, bir önceki yıla göre gaz tüketiminde % 6,5 oranında artış olmuştur. Enerji tüketim profilinde çok düşük oranda gaz tüketen Çin'de 2007 yılının tüketimi bir önceki yıla göre % 19,9 artarken, dünya gaz tüketiminin % 15'ini gerçekleştiren Rusya'da bu artış oranı % 1,6 olmuştur. (Heperkan,Olgun, Eylül-Ekim 2008)

2007 yılında Rusya 607 milyar metreküp (dünya toplam üretiminin % 20,6'sı), ABD ise 546 milyar metreküp gaz üretmiştir. Bir diğer önemli üretici olan İran 111,9 milyar metreküp üretmiş, ancak tamamını tüketmiştir. 2007 yılında 652,9 milyar metreküp tüketen ABD, 546 milyar metreküplük üretimine karşın gaz ithalatçısı konumundadır. 2007 yılında 438,8 milyar metreküp doğal gaz tüketen Rusya ise 168 milyar metreküple önemli bir ihracat potansiyeline sahiptir. (ÇOB, 2009).



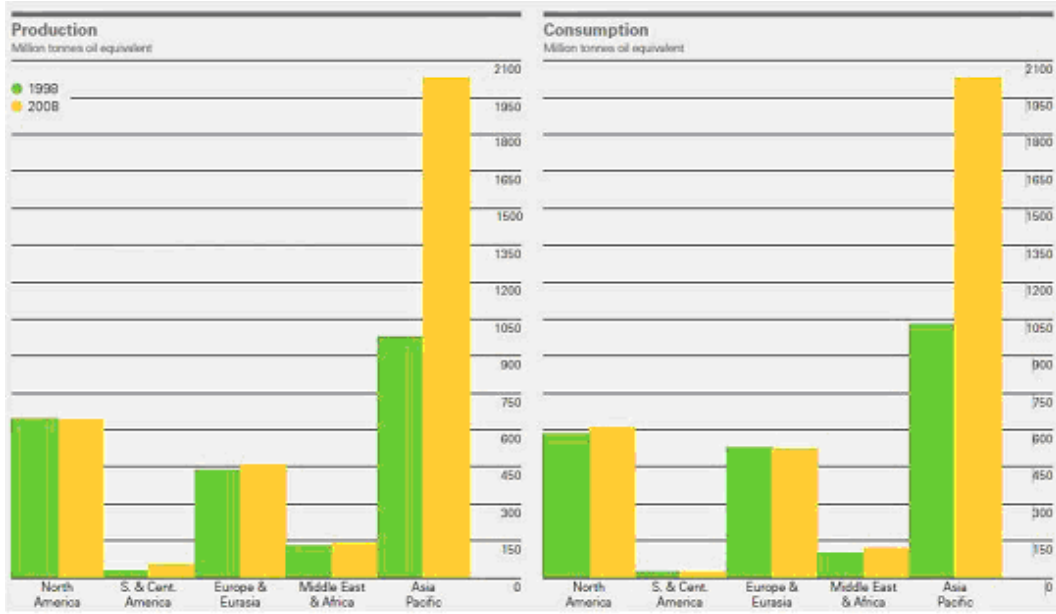
Şekil 1.2 Dünya doğal gaz rezervleri (ÇOB, 2009)

Uluslar arası Enerji Ajansı'nın tahminlerine göre 2009 yılında Dünya enerji talebinin %20,9'unu doğal gaz oluşturmuştur. Doğal gaz fiyatlarının petrol fiyatlarına bağımlılığı ve bundan dolayı istikrarsızlığına rağmen doğal gaz tüketimi giderek artmaktadır. Bu artışın 2030 yılına kadar süreceği ve bu tarihte Dünya enerji talebinin %21,2'nin doğal gazı oluşturacağı tahmin edilmektedir. (ÇOB, 2009)

Dünya doğal gaz rezervinin 2008 yılı sonu itibariyle 185 trilyon m³ olduğu ve bu rezervin %70'inden fazlasının Orta Doğu ve Rusya'da bulunduğu bilinmektedir. Bugünkü üretim hızı ile bu rezervin yaklaşık 60 yıl süre içinde tüketileceği görülmektedir. (ÇOB, 2009)

1.1.3 Kömür

Dünya kömür rezervi, 2007 yılı sonu itibarı ile, 847.5 milyar tondur. 2007 yılı kömür tüketimi ise, 3,18 milyar ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar, bir önceki yıla göre %4,5'lik bir artışı ifade etmektedir. 2007 yılı kömür tüketiminin % 41,3' ünü Çin, % 18,1'ini ABD, %6,5' ini Hindistan, %3'ünü Rusya gerçekleştirmiştir. AB tüketimi 317 milyon ton petrol eşdeğeri ile toplamın % 10'udur. (ÇOB, 2009)



Şekil 1.3 Dünya kömür tüketimi (Kılıç, Kasım 2008)

1.1.4 Nükleer Enerji

2007 yılında nükleer enerji tüketimi 622 milyon ton petrol eşdeğeri olmuştur. Bu değer, bir önceki yıla göre % 2'lik bir azalmayı ifade etmektedir. Petrol fiyatlarının uzun süre yüksek değerlerde seyretmesi nedeniyle, gerek Uluslararası Enerji Ajansı ve gerekse ABD Enerji Bakanlığı tarafından hazırlanan senaryolarda, önümüzdeki yıllarda nükleerin payının, önceki yıllarda yapılan tahminlere kıyasla, öngörülenden daha fazla artış göstereceği ifade edilmekteyse de, 2008 yılının son çeyreğinde hızla düşme eğilimine giren petrol fiyatları nedeniyle, bu senaryolarda eskiye dönüş olması beklenmektedir.

2007 yılında, nükleer enerji tüketiminde 2006 yılına göre AB'de % 5,7, OECD ülkelerinde % 2,9 oranında azalma gözlenirken, eski Sovyet ülkelerinde % 2,6 oranında artış görülmüştür. Bu artış oranı Çin'de % 2,3, Güney Kore'de % 5,2 olmuştur. (Heperkan,Olgun, 2008).

1.1.5 Hidroelektrik Enerji

2007 yılında hidroelektrik üretim, bir önceki yıla göre % 1,7 oranında artarak 709 milyon ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketimde en yüksek payı % 15,4 ile Çin alırken, Brezilya (% 11,9), Kanada (% 11,7) ve Norveç (% 4,3) onu takip eden ülkeler olmuştur. Bir önceki yıla göre daha düşük kapasite kullanan ülkeler arasında; Yunanistan (- % 49,7), Çek Cumhuriyeti (- % 23,5), Ukrayna (- % 21,3) ve Türkiye (-% 19,8) sayılabilir. (Heperkan,Olgun,2008)

1.2 Alternatif Enerji Kaynaklarına Yönelim ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklar

1.2.1 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1.2.1.1 Güneş Enerjisi

Güneş ve çevresinde dolanan gezegenlerden oluşan güneş sistemi dünya için, temel bir enerji kaynağıdır. Özellikle, dünyada yaşayan canlılar vazgeçilmez bir kaynaktır. Bugün kullanılan çeşitli enerji kaynaklarına büyük kısmı, güneşin sebep olduğu olaylar sonucu ortaya çıkar. Günlük güneş enerjisi ile dünya aydınlatılabilmekte; yağışlar ile su döngüsü sağlanabilmekte ve en önemlisi de, fotosentez ile canlı yaşam sürdürülebilmektedir. Hayati önemdeki bu yıldızın endüstriyel manada enerji üretimi de mümkündür. Güneş yarıçapı 700.000 km (dünya yarıçapının yaklaşık 109 katı), kütlesi 2×10^{30} kg (dünya kütlesinin yaklaşık 330.000 katı) olan bir yıldızdır. Güneş kendi eksenini çevresinde dönmektedir. Bu dönüş, güneş ekvator bölgesinde 24 günde, kutup bölgelerinde de 30 günde olmaktadır.

Güneşin merkezinde, temelde hidrojen çekirdeklerinin kaynaşmasıyla füzyon reaksiyonu meydana gelir. Güneşin merkezinde ve yaklaşık 15–16 milyon derecedir. Güneşin yaklaşık % 90'ı hidrojendir. Güneşin korunda hidrojen çekirdekleri füzyon yaparak helyum çekirdekleri oluşmakta ve bu tepkimeler sonucu büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Güneşin toplam ışıması 3.8×10^{26} J/saniye olduğundan, güneşte bir saniyede yaklaşık 600 milyon ton proton, yani hidrojen tüketilmektedir. Bu sayı ilk bakışta ürkütücü gibi gelse de, güneşin kütlesi ve bu kütlenin %90'ına yakın kısmının protonlar olduğu düşünülürse, güneşteki hidrojen yakıtının tüketilmesi için daha, yaklaşık 5 milyar yıllık bir süre olduğu ortaya çıkar. Bu yönüyle güneş, insanlık için tükenmez bir enerji kaynağıdır.

Dünya, güneşten yaklaşık 150 milyon km. uzakta bulunmaktadır. Dünya hem kendi çevresinde dönmekte, hem de güneş çevresinde eliptik bir yörüngede dönmektedir. Bu yönüyle, dünyaya güneşten gelen enerji hem günlük olarak değişmekte, hem de yıl boyunca değişmektedir. İlave olarak, Dünyanın kendi çevresindeki dönüş eksenini, güneş çevresindeki dolanma yörüngesi düzlemiyle $23,5^\circ$ 'lik bir açı yaptığından, yeryüzüne düşen güneş şiddeti yörünge boyunca (yıl boyunca) değişmekte ve mevsimler de böylece oluşmaktadır.

Dünyaya, güneşten saniyede, yaklaşık 4×10^{26} J'lük enerji, ışınlımlarla gelmektedir. Güneşin saldıdığı toplam enerji göz önüne alındığında bu çok küçük bir kesirdir; ancak bu tutar. Dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15–16 bin katıdır. Dünyaya gelen güneş enerjisi çeşitli dalga boylarındaki ışınlımlardan oluşur ve güneş-dünya arasını yaklaşık 8 dakikada aşarak dünyaya ulaşır. (ışınlımlar saniyede 300.000km'lik bir hızla, yani

ışık hızıyla yol alırlar) Dünyanın dışına, yani havakürenin (atmosfer) dışına güneş ışınlarına dik bir metrekare alana gelen güneş enerjisi, Güneş Değişmezi (S) olarak adlandırılır ve bunun değeri $S=1373 \text{ W/m}^2$ 'dir. Bu değer, tanım gereği, yıl boyunca değişmez alınabilir. Çünkü her zaman, gelen güneş ışınlarına dik yüzey göz önüne alınmalıdır. Ancak, dünyanın güneş çevresindeki yörüngesi bir çember olmayıp bir elips olduğundan, yıl boyunca bu değerde %3,3'lük bir değişim söz konusudur. Yeryüzüne bu enerjinin soğurma ve yansıma olaylarından dolayı 832 W/m^2 'lik kısmı ulaşır. (ETKB, 2010)

Güneş enerjisinin üstünlükleri şu şekilde sıralanabilir:

- Güneş enerjisi tükenmeyen bir enerji kaynağıdır.
- Güneş enerjisi, arı bir enerji türüdür. Gaz, duman, toz, karbon veya kükürt gibi zararlı maddeleri yoktur.
- Güneş, tüm dünya ülkelerinin yararlanabileceği bir enerji kaynağıdır. Bu sayede ülkelerin enerji açısından bağımlılıkları ortadan kalkacaktır.
- Güneş enerjisinin bir diğer özelliği, hiçbir ulaştırma harcaması olmaksızın her yerde sağlanabilmesidir.
- Güneşi az veya çok gören yerlerde biraz verim farkı olmakla birlikte, dağların tepelerinde vadiler ya da ovalarda da bu enerjiden yararlanmak mümkündür.
- Güneş enerjisi doğabilecek her türlü bunalımın etkisi dışındadır. Örneğin, ulaşım şebekelerinde yapacakları bir değişiklik bu enerji türünü etkilemeyecektir.
- Güneş enerjisi hiçbir karmaşık teknoloji gerektirmemektedir. Hemen hemen bütün ülkeler, yerel sanayi kuruluşları sayesinde bu enerjiden kolaylıkla yararlanabilirler.

Bugünkü bu enerjinin karşılaştığı sorunlar ise şöyledir:

- Güneş enerjisinin yoğunluğu azdır ve sürekli değildir. İstenilen anda istenilen yoğunlukta bulunamayabilir.
- Güneş enerjisinden yararlanmak için yapılması gereken düzeneklerin yatırım giderleri bugünkü teknolojik aşamada yüksektir.
- Güneşten gelen enerji miktarı bizim isteğimize bağlı değildir ve kontrol edilemez.
- Birçok kullanım alanının, enerji arzı ile talebi arasındaki zaman farkı ile karşılaşılmaktadır. Güneş enerjisinden elde edilen ışıının talebinin yoğun olduğu zamanlarda kullanılmak üzere depolanmasını gerektirir. Enerji depolaması ise birçok

1.2.1.3 Dalga Enerjisi

Gel-git enerjisinde faydalanmak ideal bir fikirdir. Suyun kabarması ve inmesi şeklinde gelişen gelgit hareketi süresince suyun hareket enerjisinin faydalı amaçlar için kullanımı mümkündür. Çok önceleri gelgit değirmenleri ismi verilen ve eski vapurların kepçe çarklarına benzeyen sistemler ile değirmen yapılmıştır. Değirmen denizin üstünde olup çarkın alt kısmı suya dalmaktadır. Dalan çark kısmı gelip giden suyun zorlamsıyla itilmekte ve dönme hareketi elde edilmektedir. Dalga enerjisi tüm dünya için 3000GW'lık bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte bunun ancak 64GW'lık kısmı kullanılabilir durumdadır. Bu Türkiye'nin bugünkü elektrik enerjisi üretiminin 3 katına tekabül etmektedir. Gelgit olayı yerin ve ayın çekimi arasında suyun denge sağlamasından ileri gelmektedir. Sadece dünyanın aya bakan yüzünde değil, diğer yüzünden de meydana gelir. Genellikle her 12 saat 25 dakikada bir gelgit meydana gelir. Her gün bir önceki günden 50 dakika sonra meydana gelir. Yaklaşık 6 saatte yükselme ve takip eden 6 saatte de çekilme süreci meydana gelir. Deniz veya okyanusun sahil şekli ve derinliği önemlidir. Limana yaklaşan gemiler üzerinde çok etkili olduğundan her sahilin gel git haritası belirlenmiştir.)

Gel git enerjisini alabilmek için koy formundaki sahile bir baraj yapılmalıdır. Gel esnasında su baraj üzerindeki türbinlerden geçerek baraja dolar. Git süresince de barajdan yine türbinler üzerinden geçerek denize döner. Burada gelgit enerjisinin %8–25'i faydalı hale dönüştürülebilir. Gelgit santrali mevsim değişikliklerinden etkilenmez. Gelgit vasıtasıyla enerjinin daha verimli elde edilebilmesi için sahillerin okyanusa açık olmalıdır. Bu manada bu enerji Türkiye açısından kullanışlı olmayacaktır. Okyanusa sahili olan Fransa 18km'lik sahilden 6000MW'lık bir enerji üretim projesi üzerinde çalışmaktadır.

1.2.1.4 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji doğal bir enerji türüdür. Yenilenebilen bu enerjinin oluşumunda kullanılan ısı kaynağı yer kabuğunun derinliklerindeki magmadır. Yer yuvarlağının iç kısmına doğru yerin sıcaklığı artar. Yaklaşık 100C'lik sıcaklık artışı için düşey olarak yerkabuğu içinde inilmesi gereken derinliğin m olarak derinliğine jeotermi derecesi denir. Jeotermi derecesi için genellikle 30-35m'lik iç sıcaklık basamakları esas alınır. Yer kabuğunun derinliklerinde bulunan ısı enerjisi yüklü yağmur sularının sondajla yeryüzüne çıkarılarak insanlara yararlı bir duruma getirilmesine jeotermal enerji elde etmek denir. (ETKB, 2010)

Yerkabuğunda oluşan sıcaklığın başlıca iki kaynağı vardır. Birincisi yer kabuğu içine girmiş bulunan ve yeryüzüne doğru yükselen magma ile birlikte taşınan yayılan sıcaklıktır. İkincisi

ise, yer sıcaklığı ya da jeotermi denilen ve kabuk içinde derinlere doğru inildikçe artan, yerin kendi sıcaklığıdır. Bunun değeri ise 1100-12000C'yi bulur. (ETKB, 2010)

Kuşkusuz yerin merkezine kadar bu sıcaklık değeri daha da yükselir. Yeryüzünden yaklaşık 6370km'lik bir derinlik gösteren iç çekirdekte bu değerin 3000-50000C'ye ulaştığı tahmin edilmektedir. Bu açıklamalardan da anlaşılıyor ki jeotermal enerjinin orijini jeotermi ve magmadan gelen sıcaklıktır. Yer kabuğu içinde magmatik faaliyet son bulduğu zaman magma giderek soğur. Soğuma binlerce yıl devam eder ve yavaş yavaş meydana gelir. Soğuma sırasında bazı gazlarla birlikte, doğal buharda oluşur. Gazlar ve buhar yer kabuğu içinde kırık hatları veya volkanik bölgelerin derinliklerindeki çatlak ve yarıklardan geçerek yüzeye, sıcak kaynak suları gayzerler ve doğal buhar şeklinde ulaşır. (ETKB, 2010)

Doğal buharın elektrik enerjisi üretiminde, diğer sıcak suların ise ısıtma işlerinde ekonomik olarak kullanılmaları mümkün olmuştur. Doğal buhar ve diğer sıcak suların yani termal kaynakların kökeni büyük ölçüde yüzeyden yer altına sızan sulardır. Az bir kısmı ise juvenil sular (magnetik) olabilir. Bu grup sular genellikle volkanizma hareketleri sırasında magmadan ayrılan gazların yoğunlaşması sonucu oluşan sıcak su buhar karışımı ve buhar şeklinde (doğal buhar) sulardır. (ETKB, 2010)

Bu enerji direkt olarak yerin kendi ısısından elde edilebilir. Jeotermal kelimesi yer anlamına gelen “jeo” ve ısı anlamına gelen “termal” kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Bu enerji yer kabuğunun kilometrelerce derinliğindeki erimiş kayalardan oluşan magmanın ısısından oluşur. Magmadan yükselen ısı ile, jeotermal rezervuarlar olarak bilinen yer altı su havuzları ısınır. Hatta bazen su kaynarak buhar oluşturabilir. Bunlar yeryüzüne çıkacak bir yer bulduğunda su veya kaynar bir şekilde gayzerlerden dışarıya çıkarlar. Bunlar kaplıcalar olarak bilinirler. (ETKB, 2010)

Yüzyıllardır insanlar bu suları banyo yapma veya mutfaklarında kullanırlar. Ancak bugünkü teknoloji ile artık bunların kendiliğinden yeryüzüne çıkmalarını beklemek yerine jeotermal rezervuarların oldukları yerlere sondaj yaparak enerji açığa çıkarılabilmektedir.

Jeotermal enerji ülkemiz için önemli bir yenilenebilir kaynaktır. Türkiye jeotermal potansiyel açısından dünyanın yedinci ülkesidir, muhtemel jeotermal potansiyelin kullanımının getirebileceği ekonomik kazanım 9 milyar\$/yıl'dır. Yüzey sıcaklığı 400C'nin üzerinde 140 jeotermal saha mevcuttur. Ancak, bunlardan sadece dört tanesi elektrik üretimine uygundur. Bu sahalardan Denizli-Sarayköy'de 20,4MW kurulu elektrik gücünde bir santral mevcuttur. Diğer üç sahada da elektrik santralleri kurulmalıdır. Ayrıca, bu sahalarda elektrik üretimine

entegre olarak, merkezi ısıtma vb. jeotermal uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

Geri kalan sahaların ısıtma amaçlı olarak ve düşük sıcaklıkta ısı enerjisi gerektiren uygulamalarda değerlendirilmesi teşvik edilmelidir. Türkiye'nin teorik jeotermal toplam kapasitesi 31500MWt'dir ve bunun eşdeğeri de 5 milyon konuttur. Ancak, bu muhtemel bir değer olup, hedef olarak bir milyon konut öngörülebilir. Jeotermal enerjinin çevre dostu karakterde kullanılması için tüm dünyada yasalarla zorunlu hale getirilmiş olan reenjeksiyon (akışkanı yeraltına geri verme) tekniğinin uygulanması, hem rezervuar parametrelerinin korunması hem de jeotermal suyun çevreye zarar vermemesi için şarttır.

Jeotermal kaynakların gelişmiş teknoloji ile yüksek verimli ve entegre kullanılmalarına yönelik Ar-Ge çalışmaları artırılmalıdır. Özellikle, jeotermal enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm verimini artıran (çift buharlaştırmalı sistemler) ve düşük sıcaklıktaki jeotermal akışkanlardan elektrik üretimine imkân sağlayan yeni teknolojiler (İkili Çevrim Teknolojileri) üzerinde durulmalıdır. Bugün dünyada yaygın olarak kullanılan bu teknolojiler ülkemiz santrallerinde de mutlaka uygulanmalıdır. Ayrıca, sıcak kuru kaya (hot dry rock) jeotermal olanakları da araştırılmalıdır.

1.2.2 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Her ne kadar günümüzde çevresel etkileri değerlendirildiğinde küçük rezervuarlı hidroelektrik santralleri, bir diğer değişle kanal tipi HES'ler de yenilenebilir enerji kaynakları sınıfına girse de bu tez altında incelemesi yapılmamıştır.

1.2.2.1 Güneş Enerjisi

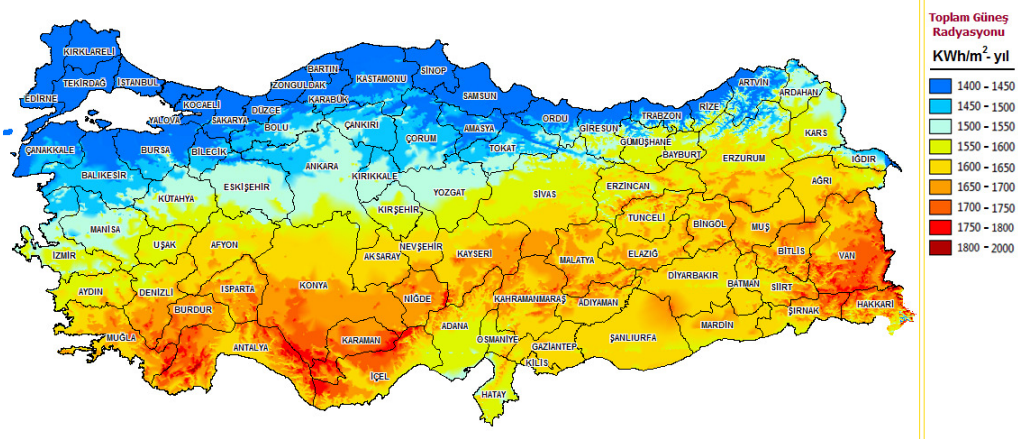
Coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2,640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınlam şiddeti 1,311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. Güneş Enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. (ETKB, 2010)

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

- Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP): Güneş enerjisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.
- Güneş Pilleri: Fotovoltaik piller de denen yarıiletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler. (ETKB, 2010)

Güneş pilleri için en önemli dezavantaj, halen ticari olan silisyum kristali ve ince film teknolojisiyle üretimlerinin olağanüstü yüksek maliyetler oluşturmalarıdır.

Güneş pili kullanımının, maliyetlerin düşmesi ve verimliliğin artması ile Türkiye'de güneş pili üretimine bağlı olarak artacağı beklenmektedir. Ayrıca, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ve CSP teknolojisi ile 380 milyar kWh/yıl enerji üretilebileceği hesaplanmıştır. (ETKB, 2008)



Şekil 1.5 Türkiye'nin güneş enerjisi haritası (ETKB, 2008)

Ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı yaklaşık 12 milyon m² ve teknik güneş enerjisi potansiyeli 76 TEP olup, yıllık üretim hacmi 750.000 m²'dir ve bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu kullanım miktarı, kişi başına 0,15 m² güneş kolektörü kullanıldığı anlamına gelmektedir. Güneş enerjisinden ısı enerjisi yıllık üretimi 420.000 TEP civarındadır. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır. (ETKB, 2010).

Çizelge 1.1 Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı (ETKB, 2008)

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m-yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)
G.Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

Ülkemizde çoğu kamu kuruluşlarında olmak üzere küçük güçlerin karşılanması ve araştırma amaçlı kullanılan güneş pili kurulu gücü 1 MW' a ulaşmıştır.

Güneş enerjisi ve hidrojen enerjisi alanında yapılan çalışmalar savunma sanayimiz ve askeri

amaçlarla kullanım dâhil olmak üzere ülkemizin enerji geleceği açısından büyük bir öneme sahiptir. (ETKB, 2010)

1.2.2.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, ısıları farklı olan hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşur. Güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. (EİE)

Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Rüzgâr türbinlerinin çalışması çevreye zararlı gaz emisyonuna neden olmadığından enerji geleceğimizde ve iklim değişikliğini önlemede büyük bir role sahiptir.

Geleneksel güç santrallerinin aksine, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen ve ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır. Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. (ETKB, 2008)

Dünya rüzgâr kaynağı 53 TWh/yıl olarak hesaplanmakta olup, günümüzde toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40.301 MW'tır. Bunun üçte biri Almanya'da bulunmaktadır. 2020 yılında 1,245 GW dünya rüzgâr gücü hedefine ulaşmak için gereken yatırım miktarı 692 milyar €'dur. Bu süre içinde üretim maliyetlerinin 3,79 E-cents/kWh'dan 2,45 €o-cents/kWh'a düşmesi beklenmektedir. Rüzgâr türbinlerinde küresel piyasa 2020 yılına kadar şimdiki 8 milyar €'dan 80 milyar €o yıllık iş hacmine çıkacaktır. Toplam potansiyeli en az 48.000 MW olan, yıllık ortalaması 7,5 m/s 'nin üzerindeki bölgelerde günümüz fiyatlarıyla ekonomik olabilecek yatırımlar yapmak mümkündür. (ETKB, 2008)

2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir. (ETKB, 2008)

2004 yılı itibariyle sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. 2009 yılı sonu itibariyle rüzgâr kurulu gücümüz 802,8 MW düzeyine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363MW kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgar projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 MW kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir. (ETKB, 2008)

1.2.2.3 Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki kayalar içinde birikmiş olan ısınn akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması ile oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar yoğun olarak aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır.

Jeotermal enerjiye dayalı modern jeotermal elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x gazlarının salınımı çok düşük olduğundan temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır. Düşük (20-70°C) sıcaklıklı sahalar başta ısıtmacılık olmak üzere, endüstride, kimyasal madde üretiminde kullanılmaktadır. Orta sıcaklıklı (70-150°C) ve yüksek sıcaklıklı (150°C'den yüksek) sahalar ise elektrik üretiminin yanı sıra reenjeksiyon koşullarına bağlı olarak entegre şekilde ısıtma uygulamalarında da kullanılabilir. (ETKB, 2010)

Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 9.700 MW, yıllık üretim 80 milyar kWh olup, jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Meksika, Endonezya ve İtalya şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 33.000 MW'tır. Dünya'da jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye'dir. (ETKB, 2010)

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan bir ülkedir. Ülkemizin jeotermal potansiyeli 31.500 MW'tır. Ülkemizde potansiyel oluşturan alanlar Batı Anadolu'da (%77,9) yoğunlaşmıştır. Bu güne kadar potansiyelin %13'ü (4.000 MW) Bakanlığımız kuruluşu olan MTA tarafından kullanıma hazır hale getirilmiştir. (ETKB, 2010)



Şekil 1.6 Jeotermal enerjinin kullanım alanları (ETKB, 2008)

Türkiye'deki jeotermal alanların %55'i ısıtma uygulamalarına uygundur. Ülkemizde, jeotermal enerji kullanılarak 1200 dönüm sera ısıtması yapılmakta ve 15 yerleşim biriminde 100.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır. (ETKB, 2010)

Jeotermal enerji arama çalışmaları son yıllarda canlandırılmış, 2003 yılından itibaren Bakanlığımız kuruluşu olan MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan arama çalışmaları sonucu 840 MW jeotermal enerji kaynağı tespit edilmiştir. (ETKB, 2010)



Şekil 1.7 Türkiye'nin jeotermal enerji haritası (ETKB, 2010)

Jeotermal enerji potansiyelimizin 1.500 MW'lık bölümünün elektrik enerjisi üretimi için uygun olduğu değerlendirilmekte olup kesinleşen veri şu an için 600 MWe'dir. 2009 yılı sonu itibari ile jeotermal enerjisi kurulu gücümüz 77,2 MW düzeyine ulaşmıştır. (ETKB, 2010)

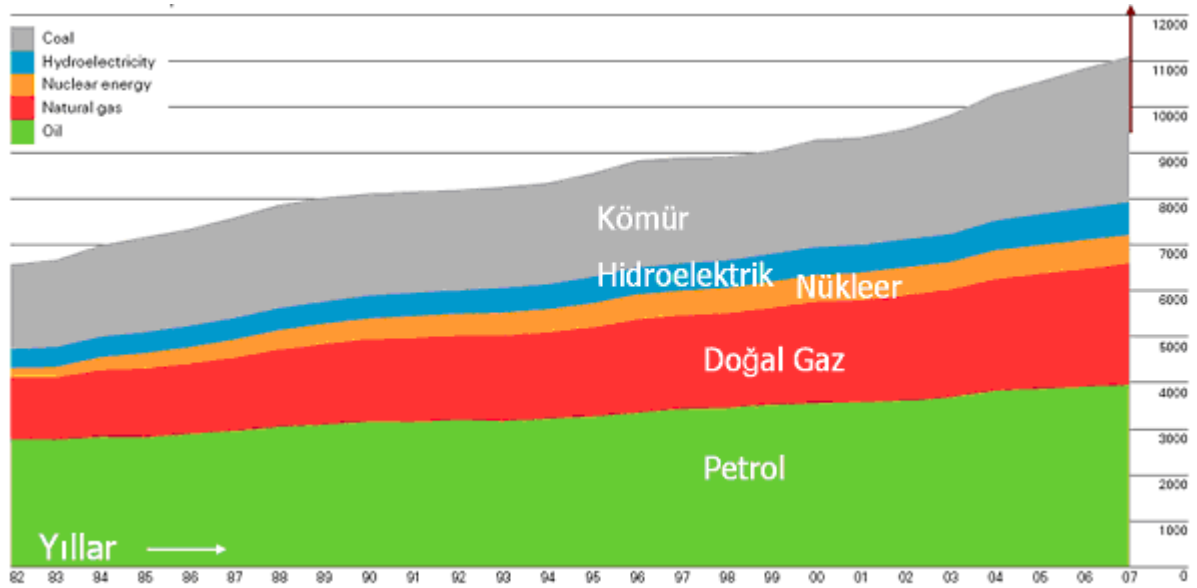
2. ENERJİ TÜKETİMİNDE DÜNYA’NIN VE TÜRKİYE’NİN DURUMU

Dünyadaki enerji kullanımı seviyeleri ve enerji rezervlerinin sınırlı olduğu göz önüne alındığında önümüzdeki 20 yılda enerji ihtiyacı daha çok artacaktır. Bu bağlamda 2008 yılında yapılan araştırmaya göre Dünya’nın, 2030 yılında şimdi olduğundan yüzde 60 daha fazla enerjiye ihtiyaç duyacağı tahmin edilmektedir. Bu enerji talebinin yüzde 80’lik kısmı fosil yakıtlardan karşılanırken, fosil kaynaklar içerisindeki en büyük talep artışının da doğal gazda yaşanması beklenmektedir. Bu nedenle ülkemizin kendi kaynaklarına yönelerek dışa bağımlılığını azaltması giderek önem kazanmaktadır.

