

ÖNSÖZ

Bileşik Isı- Güç Üretimi veya diğer adıyla koj enarasyon, tek bir sistemden eş zamanlı olarak hem elektrik enerjisi hem de ısı enerjisinin bir arada üretilmesi anlamına gelir. Bileşik ısı-güç üretiminin temelini atık ısıyı geri kazanma amacı oluşturmaktadır. Sistemden bir taraftan elektrik elde edilirken diğer taraftan elektrik elde etme sonucu oluşan atık ısı ve baca gazları işletmenin buhar ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Ülkemizde bileşik ısı güç üretim sistemleri elektrik üretimi öncelikli olarak sanayi alanlarında bulunmaktadır.

Bileşik ısı güç üretim sistemlerinin kullanımlarından biri de bölgesel ısıtma dır. Bir bölge ısıtma sistemi; bölgesel ısıtma, proses ısıtma için kentsel, ticari ve endüstriyel alıcılara bir merkezi kaynaktan ısı enerjisi sağlayan sistemlerdir. Endüstri ve sanayi kuruluşları ile birlikte toplu kentlerin ısıtılması günümüzde termik santrallerle birlikte planlanmaktadır. Gerek artan doğudan batıya göç sonucu oluşan çarpık kentleşme, alt yapı ve çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu sorunların önlenmesinde geliştirilen çağdaş toplu konutlarda bölgesel ısıtma kullanımı sonucu, zararlı atıklar gibi çevresel olumsuzlukları azaltmaktadır.

Sunulan bu tez çalışmasının her aşamasındaengin bilgisini, yapıcı ve eleştireci görüşlerini, sonsuz yardımlarını ve değerli zamanını esirgemeyen, tavsiyeleri ile yol gösterici ve hoşgörülü danışmanımı sayın Prof. Dr. Taner DERBENTLİ'ye teşekkürü bir borç bilirim

Aralık 2003

Gül den TAŞKIN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. BİLEŞİK ISI- GÜÇ ÜRETİMİ	1
1.1. Bileşik Isı- Güç Üretimi Nedir?	1
1.2. Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri	3
1.2.1. Buhar Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri	3
1.2.2. Gaz Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri	6
1.2.3. Gaz Motorlu Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri	9
1.3. Gaz Türbini ile Gaz Motorlarının Karşılaştırılması	10
1.4. Kullanılan Yakıtlar	11
2. BÖLGESEL ISITMA	15
2.1. Bölgesel Enerjinin Sağladığı Yararlar	15
2.1.1. Çevresel Yararlar	15
2.1.2. Kullanıcı Bakımdan Ekonomik Yararlar	16
2.1.3. Üretici Bakımdan Ekonomik Yararlar	16
2.2. Bölge Isıtmasının Sınıflandırılması	17
2.2.1. Sıcak Sulu Bölge Isıtması	18
2.2.2. Kaynar Sulu Bölge Isıtması	20
2.3. Bölge Isıtma Sisteminin Hemenları	22
2.3.1. Isı Merkezi	23
2.3.2. Şebeke (İletim ve Dağıtım Devreleri)	25
2.3.3. Kullanıcılar	25
3. YASAL ÇERÇEVE VE UYGULAMADA KARŞILAŞILAN SORUNLAR	30
3.1. Elektrik Hiyasası Kanunu	30
3.2. Elektrik Hiyasası Faaliyetleri ve Lisans Türleri	32
3.2.1. Üretim	33
3.2.2. İletim	34
3.2.3. Dağıtım	34
3.2.4. Toptan Satış	35
3.2.5. Perakende Satış	36
3.2.6. Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grubu	38
3.2.7. Serbest Tüketici	39
3.3. Doğalgaz Hiyasası Kanunu	40
3.4. Doğalgaz Hiyasa Faaliyetleri Ve Lisans Türleri	42
3.4.1. İthalat	42

3.4.2 Üretim	43
3.4.3 İletim	43
3.4.4 Toptan Satış	43
3.4.5 İhracat	44
3.4.6 Şehir içi dağıtım	44
3.4.7 Serbest Tüketici	44
3.5 Doğal gaz Satış Fiyatı	45
3.6 Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar	46
4. ENERJİ TAHMİN YÖNTEMLERİ	47
4.1 Derece Gün Yöntemi	47
4.2 Denge Noktası Sıcaklığı ve Derece Gün Yöntemi	48
4.2.1 Derece Gün Yöntemi Uygulamasına Örnek çalışması	56
4.3 Bn Yöntemi	60
4.3.1 Bn Verileri Kullanılarak Derece-Gün Bilgilerinin Bulunması	61
4.3.2 Bn Yöntemi Uygulamasına Örnek çalışması	62
5. BİLEŞİKİSİ GÜÇ ÜRETİMİNİN BİR YERLEŞİM ENERJİ BÖLGESİNE UYGULANMASI	71
5.1 Enerji Santralini Tanıtım	71
5.2 Program Aşamaları ve Program Algoritması	73
5.3 Yerleşim Bölgesindeki Konutların Tanımlanması	75
5.4 İklim Bilgilerinin Tanımlanması	77
5.5 Aylık Ve Yıllık Isı Enerji İhtiyaçlarının Hesaplanması	79
5.6 Isıtma Sistemi Seçimi	79
5.7 A Sistemi	80
5.7.1 H G Üretim Santral Gücünün Belirlenmesi	80
5.7.2 H G Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Isı Üretimi	81
5.7.3 Merkezi Kazan Dairesi Maliyet Hesabı	82
5.7.4 Aylık ve Yıllık Toplam G derleri Hesabı	84
5.7.5 Yıllık Net Geliri	86
5.7.6 Geri Ödeme Süresi	87
5.8 B Sistemi	87
5.8.1 Merkezi Kazan Dairesi Maliyet Hesabı	87
5.8.2 Aylık ve Yıllık Toplam G derleri Hesabı	88
5.8.3 Yıllık Net Geliri	88
5.8.4 Geri Ödeme Süresi	89
5.9 C Sistemi	90
5.9.1 Tekli Kazan Daireleri Maliyet Hesabı	90
5.9.2 Aylık ve Yıllık Toplam G derleri Hesabı	90
5.9.3 Yıllık Net Geliri	92
5.9.4 Geri Ödeme Süresi	92
6. SONUÇLAR	93
6.1 Sistemlerin İlk Yatırım Maliyeti, Sistem G derleri ve Geri Ödeme Sürelerinin Karşılaştırılması	93
6.2 Konut Sayısının Yatırım Maliyetine Etkisi	98
6.3 Sonuç	99
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	104

KISALTMALAR

TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
DSİ	: Devlet Su İşleri
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Anonim Şirketi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
YİD	: Yapı İşlet Devret
Yİ	: Yapı İşlet
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
BEDAŞ	: Boğaziçi Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
DM	: Devlet Meteoroloji İşleri

TABLO İSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Son Beş Yılın Yakıt Fiyatlarının Değişimi	14
Tablo 3.1 Perekende Satış Tarifesi ve Dağıtım Sistemi Kullanım Fiyatları	37
Tablo 3.2 Yük Alma ve Yük Alma Fiyatları	37
Tablo 3.3 Sanayi Ve Meksken Mışterilerine Uygulanan Doğal gaz Satış Tarifesi	45
Tablo 3.4 1 M Doğal gazın Satış Tarifesi Dağılımı.....	45
Tablo 4.1 İstanbul İçin Ortalama Aylık ve Yıllık Isıtma Derece-gün Değerleri.	54
Tablo 4.2 Değişiklikleri İçin Ortalama Aylık ve Yıllık Derece-gün Değerleri	55
Tablo 4.3 Bina'nın Yapısal Özellikleri (Önek 4.2.1).....	58
Tablo 4.4 2002 Yılı İçin İstanbul'da Aylık ve Yıllık Ortalama Isıtma Derece Gün ve Isıtma Enerjisi Değerleri (Önek 2.1).....	59
Tablo 4.5 Bina'nın Yapısal Özellikleri (Önek 3.2).....	65
Tablo 4.6 2002 Yılı İçin İstanbul'da Aylık ve Yıllık Ortalama Isıtma Derece gün ve Isıtma Enerjisi Değerleri (Önek 3.2).....	65
Tablo 4.7 İstanbul'da, Bin Yöntemi Uygulanarak Ocak ve Aralık Ayları İçin Ortalama Isıtma Enerjisi Değerleri	68
Tablo 4.8 2002 Yılı İçin İstanbul'da, Aylık ve Yıllık Ortalama Isıtma Enerjisi Değerleri.....	69
Tablo 5.1 1. Tip Bina Yapısal Özellikleri.....	76
Tablo 5.2 2. Tip Bina Yapısal Özellikleri	77
Tablo 5.3 İklim Bilgileri ve Isı Enerji İhtiyaçları.....	78
Tablo 5.4 Elektrik Enerji Tüketimi.....	80
Tablo 5.5 Isı Kazan Fiyat Listesi	83
Tablo 6.1 Ekonomik Değerlendirme Sonuçları.....	93
Tablo 6.2 Sistem Yatırım Maliyetleri ile Daire Başına Düşen Yatırım Maliyetleri.....	98

ŞEKİL İSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Ayrı Isı- Güç Üretimi ve Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri ile Enerji Üretimi.....	2
Şekil 1.2 : Karşı Basıncılı Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	4
Şekil 1.3 : Ara Buhar Almalı Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	5
Şekil 1.4 : Aık Isı Kazanlı Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	7
Şekil 1.5 : Kombi ne Çevr nli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	8
Şekil 1.6 : Gaz M ot or lu Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	10
Şekil 1.7 : Çeşitli Pri ner Yakıtların Isıl Değerleri	13
Şekil 1.8 : Son Beş Yıla Aıt Yakıtların Isıl Maliyetleri.....	13
Şekil 2.1 : Böl ge Isıt ma Sistem inin Bleşenleri.....	22
Şekil 2.2 : Özel İzolasyonlu Şebeke Borusu	26
Şekil 4.1 : Denge Noktası Sıcaklığı, Isıt ma, Soğut ma ve Konfor Alan.....	50
Şekil 4.2 : Değişik illeri mizi n Aylık Isıt ma Derece- gün Değerleri Değişimi ..	56
Şekil 4.3 : 2002 Yılı İçin, İstanbul’da Derece- gün ve B n Yöntemleri İle Aylık Isıt ma Enerjisi Değerleri Değişimi.....	70
Şekil 5.1 : A Sistemi (Kömür Yakan Buhar Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	71
Şekil 5.2 : A Sistemi (Doğal gaz Yakan Gaz Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi	72
Şekil 5.3 : Bilgisayar Program Akışı.....	75
Şekil 6.1 : Sistemlerin İlk Yatırım Maliyetleri Değişimi.....	94
Şekil 6.2 : Sistemlerin Sabit Yatırım G derleri Değişimi.....	96
Şekil 6.3 : Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretil mesi Durumunda G derler Değişimi	96
Şekil 6.4 : Sistemlerin Geri Ödeme Sürelerinin Değişimi	97
Şekil 6.5 : Konut Sayısının Sistem Yatırım Maliyeti İle O an Değişimi	98
Şekil 6.6 : Konut Başına Düşen Yatırım Maliyetleri Değişimi.....	99

SEMBOL LİSTESİ

W_{net}	: Üretilen elektrik işi
Q_f	: Yakıt enerjisi
η	: Isıl verim
Q_u	: Yararlı ısı enerjisi
EYO	: Enerjiden yararlanma oranı
IGO	: Isı-güç oranı
G/O	: Güç-ısı oranı
T_{den}	: Denge noktası sıcaklığı
T_o, T_i	: Dış ve iç hava sıcaklıkları
K_{top}	: Toplam ısı kayıp katsayısı
Q_{kaz}	: Isı enerjisi kazancı
DD_h	: Isıtma derece gün değeri
Q_h	: Yıllık ısıtma enerjisi
η_h	: yıllık yakacak kullanımı verimi
E_h	: Yıllık yakıt enerjisi
DD_c	: Soğutma derece gün değeri
Q_c	: Yıllık soğutma enerjisi
N_{bin}	: T_{bin} değerine karşılık gelen saat sayısı
Q_{bin}	: Yıllık ısıtma enerjisi (bin)
T_{bin}	: Sıcaklık aralığının (bin) ortasındaki sıcaklık
ACH	: Hava değişim katsayısı
V	: Bina hacmi
k	: Isı iletim katsayısı

ÖZET

Bileşik ısı-güç üretim sistemlerinin temelini, atık ısıyı geri kazanma ilkesi oluşturmaktadır. Sistemde bir taraftan elektrik elde edilirken, diğer taraftan da elektrik eldesi sonucu ortaya çıkan atık ısı ve baca gazları, yerleşim bölgesinin ısınnma ihtiyacını karşılamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; ısıtma sistemlerinin ekonomik çözümlemesini yapabilen bir bilgisayar program yazmak ve bu program yardımı ile bölge ısıtma sistemini incelenmektedir.

Tezin birinci bölümünde, atık ısı geri kazanımı konusunda bilgi verilmiş ve bileşik ısı-güç üretim sistemleri tanıtılmıştır. Bu sistemlerin çalışma prensipleri açıklandıktan sonra karşılaştırılmaları yapılmıştır. Bileşik ısı-güç üretiminin günümüzdeki yasal çerçevesi incelenerek uygulamada karşılaşılan sorunlar açıklanmıştır.

İncelenen yerleşim bölgesinde 5000 konut bulunmaktadır. Bu konutların ısıtma yükleri, derece-gün ve bin yöntemleri uygulanarak hesaplanmakta ve karşılaştırılmaktadır.

Bu çalışmada üç ayrı ısıtma sistemi incelenmiştir. Birinci sistemde (A Sistemi), enerji santrali, bileşik ısı-güç üretim santrali ve santrale ilave olarak bir adet merkezi kazan dairesinden meydana gelmektedir. Bu sistemde, iki farklı yakıt (doğal gaz ve kömür) kullanılmaktadır. Kullanılan yakıt doğal gaz ise, enerji santrali gaz türbinli, kömür ise, buhar türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemidir.