2.1 Dünya’daki Birincil Enerji Üretimi ve Tüketimi

Uluslar arası Enerji Ajansı’nın tahminlerine göre 2009 yılında Dünya enerji talebinin %34,1’ni petrol oluşturmuştur. Petroldeki fiyat istikrarsızlığı ve arz güvenilirliğindeki problemlere rağmen, bu talebin 2030 yılında ufak bir düşüşle %29,8’ni petrolün oluşturacağı tahmin edilmektedir. Gelecekteki petrol talebinin 2008 yılındaki 85 milyon varil/günden 2030 yılında 105 milyon varil/güne yükselmesi ve bu dönemde talebin ortalama olarak %1 artacağı düşünülmektedir. (Kılıç, Kasım 2008)

Dünya kömür üretimi 2007 yılında taşkömürü ve linyit olarak 6.488 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktarın yaklaşık %85’i taşkömürü ve %15’i ise linyit üretimidir (WCI 2007). 2008 yılında ise Dünya taş kömür ve linyit üretimi %1 artışla 6796 milyon tona ulaşmıştır. Global krizin en şiddetli hissedildiği 2009 yılında ise Dünya kömür üretiminin 7000 milyon tonun üzerine çıktığı tahmin edilmektedir. (Kılıç, 2009).



Şekil 2.1 Dünya birincil enerji tüketimi(milyon ton petrol eşdeğeri) (Kılıç, 2009)

2007 yılı birincil enerji tüketimi, 11,1 milyar ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bunun 3.95 milyar tonu petrol, 2.64 milyar ton petrol eşdeğeri doğal gaz, 3.18 milyar ton petrol eşdeğeri kömür, 622 milyon ton petrol eşdeğeri nükleer ve 709 milyon ton petrol eşdeğeri de hidroelektrikle karşılanmıştır. (Kılıç, 2009)

2007 yılı sonu itibarı ile, (BP verilerine göre) dünya üretilebilir ham petrol rezervleri 1237.9 milyar varildir. Bu rezervlerin % 61'i Orta Doğu bölgesindedir. 2007 yılında, petrol tüketimi günde 85,2 milyon varil (yılda 3.95 milyar ton) olarak gerçekleşirken, tüketim artışı bir önceki yıla göre % 1.1 artış göstermiştir. AB'de % 2,6 talep daralması yaşanırken, bu daralma oranı OECD geneli için binde 9 olarak gerçekleşmiştir. ABD, 2007'de dünya ham petrol tüketiminin % 23,9'unu gerçekleştirirken, bir önceki yıla göre binde 1 oranında daha az petrol tüketimi gerçekleştirmiştir. Çin ise, dünya petrol tüketiminin % 9,3'ünü gerçekleştirirken, bir önceki yıla göre % 4.1 daha fazla petrol tüketmiştir. (Kılıç, 2009).

Dünya üretilebilir gaz rezervi, 2007 sonu itibarı ile 177,36 trilyon metreküp olmuştur. Rezervlerin % 25,2'si Rusya'da, % 15,7'si İran'da ve % 14,4'ü Katar'dadır. 2007 yılı doğal gaz tüketimi, bir önceki yıla göre % 3,1 oranında artarak, 2,92 trilyon metreküp olarak gerçekleşmiştir. AB'nin tüketiminde bir önceki yıla göre % 1,6 oranında düşme görülürken, OECD tüketiminde % 3,3 artış gerçekleşmiştir. 2007 yılında dünya gaz tüketiminin % 22,6'sını gerçekleştiren ABD'de, bir önceki yıla göre gaz tüketiminde % 6,5 oranında artış olmuştur. Enerji tüketim profilinde çok düşük oranda gaz tüketen Çin'de 2007 yılının tüketimi bir önceki yıla göre % 19,9 artarken, dünya gaz tüketiminin % 15'ini gerçekleştiren Rusya'da bu artış oranı % 1,6 olmuştur. (Kılıç, 2009)

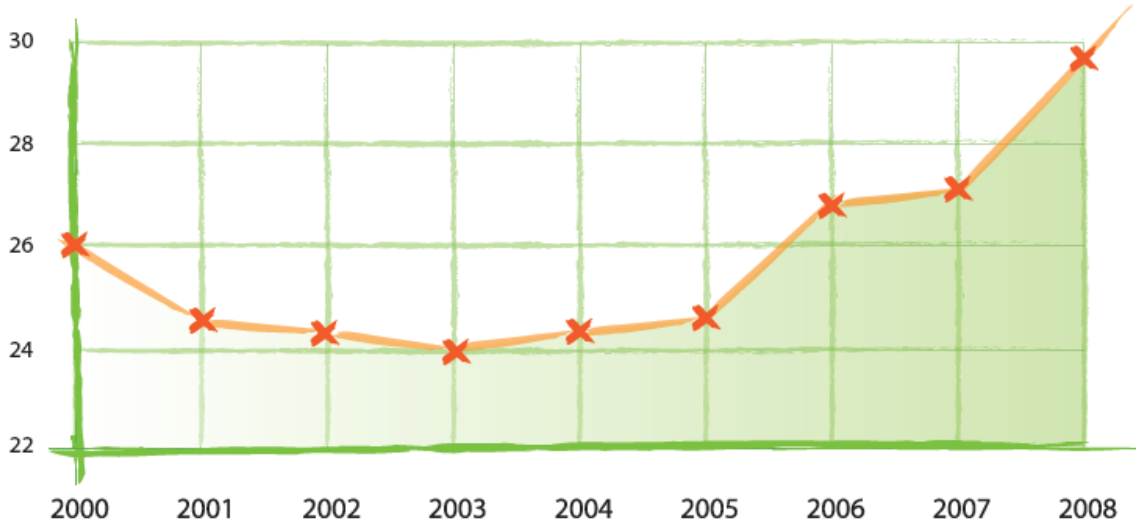
2007 yılında Rusya 607 milyar metreküp (dünya toplam üretiminin % 20,6'sı), ABD ise 546 milyar metreküp gaz üretmiştir. Bir diğer önemli üretici olan İran 111,9 milyar metreküp üretmiş, ancak tamamını tüketmiştir. 2007 yılında 652,9 milyar metreküp tüketen ABD, 546 milyar metreküplük üretimine karşın gaz ithalatçısı konumundadır. 2007 yılında 438,8 milyar metreküp doğal gaz tüketen Rusya ise 168 milyar metreküple önemli bir ihracat potansiyeline sahiptir. (Kılıç, 2009)

Dünya kömür rezervi, 2007 yılı sonu itibarı ile 847,5 milyar tondur. 2007 yılı kömür tüketimi ise, 3.18 milyar ton petrol eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar, bir önceki yıla göre % 4,5'lik bir artışı ifade etmektedir. 2007 yılı kömür tüketiminin % 41,3'ünü Çin, % 18,1'ini ABD, % 6,5'ini Hindistan, %3'ünü Rusya gerçekleştirmiştir. AB tüketimi 317 milyon ton petrol eşdeğeri ile, toplamın % 10'udur. (Kılıç, 2009)

2.2 Türkiye'de Birincil Enerji Üretimi

Türkiye birincil enerji üretimi ağırlıklı olarak kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidrolik, biokütle, rüzgâr, güneş ve jeotermal) sağlanmakla birlikte, tüketim, bu kaynakların yanı sıra petrol ve son yıllarda artan oranlarda doğal gazdan karşılanmaktadır.

2008 yılında ülkemizin toplam birincil enerji tüketimi yaklaşık 108 milyon Ton Eşdeğer Petrol (TEP), üretimi ise 29 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. (Kılıç, Eylül 2006)Ekonomik yatırım analizinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır (Enerji Yöneticiliği Kurs Notları, 2010)

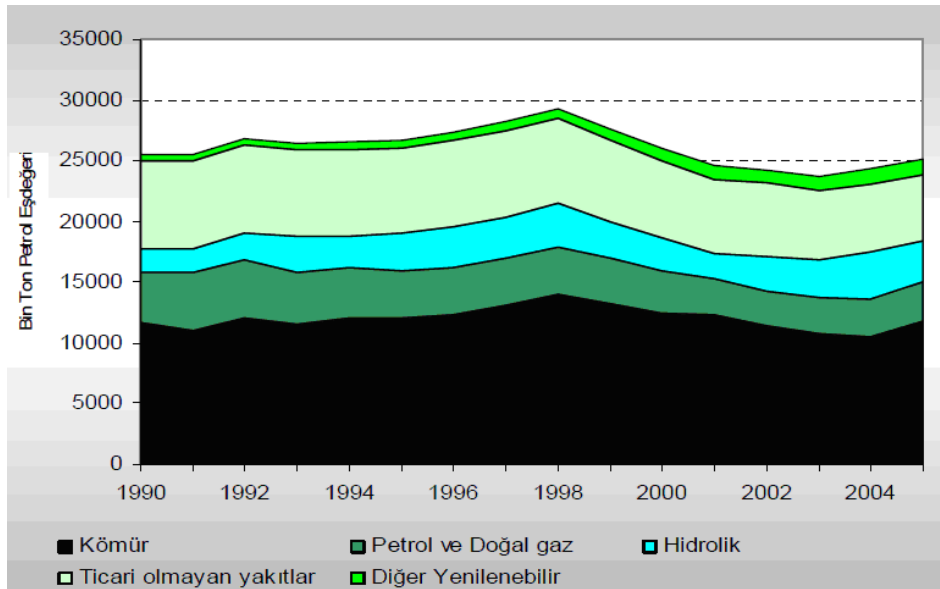


Şekil 2.2 Birincil enerji kaynakları üretimi Mtep (Kılıç, Eylül 2006)

2005 yılında, Türkiye birincil enerji kaynakları üretimi 25,2 Mtep (Milyon Ton Petrol

Eşdeğeri) olarak gerçekleşmiştir. Toplam kömür birincil enerji kaynakları üretiminin % 47'sini, petrol %10'nu doğal gaz %4'ünü, hidrolik ve jeotermal elektrik %14'ünü, diğer yenilenebilir kaynaklar ise %25'ini oluşturmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)

1990-2005 yılları arasında ülkenin gelişmesine ve enerjiye erişimin kolaylaşması sonucunda ticari olmayan yakıt olarak adlandırılan odun ile hayvan ve bitki artıklarının üretimi, talebe bağlı olarak önemli derecede azalmıştır. Aynı dönemde güneş ve rüzgar enerjileri dengelerde yer almaya başlamış, jeotermal ısı tüketiminde de çok önemli artışlar kaydedilmiştir. 1990 yılında 44,4 Mt. (Milyon Ton) olan linyit üretimi 1998 yılında 65 Mt.'na ulaşmış ancak bu yıldan itibaren santrallerde kullanılan linyit tüketiminin azalmasına bağlı olarak linyit üretimi düşmeye başlamış ve 2005 yılında 55,3 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin yerli kaynaklara dayalı enerji üretim politikasında kömür önemli bir yere sahiptir. 2005 yılında birincil enerji kaynakları üretimi içerisinde toplam kömür üretimi 11,4 Mtep ile %45'lik bir pay almıştır. 1990 yılında 23,1 milyar kWh olan hidrolik enerji üretimi 1998 yılında 42,2 milyar kWh seviyesine ulaşmış, ancak kuraklık nedeniyle 2001 yılı üretimi ancak 24,01 milyar kWh olarak gerçekleşebilmiştir. 2005 yılında ise hidrolik enerji üretimi 39,6 milyar kWh olmuştur. Üzerinde hidroelektrik santrali olan nehirlerimizde su gelirlerinin düzensiz olması nedeniyle enerji üretiminde belirli yıllarda düzensizlikler yaşanmıştır. (Kılıç, Eylül 2006)

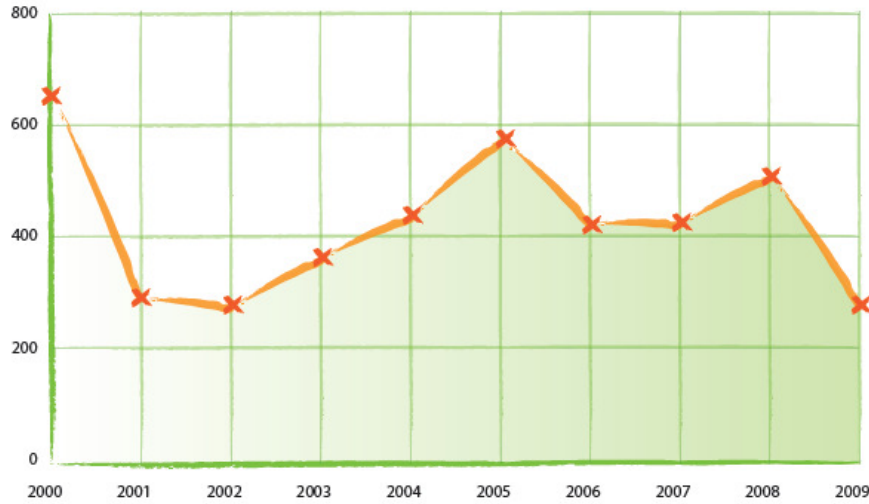


Şekil 2.3 Kaynaklar bazında enerji üretimi (Kılıç, Eylül 2006)

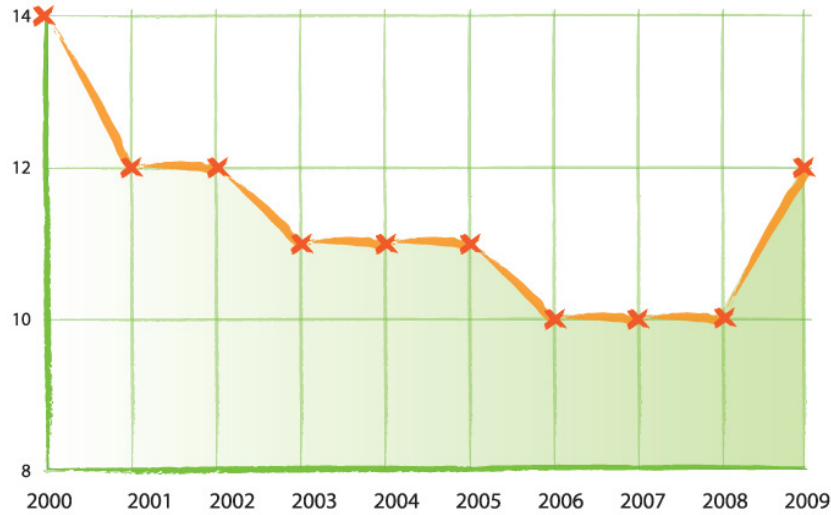
2005 yılında petrol üretimi 2,4 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, bu üretim miktarı toplam petrol talebinin % 8'ine karşılık gelmektedir. Türkiye'de doğal gaz üretimine 1976 yılında başlanmış olup, 2005 yılında üretim 980 milyon m3 olarak gerçekleşmiştir.

2005 yılında, Türkiye enerji arzı 2004 yılına göre %4,3'lük artışla 91,6 Mtep olarak gerçekleşmiştir. (Kılıç, Eylül 2006)

2008 yılı Türkiye doğalgaz üretimi yaklaşık 1 milyar m³, tüketim ise 36 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Tüketim dikkate alındığında doğalgazda dışa bağımlılık oranının %97,3 seviyesinde olduğu görülmektedir. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 2.4 Ülkemizdeki doğal gaz üretimi (Kılıç, Eylül 2006)

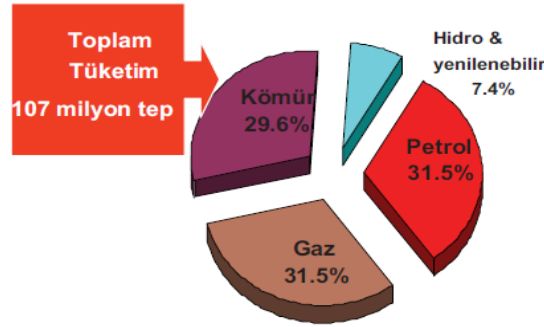


Şekil 2.5 Ülkemizdeki ham petrol üretimi milyon varil (Kılıç, Eylül 2006)

2.3 Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi

1990 ve 2005 yılları karşılaştırıldığında enerji kaynaklarının yapısında önemli değişikliklerin olduğu gözlenmektedir. 1990 yılında %45’lik pay ile petrol ağırlıklı olan enerji arzı, 2005 yılında yine %33 ile petrol ağırlıklı olmakla birlikte, özellikle son yıllardaki hızlı artışı nedeniyle doğal gazın payı %6’dan %27’ye çıkmış, yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan

bio yakıtların kullanımındaki önemli azalmaya karşılık, jeotermal ısı, güneş ve rüzgâr enerjilerinde gözlemlenen artış bu kaynakların toplam üretimlerinin değişmemesine sebep olmuş, ancak toplamdaki payları %14'ten %7'ye düşmüştür. Bu dönemde kömür tüketimi ise, %31'den %28'e düşmüştür. Aynı dönem içerisinde hidrolik enerji tüketimi yaklaşık 2 kat artmıştır ve enerji arzı içerisindeki payı 1990 yılında olduğu gibi %4 olarak kalmıştır. (Kılıç, Eylül 2006)



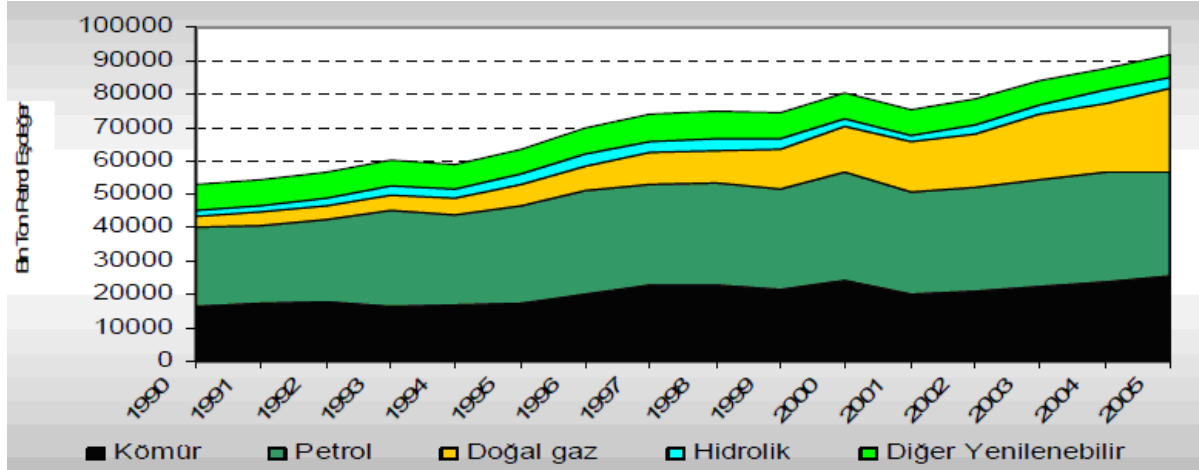
Şekil 2.6 Türkiye birincil enerji tüketimi (DEK-TMK, Aralık 2009)

Bu kaynakların tüketimine bakıldığında; 1990 yılında 8,2 milyon ton olan taşkömürü tüketiminin yıllık ortalama %5,9'luk bir artışla 2005 yılında 19,4 milyon tona ulaştığı görülmektedir. 1990 yılında 45,9 milyon ton olan linyit tüketimi ise 2005 yılında 55,3 milyon tona ulaşmıştır. 2005 yılında linyit arzının %88'i (48,6 Mt.) termik santrallerde tüketilmiştir. 2005 yılında toplam nihai enerji tüketiminin %18'ini (13,4 Mtep), kömür oluşturmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)

1990 yılında 23 Mt olan petrol tüketimi yıllık ortalama %2 artışla 2005 yılında 30 Mt'ye ulaşmıştır. Petrol tüketiminin yaklaşık yarısı ulaştırma sektöründe tüketilmektedir ve bu değer 2005 yılında 13,7 Mtep'e ulaşmıştır. Doğal gaz tüketimi özellikle 1980'li yılların ortasından itibaren yapılan doğal gaz ithalatı anlaşmaları nedeniyle hızla artmıştır. 2005 yılında 27,3 milyar m³ ile toplam birincil enerji arzının %27'sini doğal gaz oluşturmuş; toplam doğal gaz arzının %47'si ise elektrik üretimi amacıyla kullanılmıştır. 1987 yılında 500 milyon m³ ile başlayan gaz ithalatı, 2005 yılında yaklaşık 27 milyar m³'e ulaşmıştır. Türkiye'de üretilen 980 milyon metreküp doğal gaz, 2005 yılındaki tüketimin sadece % 4'ünü karşılamaktadır. Talebin geri kalan kısmı boru hatları vasıtasıyla veya sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak ithal edilmektedir. (Kılıç, Eylül 2006)

Yenilenebilir enerji üretimi 2005 yılında 10,1 Mtep'e ulaşmış olup, bu miktar toplam birincil enerji arzının %11'ine karşılık gelmektedir. Yenilenebilir enerji üretimi, toplam kömür üretiminden sonra Türkiye'nin birincil enerji üretiminde ikinci sırayı almaktadır.

Yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji, yerli üretimin %40'ına karşılık gelmektedir. Yenilenebilir enerji arzının yarısını (5,3 Mtep) biokütle (odun, hayvan ve bitki artıkları) oluşturmaktadır. Ayrıca, nihai enerji arzının %7'si hidrolik enerji dışındaki yenilenebilir kaynaklardan üretilmektedir, bu rakam Avrupa ortalamasının üstündedir. Geri kalan kısmı da büyük çoğunluğu hidrolik olmak üzere diğer kaynaklardan sağlanmıştır. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 2.7 Kaynaklar bazında enerji arzı (Kılıç, Eylül 2006)

Türkiye’de enerji konusunda 2007 yılındaki kaynaklara bakıldığında; birincil enerji tüketiminin, yaklaşık yüzde 4,3 oranında artarak 11,6 milyon ton petrol eşdeğerine (MTEP), kişi başına birincil enerji tüketiminin ise yüzde 3,1 oranında artışla 1,527 kilogram petrol eşdeğerine (KEP) ulaşacağı tahmin ediliyor. Ülkemizde 2007 yılında birincil enerji tüketimimiz 107,6 MTEP olmuştur. (ETKB, 2006)

2.4 Türkiye’de Birincil Enerji İthalatı ve İhracatı

Ülkemizde hemen her çeşit enerji kaynağı bulunmakla birlikte linyit kömürü ve hidrolik enerji hariç olmak üzere diğer enerji kaynakları ülke talebini karşılamaktan bir hayli uzaktır. Enerji talebinin karşılanması açısından, geçmiş yıllarda olduğu gibi, büyük oranda dışa bağımlı olan ülkede 2005 yılında talebin yerli üretimle karşılanma oranı %27,5 olmuştur; diğer bir deyişle 2005 yılında 72,4 Mtep olarak gerçekleşen Türkiye toplam enerji ithalatı, toplam enerji arzının %72,5’ini oluşturmaktadır. (Kılıç, Eylül 2006)

Çizelge 2.1 Enerji talep - üretim- ithalat ve ihracatının gelişimi (Bin Tep) (Kılıç, Eylül 2006)

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Talep	52987	63679	80500	75402	78331	83826	87818	91576
Üretim	25478	26719	26047	24576	24282	23783	24332	25185

İthalat	30936	39779	56342	52780	58629	65239	67885	72381
İhracat	2104	1947	1584	2620	3162	4090	4022	5171
İkrahıye	355	464	467	624	1233	644	631	628
Net İthalat	28477	37368	54291	49536	54234	60505	63233	66582
Artış (%/yıl)	-	40215	40187	-8.8	40307	40340	40302	40242
TYÜKO (%)	0,463	0,413	0,326	0,343	0,308	0,278	0,28	0,275

Enerji kaynakları ithalatında ham petrol ve petrol ürünleri %47 (34,5 Mtep) ile en fazla payı almakta bunu sırası ile doğal gaz %33 (24,3 Mtep), kömür ve kömür ürünleri %19 (13,5 Mtep) ve %1 (0,05 Mtep) ile elektrik enerjisi takip etmektedir. (ETKB, 2006)2005 yılında enerji kaynakları ihracatımız, 5,8 Mtep olarak gerçekleşmiş olup, bunun büyük çoğunluğunu petrol ürünleri (%97,3), geri kalan bölümünü ise elektrik enerjisi oluşturmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)

2.5 Türkiye'deki Nihai Enerji Tüketimi

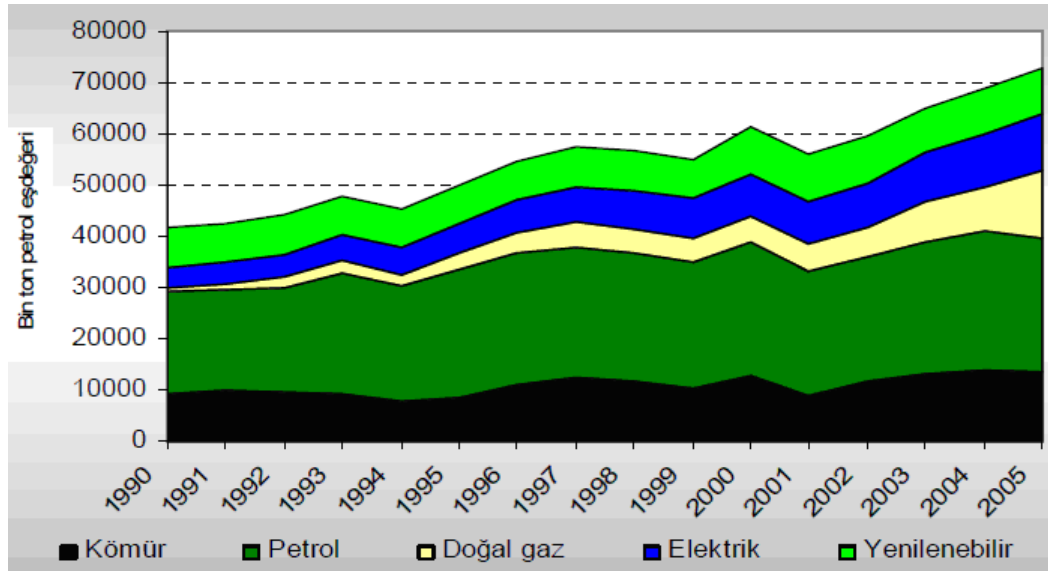
1990 yılında 41,6 Mtep olan nihai enerji tüketimi (NET) yıllık ortalama % 3,8'lik artışla 2005 yılında 73 Mtep'e ulaşmıştır. 1990-2005 yılları arasında Türkiye nihai enerji tüketim yapısındaki önemli değişiklik, elektrik enerjisi ve doğal gaz tüketiminde olmuştur. Doğal gazın payı 1990 yılında % 1,9'dan, 2005 yılında % 18'e; aynı dönemde elektrik enerjisinin payı ise % 9,4'ten % 15'e yükselmiştir. (Kılıç, Eylül 2006)

Çizelge 2.2 Ülkemizdeki nihai enerji tüketimi

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Taş Kömürü (Kton)	2747	3040	9244	5344	8211	9747	9965	9904
Linyit (Kton)	15739	12420	11070	7454	9337	10339	10808	8015
Asfaltit (Kton)	285	66	18	30	5	336	722	738
Petrol (Kton)	19380	24193	24751	23399	23336	24613	26098	25243
Doğal Gaz (Mm ³)	862	3335	5201	5392	5858	8537	9112	11551
Elektrik (GWh)	45670	65724	96140	95445	101298	110748	120305	130854
Jeotermal Isı (Ktep)	364	437	2564	2710	2795	2530	2962	3213
Güneş (Ktep)	28	143	262	287	318	350	375	385
Biyokütle (Kton)	25900	25139	22919	22053	21223	20430	19671	18946
İkincil Kömür (Kton)	3644	4158	5111	4538	4910	5184	5357	5716
Toplam Nihai Enerji Tüketimi (Ktep)	41611	49976	61556	56048	59486	64990	69004	72975
Büyüme Hızı (%)	4	4,6	-8,9	6,1	9,3	6,2	5,8	-8,9

Bu dönem içerisinde gerek jeotermal ısı kullanımında ve gerekse güneş enerjisi tüketimlerinde önemli artışlar gözlenirken, ticari olmayan yakıtların tüketimlerinde de düşüşler olmuştur. Ayrıca, 1999 yılından itibaren rüzgârdan elektrik enerjisi üretimine de başlanmıştır. 2005 yılı nihai enerji tüketiminde en yüksek pay %36 ile petrole aittir. (Kılıç,

Eylül 2006)



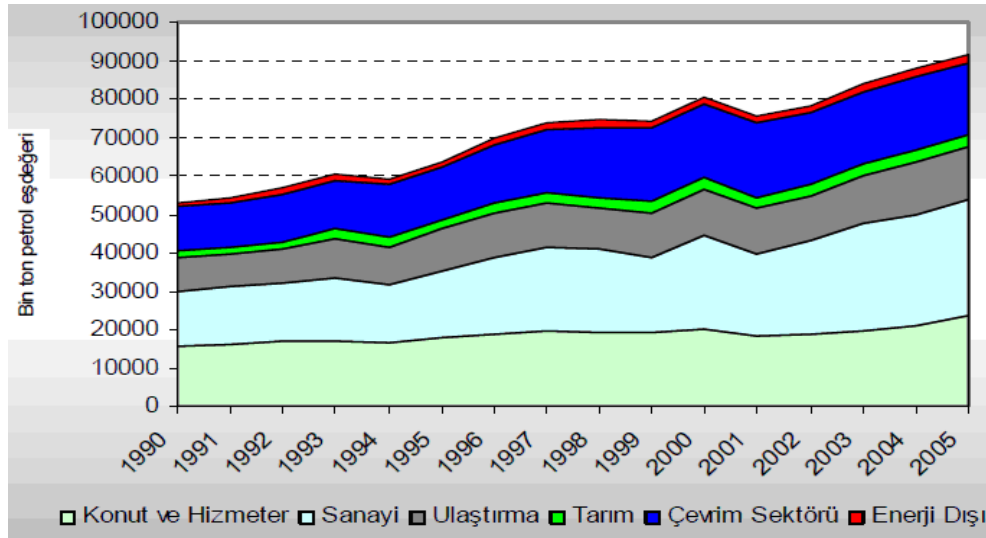
Şekil 2.8 Kaynaklar bazında nihai enerji tüketimi(Kılıç, Eylül 2006)

2.6 Türkiye'deki Sektörel Enerji Dağılımı

1990-2005 yılları arasında nihai enerji tüketiminin sektörlere dağılımı incelendiğinde; 1990 yılında konut ve hizmetler sektörü (%37) ağırlıklı olan tüketim, 2005 yılında 2 Mtep civarında olan enerji dışı amaçlı tüketim dahil olmak üzere sanayi sektöründe (%44) yoğunlaşmış, bunu konut ve hizmetler (%32), ulaştırma (%19) ve tarım (%5) takip etmiştir. Bu oranlardan da görüleceği üzere 1990-2005 yılları arasında en fazla yıllık ortalama artış hızı sanayi sektöründe gerçekleşirken, en az artış da konut ve hizmetler sektöründe olmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)

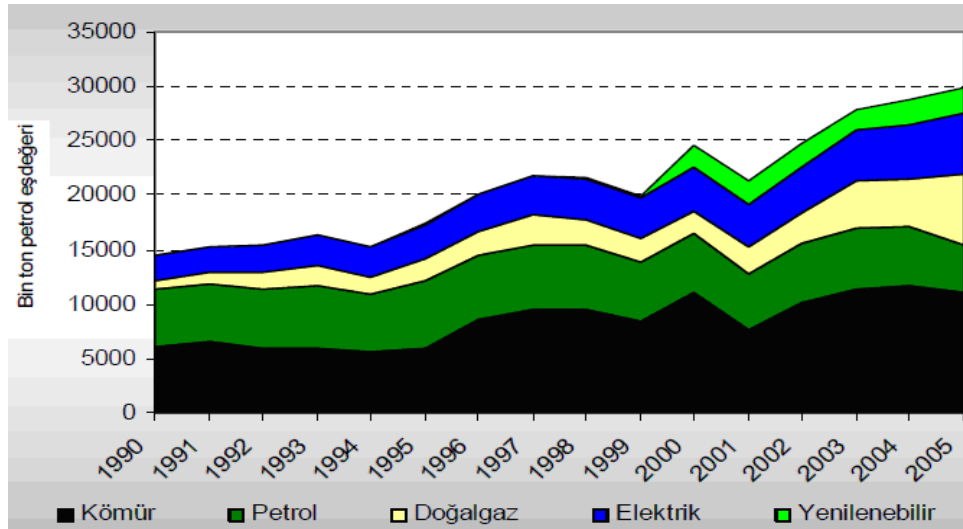
Çizelge 2.3 3 Genel ve nihai enerji tüketiminin sektörel dağılımı (Ktep) (Kılıç, Eylül 2006)

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sanayi	14543	17372	24501	21324	24782	27777	28789	29396
Konut ve Hizmet	15358	17596	20058	18122	18463	19634	20952	24269
Ulaştırma	8723	11066	12008	12000	11405	12395	13775	13731
Tarım	1956	2556	3073	2964	3030	3086	3314	3340
Enerji Dışı	1031	1386	1915	1638	1806	2098	2174	2238
Nih.En.Tük.	41611	49976	61556	56048	59486	64990	69004	72975
Çevrim Sekt.	11377	13703	49976	61556	56048	59486	64990	72975
Toplam Tüketim	52987	63679	80500	75402	78331	83826	87818	91576



Şekil 2.9 Sektörler bazında nihai enerji tüketimi (Kılıç, Eylül 2006)

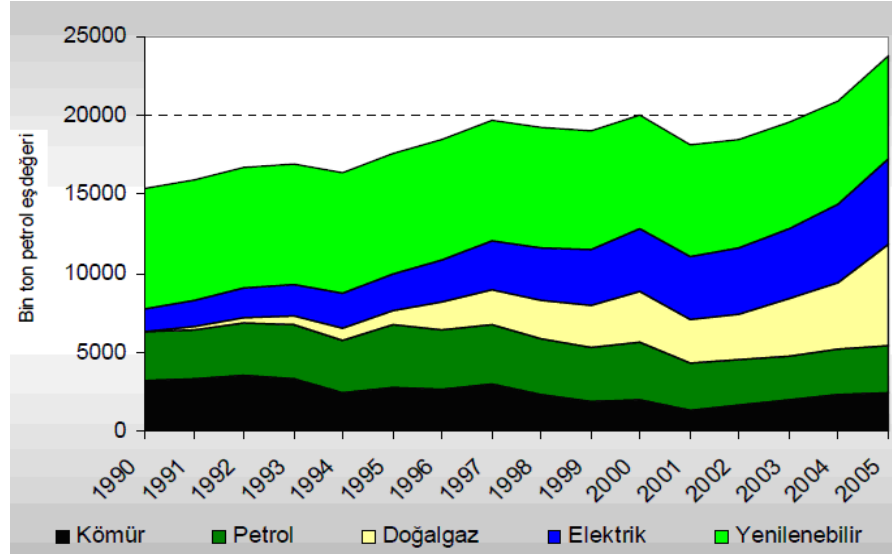
1990 ve 2005 yılları karşılaştırıldığında; almış olduğu payın azalması ile birlikte petrol (%41'den, %15'e) sanayi sektörünün ana yakıtı olma durumundan çıkarak yerini kömüre bırakmıştır (%37). Aynı dönem içerisinde sektörde kullanılan doğal gazın payı hızla artmaya devam ederek %5'ten %22'ye ulaşmıştır. Elektrik enerjisinin payı %16'dan %18'e çıkmıştır. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 2.10 Sanayi sektörü enerji tüketimi (Kılıç, Eylül 2006)

1990 yılında 15,4 Mtep olan konut ve hizmetler sektörü tüketimi, üçte bir oranında artarak 2005 yılında 23,7 Mtep'e ulaşmıştır. Bu artışın nedenleri arasında nüfus artış hızı, yaşam standartlarının artması ve bina yapımının hızla artması gibi hususlar yer almaktadır. Konut ve hizmetler sektörü kaynak çeşitliliği açısından en fazla enerji kaynağı tüketen sektördür. Konut ve hizmetler sektöründe tüketilen enerjinin % 27'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Bu da özellikle yenilenebilir değerlendirilen odun ile hayvan ve bitki artıkları

(%22) kaynaklı olup, yeni enerji kaynaklarından jeotermal ısının payı % 4 ve güneşin payı %1'dir. Jeotermal ısı konut ve sera ısıtmacılığında kullanılırken, güneş enerjisi su ısıtma amacı ile kullanılmaktadır. Bu dönem içerisinde elektriğin payı hızla artarak %9'dan, %22'ye ulaşmıştır. Yaşam standartlarının yükselmesi, elektrikli ev aletlerinin çeşitliliğinin ve kullanımlarının artması sektördeki elektrik enerjisi tüketiminin hızla artmasına neden olmuştur. 1988 yılından itibaren kullanılmaya başlanan doğal gazın payı ise %27 olmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 2.11 Konut sektörü enerji tüketimi (Bin Tep) (Kılıç, Eylül 2006)

1990 yılında 8,7 Mtep olan ulaştırma sektörü enerji tüketimi %63 artarak 2004 yılında 13,7 Mtep'e ulaşmıştır. Türkiye ulaştırma sektörü gerek yolcu gerekse yük taşımacılığında karayolu ağırlıklı olup, sektörde tüketilen enerjinin çok büyük bir bölümü de karayolunda kullanılmaktadır. 2005 yılı sonu itibariyle sektörün toplam enerji tüketiminin %85'ini karayolu, %10'unu havayolu, %3'ünü denizyolu ve %2'sini ise demiryolu oluşturmuştur. Ulaştırma sektörünün, 1980'li yıllarda demiryolu ulaştırmasında kullanılan kömür daha sonraki yıllarda yerini elektrik enerjisine bırakmıştır. 2005 yılı itibariyle sektörde tüketilen ana yakıt petrol ürünleri olup, bir miktar doğal gaz ve elektrik enerjisi de tüketilmektedir. Ülkemizde son yıllarda ulaşırmadan kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla araçlarda LPG'nin tüketimi teşvik edilmiş ve bunun sonucunda ulaşımında tüketilen toplam petrol ürünleri içerisinde LPG'nin payında önemli artışlar görülmüştür. 2005 yılında toplam petrol ürünleri içerisinde LPG'nin payı % 11 olmuştur. (Kılıç, Eylül 2006)

1990 yılında 2 Mtep olan tarım sektörü enerji tüketimi yaklaşık 2 kat artarak 2005 yılında 3,4 Mtep olmuştur. Türkiye toplam nihai enerji tüketimi içerisinde ise tarım sektörünün payı 1980

yılında %3,5'dan, 2005 yılında % 5'e çıkmıştır. Sektörün enerji ihtiyacı motorin ve elektrik enerjisi ile karşılanmakta olup, 1980 yılında %1 olan elektrik enerjisinin payı 2005 yılında %11'e ulaşmıştır. 1990 yılında 944 kgpe (kilogram petrol eşdeğeri) olan kişi başına enerji tüketimi, 2005 yılında 1284 kgpe'ne ulaşmıştır. (Kılıç, Eylül 2006)

3. BİRİNCİL ENERJİ ÜRETİM VE TÜKETİMİNİN ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KARBON SALINIMI

Ozon tabakasının incelenmesi konusu ilk kez 1976 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı(UNEP)'nin Yönetim Konseyi'nde tartışılmıştır. UNEP ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün ozon incelmesini periyodik olarak değerlendirmek için kurdukları Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi (CCOL) sonrası, ozon tabakası konusundaki uzmanlar 1977 yılında bir toplantıda bir araya gelmişlerdir. Ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) azaltılmasına ilişkin olarak ilk hükümetler arası temaslar ise 1981 yılında başlamış ve bu girişim Mart 1985'de Ozon Tabakasının Korunması için Viyana Sözleşmesi'nin kabulü ile neticelenmiştir. Viyana Sözleşmesi, araştırma, ozon tabakasının sistematik gözlenmesi, CFC üretiminin izlenmesi ve bilgi paylaşımı hususlarında hükümetler arası işbirliğinin sağlanmasını teşvik etmiştir. Sözleşme tarafları, ozon tabakasının yapısını değiştiren insan kaynaklı faaliyetlere karşı ve çevre ve insan sağlığını korumaya yönelik olarak genel önlemler almakla görevlendirmektedir. Yasal bağlayıcılığı olan kontrolleri veya hedefleri içermeyen bir çerçeve sözleşmedir. (ÇOB, 2009)

Sözleşme üzerindeki anlaşmayı takiben, vakit kaybedilmeden ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımının ve üretiminin kontrol altına alınmasını sağlayacak olan bir protokol üzerinde çalışmalar başlatılmıştır. Eylül 1987'de Ozon Tabakasını İncelten Maddeler İlişkin Montreal Protokolü kabul edilmiştir. 1985 yılında Antartika üzerindeki ozon deliğinin tespit edilmesi ile hükümetler, birçok CFC'nin ve bazı halonların üretimini ve tüketimini azaltacak katı önlemlere ihtiyaç olduğu yargısına varmışlardır. Montreal Protokolü, periyodik olarak yapılan bilimsel ve teknolojik değerlendirmeleri temel alarak azaltım takviminin revize edilebileceği şekilde oluşturulmuştur. Bu teknik ve bilimsel değerlendirmeleri takiben, söz konusu Protokole ait takvimdeki azaltımın hızlandırılması için 1990'da (Londra), 1992'de (Kopenhag), 1995'de (Viyana), 1997'de (Montreal), 1999'da (Pekin) ve 2007'de (Montreal) tekrar düzenlenmiştir. Ayrıca bu düzenlemeler, yeni kontrol maddelerinin ve yeni önlemlerin de anlaşmaya dahil edilmesine neden olmuştur. 196 ülkenin taraf olduğu Montreal Protokolü, çevre konusunda oluşturulmuş en başarılı çok taraflı anlaşma olarak tanımlanmaktadır. Haziran 1990 yılında, Londra'da protokolün büyük bir başarısı olarak görülen ve gelişmiş ülkelerin katkıları ile oluşturulan bir "Çok Taraflı Fon (MLF)" kurulmuştur. Bu fon, gelişmekte olan ülkelerin endüstrisine; OTİM'lerin giderilmesine yönelik projelerde teknik uzmanlaşma, yeni teknolojiler ve ekipmanlar için kullanılmaktadır. (ÇOB, 2009)

Türkiye bu protokole 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuştur ve tüm değişikliklerini kabul

etmiştir. Protokole ilişkin ulusal ve uluslararası çalışmaların izlenmesi Ulusal Odak Noktası görevini yürüten Çevre ve Orman Bakanlığı'nın koordinasyonunda gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz Montreal Protokolünün uygulanmasında en başarılı ülkeler arasında yer almaktadır.

12 Kasım 2008 tarih ve 27052 sayılı Resmi Gazete'de "Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik" yayımlanmıştır. (ÇOB, 2009)

Bu yönetmelik ile;

CFC Gazlar:

- Kloroflorokarbon (CFC) kullanımı 2006 itibarı ile sıfır tona indirilmiştir. 01/01/2008 tarihinden itibaren zorunlu kullanım alanları da dahil olmak üzere tüm ithalatı yasaklanmıştır.
- Tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan geniş etkili bir pestisit olan metil bromür (CH₃Br) kontrolü Tarım ve Köy işleri Bakanlığınca yapılmaktadır. (ÇOB, 2009)

Halonlar:

- Halonların ithalatı 01/01/2008 tarihinden itibaren yasaktır. Ancak rehabilite edilmiş halon kullanılabilir. Türkiye Halon Bankası (TÜHAB) 31/12/2011 tarihine kadar iç piyasadaki talebin karşılanmasına ilişkin faaliyet gösterecektir.
- 01/01/2012 tarihinden itibaren 31/12/2015 tarihine kadar sadece zorunlu kullanımı serbesttir. (ÇOB, 2009)

HCFC Gazlar:

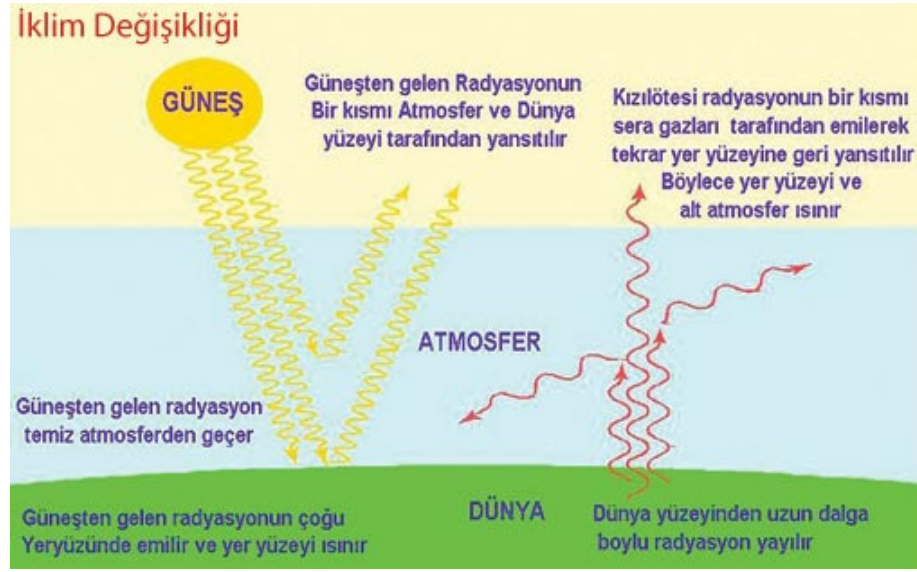
Ülkemiz; Kloroflorokarbon (CFC) grubu gazların kullanımına son verilmesinde olduğu gibi, Hidrokloroflorokarbon (HCFC) grubu gazların da kullanımına son verecektir.

- HCFC grubu gazların ithalatı 2007 yılı ithalat miktarları baz alınarak 1/1/2009'dan itibaren kotaya tabidir.
- Bu maddeler bir takvim çerçevesinde azaltılarak 1/1/2015 tarihinde servis amaçlı kullanımları hariç ithalatına son verilir. (ÇOB, 2009)

Ayrıca;

- Bahse konu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren OTİM'lerden herhangi birini üretmek, bunları kullanarak üretim yapan yeni tesis kurmak ve kapasite arttırmak üzere tesis veya ünite kurmak yasaktır.
- Ozon tabakasını incelten maddelerin ithalatı için Çevre ve Orman Bakanlığınca

Kontrol Belgesi düzenlenmektedir. (ÇOB, 2009)



Şekil 3.1 Karbon salınımı iklim değişikliği (ÇOB, 2009)

Karbon salınımının artması sonucu; ozon tabakasının incelmesi ve iklimsel değişikliklerin oluşması nedeniyle ülkeler çözüm arayışına gitmiştir. Montreal protokolünden sonra bu konu ile ilgili yapılan diğer bir ciddi çalışma 1992 yılında 5-12 Haziran tarihleri arasında yapılan Rio konferansıdır. Konferans sonrasında Rio Bildirgesi yayınlanmış, gelişen süreçte 184 ülkenin taraf olduğu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu sözleşmenin temel prensibi atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerinin tehlike teşkil etmeyecek düzeyde tutulmasıdır. Ancak gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında uzlaşma sağlanamamıştır. (Kılıç, 2009)

Kyoto Protokolü, Rio Bildirgesi'nden sonra 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto kentinde imzalanmış ve 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Görüldüğü gibi protokol imzalandıktan 8 yıl sonra yürürlüğe girmiştir. Bunun nedeni; protokolün yürürlüğe girebilmesi için, onaylayan ülkelerin 1990 yılında atmosfere saldıkları karbon miktarının dünyadaki toplam miktarın %55'ini bulması gerekliliği ve bu orana ancak 8 yıl sonra Rusya'nın katılımıyla ulaşılabileceği düşünülmüştür. (Kılıç, 2009)

Kyoto Protokolü, gelişmiş ülkelerin 2000 yılındaki sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinde tutmak için BMİDÇS'nin yetersiz olduğundan hareketle, yükümlülüklerin daha sıkı hale getirilmesi ve bağlayıcı bir belge olması amacıyla hazırlanmıştır. Kyoto Protokolü'nün hedefi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmenin EK-I'inde yer alan ülkelerin sera gazı salımlarını 2012 yılına kadar 1990 seviyesinin % 5.2 altına düşürmektir. (Kılıç, 2009)

Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girebilmesi için 1990 yılında hesaplanan toplam CO₂ emisyon miktarının en az %55'inden sorumlu EK-I ülkelerinin içinde yer alacağı 55 ülke tarafından onaylanmasının gerekliliği ve ABD'nin Protokolü onaylamaması nedeniyle 1997 yılında oluşturulan Protokol uzun süre yürürlüğe girememiştir. Rusya Federasyonunun 18 Kasım 2004 yılında Protokolü onaylamasıyla birlikte Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005 yılında resmen yürürlüğe girmiştir. (Kılıç, 2009)

Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü ile kontrol altına alınan sera gazları dışında kalan gazlar Kyoto Protokolü kapsamına alınmış ve Protokol ile ilk etapta 6 sera gazının toplam emisyonuna sınırlama getirilmiştir. Bu gazlar:

- Karbon dioksit (CO₂)
- Metan (CH₄)
- Diazot Monoksit (N₂O)
- Kükürt hekzaflorid (SF₆)
- Perflorokarbonlar (PFCs)
- Hidroflorokarbonlar (HFCs)

Sözleşmenin sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinde tutmak için yetersiz kaldığı dikkate alınarak, Kyoto Protokolü ile gelişmiş ülkeler 2008-2012 döneminde sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesinin en az yüzde 5 altına indirme taahhüdünde bulunmuştur. Türkiye sözleşmeye taraf olmadığı için indirim taahhüdünde bulunmamıştır. (Kılıç, 2009)

Bu süreçte Türkiye, Kyoto sürecine İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması'nı imzalayarak girmiştir.

Türkiye'nin İDÇS'ye taraf olması durumunda, 2008-2012 yılları arasındaki toplam seragazı salımlarını, 1990 yılında gerçekleşen 200.7 milyon ton civarına çekmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin 1997 yılında seragazı emisyonu toplamı, karbondioksit (CO₂) eşdeğeri olarak 271.2 milyon tona çıkmıştır. Karbondioksit (CO₂) emisyon miktarları fosil yakıt tüketimindeki artışa bağlı olarak, 1990-1999 döneminde kömür, petrol ve doğal gaz kullanımı açısından artış göstermiştir. (Kılıç, 2009)

Bunun nedeni ise;

- Fosil yakıt türüne göre, kömür (linyit+taşkömürü) kullanımı sonucu oluşan karbondioksit (CO₂) emisyonu artışının, petrol ve doğalgaza göre daha fazla olduğu,

- Genel toplam içinde yakıt kullanımı ve toplam karbondioksit (CO₂) emisyonu üretme oranları incelendiğinde ise; 1999 yılı için kömür kullanım oranı, toplam içinde yüzde 33.4'lük paya sahipken, kömürün yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) emisyonu payının yüzde 44.6 ile toplam emisyon içindeki kömür tüketim oranından daha yüksek oranda gerçekleştiği,
- Doğalgaz verileri incelendiğinde ise; 1999 yılı için toplam fosil kaynaklı yakıt tüketimi içindeki pay yüzde 17.64 iken, toplam karbondioksit (CO₂) emisyonu içindeki oranının yüzde 13.48 gibi daha düşük bir oranda gerçekleştiği, tespit edilmiştir.(Kılıç, Kasım 2008)

1996 yılında Türkiye'nin İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne katılmasının uygun bulunduğu dair ilgili komisyonlarca kabul edilen ve hazırlanan kanun tasarısı, TBMM'ye sunulmuştur. Bu nedenle ülkemizin öncelikle İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında tanımlanan düzenli ulusal bildirimler ve sera gazı envanterlerini sunmak konusundaki yükümlülüklerini yerine getirmesi öngörülmektedir. Bu çalışmaların ardından tüm sektörlerde, bilimsel-analitik yöntemler kullanılarak, izlenecek politika ve önlemler için, çeşitli senaryolar dahilinde de kısa ve uzun vadeli sera gazı salınımlarının projeksiyonlarının ortaya konulması gerekmektedir. (Kılıç, 2009)

Ayrıca karbondioksit (CO₂) emisyonunu azaltmaya yönelik;

- Yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgar,güneş enerjisi vb.) kullanımının teşvik edilmesi
- Enerji kullanımında verimlilik artışı ve tasarruf sağlanmasına yönelik çalışmaların yapılması önemlidir.

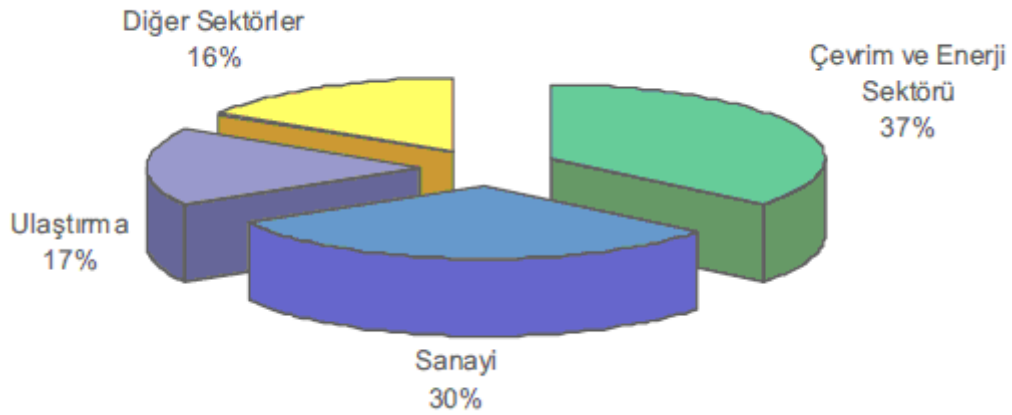
Bu nedenle Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde önemli bir ön koşul olan Kyoto Protokolü'nün, imzalanması için belirlenen hedeflerin yerine getirilmesi gereklidir.

Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan raporlara ve istatistiki verilere göre, Türkiye iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin Ek-I listesinde yer alan gelişmiş ülkelerin 1990-2006 yılları arasında CO₂-eşdeğer (CO₂ ve CO₂ cinsinden diğer sera gazlarının toplamı) olarak ifade edilen sera gazı emisyonlarında %95 artışla, birinci sıradadır. Bu dünyada emisyonlarını en çok artıran ülke olduğu anlamına gelmemekte, aksine ekonomik olarak belirli bir refah düzeyine ulaşmış OECD ülkelerine göre önemli bir artış gösterdiği manasına gelmektedir. Ülkemiz, zaten sürecin başından beri gelişmekte olan bir ülke olduğunu ve Sözleşme kapsamında yanlış listelerde bulunduğunu ifade etmektedir, görülen göreceli yüksek emisyon artışları ise bu durumun en somut sonucudur. (Kılıç, 2009)

Türkiye'nin, sera gazları artış oranında ön planda yer almasına karşılık, ülkemizin toplam sera gazı emisyonları miktar olarak düşük seviyededir. Sera gazları, çeşitli sektörlerden ve faaliyetlerden kaynaklanmakla birlikte, enerji-ilişkin faaliyetlerin sorumluluk payı önemli ölçüdedir. Ülkemiz verilerine göre, 2006 yılı için, enerjiye yönelik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazları %78'lik bir orana sahiptir. Sera gazları içinde ise üzerinde en fazla üzerinde durulan CO2 emisyonlarıdır. CO2 fosil yakıtların kullanımından büyük miktarlarda atmosfere verilmektedir. Türkiye verilerine göre, yakıt tüketimi kaynaklı CO2 emisyonlarının toplam CO2 içindeki payı %92'dir. (Kılıç, 2009)

Çizelge 3.1 Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (milyon ton CO2 eşdeğeri)
(Heperkan,Olgun, Eylül-Ekim 2008)

	1990	1995	2000	2005	2006
Enerji	132.13	160.79	212.55	241.45	258.21
Endüstriyel Prosesler	13.07	21.64	22.23	25.39	27.13
Tarım	18.47	17.97	16.13	15.82	16.37
Atık	6.93	20.31	29.04	29.75	30.06
Toplam	170.06	220.72	279.96	312.36	331.76
1990 yılına göre artış oranı %	-	29.9	64.6	83.7	95

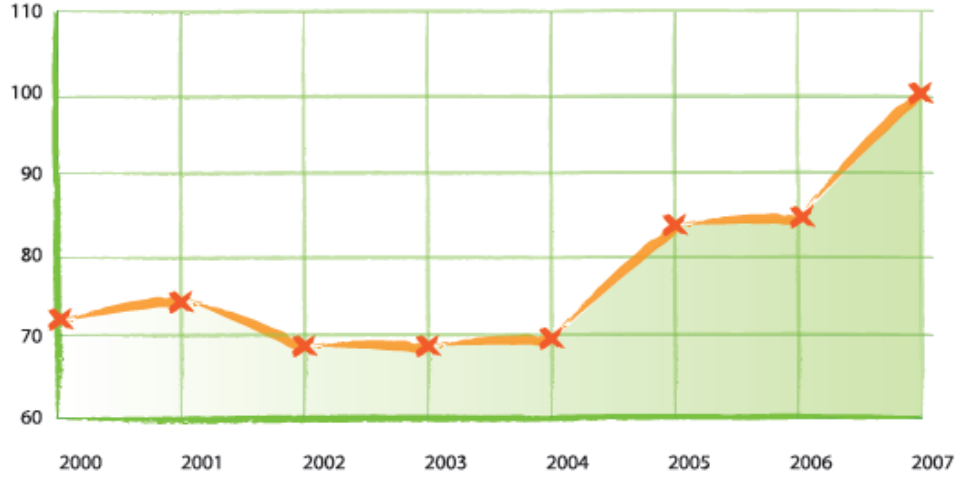


Şekil 3.2 Karbon emisyonunun sektörlere göre dağılımı (DEK-TMK, Aralık 2008)

Enerji sektöründe sera gaz- emisyonlardan en fazla sorumlu olan elektrik enerjisi sektörüdür. Grafik 38'de, 2006 yılı için karbondioksit emisyonlarının sektörel dağılımı verilmektedir. 1990 yılında enerji kaynaklı emisyonların sektörel dağılımında elektrik enerjisinin payı %27 iken, bu pay önemli bir artış göstermiş ve şekilde de görüldüğü gibi 2006 yılında %37'ye ulaşmış ve en fazla sorumlu olan bir sektör olarak yerini almıştır. (DEK-TMK, Aralık 2008)

Sektöre, göstergeler açısından da bakılmasında yarar görülmektedir. Türkiye 1990-2004 verilerine bakıldığından, elektrik üretiminin %162 ile ülkenin kalkınma hızından daha büyük oranda artış gösterdiği görülmektedir. Buna bağlı olarak, elektrik sektöründen kaynaklanan

emisyonlarda da artış olmakla birlikte, bu artış %132 ile daha düşük bir orandadır. Bu husus, elektrik sektörü sera gazı emisyon yoğunluğunda (KgCO₂-eşdeğer/KWh) %11 oranında azalma olmasından kaynaklanmaktadır. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 3.3 Elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan CO₂ salınım miktarı (Kılıç, Eylül 2006)

1990-2007 yıllarına ilişkin, elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan CO₂ salınım miktarlarını gösteren grafik yukarıda yer almaktadır.