İkinci sistemde (B Sistemi), bölgedeki konutların ısıtılması, doğal gaz yakan merkezi kazanlarla sağlanmaktadır. Üçüncü sistemde (C Sistemi), her apartmanın bloğunun altında bulunan ve doğal gaz yakan kazanlarla sağlanmaktadır.

Hazırlanan program yardımı ile ısıtma sistemlerine ait, ilk yatırım giderleri, işletme giderleri, elektrik üretiminde elde edilen gelirler ve geri ödeme süresi hesaplanmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre, A Sisteminin geri ödeme süresinin en uzun ve B Sisteminin geri ödeme süresi en kısa olmaktadır.

SUMMARY

Cogeneration is the best sequential production of electricity and heat steam or useful work from the same fuel source. Cogeneration was used for many years in early power plants, but it had different names like by product power, district heating and process steam utilization. But the objective was the same to get the maximum energy from a unit of fuel at an acceptable cost.

The purpose of this thesis is to write a computer program based on economic evaluating of district heating systems and to examine three different district heating systems with help of this program

In the first section of thesis, cogeneration concept is introduced, some definitions are explained and the most common cogeneration systems are presented. In the following, lawful limitation of cogeneration plants were discussed and problems in practice was presented.

And then, annual heating energy and fuel consumption of district that has 5000 residences was calculated by using degree-day and bin methods. Those results are compared.

Three different heating systems are examined in this thesis. In the first heating system (A System), energy central consist of two components which are cogeneration system and heat center. Two kind of fuel (coal and natural gas) can be used in this system. When natural gas is used, energy central is named as gas turbine based on cogeneration plant, when coal is used, energy central is named as steam turbine based on cogeneration plant.

In the second heating system (B System), energy central consist of two same heat capacity boilers with all the equipments. In the third heating system (C System), there is a boiler uses natural gas with all the equipments under the each apartment building.

Initial capital investment, total operation cost, net income and payback period is calculated of the three different heating systems.

According to the results of computer application in parameters, the payback period of A System is the maximum and the payback period of B System is the minimum.

As a result, with this study we understand that cogeneration systems are very powerful way of energy generation for district heating. As there are so many systems possibilities for an application. It is very important to recognize the application place and its demands and the capacity and the other properties of selected systems.

BÖLÜM 1

BİLEŞİK ISI - GÜÇ ÜRETİMİ

1.1. Bileşik Isı - Güç Üretimi Nedir ?

Bileşik ısı-güç üretimi ya da diğer adıyla koj enarasyon, tek bir sistemde eş zamanlı olarak hem elektrik enerjisi hem de ısı enerjisinin bir arada üretilmesi anlamına gelir.

Bileşik ısı-güç üretimi sistemlerinde kullanılan başlıca yakıtlar doğal gaz, petrol türevi gazlar (LPG, nafta, propan v.s.), dizel yakıtı ve kömürdür. Bileşik ısı-güç üretimi sistemlerinde kullanılan ısı makinesinin (gaz türbini veya gaz motoru) jeneratör gücü ile elektrik enerjisi elde edilirken motor soğutma ısısı, yağlama yağı ve egzost gazının ısıları gibi atık ısıların geri kazanılması ile de faydalı ısı enerjisi üretilmektedir.

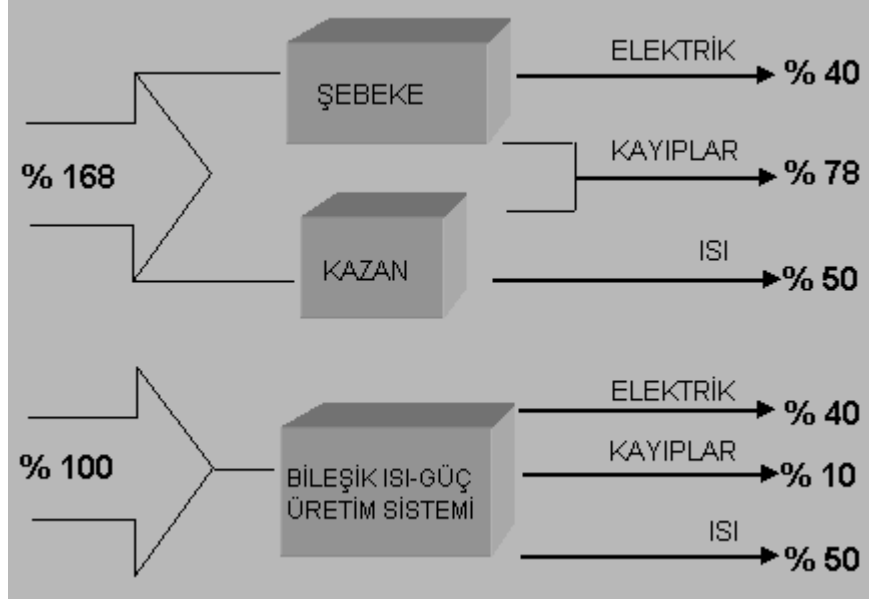
Ayrı ısı-güç üretim sistemlerinde (termik santrallerde elektrik enerjisi, kazanlarda ısı enerjisi üretimi) birincil enerjiyi yaklaşık %55-65'i atık ısı olarak yüksek enerji kaybı oluştururken, bileşik ısı-güç üretim sistemlerinde ise bu kayıp %10'dur. [2], [3]

Anlaşılabileceği gibi, bileşik ısı-güç üretimi sistemlerinde giren 100 birimlik yakıt enerjisinin 40 birimi elektrik enerjisi ve 50 birimi ısı enerjisi olmak üzere toplam 90 birimlik enerji geri kazanılmaktadır. Aynı birimde ısı ve elektrik enerjisinin ayrı ısı-güç üretim sistemlerinden yararlanarak üretmek istersek, 40 birimlik elektrik enerjisi için çevrim verimi %40 olan jeneratörde 100 birimlik enerji girişi, 50 birimlik ısı enerjisi için ise %90 çevrim verimi olan kazana 56 birimlik bir enerji girmek gerekmektedir.

Sonuç olarak bileşik ısı-güç üretimi sistemlerinde 100 birim enerji kullanarak üretilen enerji, ayrı ısı-güç üretim sistemleri ile 168 birim enerji kullanarak üretilmektedir ve 68 birimlik enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Mühendislik

çalışmalarında 68 birimlik enerji tasarrufu, çok büyük maddi ve toplumsal yararlar sağlamaktadır. [3], (1)

Şekil 1. 1.'de ayrı ısı-güç üretimi ve bileşik ısı-güç üretim sistemleri ile enerji üretimi karşılaştırılmıştır.



Şekil 1.1. Ayrı Isı-Güç Üretimi ve Bileşik Isı-Güç Üretim Sistemleri ile Enerji Üretimi

Bileşik ısı-güç üretimi ile ilgili en önemli üç tanım; ısı verim oranı, elektrik-ısı oranı ve elektrik-güç oranıdır. Bu tanımlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

Bir ısı makinesinde üretilen işin (elektrik) (W_{net}), sağlanan yakıt enerjisine (Q_f) oranı, ısı verim oranı olarak tanımlanır.

$$\eta = \frac{W_{net}}{Q_f} \quad (1.1)$$

Isı makinesinin yararlanılan atık ısı Q_u olmak üzere, yararlanılan toplam enerjinin sağlanan enerjiye oranı enerji verim oranı olarak tanımlanır. Enerjiden yararlanma oranı, toplam verim olarak da adlandırılır. Her ne kadar enerjiden yararlanma oranı, termodinamiğin birinci yasasına göre değeri “1” olsa da, atık ısı nın tümünden yararlanılamadığından bu mümkün olmamaktadır.

$$EYO = \frac{W_{net} + Q_u}{Q_f} \quad (1.2)$$

Bileşik ısı güç sistemlerinde bir başka önemli tanımlama da üretilen işin (elektrik) (W_{net}), yararlı ısıya oranı olan elektrik-ısı oranıdır. Termodinamiğin birinci yasası uyarınca, ısı verimi de ifade edilebilmektedir.

$$EIO = \frac{W_{net}}{Q_u} = \frac{\eta}{1 - \eta} \quad (1.3)$$

Türbinlerde ise genellikle elektrik-ısı oranı nı tersi ($1 / EIO$) olan ısı-elektrik oranı temel parametrelerden birisi olarak verilir.

$$IEO = \frac{Q_u}{W_{net}} = \frac{1 - \eta}{\eta} \quad (1.4)$$

1.2 Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri

Bileşik ısı-güç üretim sistemleri genel olarak üç türdür.

- 1- Buhar türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemleri
- 2- Gaz türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemleri
- 3- Gaz motorlu bileşik ısı-güç üretim sistemleri

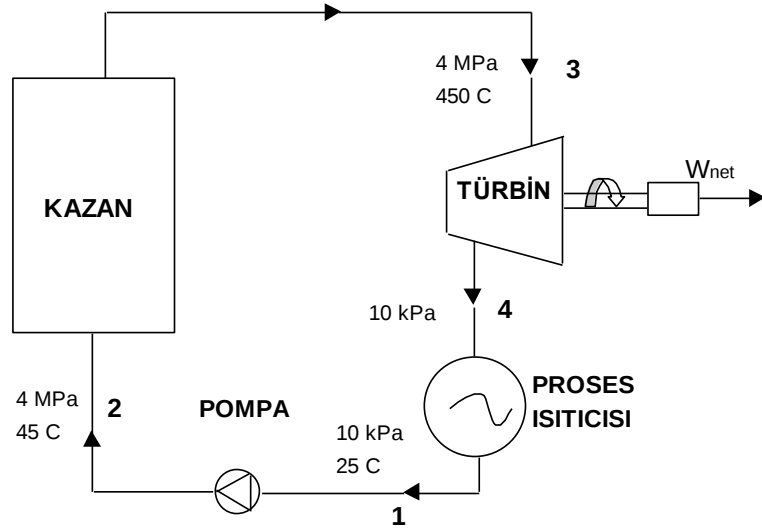
1.2.1. Buhar Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri

Buhar türbinli sistemlerde temel eleman olarak kazan, buhar türbini ve yoğunlaştırıcı bulunmaktadır. Buhar türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemleri, karşı basınçlı ve ara buhar almalı olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.

Karşı basınçlı sistemlerde, kazanda üretilen yüksek basınçlı buhar, buhar türbini ne gönderilir. Türbin çıkışından alınan düşük basınç ve düşük sıcaklıktaki buhar, proses ısısı sağlama da kullanılmaktadır. Karşı basınçlı sistemlerin ısı verimi % 20 dolaylarındadır ve bu sistemlerin elektrik üretim güçleri yaklaşık 1 ile 10 MW arasında değişmektedir. Elektrik-ısı oranı 0.15 ile 0.2 arasında olup, verilen bir

çevrimi çin sabittir. Elde edilen ısı ve elektrik enerjisi miktarı, buhar türbininden geçen buhar debisini azaltarak veya artırarak değiştirilir. Bu sistemler, sadece buhar üreten buhar türbinlerin ve sadece elektrik üreten güç tesislerinden %10 ile 30 daha verimlidir. (2), (3)

Böyle bir bileşik ısı-güç üretimi sisteminin sayısal uygulamalı bir örneği Şekil 1.2’de görülmektedir. [2], [3]



Şekil 1.2 Karşı Basıncılı Bileşik Isı-Güç Üretim Sistemi [2], [3]

Şekilde gösterilen sistemi çin

$$\text{Isıl verim} \quad \eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_f} = 0.305$$

$$\text{Enerjiden Yararlanma Oranı, EYO} = \frac{W_{\text{net}} + Q_u}{Q_f} = 0.611$$

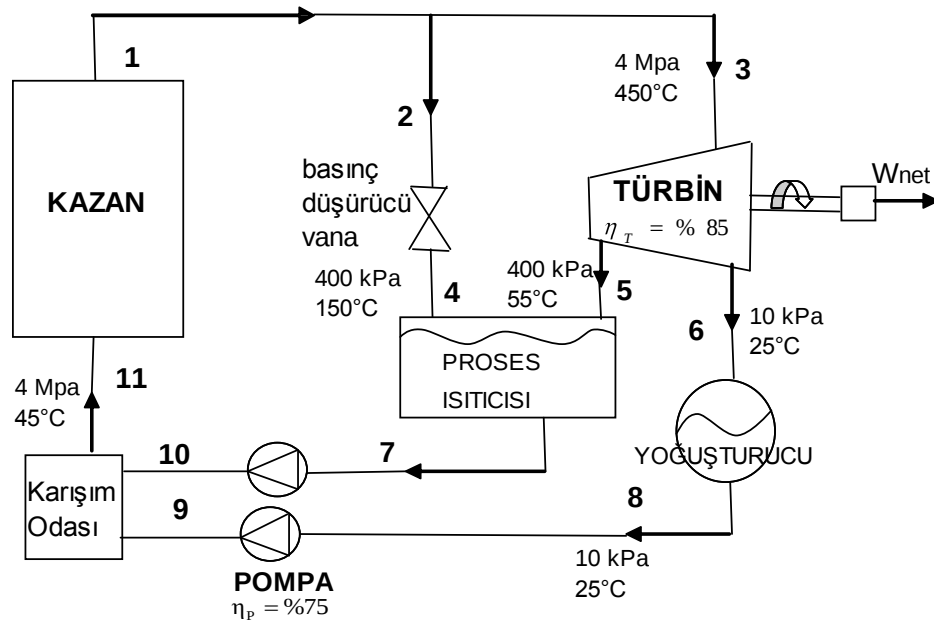
$$\text{Güç-Isı Oranı, GIO} = \frac{1 - \eta}{\eta} = 0.45$$

değerleri elde edilir.

Elektrik ihtiyacının ısı ihtiyacına göre daha fazla olduğu durumlarda, ara buhar almalı sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin önemli bir özelliği, değişen proses ısı ve elektrik enerji yüklerine cevap verebilmesidir.

Ara buhar almalı sistemlerde, karşı basıncılı sistemleri elemanlarına ek olarak bir de yoğunlaştırucu bulunmaktadır. Kazanda üretilen yüksek basıncılı buhar, buhar türbini ne gönderilir. Buhar türbininden farklı basınç değerlerinde çıkarılabilen buhar, proses ısıtıcısına gönderilir. Daha düşük basınç değerinde türbinden çıkarılan buhar ise yoğunlaştırucuda sıvı hale dönüştürülür. Yoğunlaştırucudan çıkan akışkan çevrinin yenilenmesi için tekrar kazana gönderilir. Sistemin ısı ihtiyacı arttığında, kazandan çıkan buhar, bir vana yardımı ile buhar türbini ne gönderilmeden proses ısıtıcısına gönderilmektedir. Ara buhar almalı sistemlerinin ısı verimi %20 ile %30 arasında, elektrik üretim güçleri de yaklaşık 10 ile 50 MW arasında değişmektedir.

Böyle bir bileşik ısı-güç üretimi sisteminin sayısal uygulamalı bir örneği Şekil 1.3’de görülmektedir. [2], [3]



Şekil 1.3. Ara Buhar Almalı Bileşik Isı Güç Üretim Sistemi [2], [3]

Şekilde gösterilen sistemi için

$$\text{Isıl verim} \quad \eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_f} = 0.22$$

$$\text{Enerjiden Yararlanma Oranı, EYO} = \frac{W_{\text{net}} + Q_u}{Q_f} = 0.75$$

$$\text{Elektrik-Isı Oranı, EIO} = \frac{\eta}{1 - \eta} = 0.28$$

değerleri elde edilir. [1]

1.2.2 Gaz Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri

Gaz türbinli sistemlerde, temel eleman olarak kompresör, yanma odası ve türbin bulunmaktadır.

Gaz türbini, yanma odasında yakılan yakıttan üretilen yüksek basınç ve sıcaklıktaki yanma gazları ile bir rotorun ve buna bağlı shaftın dönmesi ile mekanik güç üreten sistemdir. Bu sistemde havayı sıkıştıran kompresör, türbin tarafından tahrik edilir. Üretilen enerjinin bir kısmı, sıkıştırma işlemi için harcanmaktadır.

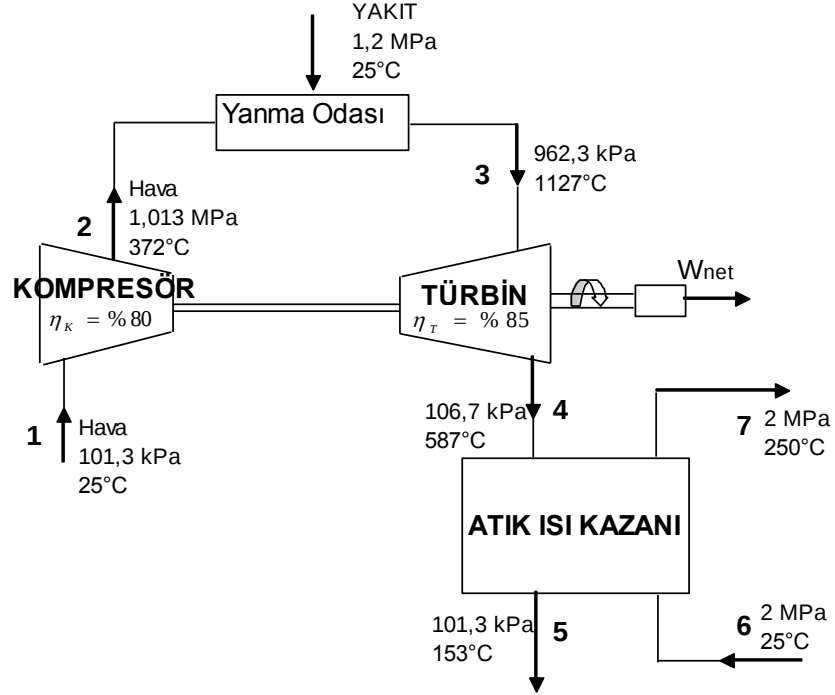
Gaz türbinli sistemlerin egzost gazlarının çıkış sıcaklığı yaklaşık 450-550 °C'dir. Bu derece yüksek sıcaklıktaki yanma gazları doğrudan atmosfere verilerek çevre kirliliği de bir ölçüde azaltılmaktadır.

Gaz türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemi atık ısı kazanlı ve kombineli çevrimli olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.

Atık ısı kazanlı sistemlerde, normal gaz türbinli sistemlere ek olarak bir ısı kazanı bulunmaktadır. Türbinden ayrılan yüksek sıcaklıktaki yanma gazları atmosfere verilmeden önce bir ısı değiştiricisinden (atık ısı kazanı) geçirilir. Yanma gazları enerjisini atık ısı kazanından geçen suya verir. Böylece tesis için gerekli doymuş buhar veya sıcak su elde edilir. Atık ısı kazanlı sistemlerinin ısı verimi %25 ile

% 30 arasında, elektrik üretim güçleri de yaklaşık 2 ile 50 MW arasında değişmektedir.

Atık ısı kazanlı bileşik ısı-güç üretim sisteminin sayısal uygulanalı bir örneği Şekil 1.4’de görülmektedir. [2], [3]



Şekil 1.4 Atık Isı Kazanlı Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi. [2], [3]

Şekilde gösterilen sistemin

$$\text{Isıl verim } \eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_f} = 0.25$$

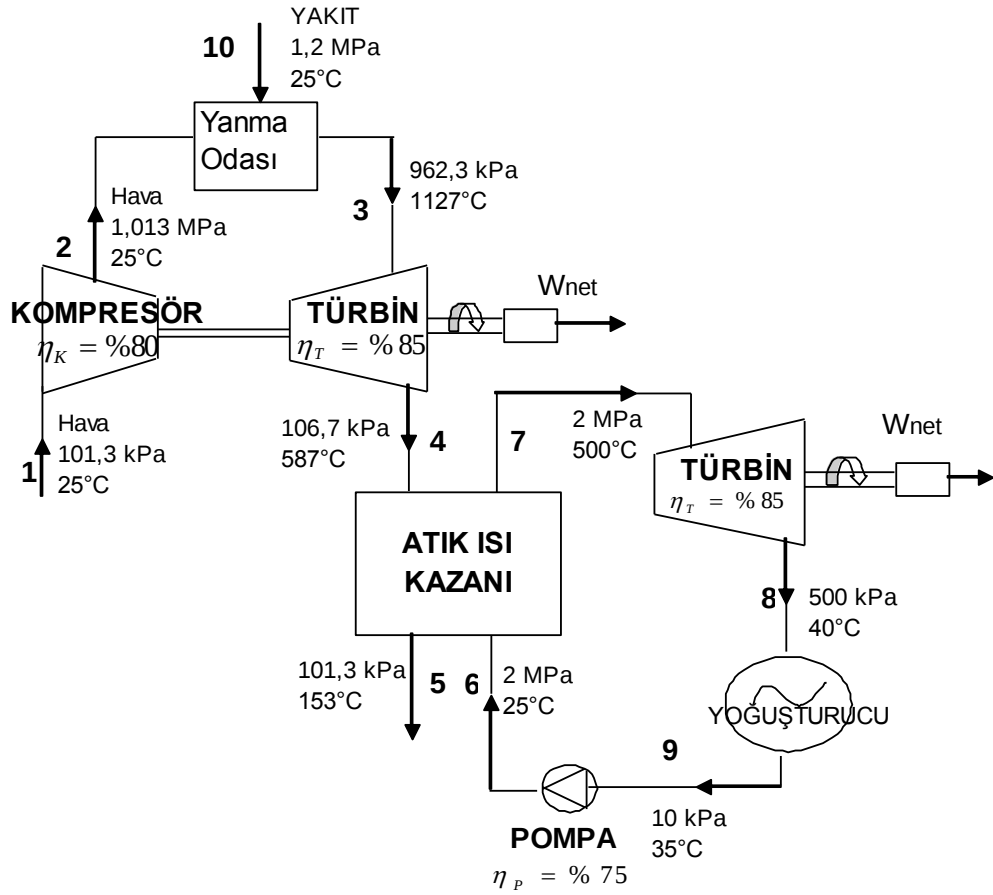
$$\text{Enerjiden Yararlanma Oranı, EYO} = \frac{W_{\text{net}} + Q_u}{Q_f} = 0.59$$

$$\text{Elektrik-Isı Oranı, EIO} = \frac{\eta}{1 - \eta} = 0.34$$

değerleri elde edilir. [1]

Kombine çevrim uygulamasında, atık ısı kazanında yüksek sıcaklıklı egzost gazlarından kazanılan ısı ile elde edilen buhar bir buhar türbini ne gönderilir. Buhar türbininde elde edilen ek elektriksel güç ile sistem verimi artmaktadır. Burada ısısal gücün tamamı, atık ısı kazanının geri kazanımıyla sağlanmaktadır.

Kombine çevrimi bileşik ısı-güç üretimi sisteminin sayısal uygulamalı bir örneği Şekil 1.5 'de görülmektedir. [2], [3]



Şekil 1.5. Kombine Çevrimi Bileşik Isı-Güç Üretim Sistemi. [2], [3]

Şekilde gösterilen sistemi için

$$\text{Isıl verim } \eta = \frac{W_{\text{net}}}{Q_f} = 0,39$$

$$\text{Enerjiden Yararlanma Oranı, EYO} = \frac{W_{\text{net}} + Q_u}{Q_f} = 0,85$$

$$\text{Elektrik-Isı Oranı, } EIO = \frac{\eta}{1-\eta} = 0.63$$

değerleri elde edilir. [1]

Yakıt enerjisinin gaz türbinli basit çevrimli ve kombine çevrimli sistemlerinde dönüştüğü enerjilerin dağılımı aşağıdaki gibi olmaktadır. Gaz türbinli bileşik ısı-güç üretimi sistemlerinde enerjiden yararlanma oranı % 85 'lere yaklaşmaktadır.

Gaz Türbinli Basit Çevrimli Sistem

- * %30-35 Elektrik Enerjisi
- * %35-40 Isı Enerjisi
- * %25 Kullanılmayan Enerji

Gaz Türbinli Kombine Çevrimli Sistem

- * %35-40 Elektrik Enerjisi
- * %40-45 Isı Enerjisi
- * %15 Kullanılmayan Enerji

1.2.3 Gaz Motorlu Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemleri

Gaz motorlu bileşik ısı-güç üretimi sisteminde temel olarak dizel motoru, atık ısı kazanı, ısı değiştiricisi ve besleme suyu pompası bulunmaktadır.

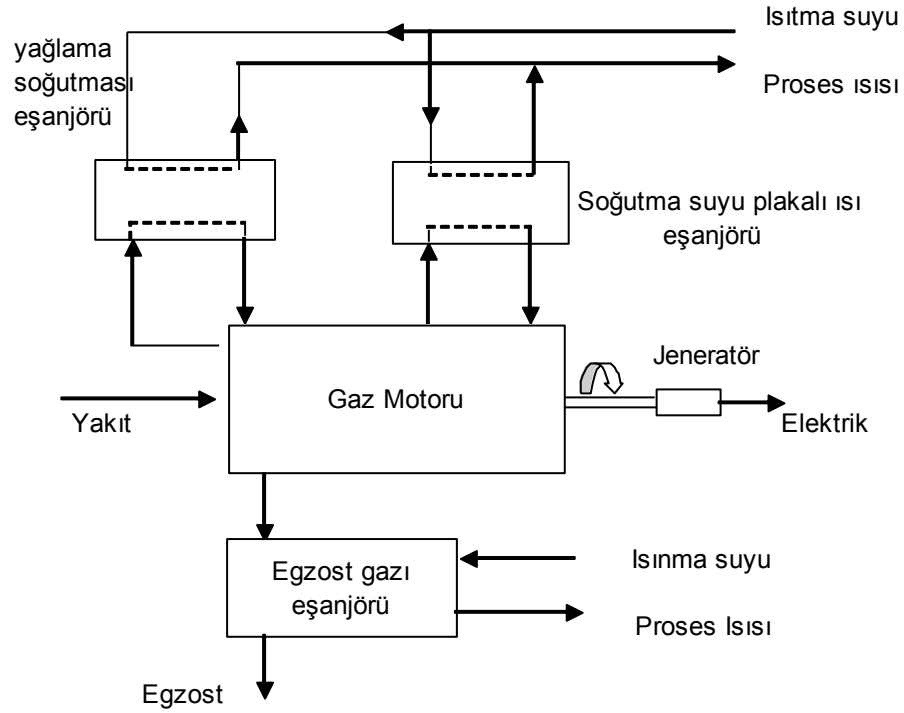
Gaz motorlarının elektriksel verimleri gaz türbinlerine göre %10-15 daha fazladır. Böylece, elektrik ihtiyacının ısı ihtiyacına göre daha fazla olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Gaz motorlu sistemlerin ısı verimi %30 ile %45 arasında, elektrik üretimi güçleri de yaklaşık 2 ile 50 MW arasında değişmektedir.

Dizel motoru elektrik üretirken diğer taraftan da soğutma suyu pompasının bastığı motor soğutma suyu ile dizel motor soğutulur. Motor blok , karter ve turboşarj soğutma suyu devrelerinde atık ısıdan faydalanılmaktadır. Böylece buharın yanı sıra doğrudan sıcak su da üretmek mümkün olmaktadır.