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİNİN ETKİN KULLANIMI

Dünyada enerji tüketiminin artması ve buna karşılık kaynakların kısıtlı olması sebebiyle dünyadaki enerji rezervleri gün geçtikçe azalmaktadır. Bu konu hakkında 2007 yılında yapılan araştırmalarda elde edilen veriler sonucunda birincil enerji tüketimi, 11,1 milyar ton petrol eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Bunun 3.95 milyar tonu petrol, 2.64 milyar ton petrol eşdeğeri doğal gaz, 3.18 milyar ton petrol eşdeğeri kömür, 622 milyon ton petrol eşdeğeri nükleer ve 709 milyon ton petrol eşdeğeri de hidroelektrikle karşılanmıştır. (Heperkan,Olgun, 2008)

2006 yılında % 2.7 oranında büyüyen dünya enerji talebi, 2007 yılında bir önceki yıla göre azalarak % 2.4 oranında artış gösterebilmiştir. 2007 yılında başlayan bu eğilim, 2008 yılında daha da etkili olmuştur. 2009 yılında, küresel ölçekte etkisini artarak sürdüren ekonomik kriz paralelinde, talep daha da artmıştır. 2007 yılındaki % 2.4'lük artışta, sürükleyici olan Asya-Pasifik bölgesi olmuştur. Japonya ekonomisinin oldukça mütevazı talep artışına (% 0.9) karşın, OECD dışı Asya'nın (özellikle Çin ve Hindistan) sürüklediği bu bölgenin talep artışı, 2007'de % 5'in üzerinde gerçekleşmiştir. Çin'in 2007 yılı enerji talep artışı, BP istatistiklerine göre % 7.7 oranında olmuştur. Hindistan'da bu oran % 6.8 olmuştur. Buna karşın Avrupa'nın enerji talebinde % 2.2 oranında gerileme gözlenmiştir. (DEK-TMK, Aralık 2008)

Türkiye'de enerji konusunda 2007 yılındaki kaynaklara bakıldığında; birincil enerji tüketiminin, yaklaşık yüzde 4,3 oranında artarak 11,6 milyon ton petrol eşdeğerine (MTEP), kişi başına birincil enerji tüketiminin ise yüzde 3,1 oranında artışla 1,527 kilogram petrol eşdeğerine (KEP) ulaşacağı tahmin ediliyor. Ülkemizde 2007 yılında birincil enerji tüketimimiz 107,6 MTEP olmuştur. (ETKB, 2006)

Sanayileşme öncesinden (takriben 1750 yılının sonu) 2005 yılına kadar atmosfere atılan karbon dioksit, metan ve di azot monoksitin konsantrasyonlarında global olarak sırasıyla %36, %148 ve %18 oranında artışlar oldu. Bu sera gazları genelde insan aktivitesi sonucu oluştu. Her yıl dünyada enerjiye olan talep %1,6 oranında artmakta olup 2030 yılına kadar, 2006 yılına göre, %45 oranında artış olacağı tahmin edilmektedir. Dünya'da 2004 ila 2030 yılları arasında yıllık karbon dioksit emisyonu %1,8 oranında; OECD dışı ülkelerde ise %2,6 artış göstermesi beklenmektedir. 2012 yılından itibaren, Çin ve Hindistan gibi, gelişmekte olan ülkelerde sera gazı emisyonunda büyük artışlar olacaktır. (EK-TMK, Aralık 2009)

Önümüzdeki dönemde enerjide yepyeni bir yaklaşımlar devreye girecektir. 21. yüzyıl karbon

sıfır veya az yoğun enerji kaynakları, yenilenebilir enerji gibi, karbon emisyonunu giderme, enerjiyi verimli kullanma devri olacaktır. 21. yüzyılda karbon esaslı yakıtlardan uzaklaşılacaktır. Kullanılsa dahi baca gazı arıtması şart olacaktır. Bildiğimiz, uyguladığımız karbon esaslı enerji kaynaklarına son verilecektir. Sanayide, ulaşımda, enerji üretiminde ve ısıtma/soğutmada yenilenebilir enerjiye ve karbon sıfır veya az yoğun yakıtlara geçiş olacaktır. Yeni enerji kaynakları geliştirilecektir. Fosil yakıtlara bağımlılık en aza düzeye indirilecektir. Termik santrallerde karbon dioksit adsorblayıcı sistemler kullanılmak şartı ile santrallerde karbon yoğun yakıtlar kullanılabilir. Isınmada ve soğutmada enerji verimliliğinde daha ciddi adımlar atılacaktır. (ETKB, 2006)

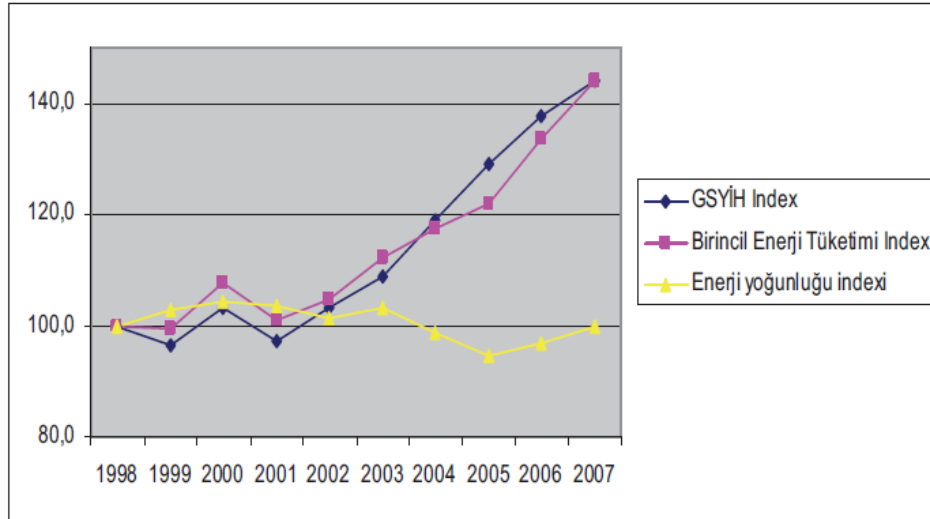
Bu nedenlerden dolayı kullandığımız enerjinin verimli bir şekilde kullanılması yönünde önem kazanmıştır. Bu duruma AB politikaları ve bunun doğrultusunda ülkelerin kendi enerji verimliliği kanun ve yönetmelikleri doğrultusunda belirli kurallara bağlanmış ve bu kurallar doğrultusunda desteklenmektedir.

Enerji Verimliliği, harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesidir.

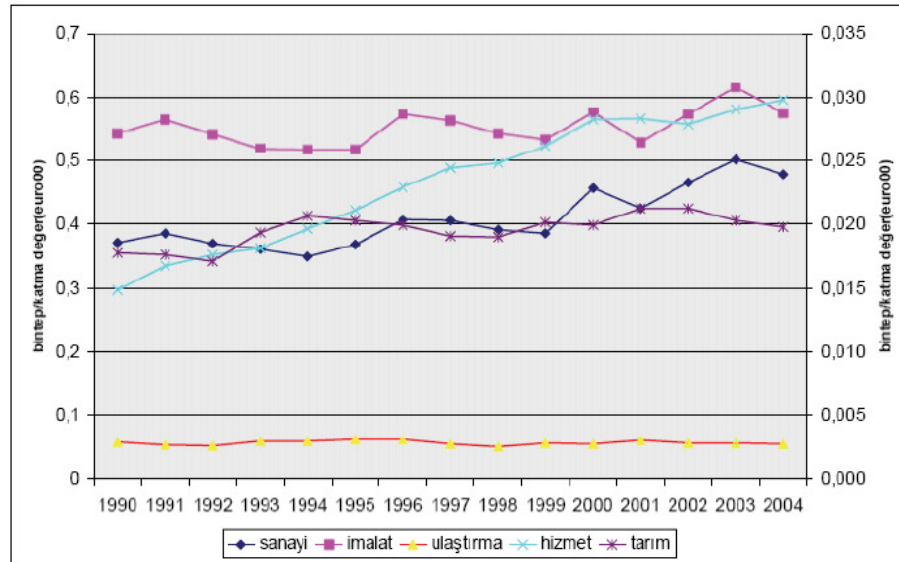
Tasarruf edilen enerji,

- Küçük boyutlu, ama kümülatifte oldukça önemli olarak değerlendirilebilecek oran ve miktarda
- Birçok noktadan aynı anda hızla geri kazanılabilecek
- Daha küçük boyutlu çok sayıda yatırımcıya yayılmış yatırımlarla elde edilebilecek bir enerji kaynağıdır. (ETKB, 2006)

Çeşitli analizler ve karşılaştırma çalışmaları, ülkemizdeki üretim ve hizmet sektöründeki ekonomik faaliyetler ve yaşam standardı için harcanan enerjinin azaltılabilmesinde ciddi boyutta potansiyelin varlığı konusunda önemli bir mesaj vermektedir. Türkiye’de enerji yoğunluğu değerleri AB ile karşılaştırıldığında iki katıdır ve AB’nin gelişmiş ülkelerindeki gibi yıllar bazında görülür bir düşme trendi gösterememiştir



Şekil 4.1 Enerji yoğunluğu değişimi (1998 Sabit fiyatları ile) (ETKB, 2006)



Şekil 4.2 Enerji yoğunluğunun sektörel değişimi (ETKB, 2006)

Üretimde ve günlük yaşamda enerji yoğunluğunun düşürülmesi; tüm enerji zincirinde verimliliğin artırılması, iletim ve dağıtımda kayıp-kaçakların azaltılması, üretimde verimlilik artırıcı teknolojilerin uygulanması, binaların rehabilitasyonu, verimli elektrikli ev aletleri ve ofis cihazlarının tercih edilmesi ve ilgili bütün tarafların eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi gibi çalışmalar ile sağlanabilecektir. (ETKB, 2006)

Toplam nihai enerji tüketimi en yüksek tüketim payına ve enerji tasarruf potansiyeline sahip olmalarından dolayı sanayi ve bina ve hizmet sektörleri enerji verimliliği çalışmalarında öncelikli sektörlerdir. Enerji yoğunluğu yüksek, kişi başına enerji tüketimi düşük olan ülkemizde yapılacak etkin talep yönetimi çalışmalarının da katkısı ile bir yandan kişi başına enerji tüketimi artırılmalı bir yandan da enerji yoğunluğu azaltılmalıdır.

Enerji verimliliği, daha az enerji kullanarak aynı miktardaki işi (aydınlatma, ısıtma, hareket vb.) yapabildiğimiz birçok değişik yolları işaret eden çok geniş kapsamlı bir deyimdir. Verimli otomobilleri, enerji tasarruflu aydınlatmayı, geliştirilmiş endüstriyel uygulamaları, daha iyi bina yalıtımlarını, ve diğer teknolojilerin kullanımını kapsar. Enerji tasarrufu ve para tasarrufu genellikle aynı şey demek olduğundan, enerji verimliliği yüksek düzeyde fayda sağlar. Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. (ETKB, 2006)

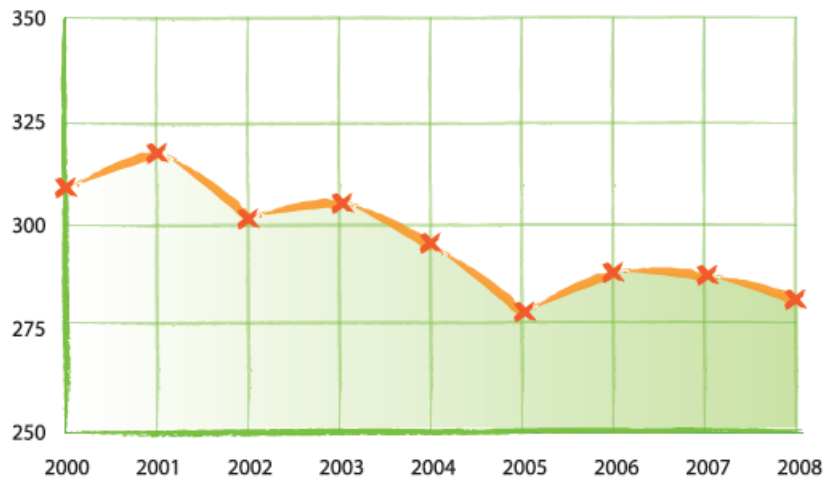
Sürdürülemez enerji kullanımı bütün sektörler de hızla artış göstermektedir. Küresel nüfusun artması (2050 senesi itibari ile 2000 senesine oranla %50 artış beklenmekte) ve yaşam standartlarının yükselmesi ile beraber kişi başına artan enerji kullanımı hızlı bir biçimde artmaktadır. Gelişen ülkeler de sürdürülebilir bir gelecek yaratmanın önündeki en büyük engeller ve kritik sayılabilecek zorlukların başında bunlar gelmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tüm sektörler için de 2050 yılında toplam da %77'lik ya da 48 gigatonluk karbon emisyon azaltımı çağrısında bulunmuştur. Direkt ya da dolaylı emisyonları göz önünde bulundurursak binalar bu 48 gigatonluk üretimin yaklaşık 18.2 gigatonundan sorumludurlar ve IEA bina enerji verimliliği ölçümleri ile 8.2 gigatonluk azaltma çağrısında bulunmuştur. Bireysel binalarda ya da alt sektör düzeyindeki binalar da öngörülen emisyon azaltma coğrafya, iklim, ekonomik koşullar ve kültürel kullanım gibi birçok etkene göre değişmektedir. Binalar yenilenebilir enerji ve diğer etkili teknolojilere daha fazla adapte olarak elektrik üretiminden oluşan karbon emisyonunun düşürülmesine ve 8,2 gigatonluk hedefin daha da üzerine kolaylıkla çıkabilirler. 2050 yılındaki hedefe ulaşabilmek için her bir kişi başına düşen enerji ve bina enerji tüketimleri şu andaki ortalamadan daha düşük olmak zorundadır. Yükselen yaşam standartları ve iş dünyasında enerji kullanımı alışkanlıkları çok büyük bir zorluktur. Enerji verimliliğindeki küçük gelişimler, çok yüksek oranlarda artan bina enerji talepleri karşısında etkisiz kalmakta ve toplam enerji tüketimindeki hedeflere ulaşmayı neredeyse imkânsız kılmaktadır. Bu konuda acil aksiyon gereklidir; çünkü zaman sınırlamaları diğer sektörlerde olduğu gibi bina sektöründe de kökleşmiştir. Binalar otomobillerin aksine belki son bir kaç on yılda hatta bazı ülkelerde son bir kaç yüzyılda yerini almıştır. Bir ülkenin araç filosunu yenilemek hızlı bir şekilde yeni teknoloji ile belki birkaç on yılda mümkün olabilecektir. Fakat şu anda inşa edilmiş binalar büyük bir ihtimalle bu yüz yılın sonuna kadar var olacaklardır ve bu binalar da gerekli olan dönüşüm çalışmaları maalesef otomotiv sektöründe olduğu kadar hızlı gerçekleştirilemeyecektir. Unutulmaması gereken nokta enerji verimliliğindeki küçük gelişmelerin etkin enerji kullanımını geliştirmek hedefinin

kaçırılmasına neden olacağıdır. Bu yüzden bina sektöründe “0” net enerji kullanımına doğru etkin bir dönüşüme ihtiyaç bulunmaktadır. (ETKB, 2006)

Enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması hedefleri çerçevesinde, enerjinin üretiminden kullanımına kadar olan süreçte verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması hayati önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, sosyal ve ekonomik gelişme hedeflerini etkilemeden enerji tüketimini azaltacak tedbirler uygulanacak; elektrik enerjisi üretim tesisleri ile iletim ve dağıtım şebekelerinde enerji verimliliğinin artırılmasına, yüksek verimli kojenerasyon uygulamalarının yaygınlaştırılmasına ilişkin çalışmalar yürütülecektir.

Yürütülen ve planlanan çalışmalar kapsamında birincil enerji yoğunluğunun 2023 yılına kadar, 2008 yılına göre %20 oranında düşürülmesi hedeflenmektedir. 2000-2008 döneminde birincil enerji yoğunluğunda gerçekleşen gelişim aşağıdaki grafikte verilmektedir. (Kılıç, Eylül 2006)



Şekil 4.3 Birincil enerji yoğunluğu (kg eşdeğeri petrol/dolar) (Kılıç, Eylül 2006)

4.1 AB Enerji Verimliliği Politikaları Türkiye'ye Etkisi

Enerji verimliliği, AB'nin söylemlerinde önemli ve öncelikli konuların başında olarak ifade edilmekle birlikte, bu konudaki politikalar ve stratejiler henüz taahhüt içeren bir belgeye bağlanamadı. Politika ve stratejilerin netleşmemesine paralel olarak, enerji verimliliği hedeflerinin sadece söylem niteliğinde olması, konu hakkındaki AB müktesebatının bu hedeflere ulaşacak uygulamaları düzenlemede yetersiz kalması sonucunu doğurdu. AB Komisyonu tarafından oluşturulan taslak politika dokümanları hayata geçirilmeye çalışılırken,

son dönemde AB liderlerinin enerji verimliliği hedeflerine yönelik olarak kendilerini bağlayıcı söylemleri, enerji verimliliği uygulamalarını da yönlendirmeye başladı. Bu çerçevede, 2020 yılına kadar enerji tüketiminin yüzde 20 azaltılması, AB liderlerinin somut ve taahhüt niteliğindeki hedefleri olarak ortaya çıktı. 20-20-20 olarak ifade edilen bu hedef, enerji verimliliği tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasını, AB'nin öncelikli gündemi haline getirdi. AB'nin 20-20-20 hedefi, Aralık 2009 ayında Kopenhag'da yapılan BM İklim Değişikliği Sözleşmesi 15'nci Taraflar Toplantısı'nda AB'nin açıkladığı ve sonuç bildirgesine yansıttığı iklim değişikliği çerçevesinde sera gazı emisyonlarının azaltılması ve küresel ısınmanın iki derecenin altında tutulması hedeflerine de önemli bir katkı olarak görülüyor. Sera gazı emisyonlarının azaltılması ile enerji tüketiminin azaltılması arasındaki yakın ilişki ve paralellik nedeniyle enerji tüketiminin azaltılması, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında kilit çözüm olarak kabul ediliyor. AB'nin hedeflediği enerji tasarrufunun mevcut karbondioksit emisyonlarını 860 milyon ton azaltması bekleniyor. (TTMD, 2007)

Enerji tüketiminin azaltılması hedefleri, AB'nin önemli problemlerinden biri olan enerjide arz güvenliği probleminin çözümüne de katkı sağlayacak bir faktör olarak görülüyor. Enerji tüketiminin azaltılması AB'nin toplam enerji tüketimini karşılayan kaynaklarda dışa bağımlılığı azaltacağından, enerji güvenliğinin artırılmasında bir araç olarak ortaya çıkıyor. Sanayide ve hizmetlerde enerji tüketiminin azaltılması, AB sektörlerinin rekabet gücünü de artıracaktır. Yüzde 20 tasarrufun parasal karşılığı olarak 220 milyar Avro doğrudan tasarruf yapılabileceği hesaplanmaktadır. Enerji tasarrufu rakamsal olarak 400 milyon ton petrole eşdeğer olarak ifade ediliyor. Bu miktarın ciddi bir bölümü sanayi ve hizmet sektörlerine girdi maliyetlerinin azalması olarak yansıyacak ve rekabet gücünün artmasına ciddi katkılar sağlayacaktır. Enerji verimliliğinin geliştirilmesi ve 20-20-20 hedefine ulaşılmasının önünde en önemli engel olarak, AB'nin mevcut müktesebatının zayıf olması görülüyor. Mevcut müktesebat ile bu hedefe ulaşamayacağına inanan AB, mevcut müktesebatı geliştirme yönünde çalışmalar başlattı. Bu kapsamda, binalarda enerji performansı mevzuatı, enerji etiketleri mevzuatı ve kojenerasyon mevzuatının revizyonunu öngören AB, enerji verimliliği paketini yürürlüğe sokma çalışmalarına hız kazandırdı. (TTMD, 2007)

Enerji verimliliğinin geliştirilmesinde diğer bir engel de, tüketicinin farkında olmamasıdır. Enerji verimliliğinin potansiyel faydaları hakkında oldukça düşük olan farkındalığın artırılması yönünde tedbirler alınması ve uygulanması üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Temel yatırımları tetikleyecek altyapıların olmayışı ve enerji verimliliği olan yapıların, üretimlerin ve hizmetlerin piyasa tarafından kavranamaması, üzerinde durulması gereken diğer bir

noktadır

4.2 Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Hedeflere Ulaşmada Araçlar

AB'nin enerji verimliliği tedbirleri ile sağlayabileceği tüketim azaltımı potansiyeli; sanayide yüzde 19, ulaşırmada yüzde 20, konutlar ve hizmet sektöründe de yüzde 30 olarak belirlenmiştir. Bu potansiyeli enerji verimliliği araçları ile enerji tüketiminin azaltılmasına dönüştürmek, buna yönelik olarak politikalar geliştirilmesine ve bu politikaları gerçekleştirilecek somut tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanmasına bağlıdır. AB, bu tedbirleri Avrupa Enerji Verimliliği Eylem Planı ve Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planları kapsamında belirleme ve uygulamayı tercih etmiştir. (TTMD, 2007)

Üretim ve hizmetlerde enerji tüketimini azaltacak teknolojilerin geliştirilmesi, AB'nin enerji verimliliği hedeflerine ulaşmasında en önemli araç olarak ön plana çıkmıştır. ARGE çalışmaları ile teknoloji geliştirme üzerinde uzun süredir çalışılmaktadır. Çevre mevzuatı kapsamında çevrenin korunmasına yönelik kurallar, enerji verimliliğini geliştirecek diğer bir araç olarak görülmektedir. Emisyon azaltımı ile enerji verimliliği arasındaki ilişki ve paralellğe bağlı olarak emisyon ticareti enerji verimliliğinin geliştirilmesine katkı sağlayacak diğer bir araç olarak görülmektedir. Devlet yardımları ve vergilendirme de, önemli bir enerji verimliliği geliştirme aracıdır. Bu kapsamda, enerji verimliliği mevzuat ve tedbirlerine uyumlu üretim, hizmet ve faaliyetlerin devlet yardımları ile desteklenerek teşvik edilmesi, mevzuat ve tedbirlere uyumlu olmayanların vergilendirme uygulamaları ile caydırılması söz konusudur. AB, sanayi politikaları ve bu politikalar kapsamında enerji verimliliği tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasını da enerji verimliliği hedeflerine ulaşmada bir araç olarak görmektedir. (TTMD, 2007)

AB, üye ülkelerin liderleri ağzından enerji verimliliği tedbirleri uygulayarak, 2020 yılına kadar enerji tüketimini yüzde 20 oranında azaltma hedefi ile kendisini bağlamıştır. Bundan sonraki süreçte; ilgili AB müktesebatının geliştirilmesi, AB enerji verimliliği politikalarının netleşmesi, politikaları gerçekleştirecek tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanması AB'nin gündemini oluşturacaktır.

4.3 Türkiye'deki Enerji Verimliliği

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Taner Yıldız, Türkiye'de enerji verimliliği hedefinin 2015 yılına kadar birincil enerji yoğunluğunda 2008 yılına göre yüzde 10 azalması öngörülmektedir. (TTMD, 2007)

Enerji yoğunluğu yüksek, kişi başına enerji tüketimi düşük olan ülkemizde yapılacak etkin talep yönetimi çalışmalarının da katkısı ile bir yandan kişi başına enerji tüketimi artırılmalı bir yandan da enerji yoğunluğu azaltılmalıdır. Son yıllarda, enerji sektöründe arz tarafı yönetimi politikalarının yanı sıra, talep yönetimi ve enerji verimliliğini arz kaynağı olarak görülmesi konusunda bazı insiyatifler harekete geçmeye başlamıştır. Bu anlayış değişiminin en önemli göstergesi, 2007 yılında yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunudur. (TTMD, 2007)

2 Mayıs 2007 tarihli 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, sanayide, binalarda, ulaşımda ve enerji sektöründe, yükümlülükler, destekler ve bilinçlendirme etkinlikleri getiren kanun, AB'nin ilgili direktifleri ile de uyum sağlamayı amaçlamaktadır. 2008 yılı Enerji Verimliliği yılı ilan edilmiş ve aşağıdaki yönetmelikler yürürlüğe konulmuştur; (TTMD, 2007)

- Enerji Verimliliği Kanunu (Kanun no: 5627 2/05/2007)
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından, “Tanıtma ve Kullanma Kılavuzu Uygulama Esaslarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik” (08/10/2007 Tarihli ve 26667 Sayılı Resmî Gazete)
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından, “Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına ilişkin yönetmelik”(14/04/2008 Tarihli ve 26847 Sayılı 1.Mükerrer Resmî Gazete)
- Ulaştırma Bakanlığı tarafından, “Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına ilişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik” (09/06/2008 Tarihli ve 26901 Sayılı Resmî Gazete)
- Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (Sayı: 26901 9/10/2008)
- KOSGEB tarafından, “Küçük ve Orta Büyüklükteki işletmelerde Enerji Verimliliği Eğitim, Etüt ve Danışmanlık Hizmetlerinin Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik” (18/10/2008 Tarihli ve 27028 Sayılı Resmî Gazete)
- ETKB tarafından, “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik” (25/10/2008 tarihli ve 27035 sayılı Resmî Gazete)
- Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı tarafından “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” (Sayı: 27075 5/12/ 2008)
- Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve

Esaslar Hakkında Tebliğ (Sayı: 27133 6/02/2009)

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu'nun ikincil mevzuat çalışmaları kapsamında yürürlüğe giren "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik" ile birlikte; üniversitelerin ve meslek odalarının yetkilendirilmesi, şirketlerin yetkilendirilmesi, verimlilik artırıcı proje destekleri ve gönüllü anlaşmalarla sanayide enerji verimliliğinin iyileştirilmesi konularındaki uygulamalar 2009 yılında başlamıştır.

Sanayi ve bina sektöründe enerji yönetimi uygulamaları kapsamında EİE bünyesinde enerji yöneticileri eğitimleri gerçekleştirilmektedir. Enerji yöneticilerinin sertifikalandırılması kapsamında; endüstriyel işletmelerdeki enerji yöneticilerine yönelik eğitimler 1997, bina sektörüne yönelik eğitimler ise 2006 yılından bu yana devam etmektedir. Bugüne kadar sanayi sektöründe 1018, bina sektöründe 241 enerji yöneticisinin eğitimi gerçekleştirilmiştir.

2009 yılında sanayi sektöründe 200, bina sektöründe ise 262'nin üzerinde kursiyer eğitilmiştir. Sanayi ve bina sektöründe oluşturulan enerji yönetimi uygulamaları kapsamında enerji yöneticilerinin sertifikalandırılmasına yönelik yürütülen enerji verimliliği eğitimlerinin kapsamı 2009 yılından itibaren Makine ve Elektrik Mühendisleri Odaları ile üniversiteler ve "Enerji Verimliliği Danışmanlık Şirketleri"ni de içerecek şekilde genişlemiştir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarla ortaya konan %15'lik elektrik tasarruf potansiyeli geri kazanıldığında; 6,5 milyar YTL'lik doğal gazlı santral yatırımı önlenebileceği gibi doğal gaz ithal giderlerinde yılda 3,0 milyar USD'lık bir azalma da sağlanabilir. Ayrıca binaların ve işletmelerin ısıtılmasında ve soğutulmasında %35 ve ulaşımında %15 tasarruf sağlandığında ülkemiz petrol ve doğal gaz ithal giderlerinde yılda 1,4 milyar USD'lık azalma söz konusudur. Yapılan çalışmalar 2020 yılındaki 222 milyon TEP olarak gerçekleşmesi beklenen birincil enerji talebini %15 azaltabilecek bir potansiyele sahip olduğumuzu ortaya koymaktadır. Bu potansiyelin, 2005 fiyatları ile yılda yaklaşık 16,5 milyar YTL'lik tüketim tasarrufuna eş değer olduğu hesaplanmaktadır. (Remi Gazete, Aralık 2008)

4.4 Türkiye'deki Enerji Verimliliği Kanunu

Enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacı ile 5627 Sayılı "Enerji Verimliliği Kanunu" 02 Mayıs 2007 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu kanun ile yetkileri belirlenen; ilgili bakanlıklar, müsteşarlıklar, meslek odaları ve

birliklerinin katılımı ile Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. Bu kurul onayı ile üniversitelere ve meslek odalarına uygulamalı eğitim yapabilmeleri amacı ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından yetki belgesi verilebilmektedir. Belgenin geçerliliği beş yıl olup bitiminde yenilenmesi gereklidir. Yetki belgesine sahip kuruluşlar tarafından şirketlere; eğitim, enerji etüdü, danışmanlık ve uygulama faaliyetlerini yürütmek üzere üç yıl geçerliliği bulunan yetkilendirme yapılabilmektedir. (TTMD, 2007)

Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.

Bu Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsar.

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin uygulanması ile özellik veya görünümleri kabul edilemez derecede değişecek olan, sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen, ibadet yeri olarak kullanılan, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan, yılın dört ayından daha az kullanılan, toplam kullanım alanı elli metrekarenin altında olan binalar, koruma altındaki bina veya anıtlar, tarımsal binalar ve atölyeler, bu kanun kapsamı dışındadır.

4.5 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

25.10.2008 tarih ve 27035 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan bu yönetmeliğin amacı; enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmelik; kurumların ve şirketlerin yetkilendirilmesi, denetimi, tesislerde enerji yönetim biriminin kurulması, eğitim ve sertifikalar, verimlilik arttırıcı projelerin desteklenmesi, talep tarafı yönetimi ile elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve dağıtımında enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik uygulamalar hakkında düzenlemeler yapmaktadır. (Olgun, Aralık 2009)

Düzenleme ile endüstriyel işletmelerde enerji yöneticisi bulundurma sınırı yıllık toplam eşdeğer tüketimi 1000 Ton Eşdeğer Petrol (tep) olarak belirlenmiştir. Bu sınırın

hesaplanmasında son üç yıla ait toplam enerji tüketimlerinin ortalaması esas olarak alınmaktadır. Ayrıca bu amaçla düzenleme ekinde; enerji kaynaklarının alt ısı değerlerine göre petrol eşdeğerlerine dönüşüm katsayılarını içeren bir tablo verilmiştir.

Bu yönetmelikle yapılan bazı düzenlemeler:

- Yıllık toplam enerji tüketimi 1000 tep'ten az olan endüstriyel işletmelere yönelik çalışmalar yapmak üzere, organize sanayi bölgelerinde enerji yöneticisinin sorumluluğunda enerji yönetim birimi kurulur. Bu birimlerde enerji yöneticisi dışında en az iki teknik eleman çalıştırılır.
- Kamu kesimi dışında kalan ve yıllık toplam enerji tüketimleri 50.000 tep ve üzeri olan endüstriyel işletmelerde enerji yöneticisinin sorumluluğunda enerji yönetim birimi kurulur. Bu birimlerde enerji yöneticisi dışında en az bir makina ve bir elektrik veya elektrik-elektronik mühendisi çalıştırılır.
- Endüstriyel işletmelerin ve organize sanayi bölgelerinin yönetimleri, binaların sahipleri veya yönetimleri, aşağıdaki sürelerle uygun olarak enerji yöneticisi görevlendirir ve görevlendirdikleri enerji yöneticilerinin kimlik bilgileri ile özgeçmiş, adres ve iletişim bilgilerini;
- Kanunun yürürlüğe girdiği tarihte mevcut olan endüstriyel işletmeler organize sanayi bölgeleri, ticarî binalar, hizmet binaları ve kamu kesimi binaları için en geç 02.05.2009 tarihine kadar,
- 02.05.2009 tarihinden sonra yapı kullanma izni alınan ve toplam inşaat alanı yirmi bin metrekarenin üzerinde olan ticarî binalar ve hizmet binaları ile toplam inşaat alanı on bin metrekarenin üzerinde olan kamu kesimi binaları için yapı kullanma izni alınmasını takip eden doksan gün içerisinde,
- 02.05.2009 tarihinden sonra yapı kullanma izni alınan veya faaliyete geçen veya kurulan, ticarî binalardan, hizmet binalarından, kamu kesimi binalarından ve endüstriyel işletmelerden sekizinci fıkra hükümlerine göre her yıl Ocak ayında yapılan hesaplamalar sonucu kapsama girenler ve organize sanayi bölgeleri için doksan gün içerisinde,

Enerji yöneticisi değişikliklerini otuz gün içerisinde.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'ne bildirir.

Enerji etüdü, enerji tasarruf potansiyellerini, enerji atıklarını ve sera gazı emisyonlarını

belirlemek, bunlarla ilgili geri kazandırıcı veya önleyici tedbirleri teknik ve ekonomik boyutları ile ortaya koymak amacıyla yapılır.

Enerji etütleri kapsamında aşağıdaki etüt profilleri yıllık bazda ele alınır;

- **Girdi Profili:** İşletmeye veya binaya giren enerji türleri (doğal gaz, akaryakıt, kömür, elektrik, buhar/sıcak su, vb.), birim enerji büyüklükleri (girdilerin kWh cinsinden birim ağırlığının veya hacminin taşıdığı enerji miktarları), kullanım miktarı – zaman grafikleri.
- **Atık Profili:** Isıtma/soğutma sistemlerinden, enerji çevrim sistemlerinden veya üretim prosesinden çıkan değerlendirilebilir enerji atıklarının, türleri (baca gazı, sıcak gaz/su, buhar, vb), oluşum nedenleri, miktar – zaman grafikleri.
- **Kayıp-Kaçak Profili:** Binalardaki ve ekipmanlardaki ısı yalıtımı yetersizlikleri, ekipmanlardaki buhar/gaz/su/yakıt kaçakları/sızıntıları ve elektrik sistemlerindeki uyumsuzluklar nedeniyle kaybedilen ve önlenmesi mümkün olan enerji miktarları.
- **Verimsizlik Profili:** Enerji verimsiz ekipman veya proses uygulaması nedeniyle boşa harcanan ve önlenmesi mümkün olan enerji miktarları.
- **İsraf Profili:** Isıtma, soğutma, aydınlatma, ofis ihtiyaçları ve benzeri alanlarda gereğinden fazla kullanılan, beklemede olan veya boşa çalışan ekipmanlar üzerinden israf edilen enerji miktarları.
- **Emisyon Profili:** Girdi profilindeki enerji türleri bazında sera gazı miktarları.
- **Enerji Yönetim Profili:** İşletmedeki enerji yöneticisinin/yönetim biriminin, uygulanan prosedürlerin, çalışanların bilinç düzeyinin ve enerji yönetimine üst yönetici bakışının yeterliliği. (Olgun, Aralık 2009)

Enerji etüdü sürecinde aşağıdaki çalışmalar yapılır:

- **Ön Etüt:** İşletmedeki veya binadaki etüt profilleri, belgeler, görüşmeler, gözlemler ve gerektiğinde noktasal ölçümler yardımıyla analiz edilir. Önleme ve/veya geri kazanma potansiyelleri tahmin edilir. Bunlar için uygulanabilecek önlemler, yaklaşık maliyetleri ve geri kazanım süreleri ile birlikte belirlenir. Enerji yönetim profilinde gözlenen yetersizliklerin giderilmesi için öneriler geliştirilir. Detaylı etüt kapsamına alınması gerekli görülen çalışmalar ve çalışma programı tesbit edilir. Ön etüt çalışmaları ön etüt raporu ile birlikte en fazla on beş iş günü içerisinde tamamlanır.
- **Ön Etüt Brifingi:** İşletmenin üst yöneticisinin de aralarında bulunduğu yöneticilere

ve üst yönetimin belirlediği çalışanlara bir gün süreyle ön etüt brifingi verilir. Bu brifingde; enerji verimliliğinin fayda ve maliyetleri ile birlikte genel tanıtımı, dünyadaki ve Türkiye'deki örnek uygulamalar, ön etüt sonuçları ve alınabilecek önlemler hakkında bilgiler verilir ve yararlı dokümanlar dağıtılır, brifinge katılanların soruları cevaplandırılır ve görüşleri alınır, detaylı etüde ihtiyaç duyulduğu ve bu etüdün sonuçlarına göre de VAP hazırlanabileceği belirtilir ve üst yönetimin kararı talep edilir. (Olgun, Aralık 2009)

Enerji etüdü sürecinde aşağıdaki çalışmalar yapılır:

- **Detaylı Etüt:** Ön etüt sonuçlarına göre detaylı etüt kapsamına alınması uygun bulunan konularda işletme şartlarında ölçümler ve hesaplamalar yapılarak önleme ve/veya geri kazanma potansiyelleri en fazla $\pm$ %10'luk yanılma oranı ile tahmin edilir. Ön etüt ve detaylı etüt sonuçları kullanılarak uygulanabilecek önlem seçenekleri teknik ve ekonomik özellikleri ile analiz edilir. Bu kapsamda, en uygun önlemler seçilmek suretiyle daha sonra hazırlanabilecek verimlilik artırıcı projeleri yönlendirici bilgiler ortaya konulur.
- **Raporlama:** Ön etüt ve detaylı etüt raporlarının formatları Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından 06.02.2009 tarih ve 27133 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ" ile belirlenmiştir. (Heperkan, Olgun, Eylül-Ekim 2008)

Bu yönetmeliğin amacı dış iklim şartlarını, iç mekan gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir.

Bu yönetmelik;

a) Mevcut ve yeni yapılacak konut, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binalarda uygulanmak

üzere; mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı ve elektrik tüketen binaların sabit ekipmanları konularındaki asgari performans kriterlerine, enerji performans hesaplama usûllerine, enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına, binaların kontrolleri ve enerji kimlik belgesini hazırlayacak ve denetleyecek onaylanmış bağımsız yetkili kuruluşların yetkilendirilmesine ve yetkilerinin düzenlenmesine, ülke enerji politikasının oluşturulmasına yönelik gerekli araştırmalar, incelemeler yapılmasına ve bunun sonucunda elde edilen deneyimler ile ilgili bilgilerin toplanması,

b) 1000 m²'nin üzerinde kullanım alanına sahip binalarda; elektrik, ısı ve sıhhi sıcak su ihtiyacının kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim imkanlarının araştırılarak, ekonomik yapılabilirliği olan uygulamalara,

c) Bina sahipleri ve son kullanıcıların bilinçlendirilmesi, sektörde faaliyette bulunan kurum ve kuruluşların çalışanlarının eğitimleri ve eğitimlerin güncelleştirilmesi vasıtasıyla enerjinin daha verimli kullanımına,

ç) Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına, ilişkin usul ve esasları kapsar. (Heperkan, Olgun, Eylül-Ekim 2008)

Yönetmelik hükümlerine göre yeni bina tasarımında, mevcut binaların proje değişikliği gerektiren esaslı onarım ve tadilat projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde binanın özelliklerine göre bu düzenlemede öngörülen esaslar göz önüne alınır. Binanın mimari, mekanik ve elektrik projeleri, diğer yasal düzenlemeler yanında, enerji ekonomisi bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise, ilgili idare tarafından yapı ruhsatı verilmez. Bu düzenlemenin esaslarına uygun projesine göre uygulama yapılmadığının tespiti halinde, tesbit edilen eksiklikler giderilinceye kadar binaya, ilgili idare tarafından yapı kullanım izin belgesi verilmez.

Yönetmelik bünyesinde yapılan diğer dikkat çekici düzenlemeler ise şu şekilde özetlenebilir:

- ❖ Yeni yapılacak binalarda; toplam kullanım alanının 1.000 m²'den büyük olması halinde merkezi ısıtma sistemi yapılır.
- ❖ Merkezi ısıtma ve/veya kullanım alanı 250 m²'nin üstünde olup bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda; yoğunlaşmalı tip ısıtıcı cihazlar kullanılır.
- ❖ Merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılan binalarda, sıcaklık kontrol ekipmanları ile ısı

merkezinde iç ve/veya dış hava sıcaklığına bağlı kontrol ekipmanlarının kullanılması zorunludur. Merkezi ısıtma sistemlerinde, kazana geri dönüş su sıcaklığı ile dış hava sıcaklık kontrolünü yaparak sistem ekonomisi sağlayacak sistemlerin seçilmesi gerekir.

- ❖ Binaların ısıtma tesisatında kullanılan pompa grupları, zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.
- ❖ 500 kW ve üstü ısıtma kazanlarında, zaman içerisinde kazan ve tesisat içerisinde oluşan ve kazan verimliliğini düşüren kireçlenmeyi önlemek amacıyla su yumuşatma/şartlandırma sistemlerinin kurulması gerekir.
- ❖ Isıtma kapasitesi 100 kW ve üzerindeki katı yakıtlı kazanlarda verimlilik araştırılarak otomatik yakıt besleme sistemi kullanılır.
- ❖ Isıtma kapasitesinin 100 kW ve üzerinde olması halinde, ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile birlikte enerji ekonomisi analizleri sonucunda daha ekonomik olduğu raporlanan, mekanik ve elektronik olarak birbirleri ile haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre kaskad kazan sistemleri kullanılabilir.
- ❖ Isıtma sisteminde kullanılan katı yakıtlı kazanlardan 15 yılını, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlardan 20 yılını dolduran kazanların değişimleri şarttır. Soğutma sisteminde kullanılan cihaz ve ekipmanlardan 20 yılını dolduran sistemlerin iyileştirilmesi veya değişimleri şarttır.
- ❖ Soğutma ihtiyacı 500 kW'dan ve soğutulacak toplam kullanım alanı 2000 m²'den büyük olan ticari ve hizmet amaçlı yeni yapılacak binalarda merkezi soğutma sistemi tasarımları yapılır.
- ❖ Soğutma sistemleri tasarımında, kısmi yüklerde bile yüksek verimlerle çalışacak sistem seçimi yapılır.
- ❖ Kullanım alanı 1000 m²'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezi sıhhi sıcak su sisteminin planlanması şarttır.
- ❖ Merkezi kullanım sıhhi sıcak su hazırlama amaçlı planlanan sistemlerde, sıhhi sıcak suyun sıcaklığı 60°C'yi geçmeyecek şekilde tasarım yapılır.
- ❖ Merkezi sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerindeki pompa grupları, zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.

- ❖ Merkezi sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerinde, sistem ekonomisini sağlayacak ekipmanların kullanılması gerekir.
- ❖ Merkezi sıhhi sıcak su sistemlerinde cihaz ve dağıtım hatları yalıtımlı olmalı ve her yıl bina işletmecisi tarafından kontrol ettirilerek raporlanmalıdır.
- ❖ Sıhhi sıcak suyun ısı kapasitesi minimum kazan modülasyon çalışma alt sınırının dışında kalması halinde yaz kullanımına yönelik ayrı bir sıcak su kazanı tesis edilir.
- ❖ Merkezi ısıtma ve/veya soğutma sistemine sahip binalar, her odanın sıcaklığını ayrı ayrı düzenleyecek otomatik cihazlarla donatılır. Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, birbirinden ayrı mekanların farklı iç sıcaklıklara ayarlanabilmesine imkan sağlayacak merkezi otomatik kontrol sistemi kurulur.
- ❖ Konut olarak kullanılan binalarda, kazanlar en az gidiş suyu kontrolü ve dış hava kompenzasyonu yapacak otomatik kontrol sistemleri ile donatılır.
- ❖ Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, aydınlatma kontrolü zamana, gün ışığına ve kullanıma göre yapılır.
- ❖ 5000 m²'nin üzerindeki binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için, bilgisayar kontrollü bina otomasyon sistemi kurulması zorunludur.
- ❖ Sıhhi sıcak su tesislerinde kullanılacak olan sirkülasyon pompaları, otomatik çalışmayı sağlayacak ekipmanlarla donatılır.
- ❖ Yeni yapılacak binalarda elektrik tesisatı, aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin, bu sistemlerin tükettikleri enerjiler ayrı ayrı ölçülebilecek şekilde enerji analizörleri ve/veya pay ölçerler ile donatılarak ve basit bir yazılımla raporlanabilecek şekilde enerji izleme sistemi ve benzeri sistemler tesis edilmesi gerekir. Yakıtın da ayrıca ölçülerek bu sisteme bilgi vermesi sağlanmalıdır.
- ❖ Yeni yapılacak binalarda yenilenebilir enerji sistemleri için tesbit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi göz önünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m²'ye kadar olan binalarda 10 yıl, inşaat alanı 20.000 m² ve daha büyük binalarda 15 yılda geri kazanılması durumunda bu sistemlerin yapılması zorunludur.
- ❖ Yeni yapılacak binalarda hava, toprak ve su kaynaklı ısı pompası sistemleri için tesbit edilen ilk yatırım maliyeti enerji ekonomisi göz önünde bulundurulmak suretiyle, inşaat alanı 20.000 m² ve üstündeki binalarda 15 yılda geri kazanılması durumunda, bu sistemlerin yapılması zorunludur.

- ❖ Yeni yapılacak olan ve kullanım alanı 1.000 m²'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerindeki merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde güneş enerjisi toplayıcıları ile sistemin desteklenmesi zorunludur.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl geçerlidir. Bu sürenin sonunda Enerji Kimlik Belgesi hazırlanılacak bir rapor doğrultusunda yeniden düzenlenir.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesi, enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanır ve ilgili idarece onaylanır. Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesinin ayrılmaz bir parçasıdır.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesi, toplam kullanım alanı 1.000 m² ve üzerinde olan mevcut binalar ve işletmeye alınan yeni binalar için düzenlenir.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesinin bir nüshası bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisince muhafaza edilir, bir nüshası da bina girişinde rahatlıkla görülebilecek bir yerde asılı bulundurulur. Ayrıca bina veya bağımsız bölüm satıldığında veya kiraya verildiğinde, mal sahibi tarafından alıcı veya kiracıya binanın Enerji Kimlik Belgesi de verilir.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesi, binanın yıllık enerji ihtiyacının değişmesine yönelik herhangi bir uygulama yapılması halinde bu Yönetmeliğe uygun olacak şekilde yenilenir.
- ❖ Enerji Kimlik Belgesi, binanın tamamı için hazırlanabileceği gibi, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetini haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir.
- ❖ Hesaplarda kullanılan yüzey alanlarının elde edilme yöntemi, enerji dönüşüm katsayıları, nihai enerjilerin birincil enerjiye dönüştürülmesi ve enerji tüketimleri ölçeği, nihai enerji tüketimleri, sera gazı emisyonlarına dönüştürme katsayıları ve karbondioksit emisyonu, Enerji Kimlik Belgesinin ekleri olarak proje kapsamında hazırlanır.
- ❖ Mevcut binalar ve inşaatı devam edip henüz yapı kullanım izni almamış binalar için Enerji Verimliliği Kanununun yayımı tarihinden itibaren on yıl içinde Enerji Kimlik Belgesi düzenlenir.

4.6 Mevzuat Hakkında Genel Değerlendirme

5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu; günümüz şartları ve teknolojik gelişmeler dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynakların kullanımının teşvik edilerek özendirilmesi anlamında zayıf olmakla birlikte enerjinin verimli ve etkin kullanımına yönelik umut verici bir adımdır. Bu kanun ve kanun hükmündeki diğer düzenlemeler bir bütün olarak incelendiğinde özellikle uygulamaya yönelik olarak aşağıdaki hususlar dikkat çekicidir. (Olgun, Aralık 2009)

- Yapılan düzenlemeler çerçevesinde; şirket/kurum/kuruluşlara yetki belgesi verilene kadar yalnız Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından Ankara’da, şu an hali hazırda Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü’ne ek olarak yetki almış çeşitli kurum/kuruluş ve şirketler tarafından teorik ve uygulamalı olarak enerji yöneticisi sertifika eğitimleri verilmektedir. Hatta şirketlerde etüt çalışması için gerekli mühendis sayısı altı iken, sertifika eğitimi hizmeti vermeye yönelik yetki belgesi talep eden şirketlerde bu sayı en az üç mühendis olarak açıklanmaktadır. Eğitim; zor, meşakkatli ve bir o kadar da özveri isteyen bir iştir. Bu nitelikteki eğitimlerin; üniversiteler ve teknik eğitim veren kurumlar çatısı altında ve bu kuruluşların uygulamaya dönük laboratuvar alt yapısı da dikkate alınarak, eğitimde de uzmanlaşmış personel tarafından verilmesi daha uygundur. Aksi halde verilecek eğitimde eşdeğer kalite ve standartların yakalanması mümkün olmayacaktır. Bu durum daha detaylı incelendiğinde:
- ❖ Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü; şu an itibari ile hem enerji yöneticisi yetiştiren, hem bu yetiştirdiği enerji yöneticilerini denetleyen, hem de bu enerji yöneticilerinin hizmet verdikleri kurum/kuruluşlar için hazırlanan raporları tetkik eden merci olarak görev yapmaktadır. Bu durum, çıkar çatışması doğurabilecek bir uygulamadır. Oysaki yurtdışındaki örnekleri de incelendiğinde, bu kurumun tüm bu işlerin içerisinde çalışan noktada değil, tam aksine tüm bu işleri organize ve delege etmesi gereken noktada bulunması ve sadece denetim/yaptırım uygulamasında aktif rol oynaması gerektiği görülmektedir. Ayrıca, EİEI’nin, AB standartlarına göre akredite bir kurum statüsünde olduğu hususu tartışmalıdır. EİEI’nin bu süreci iyi niyetle ve geçici olarak yürüttüğü varsayılmaktadır.
- ❖ Eğitim veren/ etüt yapan kurum ve kuruluşların sadece yetki alma aşamasında kağıt üzerinde göstermiş oldukları yeterliğin, faaliyetleri sırasında denetlenmediği göze çarpmaktadır. Örneğin, şu an hali hazırda bir takım kurum ve kuruluşun, yetki

belgelerini almak için deklare ettikleri enerji yöneticisi sertifikası sahibi mühendisler dışında, halen yönetmeliğe aykırı olarak sertifika sahibi olmayan “uzman” adı altında ve eğitim verdiği sektörde uzun yıllar tecrübe yapmış kişilere eğitim ve denetim yaptırdıkları da dikkat çeken bir konudur. Ancak, ilgili mevzuatta bu kişilerin belirtilen alanlarda mühendislik formasyonuna sahip olmalarının yanı sıra enerji yöneticisi sertifikası sahibi olmasının zorunlu olduğu belirtilmektedir. Belkide doğal olan, bu alanda üniversitelerde ders veren ve mühendisleri yetiştiren deneyimli öğretim üyelerinden sertifika aranmamasıdır. Ayrıca, bu durum daha da ileriye götürülerek çeşitli tedarikçi firmaların; eğitim/etüt faaliyetlerini, ürünlerinin tanıtımını ve pazarlamasını yapmaları için bir fırsat olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Bu hususta eğitim faaliyetlerinin amacından sapması olarak kabul edilmelidir.

- ❖ Eğitim sertifikası verilen kuruluşların, ileride denetlemeleri olası firmaların elemanlarını eğitmeleri olasılığı ise, tüm sistem içinde “çıkar çatışması”nın en üst düzeyde hissedildiği uygulama olarak değerlendirilmek zorundadır. Hangi kurum sertifika vererek para kazandığı bir enerji yöneticisini, denetçi olarak tarafsız denetleyebilecektir?
- Düzenlemelerin özünde yatan enerji verimliliği denetim şirketleri, ESCO (Energy Services Company) örnek alınarak kurulmuş bir yapıdır. Bu yapıdaki en önemli basamak, hem enerji verimliliği denetim çalışmalarına hem de verimlilik artırıcı projelere mali kaynak sağlayan finans kuruluşlarıdır. Yapılacak olan denetim çalışması ve hazırlanarak uygulamaya geçirilecek verimlilik artırıcı projenin boyutuna göre; çalışma yapılan kuruluş ve/veya denetim çalışması yapan kuruluşun mali sınırını aşabilen uygulamalar finans kuruluşlarınca desteklenmelidir. Mevcut uygulamada, çeşitli kanallar ile kısmen devlet bu işi üstlenmiş durumdadır. Ancak finansman kuruluşlarının bilinçlendirilmesi, çalışma ve projelere mali kaynak sağlanması açısından önemli bir adım olacaktır.
- Mevzuatın “Şirketlerin yetkilendirilmesi, izlenmesi ve denetimi” başlığı altında; enerji verimliliği denetimi yapmak üzere başvuruda bulunan şirketlerden, aynı düzenlemenin ekinde bulunan ölçüm ve laboratuvar cihazlarına ait TS EN ISO/IEC 17025 laboratuvar akreditasyon yeterlilik belgesi veya başvurusu istenmektedir. TS EN ISO/IEC 17025, deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının yeterliliği için gerekli şartları tanımlayan bir standarttır. Genel olarak yapılan tüm ölçümlerde kullanılan cihazlarının kalibrasyonlarının tam olması ve belirli sürelerde kalibrasyonlarının yenilenerek

sertifikalandırılması gereklidir. Ancak anılan standartta göre; cihazların geçerli bir kalibrasyon sertifikasının bulunması, bu cihazlar ile yapılan ölçümün geçerli olacağı anlamına gelmemektedir. Zira bu cihazları kullanacak personelin de, ilgili ölçümleri yapabilecek bilgi ve yeterliliğe sahip olması gereklidir. TS EN ISO/IEC 17025 en genel anlamda ölçümleri yapacak kuruluşun, cihazları ve bu cihazları kullanacak personelin (ismen) yeterliliği ile birlikte hazırlayacağı deney şartları, ölçüm sonuçlarını ve bu sonuçlardaki belirsizliği ortaya koyan raporlarının geçerliliğini ve izlenebilirliğini tanımlamaktadır. Ülkemizde bu yeterlilik belgesini vermeye yetkili kuruluşu TÜRKAK-Türk Akreditasyon Kurumu olup, başvuruyu takiben yapılan denetimler ve belgenin alınmasına kadar geçen süreç bir yıl kadar sürebilmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir ayrıntı, ölçüm yapan kuruluş ile bu ölçümü değerlendiren kuruluşun farklı kuruluşlar olması gerektiğidir, aksi halde bir “çıkar çatışması” durumunun daha oluşması kaçınılmazdır. Etik olarak bu ayrımın yapılması gerek ve şart iken, yapılan düzenlemede enerji verimliliği denetim şirketinin ya bu yeterliliğe sahip olması ya da sahip olan bir kuruluştan hizmet alması istenmektedir. Ancak denetim kuruluşunun ölçüm yapması etik olarak yanlıştır. Aynı zamanda TS EN ISO/IEC 17025 standardının özünde yatan bağımsızlık ve tarafsızlık ilkesi ile de bağdaşmamaktadır. Dolayısı ile denetim ve değerlendirme işlevi olan kuruluşların, yaptıkları denetim ve değerlendirmeye zemin oluşturacak ölçümleri yapmamaları gerekir. Teknik uygulanabilirlik açısından da bakıldığında, maalesef mevzuattaki düzenlemelerin birkaç cümle dışında neredeyse tamamının ısıtma sistemleri için ayrıldığı görülmekle beraber aşağıdaki hususlar dikkat çekmektedir:

- Mevzuatın bir maddesinde yeni yapılacak binalarda; toplam kullanım alanının 1.000 m²’den büyük olması halinde merkezi ısıtma sistemi yapılması şart koşularken bir diğer maddesinde merkezi ısıtma ve/veya kullanım alanı 250 m²’nin üzerinde olup bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda; yoğunlaşmalı tip ısıtıcı cihazlar kullanılacağı belirtilmektedir. Bu maddenin, 250 m² kullanım üst sınırının sadece bir bireye ait olacağı mantığı ile oluşturulduğu aşıkardır. Ancak bu hali ile toplam kullanım alanı 1000m²’nin altında ve birden çok daireden oluşan binalar da bu madde kapsamına girmektedir ki, uygulama bu şekli ile teknik anlamda mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle bu maddede düzenleme yapılarak açıklık getirilmelidir.
- Bir diğer maddede, 500 kW ve üstü ısıtma kazanlarında, zaman içerisinde kazan ve tesisat içerisinde oluşan ve kazan verimliliğini düşüren kireçlenmeyi önlemek

amacıyla su yumuşatma/şartlandırma sistemlerinin kurulması gerektiği belirtilmektedir. Bu buhar kazanı uygulamalarında kullanılan bir yöntemdir. Zira buhar kullanılan tesislerde blöf, buhar kapanı uygulamaları ve kullanılan buharın tamamının kondensat olarak geri dönüşünün sağlanması nedeni ile sisteme sürekli taze su girişi olmaktadır. Sisteme sürekli dahil olan taze su beraberinde kireçlenmeyi de getirir. Ancak ısınma amaçlı kullanılan kazanlarda sistem kapalıdır, sadece tadilatlar ve istenmeyen kaçaklar olması durumunda sisteme taze su girmektedir. Dolayısı ile ısıtma kazanlarına yumuşatma/şartlandırma sistemlerinin kurulması teknik olarak gerekli olmayan yatırım olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Düzenlemede merkezi kullanım sıhhi sıcak su hazırlama amaçlı planlanan sistemlerde, sıhhi sıcak suyun sıcaklığı 60°C'yi geçmeyecek şekilde tasarım yapılacağı belirtilmektedir. Burada amaç, depolanan ve kullanım noktalarına nakledilen suyun sıcaklığını düşük tutarak ısı kaybını azaltmaktır. Ancak bahsi geçen sıcaklıklar, sağlık için büyük tehdit oluşturan lejyoner hastalığı olarak adlandırılan akciğer enfeksiyonuna neden olan “Legionella pneumophila” isimli bakterinin üremesi için yeterli şartı sağlamaktadır. Bakteri oluşumunun önüne geçilebilmesi amacı ile öncelikle tesisat borularında hareketsiz kalan kullanım sıcak suyunun sirkülasyon hattı ile depoya dönüşünün sağlanması ve depodaki su sıcaklığının belirli periyotlarda (6-8 saat gibi) daha yüksek sıcaklıklara çıkarılması gereklidir. Benzer uygulamalara yabancı standartlarda rastlamak mümkündür.
- Mevzuatta yeni yapılacak olan ve kullanım alanı 1.000 m²'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerindeki merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde güneş enerjisi toplayıcıları ile sistemin desteklenmesi zorunlu tutulmaktadır. Yenilenebilir enerjinin kullanımının arttırılmasına yönelik umut verici bir düzenlemedir. Ancak bu düzenlemenin mevcut tesislerde tadilat yapılması durumunda uygulanma zorunluluğu getirmesi. (Olgun, Aralık 2009)

5. ENERJİNİN ETKİN KULLANIMINDA TALEP YÖNETİMİ KAVRAMI

5.1 Talep Yönetimi Tanıtımı ve Hedefler

Talep yönetimi kavramı ilk olarak ABD'deki dağıtım şirketleri tarafından kullanılmıştır. Bu nedenle de doğal olarak ilk tanımı Gellings tarafından yapılmıştır. Ona göre talep yönetimi faaliyetleri elektrik sayacının talep tarafında olan doğrudan veya dolaylı olarak oluşan tüketim süreci üzerinde dağıtım şirketi kaynaklı alınabilecek önlemlerin tamamıdır. Bugünkü anlamıyla ise talep yönetimi dağıtım şirketleri tarafından planlanan ve uygulamaya konulan, ilke olarak müşterinin tüketim yöntemi, yolları, zamanı ve miktarını etkilemeye ve yükün profilini değiştirmeye yönelik faaliyetlerin tamamıdır. (Olgun, Aralık 2009)

Mevcut sistemdeki geleneksel yük profilini değiştirmeye yönelik TY faaliyetleri altı grupta ele alınabilir. Bunların tanımı aşağıda yapılmaktadır ve Gellings'in önerdiği yük profili değiştirme başlıkları Şekil 5.1'de özetlenmektedir:

5.1.1 Zirve Yüğü Traşlama (Peak Clipping)

Zirve traşlama belki de en klasik yük yönetimi önlemidir ve doğrudan yükün düşürülmesini hedefler (Gellings ve Chamberlin, 1993). Böylece zirve yük zamanında bu amaçlı olarak tanımlanmış üretim ünitelerinin devreye girmesi engellenir. (Olgun, Aralık 2009)

5.1.2 Vadi Doldurma

Vadi doldurma da yük denetiminin bir yöntemi olup zirve – dışı yüklerin arttırılmasını hedefler. Bu yöntemde en güzel örnek ısı depolama ünitelerinin kullanılmasıdır. Bu strateji elektriğin uzun dönem ortalama fiyatının vadi doldurma amaçlı yük artırımından ucuz olması durumunda geçerli olacaktır (Gellings ve Chamberlin, 1993). (Olgun, Aralık 2009)

5.1.3 Yüğü Kaydırma

Bu yöntemde bazı yüklerin, zirve yük zamanından diğer zamanlara kaydırılması hedeflenmektedir. Bu amaçlı uygulamalara en iyi örnekler mahal ısıtma veya soğutma amaçlı depolama, kullanma sıcak suyu depolama ve müşteri yüğü kaydırma olarak sayılabilir (Rye,1994, Gellings ve Chamberlin, 1993). (Olgun, Aralık 2009)

5.1.4 Stratejik Tasarruf

Stratejik tasarruf aslında hedef seçilen tasarruf aktiviteleri sonucu yük profilinin değişmesi

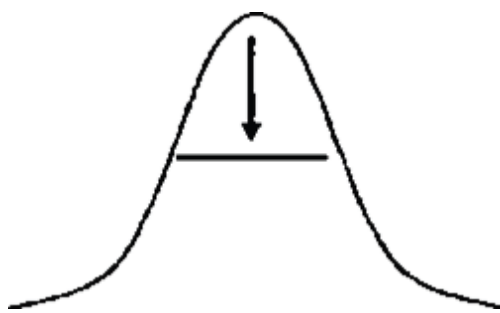
olarak tanımlanabilir. Genelde dağıtım şirketleri satışları düşüreceği ancak zirve yükü pek etkilemeyeceği için bu yönteme çok sıcak olarak bakmıyorlarsa da ulusal anlamda bu yöntem büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca, Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde elektrik tüketimi ve zirve yük o kadar hızlı artmaktadır ki; elektrik üretim kapasitesini aynı hızla arttırmak mümkün olamayacağından, dağıtım şirketleri enerji tasarrufu önlemlerini desteklemeyi tercih edebilirler. Bu tür yöntemlere örnekler arasında uzun ömürlü ve verimli ampullerin kullanılması, daha az tüketen dayanıklı tüketim ürünleri ve genel anlamda enerji tasarrufu önlemleri verilebilir. (Olgun, Aralık 2009)

5.1.5 Stratejik Yük Büyütme

Stratejik yük büyütme vadi doldurma yöntemlerinin dışında ekonomik büyümenin spontan büyümelerini ve genel elektrik satışlarını artırma amaçlı bir yöntemdir. Bu yöntemlerin başında elektrifikasyon, konvansiyonel enerji tüketiminin elektrik enerjisi ile ikamesi, ticarethanelerde ve sanayideki enerji yoğunluğunun proses ısıtma ve otomasyonun elektrik alternatifi ile daha da artırılması olarak özetlenebilir. Doğal olarak bu yöntem çevre kirliliğinin azaltılması çalışmalarına pozitif bir etki yapacaktır. (Olgun, Aralık 2009)

5.1.6 Esnek yük Profili Eldesi

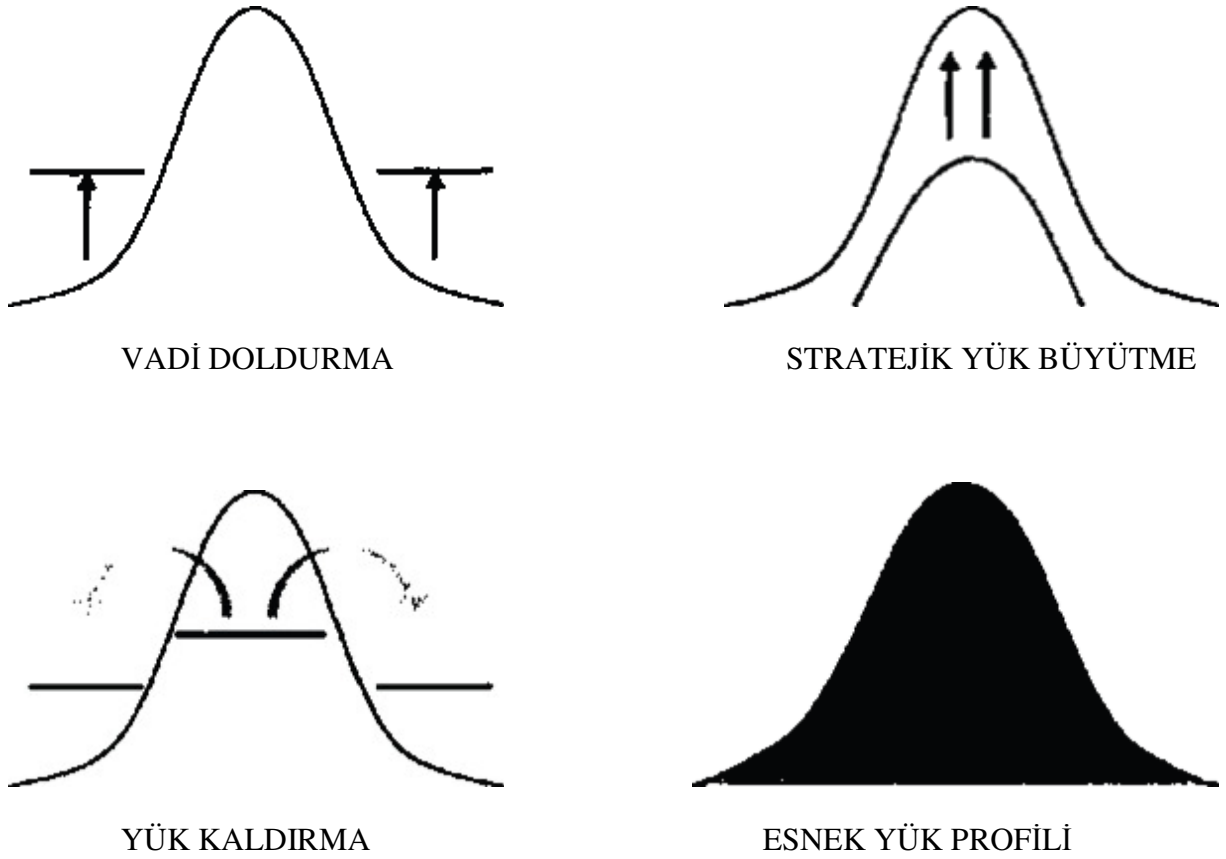
Elektrik arz hizmetlerinde güvenilirlik düzeyinin değişmesi gerçek bir TY opsiyonu olarak değerlendirilebilir. Örneğin daha düşük tarifeler uygulanması koşuluyla programlanmış kesintiler, kişisel yük kontrol cihazlarının temini ve müşteri enerji yönetimi programları esnek yük profili eldesi için başarıya ulaşmış uygulamalardan bazılarıdır.