Yakıt enerjisinin gaz motorlu sistemlerde dönüştüğü enerjilerin dağılımı aşağıdaki gibidir. [10]

- % 35 - 40 Mekanik güç
- % 30 - 35 Motor gömlek ısısı
- % 25 - 30 Egzost ısısı
- % 10 Kullanılmayan enerji

Mot or lu bir siste mi ni n prensi p şe na sı Şe ki l 1.6 'da gö rü l mek te dir. [3]



Şe ki l 1.6 Gaz Mo to r lu Bi le ş ik Isı - Gü ç Ü re ti m Siste mi. [3]

1.3. Gaz Türbi nle ri ve Gaz Mo to r lar ı n ı n Karşı la ş tır ıl ması

- Gaz motorlarının elektriksel verimleri gaz türbinlerine göre daha fazladır. Böylece, elektrik tüketiminin ısı tüketimine oranla daha yüksek olduğu durumlarda gaz motorları kullanılmaktadır. Gaz motorlarının elektriksel verimleri %40 ile %45, türbinlerinise %25 ile %30 arasında değişmektedir. (3), (4)
- Sistemde üretilen elektrik enerjisi arttıkça, enerjiden yararlanma verimi artmaktadır. Gaz motorlu sistemlerde, enerjiden yararlanma oranı %80 ile %85

arasındadır. Böylece enerji ihtiyacının karşılanması için daha az yakıt harcanıldığından, yakıt tüketiminden tasarruf edilmiş ve çevre daha az kirletilmiş olmaktadır.

- Gaz motorlu sistemler daha az sayıda tesis elemanlarından oluşmaktadır. Böylece, daha kısa sürede kurulmaktadır. (3), (4)
- Gaz motoru, kısa zamanda devreye alınıp yine kısa zamanda devre dışı bırakılabilir. Böylece senelik dur-kalk sayıları fazla olan işletmelerde avantajlıdır.
- Gaz motorlarında başlıca yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Ayrıca, atık kanalizasyon gazı (sewage gas), çöplük gazı (landfill gas), biyogaz, kokgazı v.b. yakıtlarda kullanılabilir.
- Bileşik ısı-güç üretim sistemlerinde ihtiyaç duyulan güçler büyüdükçe seçilmegaz türbini olmaktadır. 15 ile 20 MW altındaki elektrik üretim güçleri için gaz motorları, üzerindeki güçler için ise gaz türbinleri kullanılmaktadır. Bir sistemde ihtiyaç duyulan ısı az ise, kombinne çevrim uygulaması daha uygun olmaktadır.
- Gaz motoru üzerindeki modüller gerektiğinde sırayla devreye girip çıkabilir. Sistemde gün içinde olabilecek elektrik ve ısı enerji talep değişikliklerine kolayca uyum göstermektedir. Böylece gün içinde enerji maliyetleri en aza indirgenmektedir. (1), (3), (4)

1.4 Kullanılan Yakıtlar

Bileşik ısı güç üretim sistemlerinde temel yakıt olarak doğal gaz, motorin ve fuel-oil, kullanılmaktadır. (2)

Doğal gaz : Bileşik ısı-güç üretim sistemlerinde ekonomik açıdan en geçerli temel yakıt doğal gazdır. Ayrıca, yanma özelliklerinin iyi olması, çevre dostu olması, depolama gerektirmemesi gibi geçerli özellikleri ile tercih edilen yakıttır.

Motorin: Yanması en az problemlili ve zararlı emisyonu en düşük sıvı yakıttır. Ancak yüksek fiyatı sebebiyle bileşik ısı-güç üretim sistemlerinde ana yakıt olarak kullanılması ekonomik olmamaktadır. Ancak gaz kesintilerine karşı, yedek yakıt olarak değerlendirilen en uygun yakıttır.

Fuel-öl No-4 : Bir diğ er uygun sı vı yakıttır. Ancak zararlı e m i syonlarında arıt m a gerekte, fiyat aç ısından da y i ne ekono m i k ol m a m a ktadır.

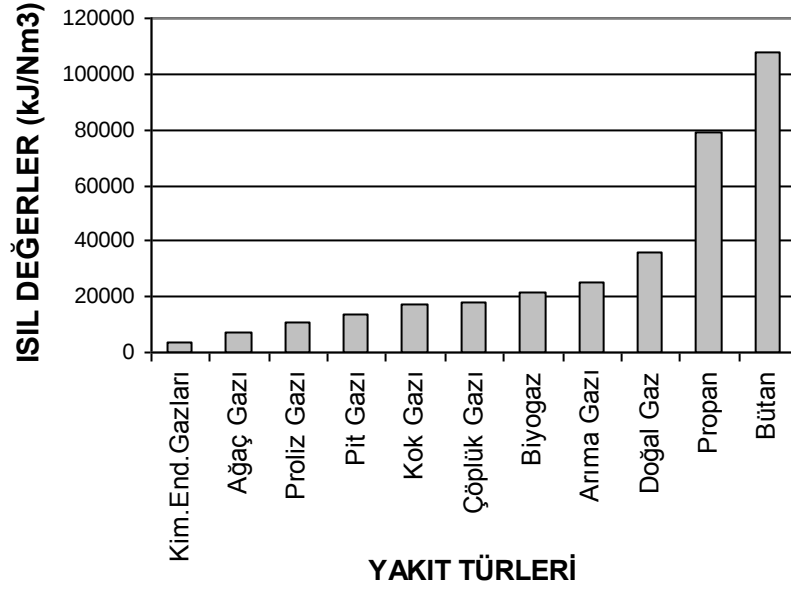
Fuel-öl No-6 : Kolay tem in edilebilirli ğ i, ül ken i zde za m an za m an üreti m fazlası ver m esi (ithal attan ba ğ ı m s ı z ol abil m e) nedeni ile en uygun yakıtlardan biri ol m a s ı na karş ı n, gaz ve katı atıkların ı n arıt ı l m a s ı nda karş ı laş ı lan problemler ve maliyetler ol un m a s ı z taraflarıdır.

Propan : Kullanıl m a s ı için % 95 üzerinde saflıkta ol m a l ı dır. Ül ke m i zde bulunm a d ı ğ ı için ithal edil m e ktedir. Enerji üreti m i a m a ç l ı olarak ithalat ı bazı fir m a larca yapılm a ktadır. Düşük metan sayısı (metan sayısı 33) ve yüksek kal orifik değ erine sahiptir. Enerji Bakanlı ğ ı n ı n yaz aylarında ald ı ğ ı kararlar sonucu enerji üreti m i nde kullan ı m halinde atv ve afif oranların ı n pratikte sıfırlanm ı ş ol m a s ı sonucu ekono m i k bir yakıt türü haline gel m i ř tir. (18)

Bileř ik ısı güç üreti m ünitelerinde kullanılan yakıtlar, öncelikle birincil tahrik ünitesi nde (gaz türb i ni, gaz motoru) teknik aç ı dan sorunsuz ve sürekli olarak yakılabilir ol m a l ı dır. Ayr ı c a tahrik üniteleri, birçok yakıt ı , gerekli yakıt hazırlama ve besleme sistemleri ilavesiyle verimlili ğ inden hiç kayıp yapmadan ya da kabul edilebilir değ erlerde yakılabilir m e l i dir. Örne ğ i n düşük ve orta güçteki gaz türb i nleri nde do ğ al gaz yanı nda motorin, nafta ve LPG gi bi alternatif yakıtlar da yakılabilir m e ktedir. Gaz türb i ni nde yakıt olarak LPG de kullanılacak ise dizel yakıt ı ile çalış m a ya baş layıp bir süre sonra LPG 'ye dönüş türülebilir m e ktedir. Ama çalış m a ya LPG yakılarak baş lanam a ktadır. (1)

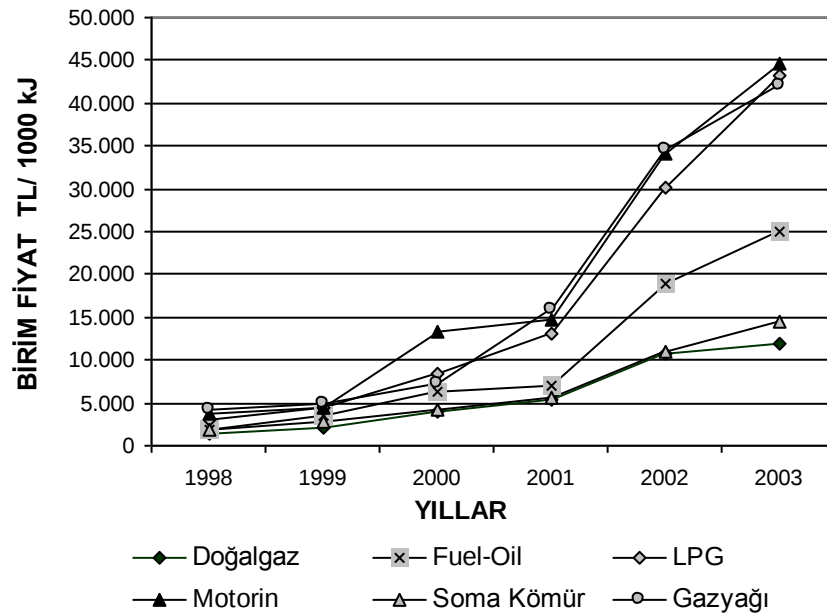
Dizel motorlar, çift yakıt ile çalıştırılabilir m e ktedir. Dizel motorlarda, belli bir kapasiteye (yaklaşık 4 MW) kadar dizel ya da gaz-dizel çift yakıt yakılabilir. Bu kapasitenin üzerinde ise gaz-dizel m a k i nalar ile no 4 ve no 6 fuel-öl yakabilen m a k i nalar bulunm a ktadır. Dizel motorlarda, dizel yakıt doğrudan kullanılırken, fuel-öl ancak yakıt ön hazırlama ünitelerinde tem i zlendi kten, basınçlandırıldıktan ve viskozitesi ayarlandıktan (ısıt m a) sonra yakılabilir m e ktedir.

1.8 MJ/ Nm³ 'lük bir ısı l değ ere sahip düşük metan sayılı ki m yasal endüstriyel gazlardan, 108 MJ/ Nm³ 'lük bir ısı l değ ere sahip bütana kadar bir çok alternatif organik yakıtların ısı l değ erleri Ş ekil 1.7' de görülm e ktedir. (2), (5)



Şekil. 1.7. Çeşitli Primer Yakıtların Isıl Değerleri (2), (5)

Bileşik ısı-güç üreti uygulamalarında kullanılan yakıtların satış fiyatları hakkında Tablo 1.1'den yararlanarak fikir edinmek mümkündür. Tablo 1.1. yakıtların yanma verimleri, alt ısı değerleri ve son beş yıla ait satış fiyatları değerlendirilerek hazırlanmıştır. Bu tablo değerleri kullanılarak, son beş yıla ait yakıtların ısı maliyetlerinin değişimini gösteren Şekil 1.8 çizilmiştir. [9], (5)



Şekil 1.8 Son Beş Yıla Ait Yakıtların Isıl Maliyetleri [9], (5)

Tablo 1.1. Son beş yılda yakıt fiyatlarının değışi mi. [9], (5)

	YAKITLAR	Doğal gaz TL/ m ³	Fuel- Oil TL/ kg	LPG 12 kg tüp	Motörin TL/ kg	Soma Kömürü TL/ ton	Gazyağı TL/ kg
YILLAR	İŞL DEĞERİ	35,000 kJ/ m ³	40,000 kJ/ kg	45,500 kJ/ kg	42,500 kJ/ kg	25,000 kJ/ kg	43,500 kJ/ kg
Ocak 1998	Birim fiyatı	44,484	62,988	120,000	131,802	26,500	151,782
	TL/ 1000 kJ	1,435	1,947	2,975	3,690	1,925	4,168
Mayıs 1998	Birim fiyatı	53,946	62,988	120,000	131,802	32,000	151,782
	TL/ 1000 kJ	1,742	1,947	2,975	3,690	2,325	4,168
Ocak 1999	Birim fiyatı	65,340	72,500	175,833	162,485	40,000	175,250
	TL/ 1000 kJ	2,110	9,343	4,350	4,549	2,900	4,813
Mayıs 1999	Birim fiyatı	84,186	111,900	219,167	230,448	40,000	240,750
	TL/ 1000 kJ	2,720	2,240	5,432	6,450	2,900	6,610
Ocak 2000	Birim fiyatı	122,904	203,050	348,334	475,980	58,333	535,562
	TL/ 1000 kJ	3,970	6,277	8,357	13,325	4,240	7,250
Mayıs 2000	Birim fiyatı	142,668	220,000	366,667	511,056	65,600	562,250
	TL/ 1000 kJ	4,610	6,803	9,088	14,310	4,769	8,000
Ocak 2001	Birim fiyatı	169,767	227,300	523,333	529,215	75,700	582,500
	TL/ 1000 kJ	5,308	7,025	12,970	14,820	5,500	15,997
Mayıs 2001	Birim fiyatı	261,783	417,500	1,025,000	837,366	118,500	968,125
	TL/ 1000 kJ	8,186	12,900	25,400	23,445	8,615	26,588
Ocak 2002	Birim fiyatı	348,678	542,000	1,250,833	1,121,429	155,000	1,191,875
	TL/ 1000 kJ	10,900	16,750	31,000	31,400	13,180	32,733
Mayıs 2002	Birim fiyatı	335,566	603,000	1,284,167	1,235,052	150,000	1,271,250
	TL/ 1000 kJ	10,720	1,841	30,060	34,175	10,900	34,500
Ocak 2003	Birim fiyatı	386,911	807,500	1,799,167	1,611,837	200,000	1,550,000
	TL/ 1000 kJ	12,000	2,465	43,120	44,600	14,540	42,000
Mayıs 2003	Birim fiyatı	335,566	810,500	1,825,000	1,625,000	200,000	1,500,000
	TL/ 1000 kJ	10,720	2,500	45,200	45,000	14,540	42,000

Şekil 1.8' den de anlaşılacağı gibi, uygulanan bir bileşik ısı-güç üreti m sisteminde yakıt olarak doğal gaz ve kömür kullanılması en ekonomik çözüm olarak görülmektedir,

BÖLÜM2

BÖLGESEL ISITMA

2.1. Bölgesel Enerji nin Sağladığı Yararlar

Bir bölge ısıtma sistemi; bölgesel ısıtma ve proses ısıtma için kentsel, ticari ve endüstriyel alıcılara bir merkezi kaynaktan ısı enerjisi sağlar. [4]

Bölgesel enerjinin sağladığı yararlar genel olarak üç başlık altında incelenebilir.

1. Çevresel Yararlar
2. Kullanıcı Bakımından Ekonomik Yararlar
3. Üretici Bakımından Ekonomik Yararlar

2.1.1. Çevresel Yararlar

Bölgesel ısıtma sistem santralinden çevreye olan zararlı emisyon değerleri çevre mevzuatlarında istenilen değerlerin çok altındadır. Yüksek kükürt içerikli kömür yakan ısı sistem santrallerinde karbondioksit emisyonu, doğal gaz yakan santrallere oranla iki kattan daha yüksektir. Doğal gaz bileşiminde kükürt olmadığı için kükürtdioksit emisyonu ve kül bulunmadığı için partikül emisyonu değerleri sıfır, azot miktarı çok düşük yüzdelik oranlarda bulunduğu için de NO_x emisyonları %8 Oksijen değerine göre en fazla 250-300 ng/kWh değerinde olmaktadır.

Endüstri ve sanayi kuruluşları ile birlikte toplu kentlerini ısıtması günümüzde termik santrallerle birlikte planlanmaktadır. Gerek artan doğudan batıya göç sonucu oluşan çarpık kentleşme ve sonucunda alt yapı ve çevre sorunları meydana gelmektedir. Çağdaş toplu konutların geliştirilmesi ve bölgesel ısıtması sonucu, asit

yağları ve ozon tabakasındaki inceleme ile zararlı atıklar gibi çevresel olumsuzlukları azaltmaktadır. [8]

2.1.2 Kullanıcı Bakımından Ekonomik Yararlar

Bölgesel ısıtma sistemlerinin kullanıcı bakımından aşağıda verilen ekonomik avantajları bulunmaktadır. [12], [13]

Kullanım Alanı: Bölgesel ısıtma santrali donanım için çok büyük alanlara gereksinim duyulmaz. Örnek olarak günümüzde daha az yer kaplamakla birlikte daha fazla ısı verimliliğine sahip plakalı ısı eşanjörü kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Ekipman Bakımları: Bölgesel ısıtma santralinde daha az mekanik ekipman bulunması ile daha az bakım onarım masrafı oluşturmaktadır.

Sigorta Giderleri: Bölgesel ısıtma santralinde daha az mekanik ekipman kullanılması ile afet ve kötü niyet tedbir sigorta masrafları azaltmaktadır. Ayrıca sistem genelinde yangın çıkma riski de azaltmaktadır.

İşletme Görevlileri: Bölgesel ısıtma santrali, eğitilmiş işletme veya bakım personel ihtiyacını azaltmaktadır.

2.1.3 Üretici Bakımından Ekonomik Yararlar

Bölgesel ısıtma sistemlerinin üretici bakımından aşağıda verilen ekonomik avantajları bulunmaktadır. [12], [13]

Kullanılabilir Uygun Yakıt: Katı, gaz, ve sıvı fazda çok çeşitli yakıtların kullanılabilirliği ile birlikte yakıt konusunda bölgesel ısıtma santralleri büyük bir esneklik sağlarlar. Küçük kapasiteli ısıtma sistemleri genellikle tek bir tip yakıt kullanımı (gaz, yağ) için tasarlanırken, bölgesel ısıtma uygulamalarında daha ekonomik (ucuz) yakıtlar (kömür, atık çöp) kullanılmaktadır. Bu sistemlerde çöplük gazı, arıtma gazı kullanıldığında yakıtın maliyeti sıfırdır. Ekonomik olan yakıtlar (doğal gaz, kömür..) kullanılan ısı sistemlerinde ilk yatırım maliyeti kendini çok kısa sürede geri ödemektedir. Ayrıca bir veya daha fazla yakıt kullanabilen (yağ, doğal gaz, LPG) büyük ısı tesisleri de tasarlanmaktadır.

Tasarım ve İlk Yatırım Maliyeti: Sistemin tasarım aşamasında, işletmenin hangi tür güce (elektrik/ısı) daha çok gereksinimi olduğu belirlenmelidir. İlk yatırım maliyetinin önemli bir kısmını da iletim ve dağıtım sistemleri masrafları almaktadır. Bu nedenle, iletim ve dağıtım şebeke tesisatı giderlerini en aza indirmek için planlı, titiz ve verimli bir analiz yapılmalıdır. Ayrıca bölge ısıtma uygulaması yakıtın kullanıldığı yakın yerlere inşa edilmesi ile, sistem daha ekonomik ve verimli hale dönüşmektedir.

İdare Süresi: Bir bölgesel ısıtma sistemini inşa etmek ve gerekli sistem ekipmanlarını sağlamak için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. Bazı durumlarda bu zaman bir yılı aşkın olabilir. Yeni bir endüstriyel alandaki dağıtım sistemi basittir ve kurulu iş yeri bölgesindeki sistem tesisatının döşenmesinden daha az zamana ihtiyaç duyulur.

2.2 Bölge Isıtmasının Sınıflandırılması

Bölge ısıtması akışkana ve ısıtma yüküne göre iki şekilde sınıflandırılabilir. [10]

I. Isı Taşıyıcı Akışkana Göre Bölge Isıtması

1. Sıcak Sulu Bölge Isıtması (Akış sıcaklığının 120°C nin altında olması)
2. Kaynar Sulu Bölge Isıtması (Akış sıcaklığının 120°C nin üstünde olması)
3. Su Buharlı Bölge Isıtması
 - a) Alçak Basıncıta Su Buharlı Isıtma-7 Bar basınç kadar
 - b) Orta Basıncıta Su Buharlı Isıtma-7 ile 25 Bar basınç arasında
 - c) Yüksek Basıncıta Su Buharlı Isıtma-25 Bar basınçtan yüksek

II. Isıtma Yüküne Göre Bölge Isıtması

1. Grup Isıtması (1000-5000 kWa kadar)
2. Blok Isıtması (5000-20000 kWarası)
3. Bölge Isıtması (20000-500000 kWarası)
4. Şehir Isıtması (500000 kW dan büyük)

2.2.1. Sıcak Sulu Bölge Isıtması

100 °C üzerindeki sıcaklıktaki suya kaynar su adı verilir. Isıtma tesisatındaki 120 °C nin altındaki sıcaklığa sıcak su, üzerindeki sıcaklığa kaynar su denir. [10]

Sıcak sulu sistem çapı 1000 m ve daha küçük alanlı bölgelerde teknik ve ekonomik açıdan uygundur. Bu sistem konutlar, iş merkezleri, hastane, otel, devlet daireleri, üniversite kampüsleri ve askeri tesislerde başarı ile kullanılmaktadır.

Sıcak sulu bölge ısıtmasında, ısı doğrudan ısı merkeziinden bloklara eşanjör kullanılmadan ulaştırılıyorsa (90/70 °C) sistem tek devreli dir ve boru şebekesindeki ısı kaybı en azdır. Ayrıca, basınç düşük olduğundan kullanılan ekipmanlar daha ucuz, sistem daha basit ve güvenilirdir. Bunun yanında sistemdeki su miktarı fazla, düşük sıcaklık farklılığından boru çapları büyük ve ısıtıcı yüzey miktarları fazladır.

Bu sistemlerde, kapalı genleşme kapları kullanılarak akışkan sıcaklığı 90 °C 'dan 110 °C'e çıkarılabilir. 110/90 °C veya 110/70 °C olarak çalışan sistemler bu uygulamalara örnek olarak verilebilir.

Isı Merkezi : Isı merkezinde, iki veya daha fazla sayıda sıcak su kazanı, dolaşım pompaları, ana dağıtım dişi ve dönüş kolektörü, kapalı genleşme deposu, yakıt ve su depoları, elektrik/kontrol panosu gibi ekipmanlar bulunmaktadır. Isıtma ihtiyacı

3 ile 5 MW güçlere kadar olan sistemlerde, kazan dairesi bir blok altında bulunurken, daha büyük güçlerde ise kazan dairesi bağımsız ayrı bir yapıdır. Gerekli ısıtma ihtiyacını karşılamak için iki kazan kullanılacaksa, toplam kazan kapasitesinin 2/3 oranında iki kazan, üç kazan kullanılacaksa toplam kazan kapasitesinin 2/5 oranında üç kazan seçilerek kullanılmalıdır. [14]

Genleşme Deposu : Kazanlardaki suyun genleşmesini alarak basıncı sabit değerde tutacak küçük depolardır. Sistemdeki suyun genleşmesini karşılayacak büyük depo ise sisteme bağlıdır. Sistemin kapalı genleşme deposunu bir adet yerine yarı kapasitede iki adet seçmek daha ekonomiktir. [14]

Tek Kollektörlü Sistem(Seri Dağıtım) : Bölge ısıtma sistemlerinde dağıtım ve blok tesisat devreleri birbirinden ayrılmaktadır. Sıcak su sistemlerinde, sistemde dolaşan debinin büyük oranda azaltılması için giriş ve dönüşler aynı kollektöre bağlanır. Önce en yüksek sıcaklıkta su gereksinimi olan devre beslenir. Bunun dönüşü daha düşük sıcaklıkta su gereksinimi olan devrenin beslenmesine verilir. Böylece kazan dönüş suyu en düşük sıcaklık değerinde olmaktadır. Giriş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark çok fazla olduğundan dağıtım devresinde dolaşan su debisi azalmakta ve sonucunda boru devre çapları küçülmektedir. Dağıtım hatlarında daha küçük çaplı boru kullanımı ile, boru ve eklemeler parçaları maliyetleri, vana/armatürler ve izolasyon maliyetleri ve boru galeri maliyetleri azalmaktadır. Ayrıca gerekli pompa güçleri azalmakta ve sonucunda dağıtım devresi pompalama enerji giderleri azalmaktadır. 90/55 °C ve 90/45 °C çalışan sistemler bu uygulamalara örnek olarak verilebilir.

Pompa lar : Ana dolaşım pompası, kazan suyunu giriş ve dönüş kollektörleri arasında sirküle etmektedir. Tek devreli tesisatta sistemin dengeli çalışması açısından her zon için ayrı bir dolaşım pompası kullanmak faydalıdır. Bu zon pompaları, kollektörden her bir zon için ayrılan devreler üzerinde bulunur. Isı merkezi den tek hattan bloklara dağılımı uygulamalarda ise, zon pompaları blok altındaki kollektör devresi üzerinde bulunur. Genellikle bu uygulama, her blokta farklı sıcaklık gereksinimlerini karşılamak ve sistemin basınç kayıplarını dengelemek için yapılmaktadır. Bloklardaki sıcaklık kontrolü pompa emişindeki iki veya üç yollu vanalar ile sağlanır. [14]

Eşanjör Dairesi : Dağıtım şebekesi ile blok tesisatı arasında bir ısı eşanjörü bulunmayan sistemlere “doğrudan bağlantı” denir. Doğrudan bağlantıda sistem daha basittir ve ısı kaybı daha azdır. Her blok altında otomatik karıştırma vanası bulunmaktadır. Böylece, dağıtım devresinden gelen sıcak su istenilen oranda karıştırılarak bloklar beslenmektedir. Bu uygulamalarda zamanla dağıtım devrelerindeki borular çürür ve sonucunda kontrolsüz su kaçaqları oluşur. Kaçaqlar

sisteme taze su verilerek karşılanır. Bu durumsıcak su kazanlarında kireçlenme ve korozyon oluşturarak kazanların ömrünü azaltır ve sonucunda da verim düşüklülüğünden yakıt sarfiyatını artırır.

Dağıtımşebekesi ile bloktesisatı arasında bir ısı eşanjörü bulunan sistemlere “dolaylı bağlantı” denir. Dolaylı bağlantıda, dağıtımdevresinde doğrudan bağlantıya göre daha yüksek sıcaklık ve basınçlar bulunur. Sıcaklık kontrolü hermanası merkezinden her blok bazında yapılabilir. Dağıtımdevresinde 90 °C su kullanılan sistemlerde devredeki sıcaklık düşmesini azaltmak için borulu tip eşanjörler de kullanılmalıdır. Uzun mesafelere ısı taşınan bölge ısıtılmasında, sistemdeki su debisi fazla olacağından plakalı eşanjörler kullanılır. Plakalı eşanjörler kullanılarak sistem ile kazanın doğrudan ilişkisi kesilerek ve kazanların güvenliği ve verimi sağlanmaktadır.

2.2.2 Kaynar Sul u Böl ge Isıt ması

Kaynar sul u sistemler büyük kapasiteli bölgeler ve şehir ısıtılması amacıyla kullanılır. Bu sistemlerde su sıcaklığı 180 °C ’ye kadar çıkabilir. Gidiş ve dönüş suyu arasındaki sıcaklık farkı 80°C ’ye kadar büyütülebilir. 160/80 °C, 150/90 °C, 150/70 °C olarak çalışan sistemler bu uygulamalara örnek olarak verilebilir. [10]

Tesisat : Kaynar sul u sistemler çift devreli ve atmosfere kapalıdır. Bu sistemlerde yüksek basınç standartlarında çelik, dikişsiz boru ve boru ekleme malzemeleri kullanılır. Bunlar en az PN 16 ile sıcaklık ve kot farkına bağlı olarak PN 25 ve PN 40 basınç değerlidir. Örneğin, 30-40 m kot farkı olan arazide 160/80°C su sıcaklıklı çalışan kaynar su sistemi nde, malzeme PN 16 basınç sınıfındadır. Daha yüksek sıcaklık ve basınçlar, daha yüksek kalitede malzeme ihtiyacı getireceğinden genellikle 180°C sıcaklık değeri aşılmaya çalışılır. [14]

Kaynar su kullanan ısı üreti maraçlarında (eşanjör, boiler, buhar üretici) tek oturma kontrol vanaları kullanılır. Bunlar, buharlaşmaya engel olmasını için sistem dönüş devresine konulur. Ayrıca ısı ve elektrik enerjisi ekonomisi bakımından iki yöllü kontrol vanaları ve şebeke uçlarına sirkülasyon by-pass vanaları konulur. 200 mm ’den daha büyük çaplarda, kapalı halde bile az da olsa sızırtı yapabilen sürgülü vana yerine by-pass vanası kullanılır.