ZİRVE TRAŞLAMA



STRATEJİK TASARRUF



Şekil 5.1 Talep yönetimi (Olgun, Aralık 2009)

Yukarıda tanımlanan altı TY stratejilerinden ilk üçü geleneksel yük yönetimi önlemleri olarak kabul edilir ve hedef yeni üretim üniteleri ile ilgili yatırımlardan kaçınmak veya mümkün olduğunca ötelemektir. Son üç yöntem daha sistematik ve büyük ölçekli değişimleri hedefleyen önlemler olup zirve – vadi yapısını değiştirmekle kalmazlar ve elektrik tüketim yollarını ve alışkanlıklarını değiştirmeyi hedeflerler. Bu çalışmada da genellikle bu TY stratejileri üzerinde durulacaktır. (Olgun, Aralık 2009)

5.2 Talep Yönetimi Araştırmasının Kavramsal İlkeleri

Daha önce de vurgulandığı üzere talep yönetimi kavramı alışlagelmiş enerji kaynaklarının tükeneceği korkusu ile başlamış ve çevre sorunlarının hızla artmasına paralel olarak hız kazanmıştır. Her ne kadar, ilk bakışta talep yönetimi kavramı elektrik sanayindeki yönetim uygulamalarını etkiliyor görünse de, felsefi olarak günümüzde sürdürülebilir gelişme ve çevre koruma kavramlarının ayrılmaz bir parçası haline dönüşmüştür. (Olgun, Aralık 2009)

5.2.1 Entegre Kaynak Planlaması Hakkında Özet Bilgi

EKP elektrik üretim ve dağıtım şirketleri için gelecekteki elektrik talebini karşılamak amacıyla çeşitli seçenekleri değerlendirmesi ve minimum maliyetli kaynak kombinasyonlarını

seçmesi olarak ifade edilebilir. Seçenekler arasında TY, kojenerasyon ve yenilenebilir enerji kaynakları da yer almalıdır. Özellikle gelişmiş ülkeler enerji krizinin oluşmasını takip eden süreçte, elektrik sektörünün müşterilere verdikleri hizmetin minimum toplumsal maliyetle gerçekleşmesini sağlayacak EKP yöntemlerini benimsemişlerdir. Bu yaklaşımda arz seçenekleri ile talep tarafındaki önlemler arasında makroekonomik düzeyde bir denge kurulması hedeflenmektedir. Toplumsal maliyetlerin düşürülmesi sürecinde ise dağıtım şirketlerinin çevresel kısıtları değerlendirmeye almaları beklenmektedir (Olgun, Aralık 2009).

Minimum maliyetli dağıtım şirketi planlaması (MMP) kavramı ilk olarak ABD Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından 1986 yılında ortaya atılmış, bilahare yöntem EKP olarak anılmaya başlanmıştır. Etkin bir MMP faaliyeti risk analizi yapılmasına olanak sağlayan, elektrik üretim kapasitesini arttırmaya yönelik tüm TY çözümlerine eşit uzaklıkta olan, kontrol edilemeyen dış etkenleri tahmin etmeye çalışan ve planlama sürecine toplumu da katan bir faaliyet olmalıdır (Hirst, 1994). Ancak toplumsal yararların maksimuma çıkartılabilmesi hususunun sadece dağıtım şirketleri tarafında gerçekleştirilmesi beklenmemelidir. Bu görev talep yönetimi kavramında yer alan diğer aktörlere düşmektedir. (Olgun, Aralık 2009)

5.2.2 Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Tüketimin Yapısı

Sürdürülebilirlik kavramının en yaygın olarak kullanılan tanımı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından verilen tanımdır. Buna göre sürdürülebilirlik, “bugünkü kuşağın ihtiyaçlarının, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılamasına hiç bir zarar vermeyecek, şekilde karşılanması için oluşturulacak faaliyetlerin tümüdür” (WCED, 1987).

Uluslararası toplum tarafından sürdürülebilir kalkınmanın ayrılmaz parçası olarak kabul edilen sürdürülebilir tüketimin yapısı da Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından tanımlanmıştır (UNEP, 1992). Bu tanıma göre; "Günümüzdeki ekonomik büyüme ve refah kavramlarının yerine dünyamızın sınırlı kaynaklarına ve taşıma kapasitesine daha az bağımlı olan, özellikle yaşam tarzını değiştirmeyi hedef seçen, yeni bir refah ve zenginlik anlayışının uygulandığı bir yaşam sürdürülebilirlik kavramının aslını oluşturur. Bu yaşam kaynakların optimum kullanımı ve atıkların minimizasyonu demektir”.

Sürdürülebilir elektrik üretimi ve tüketiminde dikkati çeken en son husus ise, genelde insanoğlunun tümüne ait olan kaynakların birileri tarafından kullanılmasıdır. Çevre bilinciyle birlikte başlayan bu ortaklık anlayışı, aslında TY tüketim profilini belirlemekte ve arz tarafında da sınırlı kaynakların rasyonel kullanımına işaret etmektedir.

Bilindiği üzere son zamanlarda ekolojik ekonomi, yeşil ekonomi kavramları kamuoyu tarafından sıklıkla duyulmaya başlanmıştır. Çoğu bilim adamlarına göre sürdürülebilirlik kavramı ile aynı grupta ele alınması önerilen bu kavramların günlük yaşamımıza hızla girmesi gerekmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilirlik ile ilgili politikaların zamanlaması büyük önem taşır. Bu bakımdan TY politikalarının zamanlaması da büyük önem kazanmaktadır. (Olgun, Aralık 2009)

5.3 Talep Yönetiminin Tarihçesi

1978 yılında ABD’de kabul edilen Üretim/Dağıtım Şirketlerinin Denetimine Dair Politikalar Yasası genellikle talep yönetimi kavramının elektrik piyasasına girişinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu tarihten sonra gerek TY gerekse EKP kavramları üretim/dağıtım şirketlerinin iş anlayışlarının ayrılmaz parçası haline dönüşmüş ve hızla yaygınlaşmıştır. Günümüzde bu sektördeki çabalar enerji tasarrufu kaynaklı programlar arasında en başarılı olarak kabul edilenidir. ABD’yi takiben Kanada, Avrupa ve Güney Amerika’da da TY ve EKP kavramlarının, daha küçük boyutta olsa da, yaygınlaştığı ve özellikle çevre sorunlarıyla birlikte ele alındığını görmekteyiz.

Talep yönetimi stratejilerini EKP yaklaşımı, yeni üretim tesislerinin kurulmasını önlediği veya en azından ötelediği için doğal bir teşvik anlayışıyla ele alınmalıdır. Ayrıca, dağıtım şirketlerinin ticari hedefi elektrik satmak olduğuna göre, bu şirketlere de talep yönünde enerji tasarrufu sorumluluğunu almaları karşılığında ciddi bir teşvik mekanizması oluşturulmalıdır. Bu mekanizmalar genellikle yasal düzenlemeler yoluyla oluşturulmaktadır. Dağıtım şirketlerine uygulanabilecek kamusal teşviklerden başlıcaları olarak;

- Elektrik satış fiyatının arttırılması,
- Talep yönetimi hizmetlerinde kar yapabilme olanağının tanınması,
- Enerji tasarrufuna yönelik çalışmalarda kaybedilen ciro ve karın kompanzasyonu sayılabilir.

ABD’deki eyaletlerin yönetimde özgür olmaları ve enerjiye verdikleri önemdeki farklılıklar nedeniyle, dağıtım şirketlerinin TY önlemleri uygulamalarında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Potansiyel müşterilere sağlanan mikro krediler, finansal kiralama ve maliyetin bir bölümünü ödeme stratejileri, 1980 yıllarının en etkin TY stratejileri olarak anılmaktadır. Buna ek olarak katılımı arttırmak ve tasarrufu vurgulamak amacıyla ücretsiz olarak yapılan bilgilendirme programları, etiketleme hizmetleri, elektrik denetimleri ve eğitimler, TY destek

programlarının başında gelmektedir (Olgun, Aralık 2009).

TY programlarının uygulanmasında dağıtım şirketlerinin doğrudan hizmet vermesi yerine, dağıtım şirketleri adına hizmet veren EVD (Enerji Verimliliği Denetim) şirketlerinden yararlanılmaktadır. Ülkemizde 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte EVD şirketlerinin kurulması gündeme gelmiş bulunmaktadır. Bu tür EVD şirketlerinin en önemli sorunları, kar amaçlı çalıştıklarından, daha ziyade yüksek miktarda elektrik tüketen şirketlere ve kolay süreçlere (aydınlatma ve kojenerasyon gibi) yönelmeleridir. Türkiye’de ilk etapta kurulan şirketler teknolojik olarak zayıf olduklarından özellikle eğitime ağırlık vermektedir. Yapılan hesaplamalara göre 1990’ların ortalarına kadar gerçekleştirilen TY programlarının sayısı 2300, uygulayan dağıtım şirketi sayısı ise 600 dolaylarındadır. Bu programlar için yaklaşık 14 Milyar Dolar harcanmış ve katılımcı sayısı 20 milyonu aşmıştır (Olgun, Aralık 2009).

1986 yılı ile 1995 yılı sonuna kadar tasarruf edilen elektrik miktarı 260.000 GWh olarak hesaplanmaktadır. EIA verilerine göre yalnızca 1995 yılında alınan önlemler sonucu, zirve yük düzeyi %4 dolayında düşürülmüştür (EIA, 1996). EIA’ya göre 1995 yılındaki enerji tasarrufunun önemli bir bölümü (%96), enerji verimliliği programları kaynaklıdır. Ancak, 2000’lere yaklaşırken ABD’deki TY programlarında ve uygulamalarda belirgin bir azalma söz konusudur. Örneğin, 1996’dan 2000 yılına kadar enerji verimliliği programları için ayrılan kaynak %50’lik bir düşüşle 1.6 Milyar Dolar’dan 0.8 Milyar Dolar’a gerilemiştir (Olgun, Aralık 2009)

Yaklaşık otuz yılı aşan TY programları uygulamasının ne denli başarılı olduğu ABD de halen tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bazı bilim adamlarına göre yapılan tasarruf düzeyleri, dağıtım şirketlerinin yukarıda verdikleri rakamlardan daha düşüktür (Olgun, Aralık 2009)

6. ENERJİNİN VERİMLİ VE ETKİN KULLANIMINDA UYGULAMA – İŞ MERKEZİ

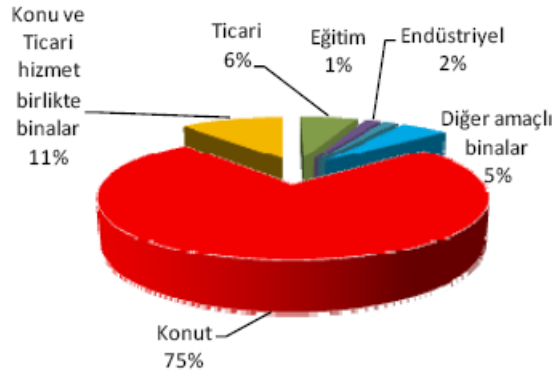
6.1 Genel Bilgi

Binalar, ekonomi sektöründeki en uzun ömürlü ve önemli boyutta enerji tüketen ürünler olması ve çok geniş ürün ve hizmet aralığını kapsamaları nedeniyle enerji verimliliğinin artırılması ve iklim değişikliğine yönelik politika ve programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir. Enerji sektörü içinde ısıtma/soğutma; aydınlatma; elektrikli ev ve ofis aletlerindeki enerji tüketimi ile, nihai enerji tüketimi içinde daima bir baz yük oluşturan ve bu nedenle de emisyonları açısından etkili olan binalar sektörünün mevcut durumu incelendiğinde Türkiye’deki sektörel enerji tüketim profilleri incelendiğinde, özellikle son zamanlarda artan iş ve alışveriş merkezlerinin bu sektörler arasındaki yükselişi dikkat çekicidir.

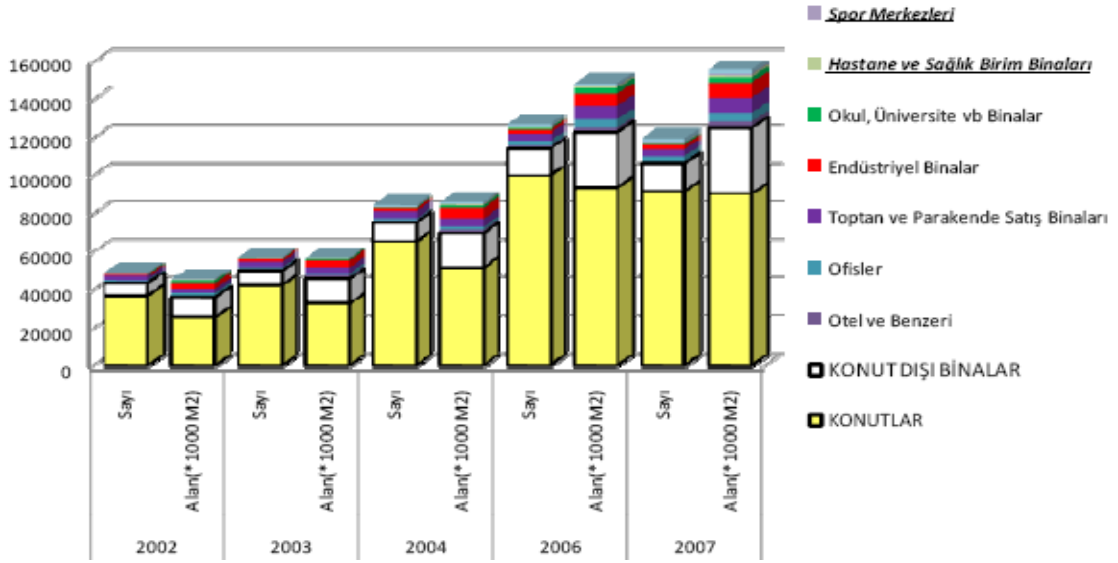
2000 ile 2008 yılları arasında 550.000 bina inşaat izni ve 470.000 bina oturma izni almış, böylece kayıt dışı veya yasa dışı binalar hariç olmak üzere bina stoku 8,6 milyona ulaşmıştır.

	2000	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bina Sayımı										
Toplam bina sayısı	7.838.675	7.917.824	7.995.254	8.042.496	8.096.339	8.171.834	8.286.088	8.400.292	8.506.948	8.602.141

Şekil 6.1 Bina sayısının gelişimi (Kekin, 2010)



Şekil 6.2 Kullanım amacına göre bina tiplerinin bina stoku içindeki oranı (Kekin,2010)



Şekil 6.3 Bina alt sektörlerine göre yeni yapılardaki eğilim (Kekin,2010)

Binalar sektöründe tüketilen yüksek orandaki enerji talebinde Türkiye'nin iklim şartları etkilidir. Yaz aylarında iklim sıcak ve kuru, kış aylarında ise nemli ve yağışlıdır. Bununla birlikte iç bölgelerde, iklim şartları nedeniyle yaklaşık altı ay süresince ısıtma ihtiyacı ve güney bölgelerinde ağırlıklı olmak üzere yaz aylarında soğutma ihtiyacı olmaktadır. 2000-2008 yılları arasında alınan inşaat izinlerine göre konut, ticari ve kamu binalarının alan bakımından %56 oranında artarak 1.524 milyon m²'ye ulaştığı, sayısal olarak ise %7 oranında arttığı görülmektedir. Daha geniş kullanım alanına doğru talep artışı, binalarda enerji verimliliği önlemlerinin ivedilikle alınması gerektiğini göstermektedir. (Kekin, 2010)

Gerek HVAC sistemlerinden kaynaklanan; ısıtmada yakıt, soğutmada ise elektrik enerjisi kullanımları ile aydınlatma kaynaklı elektrik enerjisi kullanımının bu tip yapıların kullanım karakteristikleri bakımından yüksek olması kaçınılmazdır. Bu nedenle sarf edilen enerjinin kullanım alışkanlıklarından ödün vermeden azaltılması ve daha etkin kullanımı hedeflenmelidir.

6.1.1 Türkiye'deki İş Merkezleri ve Enerji Tüketimlerine Genel Bakış

6.1.2 Çalışma Yapılan İş Merkezi Hakkında Genel Bilgiler

Enerji tüketim modellemesinin yapılacağı bina büyük holding merkezlerinin, bankaların ve finans kuruluşlarının genel merkezleri için tercih ettikleri Levent - Maslak aksı üzerinde konumlanmıştır.

Aynı özelliklere katlardan oluşan bina da 1445 m²'lik kullanım alanına sahip 19 ofis katı, 1 tesisat - sığınak - garaj katı, 3 otopark katı, 1 bina yönetim katı bulunmaktadır. Bina; 5 kat yer

altında ve 21 kat yer üstünde olmak üzere toplam 26 katlı olup, 77 m yüksekliğindedir ve toplamda 37570 m² kullanım alanına sahiptir. Binada çeşitli firmalara ait ofisler, alt katlarda ise bina sisteminden ayrı müstakil olarak ısıtılıp soğutulmakta olan mağazalar, restoranlar yer almaktadır. Ofislerin genel çalışma saatleri, 08:30 ila 19:30 arasındadır.

6.1.2.1 Bina Isıtma Sistemi

Isıtma sistemi, 5. Bodrum katta (-19.60 kotu) tesis edilen kazan dairesinden merkezi olarak temin edilmektedir. Isıtma için ihtiyaç duyulan 90/70°C sıcak suyu sağlamak için kazan dairesinde pik yükün %50'sini karşılayacak şekilde, dört adet (iki asıl + iki yedek) çift yakıtlı ama asli olarak doğal gaz ile çalışan çelik kazanlar bulunmaktadır.

Her kazan için sabit debili birincil pompalar tesis edilmiş olup, sıcak su, birincil pompalar ile ikincil devre pompalarına iletilmektedir. İkincil devredeki değişken debili (frekans kontrollü) pompalar, sıcak suyu yapı içinde dağıtmaktadır. Bütün ikincil devre frekans kontrollü pompaları, azalan yüke göre değişken debi vererek enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Binanın kule bölümüne hizmet eden ısıtma sistemi bir ısı eşanjörü grubu ile kazan sisteminden ayrılarak, bu kısma 80/60°C sıcak su sağlamaktadır. Bina, yüksek olduğu için eşanjörler ile sistem alt ve üst zona ayrılarak sistemin basıncının ısı merkezindeki cihazlarda yükselmesi önlenmiştir.

Ofisler bölümü, fan coil üniteleri yardımıyla ısıtılmaktadır.

6.1.2.2 Bina Soğutma Havalandırma Sistemi

Sistemde, ana soğutma ünitesi olarak su soğutmalı soğutma gurubu mevcuttur. Soğutma yükünü karşılamak üzere iki adet su soğutmalı soğutma gurubu bulunmaktadır. Bu sistemde, açık havaya +6.50 kotuna yerleştirilen su soğutma kuleleri 30/35°C kondenser suyu üretmektedir. Kondenser suyuna ait boru sistemi ile -19.60 kotunda tesis edilen mekanik odada kondenser suyu pompaları ile su soğutmalı soğutma gruplarına temin edilmektedir. Su soğutmalı soğutma grupları, binanın ihtiyacı olan 7/12°C soğutulmuş suyu temin etmektedir. Her soğutma grubu için bir soğutma kulesi ve bir kondenser suyu pompası tesis edilmiştir.

Soğutma gruplarının her birinin birincil devre pompası yer almaktadır. Ünite çalışmadığında pompa da durmaktadır ve birincil devrede her bir üniteye sirküle eden su miktarı sabittir.

Soğutma sistemindeki ikincil devrelerde ise, sirküle eden su miktarı değişken olup, pompalarda frekans kontrollü seçilerek, işletme ekonomisi sağlanmıştır. Klima-havalandırma santralleri ile fan-coil üniteleri için ayrı bölüm pompaları bulunmaktadır.

Yapının klima-havalandırma sisteminde kullanılan cihaz tipleri aşağıdaki gibidir;

Temiz hava santralleri, %100 dış havayı alarak, ön filtre ve ana filtreden geçirmektedir. Dolayısı ile temiz hava santrallerinin tamamı taze hava ile çalışmaktadır. Bu gruba 1. filtreleme kademesi denilmektedir. Kış mevsiminde temiz hava, hizmet verilen mahalle ısıtıcı serpantinler ile ısıtılarak verilmektedir. HV (havalandırma) cihazları haricindeki temiz hava santralleri yaz mevsimlerinde %100 dış havayı hizmet verilen mahalle soğutucu serpantinler ile koşullandırarak göndermektedir.

Temiz hava santralleri, ön ve ana filtreler (1. filtreleme kademesi), ısıtıcı serpantinler, soğutucu serpantinler ve verici fanlardan meydana gelmektedir.

Ofis Alanları:

Ofis alanları çevre bölümünde, iç bölümdeki insan, aydınlatma ve bilgisayar gibi ısı kazançları yanında güneş ışınlarından ortaya çıkan ısıtma yükü yaz-kış mevcuttur. İlaveten bina içi ve bina dışı sıcaklık farkına bağlı olarak yazın ısı kazancı, kışın ise ısı kaybı olmaktadır.

Çevre bölümdeki, yukarıda sayılan bütün ısı kazançlarına rağmen, kış mevsiminde iç ve dış sıcaklık farklarından ortaya çıkan ısı kaybı çok büyük olup, dış bölümün ısıtılması gerekmektedir.

Ofis alanlarının asma tavanında 2-borulu gizli tip fan-coil üniteleri bulunmaktadır. Bütün ofis alanlarının ısıtma ve soğutma ihtiyacı müstakil 2-borulu fan-coil üniteleri ile sağlanmaktadır.

Ofisler için taze hava, şartlandırılmış olarak 10. kat (+37.10 kotu) mekanik odaya yerleştirilen merkezi taze hava cihazlarından verilmektedir. Binada ofis alanlarına hizmet etmek üzere 8 adet temiz hava santrali bulunmaktadır. Ofislerden egzost havasını atmak üzere çatıya yerleştirilen 4 adet egzost fanı bulunmaktadır. Ofis katlarında yer alan tuvalet hacimlerinin kirli havası yine çatıya yerleştirilen 4 adet egzost fanı tarafından emilerek atılmaktadır.

Binaya ait mekanik ekipmanların kapasiteleri ve elektrik tüketimler listesi aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 6.1 Kazan kapasiteleri

Sistem No	Bulunduğu Mahal	Tip	Isıtıcı Kapasitesi kW _{ısı}	Brülör kW	Adet
K 1	5. Bodrum Kat Mekanik Oda	Çift Yakıtlı Çelik Kazan	814	2	1 Asıl+1 Yedek
K 2	5. Bodrum Kat Mekanik Oda	Çift Yakıtlı Çelik Kazan	814	2	1 Asıl+1 Yedek

Çizelge 6.2 Soğutma kulesi kapasiteleri

Sistem No	Bulunduğu Mahal	Kapasite kW _{soğ}	Su Debisi m ³ /h	Su Giriş °C	Su Çıkış °C	Yaş Term. °C	Motor Kapasite kW
SOG-1	6.50 Kotu Teras	1740	299,7	35	30	25	30
SOG-2	6.50 Kotu Teras	1740	299,7	35	30	25	30

Çizelge 6.3 Soğutma gurubu kapasiteleri

Sistem No	Bulunduğu Mahal	Kapasite kW _{soğ}	Evaporatör			Motor Kapasite kW
			Su Debisi m ³ /h	Su Giriş °C	Su Çıkış °C	
CHL-1	5. Bodrum Kat Mekanik Oda	1395	240,3	12	7	290,6
CHL-1	5. Bodrum Kat Mekanik Oda	1395	240,3	12	7	290,6

Çizelge 6.4 Temiz hava santralleri

Sistem No	Hava Kapasitesi m ³ /h	Fan Motor kW	Soğutucu Serpantin kW	Isıtıcı Serpantin kW
THS-1	15700	11	154	121
THS-2	14640	11	143	113
THS-3	8130	5,5	82	63
THS-4	7985	5,5	75	89
THS-5	15700	11	154	121
THS-6	14640	11	143	113
THS-7	8130	5,5	82	63
THS-8	7985	5,5	75	89
THS-9	6300	3	58	51
THS-10	6300	3	58	51

Çizelge 6.5 Pompa kapasiteleri

Pompa No	Servis	Adet	Debi m ³ /h	Motor kW
SP-1	Soğutma Gurubu Pompaları	4 Asıl+2 Yedek	120,2	5,2
SP-2	Ofis Katları Isıtma Suyu Dönüş	2 Asıl+2 Yedek	35	2,5
SP-3	Üst Zon Eşanjörü Soğutma Suyu Gidiş	2 Asıl+2 Yedek	86,1	4,9
SP-4	THS 2/4/6/8/10 Soğutma Suyu Gidiş	1 Asıl+1 Yedek	59,3	3,8
SP-5	THS 2/4/6/8/10 Isıtma Suyu Gidiş	1 Asıl+1 Yedek	9,6	0,6
SP-6	Alt Zon FC Soğutma Suyu	1 Asıl+1 Yedek	80,1	4,4
SP-7	Alt Zon FC Isıtma Suyu	1 Asıl+1 Yedek	4,75	0,3
SP-8	Üst Zon Eşanjörü Isıtma Suyu Gidiş	1 Asıl+1 Yedek	17,2	1,1
SP-9	THS 1/3/5/7/9 Soğutma Suyu Gidiş	1 Asıl+1 Yedek	43,5	2,7
SP-10	THS 1/3/5/7/9 Isıtma Suyu Gidiş	1 Asıl+1 Yedek	6,8	0,4
SP-11	Üst Zon FC Soğutma Suyu	1 Asıl+1 Yedek	90,1	4,3
SP-12	Üst Zon FC Isıtma Suyu	1 Asıl+1 Yedek	30,1	2,2
SP-13	Soğutma Kulesi Sirkülasyon	4 Asıl+2 Yedek	150	7,7

Çizelge 6.6 Egzost fan kapasiteleri

Sistem No	Hava Kapasitesi m ³ /h	Fan Motor kW
EF-1	5500	1,5
EF-2	8100	2,2
EF-3	5500	1,5
EF-4	8100	2,2
EF-5	3020	0,55
EF-6	3020	0,55
BEF-1	17480	4
BEF-2	17480	4
BEF-3	17480	4
BEF-4	17480	4

6.2 Bina İş Merkezinin Mevcut Enerji Tüketim Profiline Oluşturulması (gün-ay-yıl bazında)

İş merkezinin genelinde de ofis alanlarında bulunan bilgisayar, fotokopi makinesi, iç aydınlatma gibi cihazlardan kaynaklanan elektrik tüketimleri, bina sabit tüketimini belirlemektedir.

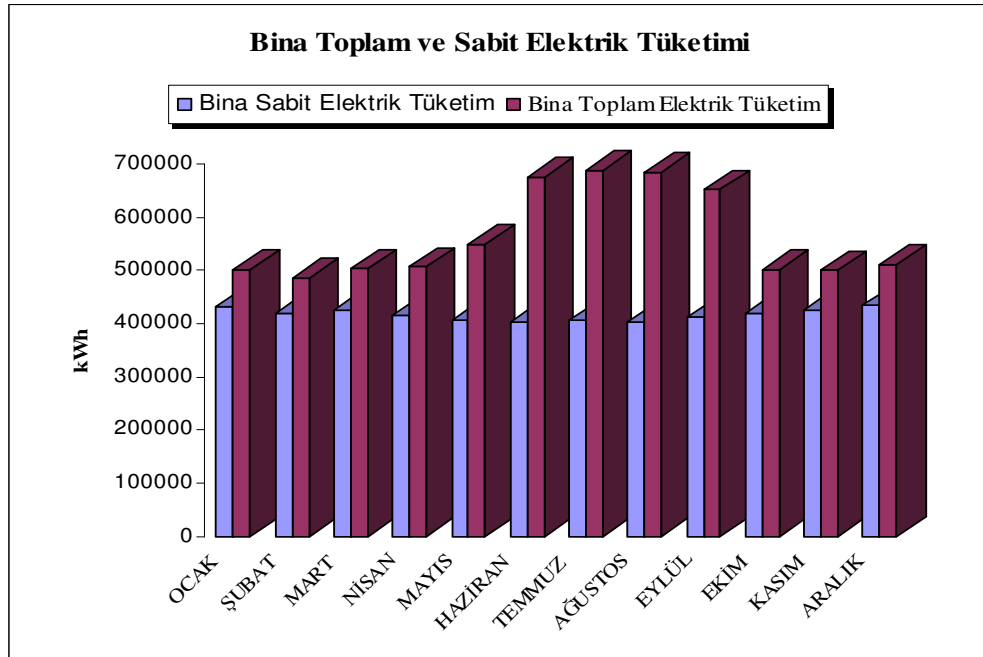
Çizelge 6.7 'de gösterilen bina sabit yükleri ve mekanik kullanım için gerekli olan elektrik tüketimleri yer almaktadır.