Flanşlı bağlantılarda yüksek kaliteli çelik somun ve civata ile grafitli klingrit conta kullanılır. Çelik boruların meydana gelebilecek gerilmelere dayanacak boyutlarda mesnetlenmesine dikkat edilmelidir. 250 mm çaplar için Z, L ve U genleşmeleri kullanılırken, 250 mm'den daha büyük çaplar için çok katlı paslanmaz çelik boru genleşme parçaları kullanılır. Dış şebeke borularının dışı yalıtımında, taş ve camyünü üzeri galvaniz veya alüminyum sac levha kaplanır.

Kapalı Genleşme Depoları : 120 °C üzeri sıcaklıktaki su çok az bir basınç düşümü ile buhar fazına geçmektedir. Kaynar sulu sistemlerde, genleşen su miktarı ve basınca bağlı olarak kapalı genleşme deposu seçiminde sıcak sulu sistemler ile herhangi bir farklılık bulunmaz. Kaynar sulu sistemlerde membranlı, kompresörlü ve pompalı tip kapalı genleşme depoları kullanılır. Membranlı kapalı genleşme kabı bulunan bir sistemde su sıcaklığının 120°C üzerine çıktığı durumlarda tank içinde suya geçen azot gazı nedeniyle sistemdeki basınç korunmaz. Bu tehlikeleri gidermek için genleşme depolarının hidrolik olarak bağlı bulunduğu emniyet hattında ek olarak soğutma tankları kullanılır. Soğutma tankında sistemde genleşen suyun yeteri sürede bekleyerek 100 °C'nin altına düşmesi sonucu kapalı genleşme depolarına ulaşması sağlanır. 120 °C işletme sıcaklığı kaynar su sistemlerinde, soğutma tank hacmi genleşen su hacminin yaklaşık %20 ile %30'u arası değerde seçilir. Tesisatta dolaşan suyun buharlaşma basıncının önüne geçilemediği durumlarda, kompresörlü kapalı genleşme depoları ve pompalı kapalı genleşme depoları kullanılır. [14]

Pompalar : Kaynar sulu sistemlerde kullanılan pompalar özel dir. Hiçbir zaman bronz malzeme kullanılmaz. Pompalar, sfero döküm gövdeli ve paslanmaz çelik rotolu, mekanik salmastralıdır.

Pompalar, dönüş hattı değil gidiş hattı üzerinde bulunur. Ayrıca, sistemdeki basınç değerlerinin sınır değerlerini aşmaması sağlanmalı, hiçbir noktada buharlaşma olmamasına dikkat edilmelidir. Çok büyük tesislerde gidiş ve dönüşte birer dolaşım pompası bulunur. Sistem yükü iki veya daha fazla sayıda paralel pompa ile paylaştırılır.

Eşanjör Dairesi : Kaynar sulu sistemlerde, su sıcaklıkları ve basınç yüksek olduğundan, bölge ısıtımında genellikle dolaylı bağlantı tercih edilir. Kaynar su

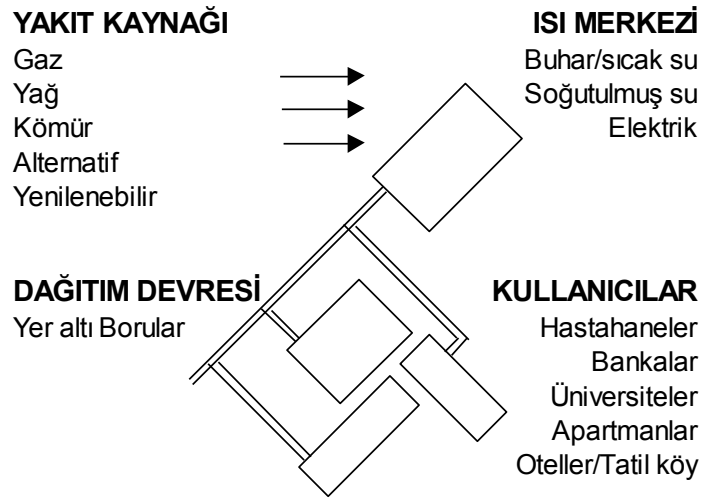
devresi girişinde bir kapama vanası, bir üç yollu vana veya iki yollu motorlu vana, dönüşünde ısı pay ölçer bulunur. Kaynar su devresinde elektrik hatlarına güvenlik için yay geri dönüşlü servomotor kullanılır. Sıcak su devresindeki dolaşım bir sirkülasyon pompasıyla sağlanır. Ayrıca bu devrede kapalı genleşme deposu, emiyet ventili ve hava boşaltımtüpleri bulunur. [14]

2.3. Bölge Isıtma Sisteminin Elemanları

Bir bölge ısıtma sisteminin ana bileşenleri aşağıda sıralanmaktadır. [8]

1. Isı Merkezi
2. Şebeke- Dağıtım Sistemleri
3. Kullanıcı Binalar

Bir bölgesel ısıtma sisteminin ana bileşenleri aşağıdaki Şekil 2.1’de gösterilmektedir. [8]



Şekil 2.1. Bölge Isıtma Sisteminin Ana Bileşenleri [8]

Isı Merkezi, Jeotermal kaynak, güneş enerjisi veya bileşik ısı-güç üretimi sistemi ısı merkezi olabilir. [8]

İletim ve Dağıtım Devreleri, sistemin ürettiği enerjiyi kullanıcı bölgeye taşırlar. Bölge ısıtmasının yapım maliyetinin önemli bir payını iletim ve dağıtım hatları için kullanılan boru ve bağlantı parçaları oluşturmaktadır. Devreler, beton tünellerde iyi izolasyon yapılabileceği gibi doğrudan yer altı gömülü kendinden izolasyonlu borular da olabilir.

Kullanıcılar, bina ekipmanlarının içerdiği alıcı (kullanıcı) sistemlerdir. Bu uygulamalar; konutlar, iş ve alışveriş merkezleri, hastane, otel, devlet daireleri, üniversite kampüsleri ve askeri tesislerde başarı ile kullanılmaktadır.

Bölge ısıtmasında, bir ısı merkezi nde üretilen ısı, dağıtım devresi ile ısıtılmak istenen binalara taşınır. Her binanın altında bulunan bir ısı değiştirgeci nde (eşanjör) dağıtım devre akışkanı ile blok tesisat devre akışkanı ısıtılır. Dağıtım devre akışkanı kızgın su veya sıcak su, blok tesisat devre akışkanı ise 90/70 ° C veya 70/55 ° C sıcak sudur. Kısaca, blok tesisat devresi klasik sıcak su lu merkezi ısıtma (blok altından ısıtma) sistemidir. [15]

2.3.1. Isı Merkezi

Isı merkezi ndeki ana eleman ısı üreticidir. Bu ısı üretici,

- a) Buhar kazanı
- b) Kaynar su kazanı (110° C üstünde)
- c) Sıcak su kazanı (110° C altında)
- d) Atık ısı kazanı

olabilir.

Bir buhar veya sıcak su kazanı, yakılan yakıt veya atık ısı dan yararlanmak suretiyle belli bir miktar sıcak suyu veya buharı belli bir basınçta üreten ve gerekirse bu buharı belli bir sıcaklığa kadar kızdıran bir ısı üreticidir. Büyük ısıtma uygulamalarında borulardaki büyük kayıplar nedeni ile oluşacak yoğunlaşmaları önlemek için buhar veya sıcak su doyma sıcaklığının üstünde 5 ile 20 ° C arası sıcaklığa kadar bir miktar daha kızdırılır.

Endüstride genellikle büyük hacimli kazanlara rastlanmakla birlikte, ısıtma sistemlerinde çok çeşitli tipte kazanlar kullanılmaktadır. Kazan çeşitlerinin sınıflandırılması aşağıda verilmiştir. [16]

1. Kullanılan Yakıt Gnsine Göre Kazanlar

- Katı yakıtlı kazanlar (kömür, taş kömürü, odun kömürü, odun, linyit, turba, kok)
- Sıvı yakıtlı kazanlar (no:5 ve no:6 fuel-oil, motorin, benzin, gazyağı)
- Gaz yakıtlı kazanlar (doğal gaz, hava gazı, kok fırını gazı, üreteç gazı, su gazı)

2. Basıncılarına Göre Kazanlar

- Alçak basıncılı kazanlar (1 at ü'nün altında)
- Orta basıncılı kazanlar (1 at ü'nün üstünde)
- Yüksek basıncılı kazanlar (2,5 at ü'nün üstünde)

3. Yapı ve Çiimine Göre Kazanlar

- Büyük su hacimli kazanlar (Alev borulu kazanlar, Duman borulu kazanlar ve Alev ve duman borulu kazanlar)
- Su borulu kazanlar (Düz/Eğimli su borulu kazanlar, Paket tipi su borulu kazanlar)

Büyük Su Hacimli Kazanlar : Bu tür kazanlar ağır ve hacimce büyüktür, kazanın birim hacminde ısıtma yüzeyinde üretilen buhar miktarı düşüktür. Isıl verimleri düşüktür. Gövdeleri büyük olduğundan en fazla 20 bar basınca kadar yapılabilir. [16]

Alev ve duman borulu kazanlar, yanma sonucu elde edilen sıcak duman gazları alev borusu içinden geçerek ısıtma ve taşınım ile ısıtma suya veren kazanlardır. Alev boruları düz imalat edildiği gibi dalgalı şekillerde de imal edilebilirler. Dalgalı alev borularının üstünlüğü, ısıl gerilmeleri azaltması ve yüzeylerinin daha fazla olmasıdır. Borular, ön ve arka ayna adı verilen levhaya makine veya kaynaklı olarak tespitlidir. Zamanla yıpranan duman boruları, makine ile bağlanmışsa değiştirilmeleri kaynak bağlantılarına göre oldukça kolaydır.

Alev-duman borulu kazanlar, hem alev borusundan hem de duman borularından oluşur. Genellikle, yakıt alev borusunun içindeki ocak kısmında yakılır. Yanma sonucu meydana gelen sıcak duman gazları, alev borusunun ocak olmayan diğer kısmını geçtikten sonra duman borularına girer. Asıl ısıtma yüzeylerinin büyük kısm

du man borularından oluşmaktadır. Alev-du man borulu kazan, 20 bar'dan daha az doymuş veya az kızmış buhar ihtiyacı olan uygulamalarda tercih edilir.

Su Borulu Kazanlar : Buharın basıncı yükseldi kçe özgül hacmi ve yoğunluğu suyunki ne yaklaşı r ve kritik basınçta sıfır olur. Yoğunluk farkı kazanda su dolaşımını sağlayan tek unsurdur. Basıncın artmasıyla su dolaşım yavaşlar. Çok yüksek basınçta su dolaşım tehlike doğuracak kadar ağırlaşır. Bu sebeple su deposuyla buharlaştırıcı su boruları arasındaki mesafe artırılarak doğal bir su dolaşım sağlanır.

Bu kazanlarda su, boruların içinde dolaşırken, boruların dışından du man gazları geçer. Böylece ısınan boruların içinde buharlar toplanarak kullanılacak yere gönderilir. Su borulu kazanlar, daha az yer tutması ve daha fazla emniyet sağlanması bakımından büyük santrallerde kullanılmaya elverişlidir. Basınç 20 bar ve ısıtma yüzeyi de 150 m²'yi aşınca su borulu kazan kullanılmalıdır. Yüksek basınçlı su borulu kazanlar yüksek kapasitede kuru buhar üretirler. Bu kazanların ocak kısımlarından yükselen du man gazları kızdırıcı boru demetinden geçerek bacaya girmiş olur. Bu tip kazanlar türbin buharı üretmeye elverişlidirler. [16]

Atık Isı Kazanları : Atık ısı kazanları ile işletmenin buhar veya sıcak su ihtiyacının tamam veya büyük oranda bir yüzdesi karşılanabilmektedir. Endüstriyel işlemler sonucunda açığa çıkan yanıcı atıkların veya sıcak gazların değerlendirilmesi açısından atık ısı kazanlarının önemi oldukça büyüktür. Ayrıca, hem enerji hem de çevre kirliliği bakımından da önemlidir.

2.3.2 Isının Taşınması- Şebeke

Borular : Bölge ısıtılmasında, dağıtım şebeke boruları toprağa gömülerek döşenen özel yalıtımlı borulardır. Çelik üzeri poliüretan esaslı (PUR 40/ 50/ 60) izolasyon kaplı özel kılıflı borulardır. Bu borular Türk Standartlarında TS- EN 253 ve boru ekleme parçaları da EN 448 ile belirlenmiştir. [17], (17)

Borular, toprak altında betonarme kanal, galeri yerine doğrudan açılan hendeğe gömülmektedir. Betonarme kanal, galeri, mesnet gibi maliyet artırıcı işlemlerin hiç birine gerek yoktur. İzolasyon malzemesi olarak kullanılan poliüretanın ısı iletim katsayısı 0.018 W/mK'dir. Bu değer ısı iletim katsayısı 0.035 W/mK olan cam yününe göre daha az ısı kaybı demektir. Kılıf boru dışı olarak i mal edilmede

olup, dışarıdan poliüretan malzemesine su girişi imkansızdır. Böylece izolasyon malzemesinin ömrü uzamaktadır. İstendiği takdirde borularını içine döşenen izlemeler ile sistemdeki kaçak yerleri 10 kmlik bir şebekede dahi 1 m hassasiyetle tespit edilebilmektedir.