Çizelge 6.7 Aylara göre mekanik tesisat sistemine ait cihazların elektrik tüketimi

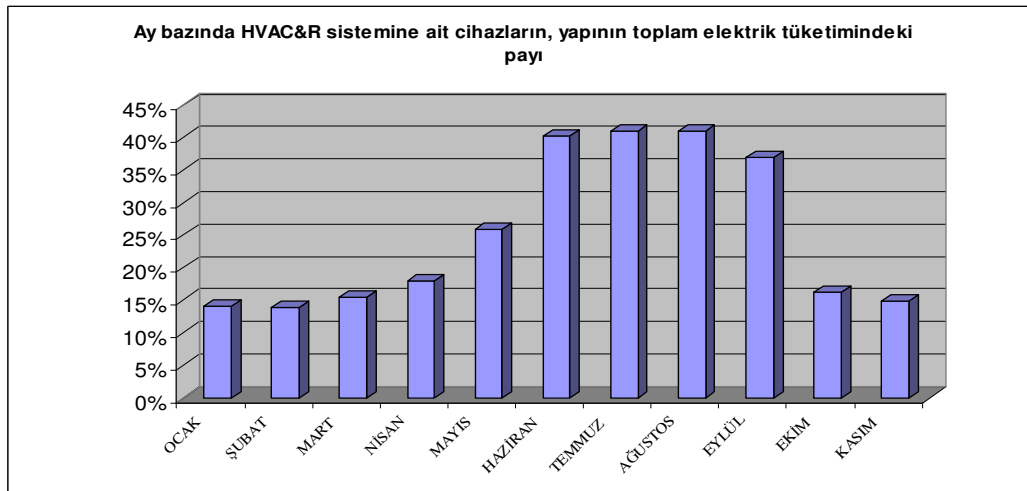
CİHAZLAR / ELEKTRİK TÜKETİM (kWh)								
Aylar	Gün	Temiz Hava Santralleri	Fanlar	Pompalar	Soğutma Grubu	Soğutma Kulesi	Fan-Coil	Toplam
OCAK	21	34104	7203	2734,2	-	-	26460	70501,2
ŞUBAT	20	32480	6860	2604	-	-	25200	67144
MART	23	37352	7889	2994,6	-	-	28980	77215,6
NİSAN	22	35728	7546	24763,2	67213,5	18480	27720	91156,1
MAYIS	21	34104	7203	23637,6	110768,4	17640	26460	142577,7
HAZİRAN	22	35728	7546	24763,2	162009,0	18480	27720	271368,3
TEMMUZ	22	35728	7546	24763,2	167885,7	18480	27720	282122,9
AĞUSTOS	22	35728	7546	24763,2	167365,9	18480	27720	280731,3
EYLÜL	22	35728	7546	24763,2	149102,8	18480	27720	241041,9
EKİM	21	34104	7203	23637,6	51709,1	17640	26460	81436,7
KASIM	22	35728	7546	2864,4	-	-	27720	73858,4
ARALIK	23	37352	7889	2994,6	-	-	28980	77215,6

Çizelge 6.8 Aylara göre bina elektrik tüketimi

Aylar	İş Günleri	Fatura Değeri kWh	Mekanik Cihazlar Elektrik Tüketim kWh	Bina Sabit Tüketim kWh	HVAC Tüketim Oranı
OCAK	21	501931	70501,2	431429	14,05%
ŞUBAT	20	486297	67144,0	419153	13,81%
MART	23	502931	77215,6	425716	15,35%
NİSAN	22	507010	91156,1	415854	17,98%
MAYIS	21	549127	142577,7	406549	25,96%
HAZİRAN	22	675444	271368,3	404075	40,18%
TEMMUZ	22	687585	282122,9	405462	41,03%
AĞUSTOS	22	685113	280731,3	404381	40,98%
EYLÜL	22	652492	241041,9	411450	36,94%
EKİM	21	501059	81436,7	419622	16,25%
KASIM	22	499592	73858,4	425733	14,78%
ARALIK	23	511267	77215,6	434052	15,10%



Şekil 6.4 Ay bazında yapının toplam elektrik ve sabit elektrik tüketimi

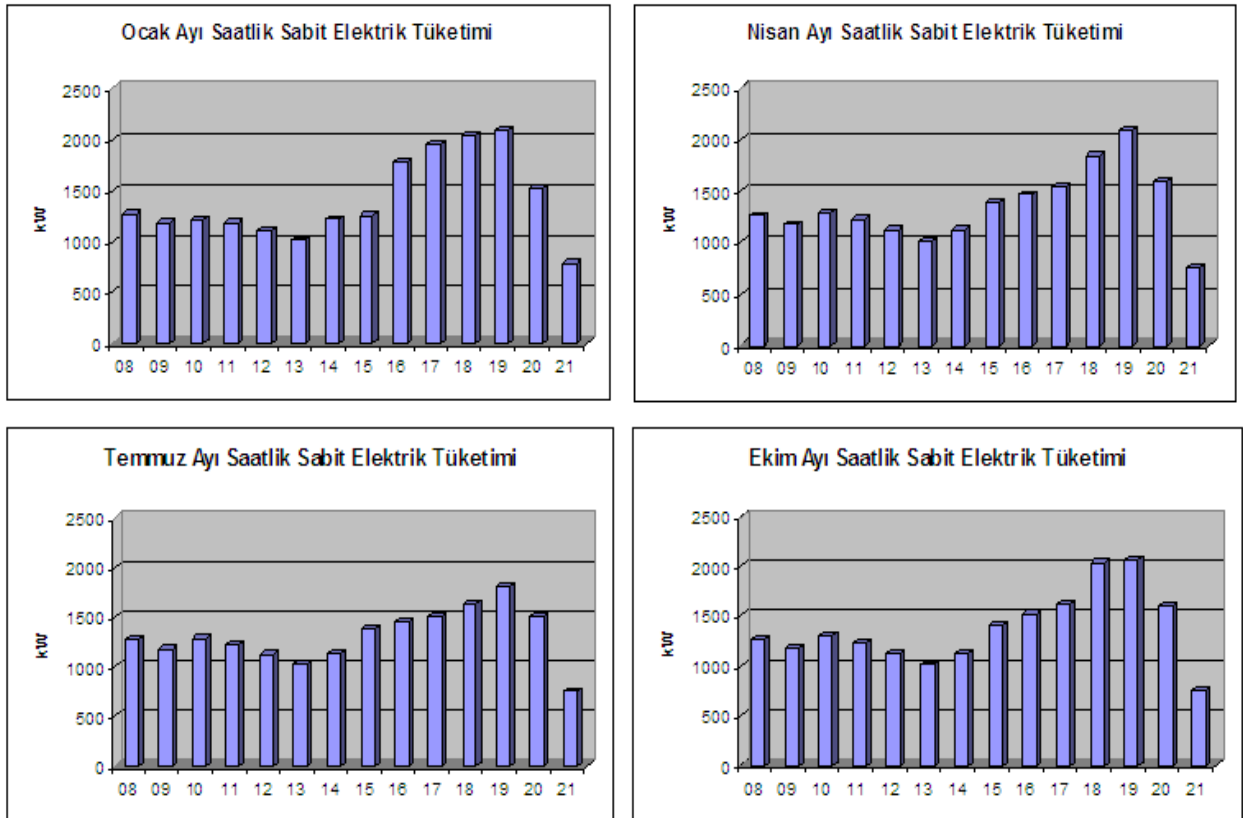


Şekil 6.5 Ay bazında HVAC&R sistemine ait cihazların, yapının toplam elektrik tüketimindeki payı

Yapının genelin de ofis alanlarında bulunan bilgisayar, fotokopi makinesi, iç aydınlatma gibi cihazlardan kaynaklanan elektrik tüketimleri gün bazında saatlik değişimini mevsimsel süreçte kış mevsimi için ocak. İlk bahar için nisan. Sonbahar için eylül ve yaz mevsimi için temmuz ayındaki değişimleri aşağıdaki grafiklerde görülmektedir.

Çizelge 6.9 Aylar bazında saatlik bina sabit elektrik tüketimi

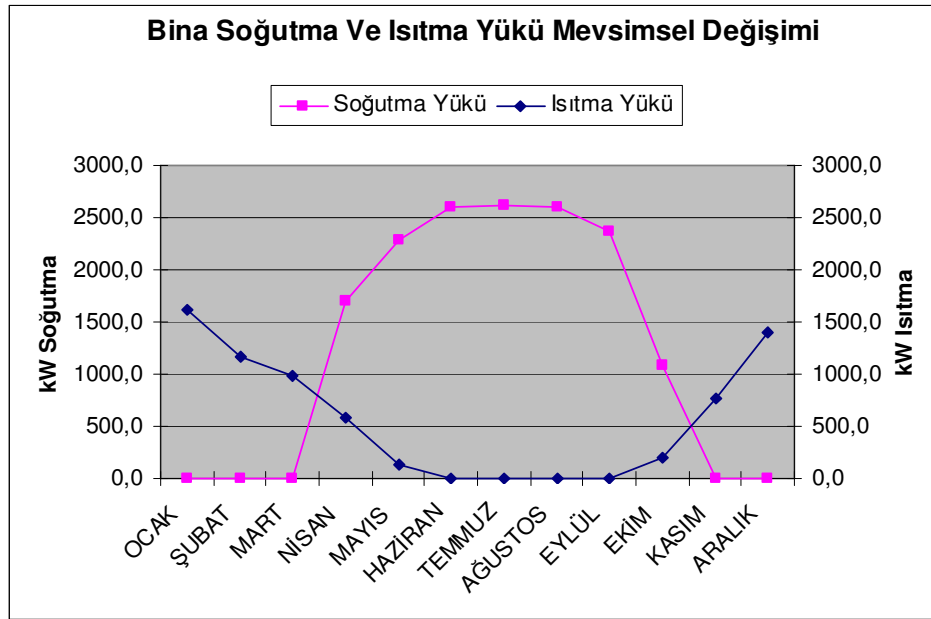
	OCAK	NİSAN	TEMMUZ	EKİM
Saat	Sabit Tüketim kW	Sabit Tüketim kW	Sabit Tüketim kW	Sabit Tüketim kW
08	1272,0	1261,6	1253,2	1267,8
09	1186,8	1177,4	1169,9	1182,9
10	1203,8	1295,2	1286,6	1301,7
11	1186,8	1227,9	1219,9	1233,8
12	1101,6	1126,9	1119,9	1132,1
13	1016,4	1009,1	1036,6	1013,4
14	1220,9	1126,9	1119,9	1132,1
15	1254,9	1396,2	1386,6	1403,4
16	1783,2	1463,5	1453,2	1522,1
17	1953,6	1547,7	1536,5	1623,8
18	2038,8	1850,7	1636,5	2030,7
19	2089,9	2086,3	1736,5	2064,6
20	1527,6	1598,2	1669,9	1606,8
21	786,0	756,6	753,3	759,1



Şekil 6.6 Yapının aylar bazında saatlik bina sabit elektrik tüketimi

Çizelge 6.10 Yapının ay bazında ısıtma ve soğutma enerji kullanımı

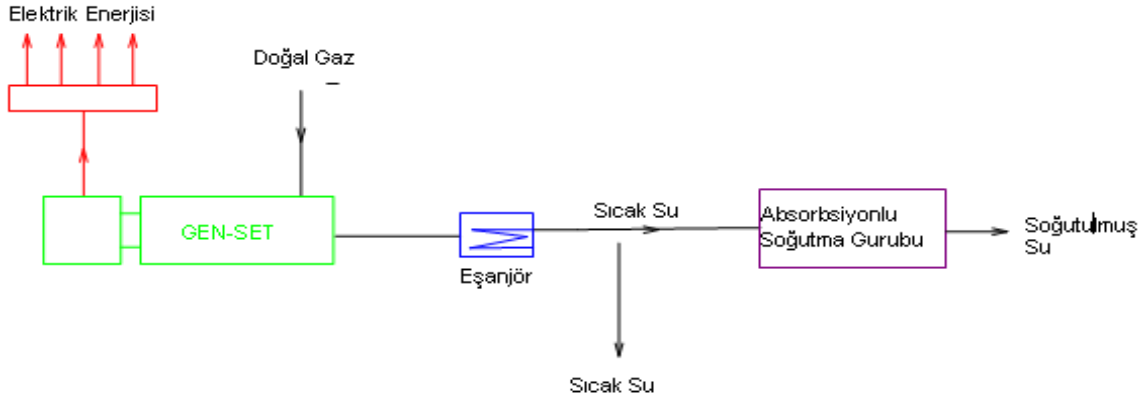
	Soğutma Yükü $kW_{soğ}$	Isıtma Yükü $kW_{ısı}$
OCAK	-	1616,4
ŞUBAT	-	1169,7
MART	-	978,7
NİSAN	1691,8	589,0
MAYIS	2275,3	138,9
HAZİRAN	2605,8	-
TEMMUZ	2616,4	-
AĞUSTOS	2598,3	-
EYLÜL	2369,0	-
EKİM	1086,7	203,5
KASIM	-	763,0
ARALIK	-	1407,3



Şekil 6.7 Ay bazında ısıtma ve soğutma enerji kullanımları

6.3 VAP Verimlilik Artırıcı Proje

Mevcut yapının yaşayan bir bina olduğundan hareketle, yapı üzerinde hizmetlerin sürekliliğini mümkün olan en az şekilde engelleyecek ve aynı zamanda günümüz enerji birim maliyetleri dikkate alındığında yapının toplam enerji tüketim maliyetini optimize edecek bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin kalbi, aşağıdaki şematik resimden de görüleceği üzere bir trijenerasyon uygulamasıdır.



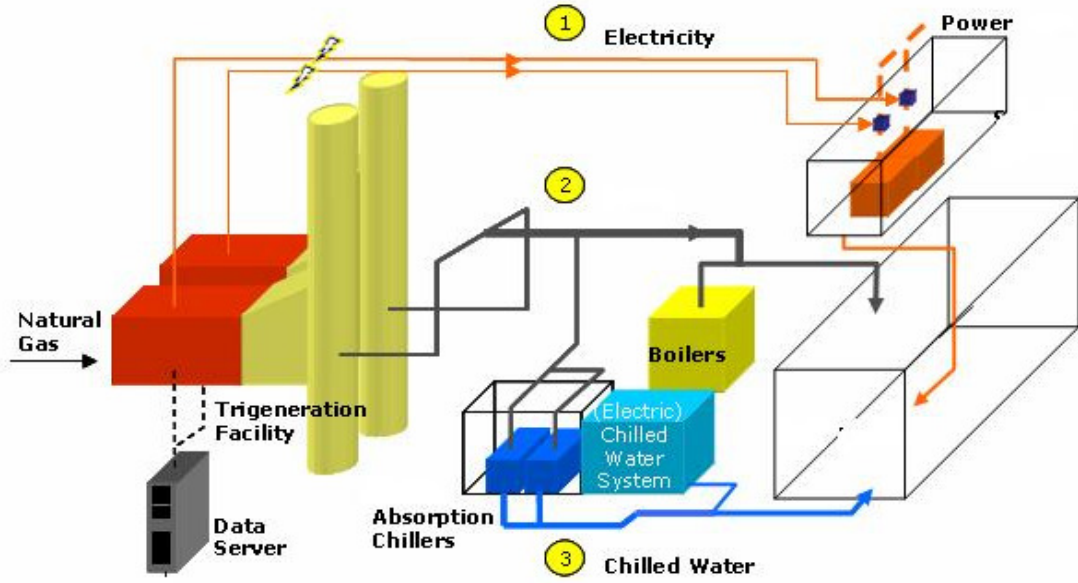
Şekil 6.8 Trijenerasyon genel sistem şeması

Bu uygulamada; doğalgaz yakıtlı trijenerasyon sisteminden elde edilen elektrik enerjisi, yapının sürekli elektrik enerjisine ihtiyaç duyan sistemlerinin gereksinimlerini karşılamaktadır. Bununla birlikte, trijenerasyon uygulamasından gerek egzost gazı geri kazanımı gerek de motor gövdesi ve yağı soğutma suyundan elde edilen ısı enerjinin (ki bu ısı enerjisi bazı noktalarda buhar, bazı noktalarda sıcak su şeklinde olmasına karşın tamamının eşanjörler vasıtası ile belirli bir derecede sıcak suya dönüştürülerek kullanılacağı planlanmıştır) tamamı, kış şartları uygulamasında ısıtma ihtiyacını, yaz şartları uygulamasında ise kullanılacak absorpsiyonlu soğutma grubu ile mevcut mekanik soğutma gruplarının kullanımını azaltılması amacıyla hizmet etmektedir. Bu uygulama ile kullanım kapasitesi azaltılan ve mevcut şartlar altında soğutma etkinlik katsayısı yaklaşık olarak 4.8 olan mekanik kompresörlü soğutma grupları kaynaklı elektrik enerjisi tüketimi de aynı oranda azalmaktadır.

Ancak seçimi yapılarak kapasiteler anlamında boyutlandırılması gereken trijenerasyon sisteminin, elektrik üretim kapasitesinin tam olarak kullanılması ve aynı zaman da geri kazanımı yapılan ısı enerjinin tam ve etkin kullanımı bir optimizasyon problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle farklı seçimlerden oluşan yatırım ve işletim senaryoları ile, ilk yatırım maliyetlerinin geri ödeme sürelerinin hesaplanması ve en uygun şartları oluşturan sistemin seçilmesi gerekmektedir.

6.3.1 Genel Bilgi

Kurulacak olan sistemin akım şeması Şekil 6.9'da gösterilmektedir.

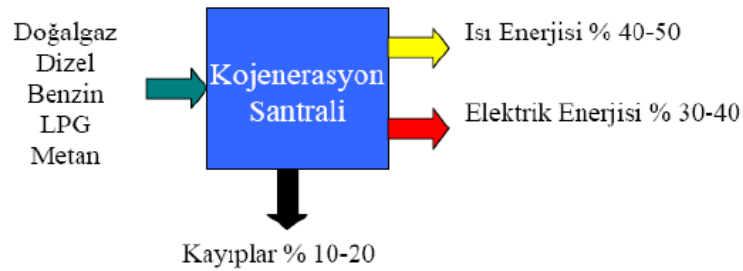


Şekil 6.9 Verimlilik artırıcı projenin genel sistem şeması

Kurulması planlanan tesise ait sistem elemanlarının ayrıntılı anlatım alt başlıklar altında aktarılmaktadır.

6.3.1.1 Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemleri

Kojenerasyon kelime olarak “Combined Generation” terimlerinin kısaltılmasından oluşmuştur. Isı ve elektriğin birlikte üretildiği “birleşik üretim” anlamına gelmektedir. Aynı yakıt kaynağından daha fazla kullanılabilir enerji açığa çıkarttığı için tek amaçlı üretim sistemlerinden daha verimlidirler. Verimli olmasının yanında egzoz gazlarını da değerlendirdiğinden CO2 emisyonu azalır.

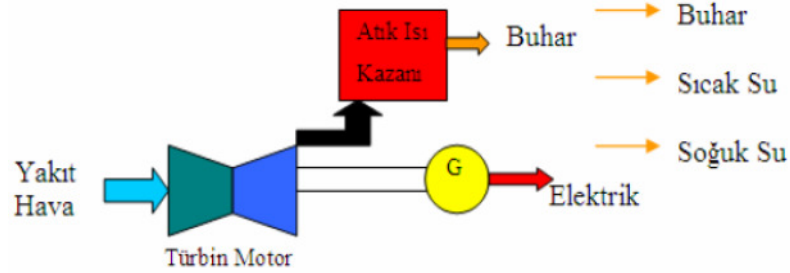


Şekil 6.10 Kojenerasyon sisteminin şematik görünüşü (TTMD, 2007)

Kojenerasyon, 20. yüzyılın başlarından itibaren yerleşim birimlerine kurulmuş ve bölge ısıtılması amaçlanmıştır. Kojenerasyon merkezi ısıtma uygulamalarının yaygın olarak kullanıldığı bölgelerde daha erken gelişme olanağı bulmuştur. Aynı zamanda bu sistemin kullanılmasının bir sebebi de yaz aylarında büyük klima tesisleri için buhara duyulan ihtiyaç

olmuştur. İskandinav ülkelerinde toplam binaların %30-80'i bu sistemle ısıtılmakta olup ısıtma merkezleri birleşik ısı-güç üretimi şeklinde düzenlenmiştir.

Uygulamalarda, “üçlü üretim” anlamına gelen trijenerasyon sistemleri de bulunmaktadır. Bu sistemler, ısı ve elektrik enerjisinin yanında kojenerasyonun atık gazından elde edilen sıcak su veya buhar ile soğuk suyun elde edildiği bu sistemlerdir. (ETKB, 2010)



Şekil 6.11 Trijenerasyon Sisteminin Şematik Görünüşü (TTMD, 2007)

Trijenerasyon kısaca, enerjinin elektrik, ısı ve soğutma formlarında aynı sistemden beraberce üretilmesidir. Sistemde mile aktarılan mekanik güç bir alternatör sayesinde elektrik gücü üretmek için kullanılır. Buna ek olarak duman gazlarından faydalanılarak sıcak hava ve sıcak su üretimi gerçekleştirilir. Sistemde; bacadan dış ortama atılacak duman gazlarının içerdiği ısı enerjisinden yararlanılarak enerji tasarrufu yapılır ve böylece enerji verimi artar. Bu birliktelik, üç enerji formunun da tek tek kendi başlarına ayrı yerlerde üretilmesinden daha ekonomiktir.

Basit çevrimde çalışan, yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoru kullanılan sistemlerde, enerjinin % 30-40 kadarı elektriğe çevrilebilmektedir. Bu sistemin trijenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişi % 70-90 değerlendirilir. Bu tekniğe birleşik ısı-güç sistemleri ya da kısaca trijenerasyon denir. (ETKB, 2010)

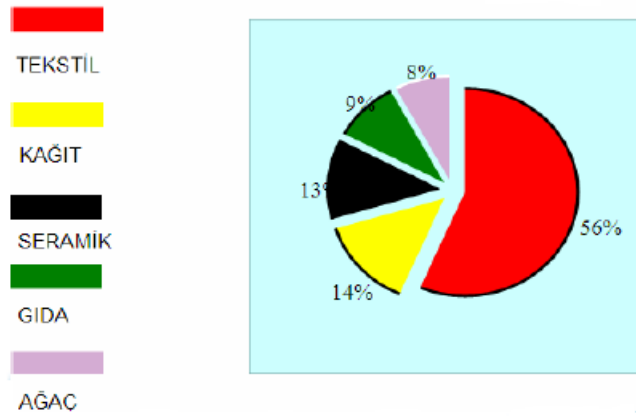
6.3.1.2 Kojenerasyon Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar

Kojenerasyon tesislerinin gelişmiş enerji üretim sistemi olarak, kentsel yerleşimler ve sanayi alanında birçok uygulama alanı bulmaktadır. Kullanılacak tesislerin kapasiteleri gereksinim duyulan ısı ve elektrik enerjisi miktarına göre belirlenmektedir. Kojenerasyon tesisleri; petrol rafinerileri, petrokimya kompleksleri, kimya tesisleri, tekstil boyama tesisleri, kağıt ve selüloz işleme tesisleri, ağaç işleme tesisleri, gıda üretim tesisleri, gübre tesisleri, tuğla ve seramik tesislerinde kullanılabilmektedir.

Kojenerasyon tesisleri kentsel yerleşimlerin ısıtma ve soğutması amacıyla da

kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu yerleşim alanlarında gereksinim duyulan elektrik enerjisi de sağlanmaktadır. Türkiye’deki kojenerasyon tesislerin kullanıldığı alanlar Şekil-6.11’de gösterilmektedir.

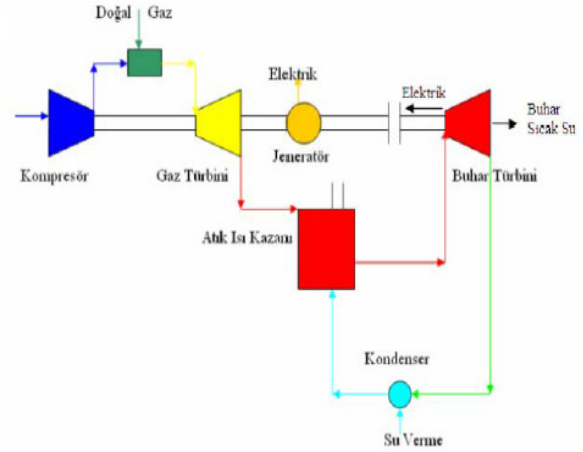
Günümüzde bölgesel ısınmalar için birçok yerde kojenerasyon uygulamaları kullanılmaktadır. Ticari ve küçük endüstriyel uygulamalar için de kojenerasyon sistemleri mümkün olmaktadır. Kojenerasyon sisteminin uygulanmasında en büyük olumsuzluk, kullanım ve yapım mevzuatlarındaki belirsizlik ve kuruluş maliyetlerinin yüksek olmasıdır.



Şekil 6.12 Türkiye’de kojenerasyon tesislerinin kullanıldığı alanlar (TTMD, 2007)

6.3.1.3 Kojenerasyon Tesislerini Oluşturan Sistemler

Kojenerasyon tesislerinin basit çevrimdeki sistemlerden daha yüksek verimle çalışmasının başlıca nedeni egzoz gazlarından faydalanarak ikinci bir enerji üretmektir. Basit bir çevrimde, sadece elektrik üreten gaz türbini ya da motor, enerjinin % 30-40’ını elektriğe çevirirken; kojenerasyon sisteminde dışarıya atılacak ısının büyük kısmı kullanılabilir enerjiye dönüşmektedir. Böylece toplam enerji girişinin %60-90’ı değerlendirilmektedir. Bu tekniğe aynı zamanda Birleşik Isı-Güç Sistemleri (Combined Heat and Power Systems) denilmektedir. Şekil 6.12’de kojenerasyon tesislerini oluşturan sistemin şematik görünüşü verilmektedir. Kojenerasyon tesislerinde jeneratörü tahrik eden gaz türbini, gaz motoru ve dizel motoru olmak üzere 3 farklı motor kullanılmaktadır. Gaz türbini, havayı sıkıştırıp, gaz veya sıvı yakıtı yakarak elektrik jeneratörünü döndüren sistemdir. Gaz türbininden çıkan egzoz gazları, sıcaklığı çok fazla olduğundan, atık ısı kazanında değerlendirilip yüksek verimde ısı enerjisi elde etmede kullanılmaktadır. Gaz türbinleri genel olarak 1 MW ve üstü güçlerde kullanılmakta ve ısı üretimleri türbin çıkış gücünün 2.5 – 3 katı kadar olmaktadır. (ETKB, 2010)



Şekil 6.13 Kojenerasyon tesisinin şematik görünümü (TTMD, 2007)

Gaz motorları; düşük devirli, otto çevrimli, çok silindirli ve 50-3500 kW güç aralığında çalışan sistemdir ve ısı üretimleri güç çıkışının 1-1,5 katı kadar olmaktadır. Gaz motorları; doğalgaz, propan veya biogaz ile çalışabilmektedir. Azot oksit emisyonu düşük olduğundan çevre dostudur.

Dizel motorlar çok silindirli olup 200-22000 kW çıkış güçleri arasında çalışmaktadır. Dizel motorlarda motorin ya da ağır fueloil yakıtlar kullanılmaktadır. Elektrik üretim verimi yüksek, atık ısı üretimi düşüktür. Genellikle güç çıkışına eşit bir ısı üretimine sahiptir. Kojenerasyon tesislerinin diğer önemli kısmını, egzoz gazlarının değerlendirildiği atık ısı kazanları oluşturmaktadır. Atık ısı kazanları, gaz türbinleri, gaz motorları ya da dizel motorların egzoz çıkışlarına monte edilmektedir. Egzoz gazları, kazana besleme suyu ve kondenser ile giren suyu kızdırma sıcaklığı değerine getirerek buhara dönüştürmektedir. Oluşan buhar da amaca uygun olarak sıcak su veya buhar olarak sisteme verilmektedir. (ETKB, 2010)

Buhar türbinleri, atık ısı kazanından gelen yüksek basınçlı buhar ile çalışmaktadır. Buhar türbini gelen buhar ile dönüş hareketi elde etmekte ve jeneratörü çevirerek ikinci kez elektrik enerjisi üretmektedir. İsteğe bağlı olarak basınçlı buharı direk olarak sisteme, buhar ya da sıcak su olarak verebilmektedir.

Kojenerasyon tesislerinde kullanılan yakıt tipi; genel olarak doğalgazdır. Doğalgazın ekonomik oluşu, depolanma gereksiniminin olmaması, yanma özelliğinin iyi olması ve çevre dostu olması kullanım alanını genişletmektedir. Doğalgazı izleyen diğer yakıtlar; propan, dizel, sıvı yakıt no 4, sıvı yakıt no 6 ve nafta olarak sıralanabilir. Doğalgaz ve propan ticari olarak kullanılırken biogaz, kok gazı ve odun gazı çöplükler ya da özel gazlar üreten tesislerde kullanılmaktadır. Dizel yakıtının yanması verimli, emisyon oranı düşüktür. Fiyatı

sebebiyle kojenerasyon sistemlerinde ana yakıt olarak kullanılması ekonomik değildir. Ancak gaz kesintilerine karşı ek yakıt olarak ve elektrik kesintilerinde dizel jeneratörü çalıştırması sırasında kullanılması uygun görünmektedir. Sıvı yakıtların emisyonlarında arıtma gerektirdiği için bu tesislerde ekonomik olarak kullanılamamaktadır. Gaz yakıtların türbin ve motorlarda yakılabilmesi için en önemli kriterler metan sayısı, ısı değeri ve doğrusal alev hızıdır. (ETKB, 2010)

6.3.1.4 Kojenerasyon\Trijenerasyon Tesislerinin Üstünlükleri

Kojenerasyon tesislerinin en büyük üstünlüğü, gereksinim duyulan enerji türlerini istenildiği zaman ve miktarda üretebilmesidir. Bu tesisler, kendi enerjilerini kendileri ürettiklerinden dışa bağımlı değildir. Üretilen enerjideki kalite ve devamlılık diğer bir üstünlüğüdür. Böylece elektrik kesilmesi, frekans ve voltajdaki düzensizlikler ortadan kalkmış olmaktadır. Kojenerasyon tesislerine yapılan kredi harcamaları uzun vadede geri ödemeli olduğu için enerji daha ucuz elde edilmektedir. Kojenerasyon tesislerinde egzoz gazlarından faydalandığından CO₂ emisyonları oldukça düşüktür. Böylece sistem çevre kirliliği yönünden de avantajlı durumdadır. (ETKB, 2010)

Kojenerasyon tesislerinin diğer avantajları;

- Geleneksel elektrik üretiminde elektrik enerjisinin uzak mesafelere naklinde önemli miktarlarda kayıplar oluşmasına karşın yerel elektrik üretimi sağlayan bu tesislerde nakil kayıpları ortadan kalkmaktadır.
- Küçük güç ve boyutlarda inşa edilebildiğinden, daha küçük ve yerel şirketlerce kurulup işletilebilmektedir.
- Enerjinin dönüşümü ve kullanımında verimliliği artırmaktadır.
- Üretim tesislerinin çeşitliliğini artırıp, endüstriyel ve ticari kuruluşlara üretimde rekabet gücü sağlamaktadır.
- Bu sistemler gelişip yaygınlaştıkça yeni yatırım ve iş olanakları sağlanmaktadır.
- Ulusal enerji maliyetinde büyük miktarda azalma sağlanmaktadır.
- Birincil enerji kullanımındaki yüksek verimlilikten dolayı, yerel ve ithal enerji kaynaklarından tasarruf sağlanmaktadır

6.3.1.5 Absorbsiyonlu Soğutma Grubu

Absorbsiyonlu su soğutma sistemleri düşük sıcaklıkta suyun ısıtılması, sayesinde düşük enerji seviyesindeki kaynağın ısısının alınması esasıyla çalışır. Buhar sıkıştırma çevrim sistemine benzer şekilde absorpsiyonlu soğutma gurubu çalışma prensibi, soğutma yapmak için çevrimli buharlaşma-yoğuşma döngüsüne dayanmaktadır. İlkinde buharın sıkıştırılması mekanik kompresörle yapılırken, absorpsiyonlu soğutma gurubunda bu işlem bir ısı kaynağından sağlanan enerjiyle gerçekleştirilmektedir. Bu ısının kaynağı, ya bir kazan kullanarak direk yakma, ya da; diğer proseslerden elde edilen buhar, sıcak su veya atık ısının değerlendirilmesi ile dolaylı yakmadır. Mevcut absorpsiyonlu soğutma gurubu; Düşük atık ısı enerjili tek-etkili (tek aşamalı jeneratör konfigürasyonu) soğutma gurubu veya ısı kaynağı olarak direk yakmalı ya da yüksek dereceli buhar kullanan enerji verimliliği yüksek çift-etkili (iki aşamalı jeneratör konfigürasyonu) soğutma gurubu olmak üzere iki kısımdırlar. (ETKB, 2010)

Dolaylı yakmalı çift-etkili soğutma gurubunun; performans katsayıları (COP) 1.0-1.2 arasında değişmektedir. Kazan verimliliği, COP hesaplamalarında dikkate alınmaktadır.

Direk yakmalı çift-etkili absorpsiyonlu soğutma gurubunun COP değerleri 0.9-1.1 gibi daha düşüktür. Jeneratör direk yakmalı olduğundan, kazan verimliliği bir faktör oluşturmamaktadır.

Doğal gazlı absorpsiyonlu soğutma gurubu, elektirikli soğutma gurubuna nazaran daha düşük performans katsayılarına (COP) sahip olmakla birlikte, ekonomik ve çevre dostu olma avantajları ile çok defa tercih edilen konumda olmaktadır.

Doğal gazlı absorpsiyonlu soğutma gurubu, pik dönemde elektrik tüketimini azaltmakta, düşük maliyetli yakıtla çalışmakta daha, az sayıda hareketi parçadan oluşmalarından dolayı daha az bakım gerektirmekte, daha sessiz çalışmakta ve zararlı soğutkan kullanmamaktadır. (CFC Kloro Flora Karbon). CFC esaslı soğutucuların ozonu yok eden özellikleri ortaya çıktığından beri büyük kabul görmüştür. Vakum altında hücre içine sprey halinde püskürtülen ve +3 °C 'de buharlaştırılan su ve boru demeti içinden geçen suyu soğutur. Ancak buharlaşma hücre doluncaya dek sürdürülebilir. Gerekli hacmi tekrar sağlayabilmek için su buharının bir çeşit tuz (Lityum Bromür) yardımı ile emilmesi gerekir. İşlemin tekrarı için LiBr'ün ve suyun tekrar kullanılabilmesine bağlıdır. LiBr ısıtıldığında içerdiği suyu bırakır ve sistem çevriminin tekrarlanması sağlanır. (ETKB, 2010)

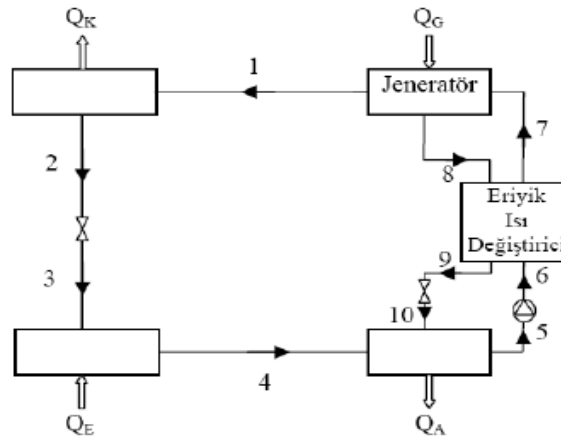
çözelti) bundan sonra alt kovanın dibinde toplanır. Çözelti ısısı, absorber borularından geçen soğutma suyu tarafından uzaklaştırılır. (ETKB, 2010)

6.3.1.9 Generatör

Seyreltik çözelti daha sonra, generatörden sıcak yoğunlaştırılmış çözelti tarafından ön ısıtmaya tabi tutulduğu ısıtıcının içine pompalanır. Isıtıcı generatördeki seyreltik çözeltinin ısıtılması için gereken buhar ya da sıcak suyun miktarını azaltmak suretiyle çevrimin etkinliğini yükseltir. Sonra seyreltik çözelti, basıncın dış atmosfer basıncının yaklaşık onda biri ya da 70 mm civa basıncı kadar olduğu yoğuşturucu ve üretici içeren üst kovana doğru yoluna devam eder. Seyreltik çözelti üreteç borularından geçer ve buhar ya da sıcak su tarafından ısıtılır. Buhar ya da sıcak sudan kaynaklanan ısı girişinin miktarı bir valf tarafından kontrol edilir ve gereken soğutma yüküne karşılık olacak şekilde belirlenir. Sıcak generatör boruları seyreltik çözeltiyi kaynatarak soğutucu malzeme buharının serbest kalmasını sağlarlar ki bu da çözeltinin yeniden yoğuşmasına yol açar. (ETKB, 2010)

6.3.1.10 Yoğuşturucu

Soğutucu malzeme buharı yoğuşturucuya kadar yükselir ve yoğuşturucu borularından akmakta olan suyun soğutucu etkisi ile yoğuşur. Sıvı soğutucu alt kovana geri döner ve devridaim yaptırılan soğutucu ile yeniden püskürtmeye tabi tutulur. Soğutucu malzeme çevrimi generatörden, alt konanda bulunan ve yeniden soğutucu malzeme emmeye hazır olan emiciye geri döner. Lityum Bromür çevrimi de böylece tamamlanmış olur. (ETKB, 2010)



Şekil 6.15 Tek Etkili absorpsiyonlu soğutma gurubu (ETKB, 2010)

6.3.1.11 Absorpsiyonlu Soğutma Gurubunun uygulamam Alanları

Absorpsiyon üniteleri hastanelerde, apartman ve ofis binalarında, üniversitelerde, buz patenleri, hemşire evleri, oteller, perakendeliler, endüstriyel tesisler ve diğerleri ve çok katlı

meskenlerin iklimlendirilmesinde soğuk su sağlamak için kullanılabilir.

6.3.2 İşletme Senaryoları

6.3.2.1 Yaz İşletmesi

Yaz iklim şartları, özellikle mekanik kompresörlü soğutma grubundan kaynakları elektrik tüketiminin pik noktaya ulaştığı dönemdir. Ancak sistemin genel tanımı başlığı altında da değinildiği üzere, ihtiyaç duyulan soğutma enerjisinin bir kısmı absorpsiyonlu soğutma grubu ile karşılanarak bu pik yükün 5.1.1’de “Zirve Yüğü Traşlama” başlığı altında ana fikri verilen strateji ile düşürülmesi hedeflenmiştir. Absorpsiyonlu su soğutma grubu, mevcut soğutma ihtiyacının farklı ilk yatırım maliyeti senaryolarına göre yaklaşık olarak % 32 ile 28 kadarını karşılamaktadır. Bununla beraber yine farklı yatırım senaryoları ile değişiklik gösteren trijenerasyon sistemi elektrik enerjisi üretimi de farklılık göstermektedir. Yapılan çok sayıdaki ilk yatırım senaryosu ile bu senaryolara ait işletim maliyetleri hesapları ve geri ödeme süreleri dikkate alınarak bu senaryolar iki adet ile sınırlandırılarak bu çalışma içerisinde sunulmuştur. Bu senaryolar arasında sadece kullanılan trijenerasyon sisteminin kapasitesi, dolayısı ile bu sistemle ilişkili olarak çalışan absorpsiyonlu su soğutma grubu kapasitesi ile mevcut mekanik kompresörlü soğutma grubunun kullanım faktörü değişiklik göstermektedir. Ancak bu değişiklikler doğrudan yatırım maliyetini ve dolaylı olarak da tesisin dışarıdan enerji girdisi miktarını dolayısı ile de işletme maliyetini etkilemektedir. Sonuç olarak her iki senaryonun geri ödeme süresi farklı çıkmakta, ekonomiklik ve uygulama açısından bir tercih yapılması gerekmektedir.

6.3.2.2 Kış İşletmesi

Kış iklim şartları için dış hava sıcaklığının düşük olması nedeni ile bina kabuğundan oluşan ısı kaybı ve buna ek olarak iklimlendirme sistemindeki taze havanın ısıtılması için gerekli olarak ısıtma enerjisi ihtiyacı toplamının büyük bir bölümü, tüm mevsim süresince kojenerasyon unitesinden sağlanmaktadır. Ancak ısı enerjisi ihtiyacı ve elektrik taleplerinin karşılanmasını sağlayabilmek için, kojenerasyon sistemi kapasitesinin yeterli ısıtma veya elektrik talepleri, şehir elektrik şebekesinden satın alınarak ve/veya doğalgaz yakıtlı ısıtma kazanları ile karşılanmaktadır.

Trijenerasyon senaryosunda çalışmaların detaylandırılmış modellemesinde işletme ana şartı, üretilen ısı enerjisinin tamamının kullanılmasıdır. Isıl ve elektriksel enerji ihtiyaçları birbirlerinden bağımsız ve çok farklı değerler olduğundan, yapılan çalışmada iki adet işletme senaryosuna ait dizayn ve işletme parametreleri ile bu parametreler sonucunda belirlenen

cihaz kapasitelerine yönelik belirlenen cihazlar ve detay bilgileri aşağıdaki çizelgede yer almaktadır.

Senaryo 1:

Çizelge 6.11 Seçilen kojenerasyon ünitesi teknik verileri

Açıklama	Birim	Değer
Emisyon Seviyesi (NO _x)	mg/Nm ³	250
Arka Soğutucu, İki seviyeli	°C	43
Paket Performansı	kWelk.	1200
Elektrik Verimi	%	40.9
Yakıt Sarfıyatı(Doğalgaz)		
100%	Nm ³ /h	296
75%	Nm ³ /h	228
50%	Nm ³ /h	159
Soğutma sistemi		
Ceket Suyu Sıcaklığı	°C	99
Egzost Sistemi		
Yakma Havası Giriş Debisi	Nm ³ /s	1,40
Egzost gazı sıcaklığı	°C	443
Egzost Gazı Debisi	Nm ³ /h	85.8
Isı Atımı		
Ceket Suyuna Atılan Isı	kW	646
Egzoza Atılan Isı	kW	643
Toplam Isı	kW	1289
Boyutlar		
Uzunluk	m	4.645
En /Genişlik	m	1.828
Yükseklik	m	2255
Ağırlık	kg	12250
Çalışma Süresi	saat	3650

Çizelge 6.12 Seçilen absorbsiyonlu soğutma gurubu cihazı teknik verileri

Açıklama	Birim	Değer
Soğutma Kapasitesi	kW	886
Soğutulmuş su	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C
	Debi	m ³ /h
	Basınç Düşümü	bar
	Boru Bağlantı Boyutu	DN
Soğutma Suyu	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C
	Debi	m ³ /h
	Basınç Düşümü	bar
	Boru Bağlantı Boyutu	DN
Sıcak Su	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C
	Debi	m ³ /h
	Basınç Düşümü	bar
	Boru Bağlantı Boyutu	DN
Pompa	Solüsyon Pompası	kW

	Soğutma Pompası	kW	0.75
	Vakum Pompası	kW	0.4
Elektriksel Güç		kVA	14
Boyutlar	Uzunluk	m	4.882
	Genişlik	m	2.254
	Yükseklik	m	2.221

Senaryo 2:

Çizelge 6.13 Seçilen kojenerasyon ünitesi teknik verileri

Açıklama	Birim	Değer
Emisyon Seviyesi (NOx)	mg/Nm ³	250
Arka Soğutucu , İki seviyeli	°C	43
Paket Performansı	kWelk.	1000
Elektrik Verimi	%	40.8
Yakıt Sarfiyatı(Doğalgaz)		
100%	Nm ³ /h	251
75%	Nm ³ /h	194
50%	Nm ³ /h	137
Soğutma sistemi		
Ceket Suyu Sıcaklığı	°C	99
Egzost Sistemi		
Yakma Havası Giriş Debisi	Nm ³ /s	1,17
Egzost gazı sıcaklığı	°C	408
Egzost Gazı Debisi	Nm ³ /h	74,9
Isı Atımı		
Ceket Suyuna Atılan Isı	kW	402
Egzoza Atılan Isı	kW	762
Toplam Isı	kW	1164
Boyutlar		
Uzunluk	m	4.645
En /Genişlik	m	1.828
Yükseklik	m	2.255
Ağırlık	kg	10886
Çalışma Süresi	Saat	3650

Çizelge 6.14 Seçilen absorpsiyonlu soğutma gurubu cihazı teknik verileri

Açıklama	Birim	Değer
Soğutma Kapasitesi	kW	777
Soğutulmuş su	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C
	Debi	m ³ /h
	Basınç Düşümü	bar
	Boru Bağlantı Boyutu	DN
Soğutma Suyu	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C
	Debi	m ³ /h
	Basınç Düşümü	bar
	Boru Bağlantı Boyutu	DN

Sıcak Su	Giriş/Çıkış Sıcaklığı	°C	95-80
	Debi	m ³ /h	61.5
	Basınç Düşümü	bar	0.30
	Boru Bağlantı Boyutu	DN	100
Pompa	Solüsyon Pompası	kW	5.2
	Soğutma Pompası	kW	0.75
	Vakum Pompası	kW	0.4
Elektriksel Güç		kVA	14
Boyutlar	Uzunluk	m	4.882
	Genişlik	m	2.254
	Yükseklik	m	2.221

6.3.3 Yatırım ve İşletme Maliyetleri

6.3.3.1 Yatırım Maliyeti Hesapları

Senaryo 1:

Kojenerasyon ünitesi maliyeti	: 534.000,00 €
Kurulum+işçilik	: 58.740,00 €
Absorbsiyonlu soğutma gurubu cihaz maliyeti	: 183.000,00 €
Kurulum+işçilik	: 20.130,00 €
Yardımcı tesisat elemanları (eşanjör, pomp vs.) cihaz maliyeti	: 45.400,00 €
Toplam Yatırım Maliyeti	: 841.270,00 €

Senaryo 2:

Kojenerasyon ünitesi maliyeti	: 445.000,00 €
Kurulum+işçilik	: 48.950,00 €
Absorbsiyonlu soğutma gurubu cihaz maliyeti	: 152.500,00 €
Kurulum+işçilik	: 16.775,00 €
Yardımcı tesisat elemanları (eşanjör, pomp vs.) cihaz maliyeti	: 39.800,00 €
Toplam Yatırım Maliyeti	: 703.025,00 €

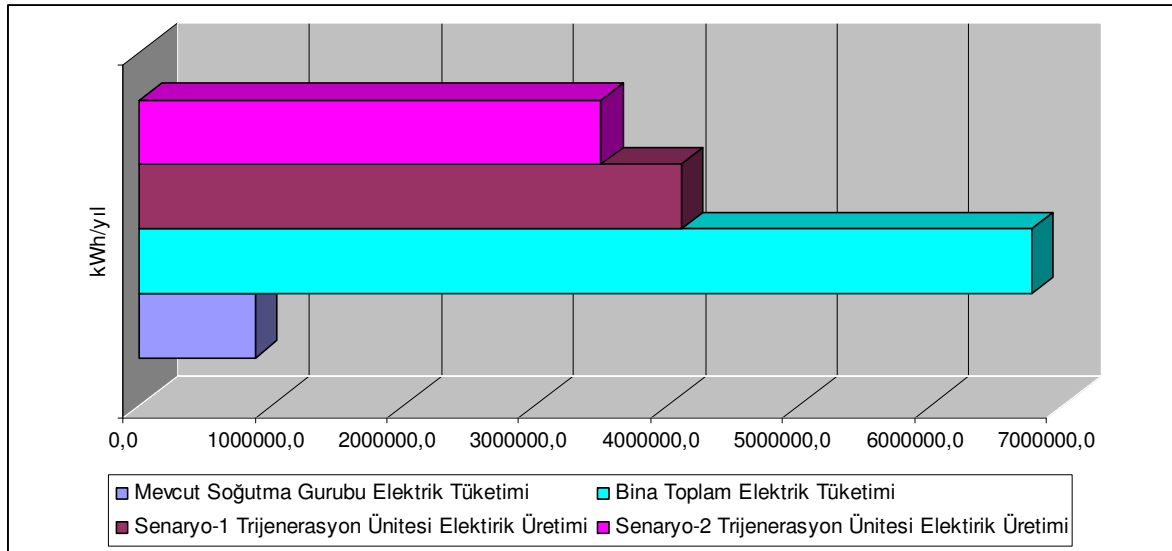
6.3.3.2 İşletme Maliyeti Hesapları

Trijenerasyon sistemi için yıllık işletme maliyetinin hesaplanması konvansiyonel sisteme göre daha karmaşıktır. Trijenerasyon sistemi ile ilgili işlemsel yaklaşımlar önemli bir etkidir. En genel anlamda sğutma grupları kaynaklı elektrik tüketimi ve bu tüketimin mali boyutu göz anüne alındığında, yapılması gereken işletme şeklinin trinejenerasyon sistemi ile buradaki

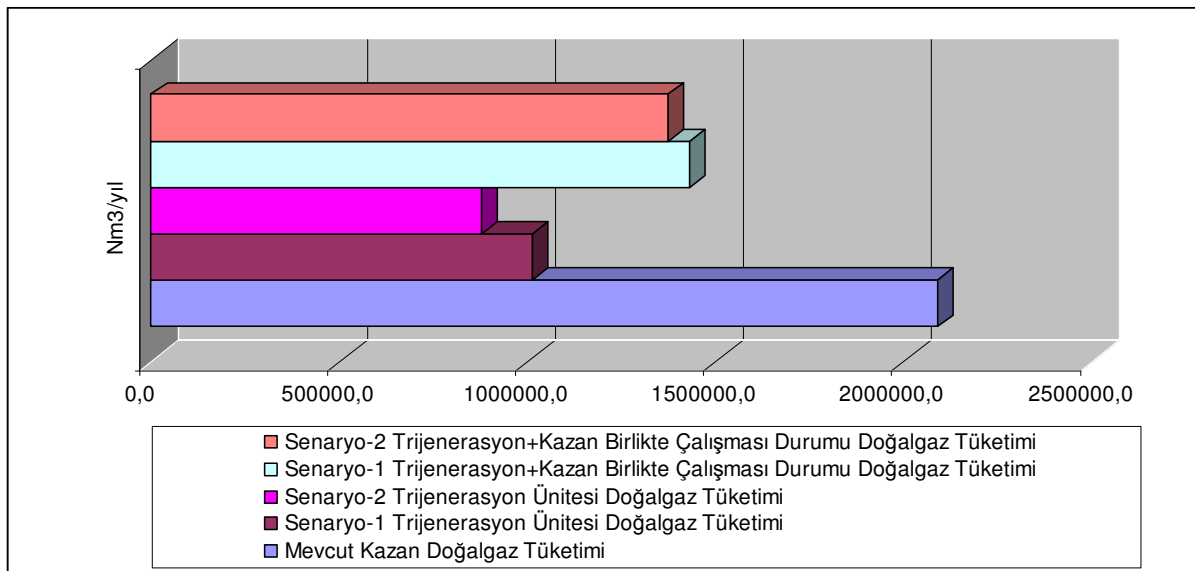
elektriksel enerji kullanımının azaltılmasıdır. Ancak bu gerçekleştirilirken diğer bir taraftan, trijenerasyon sisteminden üretilen ve/veya açığa çıkan elektriksel ve ısı enerjisi ile soğutma enerjisinin tam ve etkin bir şekilde kullanılması da hedeflenmelidir. Bunu doğal bir sonucu olarak tesisin tüm elektrik ihtiyacını karşılayacak bir kojenerasyon/trijenerasyon uygulaması yerine, ki bu uygulamada oldukça fazla miktar atık ısı ve soğutma enerjisinin kullanılmayarak bertaraf edilmesi söz konusu olacaktır, ısı ve elektriksel çıktıların yıl bazında her mevsimsel işletme şartında tamamının etkin olarak kullanılabildiği sistemin kapasitelerinin belirlenmesi bir optimizasyon problemi olarak karşımıza çıkmaktadır

Çizelge 6.15 Sistemin işletme senaryoları karşılaştırmalı maliyet hesapları

	Senaryo-1	Senaryo-2	
Açıklama	Değer	Değer	Birim
Mevcut Soğutma Gurubu Net Soğutma Kapasitesi	2790,0	2790,0	kW/h
Mevcut Soğ. Gurubu Soğ.Etkinlik Katsayısı (COP)	4,8	4,8	
Mevcut Soğutma Gurubu Elektrik Sarfıyatı	581,3	581,3	kW/h
Mevcut Kazan Sıcak Su Kapasitesi	1628,0	1628,0	kW/h
Mevcut Kazan Verimi	85,0	85,0	%
Mevcut Kazan Doğalgaz Tüketimi	199,7	199,7	Nm3h
Kojenerasyon Çalışma Zamanı	3650,0	3650,0	h/yıl
Kojenerasyon Ünitesi Elektrik Kapasitesi (üretim)	1200,0	1000,0	eKw
Kojenerasyon Ünitesi Isıl Kapasitesi (üretim)	1289,0	1164,0	kW/h
Kojenerasyon Sıcak Su Üretimi Miktarı 95-80°C	74,0	66,8	m3/h
Kojenerasyon Ünitesi Yakıt Tüketimi	296,0	251,0	Nm3/h
Absorbsiyonlu Soğutma Gurubu Soğutma Kapasitesi	886,0	777,0	kW/h
Trijenerasyon Gr. En. Sarfıyatı (Sistem İçi Tük.)	28,0	23,0	kW/h
Mevcut Soğutma Gurubu Elektrik Enerjisi Tüketimi (Mekanik kompresörlü)	876.054,4	876.054,4	kWh/yıl
Yapı Toplam Elektrik Tüketimi	6.759.848,3	6.759.848,3	kWh/yıl
Mevcut Isıtma Kazanının Doğalgaz Tüketimi	2.088.128,2	2.088.128,2	Nm3/yıl
Kojenerasyon Ünitesi			
Yıllık Elektrik Üretimi	4.109.834,8	3.496.617,8	kWh/yıl
Isı Enerji Değeri	4.414.647,6	4.070.063,1	kWh/yıl
Yıllık Yakıt Tüketimi	1.013.759,3	877.651,1	Nm3/yıl
Kojenerasyon+Kazan Birlikte Çalışması Durumu Doğalgaz Tüketim Değeri	1.430.231,9	1.372.708,2	Nm3h/yıl
Trijenerasyon Gurubu İç Sistem Tüketim Miktarı	102.200,0	83.950,0	kWh/yıl



Şekil 6.16 Bina trijenerasyon ünitesi elektrik üretimi ile bina elektrik tüketim değerinin karşılaştırılması (kWh/yıl)



Şekil 6.17 Bina trijenerasyon ünitesi doğalgaz tüketimi ile bina doğalgaz tüketim değerinin karşılaştırılması (Nm³/yıl)

6.3.3.3 Maliyet Analizi ve Yatırım Maliyetinin Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Yapı bir bütün şeklinde ele alınarak termodinamik anlamda sistem sınırları belirlendiğinde, sistem sınırından içeriye mevcut şartlarda giren elektrik ve doğalgaz tüketim miktarları ile yapılması planlanan verimlilik artırıcı proje senaryoları sonucunda giren elektrik ve doğalgaz miktarları karşılaştırılarak çizelge 6.15’de gösterilmiştir. Aynı tablo şekil 6.15 ve 5.17’de grafik olarak da yer almaktadır. Bu verilere temel teşkil eden proje yatırım ve işletme senaryolarındaki farklılıklar ise karşılaştırılmalı olarak çizelge 6.17’de görülmektedir.

Çizelge 6.16 Maliyet hesaplarında kullanılan sabitler

Kurlar	2,036	TL/€
Doğalgaz Fiyat	0,307	€/m ³
Doğalgaz Alt Isıl değeri	8250	kcal/Nm ³
Şebeke Elk. Fiyatı	0,111	€/kWh

*Kullanılan sabitler Ocak 2011 tarihlidir.

Çizelge 6.17 Sistem işletme giderleri

	Mevcut Durum	Senaryo-1	Senaryo-2	
Açıklama	Değer	Değer	Değer	Birim
Kojenerasyon Ünitesi	-	1200,0	1000,0	kW _{elk}
Absorbsiyonlu Soğutma Ünitesi	-	886,0	777,0	kW _{soğ}
Mekanik Soğutma Gurubu	2610,0	1730,0	1839,0	kW _{soğ.}
Sıcak Su Kazanı	1616,0	327,0	452,0	kW _{ısı}
İşletme Toplam Elektrik Tüketim Değeri	6.759.848,3	2.650.013,5	3.263.230,6	kWh/yıl
İşletme Toplam Elektrik Tüketim Bedeli	750.343,2	294.151,5	362.218,6	€/yıl
İşletme Toplam Doğalgaz Tüketim Değeri	2.088.128,2	1.430.231,9	1.372.708,2	Nm ³ /yıl
İşletme Toplam Doğalgaz Tüketim Bedeli	641.055,3	439.081,2	421.421,4	€/yıl
İşletme Toplam Enerji Tüketim Bedeli	1.391.398,5	733.232,7	783.640,0	€/yıl
Yıllık Kazanç	-	658.165,8	607.758,5	€/yıl
Trijenerasyon Yedek Parça Servis Gideri	-	17,0	17,0	€/h
Trijenerasyon Toplam Yedek Parça Ve Servis Gideri	-	62.050,0	62.050,0	€/yıl
Kojenerasyon ve Abs. Soğutma Gurubu İç Tüketim Değeri	-	28,0	23,0	kW/h
Kojenerasyon Ve Abs. Soğutma Gurubu İç Tüketim Bedeli	-	11.344,2	9.318,45	€/yıl
Yıllık Net Kazanç	-	584.771,6	536.390,1	€/yıl

Çizelge 6.18 Sistemin geri ödeme süresi

	Toplam Yatırım Bedeli	Geri Ödeme Süresi
Yatırım Bedelleri	€	YIL
Senaryo-1	841.270,0	1,439
Senaryo-2	703.025,0	1,311

Yapılan iki adet senaryoda ilk yatırım ile bu senaryolara ait işletim maliyetleri hesapları yapılarak senaryolara ilişkin geri ödeme süreleri Çizelge 6.18’de gösterilmiştir. Bu senaryolar arasında kullanılan sistem ekipmanlarının kapasitelerindeki değişiklikler doğrudan yatırım maliyetini ve dolaylı olarak da tesisin dışarıdan enerji girdisi miktarını dolayısı ile de işletme

maliyetini etkilemektedir. Sonuç olarak her iki senaryonun geri ödeme süresi farklı çıkmakta, ekonomiklik ve uygulama açısından bir tercih yapılmalıdır

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Binalar, ekonomi sektöründeki en uzun ömürlü ve önemli boyutta enerji tüketen ürünler olması ve çok geniş ürün ve hizmet aralığını kapsaması nedeniyle enerji verimliliğinin artırılması ve iklim değişikliğine yönelik politika ve programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda bu tez çalışmasında ticari bir tesisin yıllık-aylık-günlük ve saatlik enerji tüketimlerine göre modellemesi yapılan bir trijenerasyon uygulaması ile elde edilebilecek kar, güç üreticisi ve absorpsiyonlu soğutma sisteminin cihaz kapasitelerinin boyutlandırılması gerçekçi bir analiz ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yapıda kurulacak 1200 kWe gücündeki bir kojenerasyon ünitesi ve 886 kWsoğ gücündeki bir absorpsiyonlu soğutma sisteminden oluşan trijenerasyon sistemi ile mevcut sistem işletme maliyeti temelinde karşılaştırıldığında enerjiden yılda 584.771,0 € tasarruf edilebileceği tespit edilmiştir, tesisin 1,4 yıl sonunda tüm yatırım maliyetlerini geri ödeyeceği tespit edilmiştir. Ayrı bir senaryo olarak yapıda kurulacak 1000 kWe gücündeki kojenerasyon ile 777 kWsoğ gücündeki absorpsiyonlu soğutma sistemi ile enerjiden yılda 536.390,0 € tasarruf edilebileceği tespit edilmiştir, tesisin 1,3 yıl sonunda tüm yatırım maliyetlerini geri ödeyeceği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ışığında, birincil enerjinin daha verimli şekilde kullanıldığı trijenerasyon sistemlerinin ülkemizde de karlı bir şekilde kullanımının mümkün olduğu ifade edilmiştir. Bu teknolojinin yatırımcılar tarafından; yeni oluşturulan projelerde ve hatta halen çalışmakta olan konvansiyonel sistemlerin üzerine uygulanabilecek bir enerji üretim yöntemi olarak göz önünde bulundurulması gereği anlatılmıştır.

KAYNAKLAR

- ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı) , (2009), ‘Karbon Salınımı ve Montreal Protokolü’.
- DEK-TMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), (2008), ‘Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye Enerji Raporu’.
- DEK-TMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), (2009), ‘Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye Enerji Raporu’.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), (2010), ‘2010-2014 Stratejik Planı’.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), (2006), ‘ Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Raporu’.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), (2008), ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı’.
- Heperkan, H. A. ve Olgun, B. , (2008), “Enerji Verimliliği ve Türkiye’deki Mevzuat”, Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi.
- Heperkan, H.A. ve Olgun, B. , (2008), “Isıtma Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Enerjinin Etkin Kullanımı”.
- Heperkan, H. ,Olgun, B. ve Kurtuluş, O. (2009), “Konutlarda Enerji Verimliliği”, RVC-IST Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi.
- Keskin T. , (2010), “‘Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu’”.
- Kılıç N. , (2006), ‘Avrupa Birliği Sürecinde Enerji Sektörünün Konumu ve Enerji Yol Haritaları’ İzmir Ticaret Odası.
- Kılıç N. , (2008), ‘Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik’ İzmir Ticaret Odası.
- Kılıç N. , (2009), ‘‘KYOTO Protokolü’’, İzmir Ticaret Odası Ocak 2009.
- Resmi Gazete, (2007), ‘Enerji Verimliliği Kanunu, Kanun No. 5627’, (2 Mayıs 2007).
- Resmi Gazete, (2008), ‘Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, (09 Ekim 2008).
- Resmi Gazete, (2008), Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik, (25 Ekim 2008).
- Resmi Gazete, (2008), ‘Binalardaki Enerji Performansı Yönetmeliği’.
- Resmi Gazete, (2008), ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’, (5 Aralık 2008).
- Resmi Gazete, (2009), ‘5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Kapsamında Yapılacak Yetkilendirmeler, Sertifikalandırmalar, Raporlamalar ve Projeler Konusunda Uygulanacak Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ’, (6 Şubat 2009).
- TTMD, (2007), ‘Absorbsiyonlu Chiller, Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemleri’ Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi.
- Olgun, B. ve Heperkan, H. , (2004), “ Cogeneration Systems and Their Application in the Industry”, Third International Sarigerme Energy End Use Efficiency Symposium and Workshop 2004, Sarigerme, Turkey, November 1-3, 2004, CD-ROM.
- Olgun, B. , Kurtuluş, O. , Gültek, S. ve Heperkan, H. , (2009), “Enerji Verimliliği ve

Türkiye’deki Mevzuat”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir.

Olgun, B. ve Heperkan, H. (2009) “ Enerji Verimliliği Eğitimi Ders Notları”, İstanbul

Olgun, B. , (2009), ‘Turizm Bölgelerinde Elektrik Enerji Tüketimi ve Talep Tarafı Yönetiminin Modellenmesi” Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Olgun, B. , (2010), “Rational Use of Energy and Demand Side Management”, Humbolt Kolleg, İstanbul.

Özil, E. ve Olgun, B. , (2010), “Enerji Verimliliği ve Türkiye’deki Mevzuat”, Termo-Klima Isıtma, Soğutma, Klima, Havalandırma, Yalıtım, Pompa, Vana, Tesisat, Su Arıtma ve Güneş Enerjisi Sistemleri Dergisi, 15:136-141.

Özil, E. , Şişbot, S. , Özpınar, A. ve Olgun, B. , (2011), “Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği ”, Türkiye Elektrik Sanayi Birliği – TESAB Yayını, 2011 (Baskıda).

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 25.04.1984

Doğum yeri Eskişehir

Lise 1998-2002 Eskişehir Anadolu Lisesi

Lisans 2003-2007 Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2008-2011 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı Kurum

2007-Devam Ediyor Giray Mühendislik Ltd.Şti.