Aşağıda bir bileşikısı-güç üreten bir tesise ait atıkısı boru tesisatının, toprak altı çelik üzeri poliüretan esaslı izolasyon kaplı özel kılıflı borular ile kaynaklı döşenme aşaması görülmektedir. (17)

Direkt olarak toprağa gömülen boru, sıcaklık artışı ile uzar. Bu uzama, boru toprak arası sürtünme kuvveti ile engellenir. Uzama karşı direnç, sürtünme kuvveti tüm boru boyunca eşit olarak dağılmış olarak ortaya çıkar ve boru hattının her bir metresi ile artar. Uzmanın oluşturduğu gerilme, emmiyet gerilmesinden küçük ise bu tesisin hiçbir yerinde kompensatör ihtiyacı yoktur. İzolasyon malzemesi olarak kullanılan rijit PUR köpük, çelik borudaki ısı genleşme gerilmelerini karşılamak için, toprak ile dış boru arası sürtünme kuvvetlerini çelik boruya iletecek özelliklere sahiptir. Bu özelliği sayesinde devrede ayrıca kompensatör kullanmaya gerek kalmaz.



Şekil 2.2. Özel İzolasyonlu Şebeke Borusu (17)

Bölge ısıtılmasında, ısı tesisatı şebeke boruları, siyah veya galvaniz çelik borular ile plastik borulardır. [17]

Çelik Borular, levha veya rulolu halindeki çeliğin kıvrılarak kaynakla birleştirilmesi ile elde edilir. Çelik boru mal edildikten sonra hiçbir özel işleme uygulanmış ise siyah çelik boru olarak adlandırılır. Galvaniz çelik borular, siyah boruların korozyona dayanıklılığını arttırmak için üzeri galvaniz kaplanarak elde edilirler. Dışlı siyah borular Türk Standartlarında TS 301 ve Alman normlarında DIN 2440 ile belirlenmiştir. Bu borular, daha yüksek sıcaklık ve basınç gerektiren kaynar su sistemlerinde kullanılmaktadır. (15), (16), (17)

Yu muşak çelik borular yani prezisyon çelik borular soğuk şekil verme metodu ile üretilmektedir. Yeni uygulamalarda bina kalorifer tesisatının ana devre boruları ile kolonlar normal çelik borular ile yapıldıktan sonra radyatör bağlantıları yu muşak çelik borularla sağlanır. Yu muşak borular dış taraftan propilen yu muşak malzeme ile kaplanarak yalıtımsağlanır. Dışışiz prezisyon çelik borular TS 302 ve DIN2393 ve DIN2394 ile belirlenmiştir.

Plastik borular cam elyafı takviye edilmiş epoksi veya poliyesterden yapılır. En fazla 10 bar basınç ve 110 °C sıcaklığa dayanıklıdır. Taşıyıcı boruyu saran kılıf, hemizolasyon hemde koruyucu özelliğindedir. Bu borular, işletme esnasında boruda meydana gelen uzama ve kısalma hareketlerini yok eder. (15), (16), (17)

Boru ekleme parçaları : Kalorifer tesisatının döşenmesinde dönüşlerde dirsek kullanılması, ayrılmama ve birleşme yerlerinde manşon, kesit değişimini gerekli olan yerlerde redüksiyon gibi boru ekleme parçaları kullanılmaktadır. Boru ekleme parçaları TS 11, TS 2449 ve DIN2605 ile belirlenmiştir. [17], (15), (16), (17)

Boruların Asılması ve Tespit Edilmesi : Boruların malzeme olarak kendi ağırlıklarına ilave olarak içinde dolaşan su ve yalıtımağırlıkları da göz önünde tutularak sehim(eğilme) vermeyecek şekilde tespit edilmeleri gerekir. Boruların yerinde güvenilir biçimde kalabilmeleri için kelepçe, askı ve konsollar kullanılır. Boruların tespit yerleri arasındaki mesafe DIN2440 ve DIN2448 de belirlenmiştir. Boruların duvarlara tespitinde veya tavanlara asılmalarında kullanılan tespit elemanları içinden geçen borular iyice sıkılarak sabitleştiriliyorsa sabit noktalı SN tespit yöntemi, eksenel doğrultuda oynama oluyorsa kaymalı K tespit yöntemi uygulanmaktadır. Betonarme tavanlı binalarda boruların asılacağı yerde bina kirişleri varsa ankraj demiri kiriş yüzeyine monte edilmelidir. Boruların duvar ve döşeme geçişlerinde borunun dayanıklılığını arttırmak için kovan kullanılmasıdır. Boru ile kovan arası izole edilmeli ve her iki uçtan mastik veya plastik kapakla kapatılmalıdır.

Kanallar : Şebeke boruları genellikle kanallar içinde korunmaktadır. Kanallar içinde insan dolaşabilecek kadar yeterli hacimde veya içinden yalnız ısıtma borularının geçebileceği hacimde olabilir. Büyük kanallarda, boruların döşenmesi ve yalıtılması veya daha sonra boru bakım ve onarımlarının yapılması oldukça kolaydır. Yalnız ısıtma devreleri değil elektrik ve telefon kabloları ile temiz veya atıksu boruları gibi

başka hizmetler için de kullanılabilir. Kanallarda sızıntı ve boru kaçaklarından meydana gelen suları akıtmak için tabanda kanal çukuru yapılır. Kanal kapakları ile kanal duvarları arası bitümlenerek zemin suyunun sızması önlenir. Doğrudan toprağa gömme halinde, yeraltı sularının etkisini azaltması için izolasyonlu boruların altına drenajı sağlayacak şekilde çakıl döşenmektedir. Yeraltı suları çok ve asitli değilse boruları doğrudan doğruya toprağa gömme pratik ve en ekonomik olan yöntemdir. [15], [17]

Mesnetler : Borular sıcaklık etkisi ile uzayacağından mesnet üzerinde kayar bir şekilde montesi sağlanmalıdır. Boruların makaralara oturtularak ray üzerinde kayar bir şekilde monte edilmesi daha çok tercih edilen bir yöntemdir, fakat bu sistem pahalı olduğundan yalnız önemli olan yerlerde uygulanmaktadır. Boruların aşağıdan gitmesini sağlamak için yüksek mesnetler kullanılır. Yüksek mesnetler çelik karkas, genellikle çelik profilinde betonarme yapılar.

Genleşme Parçaları : Uzun borularda ısıtıcı akışkan sıcaklığı etkisiyle borularda meydana gelecek uzamalar serbest uzama olmazsa çok ciddi gerilmeler oluşur. Buna içindeki dönmeler küçük çaplı boruların serbestçe genleşmesini sağlarlar, ama düz boru uygulamalarında bu sorun genleşme parçaları kullanılarak giderilir.

Kompansatör : Genellikle sıcak su ısıtma binası ısıtmasında düz boruların boyu fazla değildir. Tesisattaki mevcut dirsekler tarafından bu uzama zarar vermeden karşılandığı için tesisat yeterli esnekliğe sahiptir. Boru boyu arttıkça genleşme miktarı da artacağından gerekli önlem alınmazsa tesisat zarar görür. Borularda oluşabilecek genleşmeler önemli değere ulaştığı ve tesisatta yeterli esnekliğin olmadığı durumlarda kompansatör kullanılır. Yedi katlı (21 m) bir binanın dış çikan kolon hattındaki genleşme, havalık ve ana hat toplamısındaki dirseklerle alınabilir. Sekiz kat ve daha yüksek yapılarda boru kompansatörü kullanılmaktadır. 90-70 °C ısıtma tesisatı kolonlarında her katta yaklaşık 3 mm genleşme olur. [15], [17]

Yalıtım: Isıtma tesisatında borular ısıtılan hacimlerden geçiyorsa, borudan hacim yayılan ısı, kayıp olarak değerlendirilmez. Ancak ısıtılmayan hacimlerden geçen borular için ısı kaybı olarak değerlendirilir. Eğer bu ısı kaybını yaratan borular yalıtılmazsa, daha düşük sıcaklıkla dolaşan akışkan nedeniyle toplam ısı gücü düşecektir. Boru, bir ısı yalıtım malzemesi ile izole edildiğinde, izolasyon kalınlığına

bağı olarak kaybedilen ısı değerleri giderek azalmaktadır. Artan izolasyon kalınlığı ile borudan olan ısı kaybının önlenmesi değerleri doğrusal değişmez, giderek azalır. Dolayısı ile izolasyonu fazla arttırmanın yararı yoktur. Bu kavram ekonomik izolasyon kalınlığı ile belirlenir. İzolasyon malzemesi olarak camyünü, kauçuk köpüğü, poliüretan köpük, polietilen köpük, perlit ve flex türü malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler çeşitli çaplardaki borulara hemen uygulanabilecek şekilde hazır olarak bulunur. Isı yalıtım malzemelerinin etkinliği içerdiği gözeneklere bağlıdır. Böylece izolasyonun ıslanması için dış ortama açık boruların izolasyonunda camyünü üzeri galvaniz veya alüminyum levha ile kaplanır. Buhar devrelerinde, boruların oluşturduğu ısı kayıplarının yanında önemli bir ısı kaybı da yalıtılmamış vana, flanş ve ekleme malzemeleridir. Bu kayıpların önlenmesi için hemen uygulanabilen ve sökülüp tekrar takılabilen vana ceketleri kullanılmaktadır. [15], [17]

BÖLÜM3

YASAL ÇERÇEVE VE UYGULAMADA KARŞILAŞILAN SORUNLAR

3.1. Elektrik Hıyasası Yasası

Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kuruluncaya kadar sektörde hükümsüren çok başlı yönetim modeli ile barajların yapılmasında DSI, termik santrallerin yapılması ve işletilmesinde Hıbank, belediyeler, İller Bankası, dağıtım şebekeleri ile ilgili belediyeler faaliyet göstermekteydi. TEK'in kurulması ile elektrik enerjisi üretimi ve iletiminde merkezi kamusal bir yapı kurulmuştur. Daha sonraki dönemde 1982 yılında çıkarılan bir yasa ile üretimi ve iletiminde elektrik dağıtım hizmetlerinin de belediyelerden alınarak TEK'e devredildiği görülmektedir.

1980'li yıllarda, elektrik enerjisi sektöründe özelleştirme uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla 04.12.1986 tarihinde çıkarılan 3096 sayılı kanun ve bu kanuna dayalı yönetmelikler ve tebliğler ile TEK dışındaki kuruluşların elektrik üretimi, iletimi ve dağıtım yapmasının önü açılmıştır.

1993 yılında TEK, TEAŞ (Türkiye Elektrik Anonim Şirketi) ve TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) olarak ikiye bölünmüştür. Ardından, TEDAŞ'ın satışına yönelik olarak dağıtım şirketlerine ayrılmasıyla, merkezi yapı bir kez daha tahribata uğratılmıştır. (18), (19)

08.06.1994 tarihinde 3996 sayılı kanun çıkarılmış, bu kanun ile bazı hizmetlerin Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli ile yaptırılması hedeflenmiştir. 1996 yılında ise, YİD modelinin “devret” kısmı atılarak Yap-İşlet (Yİ) modeli uygulanmasına geçilmiştir. Karşılaşılan hukuksal aksaklıklar sonucu, tam anlamıyla birbiri ile bağlantılı bir mevzuat sistemi için 16.07.1997 tarihinde 4283 sayılı kanun çıkarılıp, bu kanun ilgili yönetmelikler ve tebliğler ile desteklenmiştir. Daha sonra, bu yasa ile sektörde Kamu adına yapılan Danıştay denetimi görüş bildirime indirgenmiş ve iç hukuk sistemi

yerine “uluslararası tahkim”in önünü açılmıştır. Diğer taraftan, “işletme hakkı devri” adı ile gündeme getirilen bir diğer model ile sektör tamamen ticarileşmeye ve ulus aşırı sermayenin denetimine girmiştir. (19), (20)

2001 yılında, Dünya Bankası’nın verdiği kredinin ön şartı olan TEAŞ’ın yeni parçalara bölünmesi işlemi ile TEAŞ’ın, TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi), EÜAŞ (Elektrik Üretim Anonim Şirketi) ve TETAŞ (Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi) olarak üçe ayrıldığı görülmektedir.

Son olarak, 20 Şubat 2001 tarihinde çıkarılan 4628 sayılı yasa “Elektrik Piyasası Yasası” ve ardından kurulan “Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)” ile sektörde kamu hizmeti anlayışı terk edilerek tümüyle serbest piyasa faaliyeti olarak önünün açılması hedeflenmiştir. Elektrik Piyasası Kanunu, elektriğin tüketicilere yeterli, kaliteli, sürekli ve düşük maliyetli bir şekilde sunulmasını sağlayacak rekabet ortamının oluşturulması için gereken yasal çerçeveyi yaratmıştır. Bu doğrultuda Kanun, piyasa katılımcıları arasında yapılacak ikili anlaşmalara ve dengeleme ve uzlaştırma mekanizmasına dayalı bir modelin teşkilini öngörmektedir.

4628 sayılı Elektrik Piyasası Yasayı tanımlayıcı yönetmelik ve tebliğler aşağıda sunulmaktadır. (19)

- Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği	19/02/ 2003 Sayı: 25025
- Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği	22/01/ 2003 Sayı: 25001
- Elektrik Piyasası Müşteri Hizmetleri Yönetmeliği	03/07/2003 Sayı: 25157
- Elektrik Piyasası Serbest Tüketici Yönetmeliği	21/03/ 2003
- Elektrik Piyasası Tarifeler Yönetmeliği	11/08/2002 Sayı: 24843
- Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği	25/06/2003 Sayı: 25149
- Elektrik Piyasasında Mali Uzlaştırma Yapılmasına	26/06/2003 Sayı: 25150
İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Tebliğ	
- Elektrik Piyasasında İletim ve Dağıtım Sistemlerine	27/03/2003 Sayı: 25061

Bağlantı ve Sistem Kullanımı

- Elektrik Piyasasında Kullanılacak Sayaçlar

22/03/2003 Sayı: 25056

- Elektrik Piyasasında Gelir ve Tarife Düzenlemesi

24/01/2003 Sayı: 25003

3.2 Elektrik Piyasa Faaliyetleri ve Lisans Türleri

Lisans, bir tüzel kişinin piyasada faaliyet gösterebilmek için Kurumdan almak zorunda olduğu bir yetki belgesidir. Piyasada faaliyet gösterilebilmesi için Kurumdan her bir piyasa faaliyeti ve aynı faaliyet gösterilen her bir tesis için ayrı lisans alınması zorunludur. Birden fazla tesiste aynı tüzel kişilik adı altında üretim faaliyeti göstermek isteyen tüzel kişiler; üretim otoproduktör ya da otoproduktör grubu lisanslarından ancak birini alabilirler. (18), (19)

Piyasada faaliyet göstermek üzere lisans başvurusunda bulunacak özel hukuk hükümlerine tabi tüzel kişilerin, 6762 sayılı Türk Ticaret Kanunu hükümleri doğrultusunda anonim veya limited şirket olarak kurulmuş olmaları zorunludur. Anonim şirket olarak kurulmaları halinde, hisselerinin tamamının nama yazılı olması şarttır. Tüzel kişiler piyasada faaliyet göstermek üzere lisans almak için Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğinin (04.08.2002 / 24836) yer alan belgeleri eksiksiz olarak ibraz etmek suretiyle Kuruma başvuruda bulunur. (19)

Kanun kapsamında lisans sahibi tüzel kişiler tarafından gerçekleştirilebilecek faaliyetler aşağıda yer almaktadır.

- Üretim
- İletim
- Dağıtım
- Toptan Satış
- Perakende Satış
- Otoproduktörlik

3.2.1. Üretim

Mevcut ve kurulacak olan üretim tesisleri için üretim şirketlerinin elektrik enerjisi üretimi ve üretilen elektriğin satışına yönelik olarak, her bir üretim tesisi için Kurumdan almak zorunda lisansdır. Bu kapsamdaki lisans sahibi tüzel kişiler ürettikleri elektrik enerjisi ve/veya kapasiteyi; toptan satış lisansı sahibi tüzel kişilere, perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilere ve serbest tüketicilere ikili anlaşmalar yoluyla satabilir. Üretilen elektrik enerjisinin ve/veya kapasitenin herhangi bir bölge sınırlanması d maksızın müşterilere satışında iletim ve/veya dağıtım bedeli ödenir.

Otoprodüktör ve otoprodüktör grupları tarafından gerçekleştirilen üretim faaliyeti dışındaki elektrik enerjisi üretimi, EÜAŞ ve özel sektör üretim şirketleri tarafından gerçekleştirilir. EÜAŞ ve özel sektör üretim şirketleri, lisansları uyarınca gerçek ve tüzel kişilere elektrik enerjisi ve/veya kapasite satışı yapabilirler.

* EÜAŞ ve Bağlı Ortaklıkları ; EÜAŞ ve bağlı ortaklıkları kamuya ait tüm elektrik üretim tesislerinin mülkiyetini muhafaza edecek ve işletecektir. Kurul onaylı üretim kapasite projeksiyonu uyarınca, gerektiğinde yeni üretim tesisleri kurabilir, kiralayabilir ve işletebilir. 5 yılı geçmeyecek bir düzenleme çerçevesinde ürettikleri elektrik enerjisi ni TETAŞ'a satacaktır.

* Özel Sektör Üretim Şirketleri ; Sahip oldukları, finansal kiralama yoluyla edindikleri veya işletme hakkını devraldıkları üretim tesisi ya da tesislerinde elektrik enerjisi üretimi ve satışı ile iştigal eden özel hukuk hükümlerine tabi tüzel kişilerdir. Özel sektör dağıtım şirketleri ile kontrol oluşturmaksızın iştirak ilişkisine girebilir. Herhangi bir özel üretim şirketinin iştirakleri ile birlikte işletmekte olduğu üretim tesisleri yoluyla piyasada sahip olacakları toplam pay, bir önceki yıla ait yayımlanmış Türkiye toplam elektrik enerjisi kurulu gücünün %20'sini geçmez.

* Otoprodüktörler ve Otoprodüktör Grupları ; Otoprodüktörler esas olarak kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere faaliyetlerini sürdürecektir. Ayrıca, otoprodüktör ve otoprodüktör grupları bir önceki takvim yılı içinde ürettikleri toplam elektrik enerjisinin %20'sini aşmamak kaydıyla Kurul tarafından belirlenecek orandaki miktarını serbest rekabet ortamında satabilir. Bir takvim yılı içinde Kurulca belirlenen orandan daha fazla elektrik enerjisinin satılması halinde üretim lisansı alınması zorunludur. Mevcut sözleşmesi bulunan otoprodüktör grupları; mevcut

ortakları olan bir tüzel kişi ile doğrudan veya dolaylı olarak asgari yüzde otuz oranında iştirak ilişkisi bulunan ve yıllık tüketimleri 1.000 MWh'ın üzerinde olan tüzel kişilere, serbest tüketici olma şartı aranmadan 31 Aralık 2004 tarihine kadar elektrik enerjisi satışı yapabilir. Üretim faaliyeti gösteren tüzel kişilerin tek bir tesise sahip olmaları durumunda, ürettikleri elektrik enerjisini doğrudan serbest tüketicilere satmak yerine toptan ve/veya perakende satış şirketlerine satarlar. Otoproduktörler ve otoproduktör grupları hariç olmak üzere, iletim ve dağıtım sistemi ile paralel çalışan ve çıkarılacak yönetmeliğe göre yalnızca kendi ihtiyacını karşılamak için elektrik üretimi yapan gerçek veya tüzel kişiler lisansa tabi değildir.

3.2.2 İletim

Elektrik enerjisinin gerilim seviyesi 36 kV üzerindeki hatlar üzerinden nakli olarak tanımlanır. İletim lisansı; TEİAŞ, mevcut ve inşa edilecek tüm iletim tesisleri üzerinden iletim faaliyetlerini yürütebilmesi için Kurumdan almak zorunda olduğu lisanstır. Piyasada iletim faaliyeti bir kamu şirketi olan TEİAŞ tarafından yürütülür. Kamusaldeki tüm iletim tesislerini devralmak, kurulması öngörülen yeni iletim tesisleri için iletim yatırım planı yapmak, yeni iletim tesislerini kurmak ve işletmek, TEİAŞ'ın görevidir. TEİAŞ, Kurum onayına tabi olan iletim bağlantı ve sistem kullanımlarını ve şebeke yönetimini hazırlar, revize eder, denetler ve yük dağıtım ile frekans kontrolünü gerçekleştirir, iletim sisteminde iktisadi ve kapasite artırımı yapar, gerçek zamanlı sistem güvenilirliğini izler, yapılan yan hizmetler anlaşmaları ile yan hizmetleri satın alır ve sağlar.

3.2.3 Dağıtım

Elektrik enerjisinin 36 kV ve altındaki hatlar üzerinden nakli olarak tanımlanır. Dağıtım faaliyeti TEDAŞ, bağlı ortaklıkları ve özel sektör dağıtım şirketleri tarafından lisanslarında belirtilen bölgelerde yürütülür. Dağıtım Lisansı, belirli bir bölgede dağıtım faaliyetinde bulunulabilmek için tüzel kişilerin Kurumdan almak zorunda oldukları lisanstır. Özel sektör dağıtım şirketleri, dağıtım ve perakende satış faaliyeti dışında, lisanslarında belirtilen bölgelerde üretim lisansı almak kaydıyla ve yıllık elektrik enerjisi üretimi bir önceki yılda bölgelerinde tüketim sunulan yıllık toplam elektrik enerjisi miktarının % 20'den fazla olmamak üzere üretim tesisleri kurabilir. Dağıtım şirketleri sahibi olduğu veya iştirak ilişkisinde bulunduğu üretim

şirketi veya şirketlerinden, bölgelerinde bir önceki yılda dağıtım yaptıkları yıllık toplam miktarın %20 den fazla elektrik enerjisi satın alamaz. Dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler perakende satış lisansı almak kaydıyla ve perakende satış faaliyeti ve/veya perakende satış hizmeti verebilir. Dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler şunlardır.

* TEDAŞ ve bağlı ortaklıkları ; Dağıtım ve perakende satış faaliyetleri ağırlıklı olarak bir kamu kuruluşu olan TEDAŞ ve bağlı ortaklıkları tarafından yürütülecektir.

* Özel sektör dağıtım şirketleri ; Üretim lisansı almak kaydıyla lisanslarında belirlenen bölgelerde yıllık elektrik enerjisi üretimi bir önceki yılda bölgelerinde tüketim sunulan yıllık toplam elektrik enerjisi miktarının % 20'sinden fazla olmak üzere üretim tesisi kurarak üretim faaliyetinde bulunabilir veya üretim lisansı sahibi tüzel kişiler ile iştirak ilişkisine girebilir. Ancak bu şirketler sahibi oldukları ya da iştirak ilişkisinde bulundukları üretim şirketi veya şirketlerinden, bölgelerinde bir önceki yılda dağıtım yaptıkları yıllık toplam miktarın % 20'sinden fazla elektrik enerjisi satın alamaz. (19)

3.2.4 Toptan Satış

Elektriğin enerjisi ve/veya kapasitenin toptan satışı ve doğrudan serbest tüketicilere satışı için satışı olarak tanımlanır. Toptan satış lisansı, şirketlerinin piyasada elektriğin toptan satışı ve serbest tüketicilere satışı için Kurumdan almak zorunda oldukları lisanstır. Toptan satış lisanslarında, Bakanlık kararı doğrultusunda uluslararası bağlı şartı oluşmuş ülkelere elektrik enerjisi ihracatına ya da elektrik enerjisi ithalatına izin veren hükümler ayrı bir bölüm olarak yer alır. Kurul, böyle bir izni vermeden önce, TEİAŞ'den teknik sınırlamalara ilişkin görüş alır. Toptan satış faaliyeti gösterebilecek tüzel kişiler şunlardır.

* TETAŞ ; mevcut sözleşmeler kapsamında imzalanmış olan enerji alım ve satış anlaşmalarını TEAŞ'dan ve TEDAŞ'dan devralır, enerji alım ve enerji satış anlaşmaları imzalayabilir, devraldığı ve/veya imzaladığı anlaşmaları yürütür ve sona erdirir.

* Özel sektör toptan satış şirketleri ; elektriğin toptan satışı faaliyetlerinde bulunur. Herhangi bir özel sektör toptan satış şirketinin iştirakleriyle birlikte piyasada sahip

olacağı toplam pay, piyasada bir önceki yılda tüketilen toplam elektrik enerjisi miktarının %10'unu geçemez.

3.2.5 Perakende Satış

Elektriğin tüketicilere satışı perakende satış hizmeti, perakende satış lisansı na sahip şirketlerce, elektrik enerjisi ve/veya kapasite satım dışında tüketicilere sağlanan diğer hizmetler olarak tanımlanır. Sayaç okuma, faturalama gibi hizmetler, perakende satış şirketleri veya perakende satış lisansı na sahip dağıtım şirketleri tarafından yürütülür. Perakende satış lisansı; tüzel kişilerin piyasada perakende satış yapabilmek ve perakende satış hizmeti verebilmek için Kurumdan almak zorunda oldukları lisanstır. Perakende satış lisansı na sahip dağıtım şirketleri ise ancak perakende satış lisansında yer alması halinde, başka bir dağıtım şirketinin bölgesinde bulunan serbest tüketicilere elektrik enerjisi ve/veya kapasite satışı yapabilir. Perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler, serbest olmayan tüketicilere satışa amacıyla yapılan elektrik enerjisi alımlarında, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisi satış fiyatı, (TETAŞ'ın satış fiyatından düşük veya eşit olduğu ve daha ucuz bir başka tedarik kaynağı bulunmadığı takdirde) öncelikli olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisi ni satın almakla yükümlüdür. (19)

Tablo 3.1 Perekende Satış Tarifesi Ve Dağıtım ve İletim Sistem Kullanım Fiyatları (21)

ABONE GRUPLARI	TARİFE DÖNEMLERİ			DAĞITIM FİYATI	İLETİM FİYATI	TOPLAM DAĞİLE FİYATI
	TL/kWh					
	17-22 PUANT	22-06 GECE	06-17 GÜNDÜZ	TL/kWh	TL/kWh	TL/kWh
A) ÇİFT TERİMLİ TARİFE						
SANAYİ	147,260	56,380	91,340	14,820	3,030	17,850
ENDUKSIYON/ARK OCAKLARIKLARI	142,650	56,380	89,590	13,630	3,030	16,660
İÇME VE KULLANMA SUYU	155,000	59,350	96,150	15,300	3,030	18,330
ARITMA TESİSLERİ	147,260	56,380	91,340	14,820	3,030	17,850
B) TEK TERİMLİ TARİFE						
SANAYİ	184,040	58,240	106,640	14,820	3,030	17,850
İÇME VE KULLANMA SUYU	186,550	61,300	109,500	15,300	3,030	18,330
ARITMA TESİSLERİ	184,040	58,240	106,640	14,820	3,030	17,850
Ticarethane, Resmi Daire, Yazıhane, Saniye/ Geçici Aboneler	277,250	61,300	144,350	18,750	3,030	21,780
TARIMSAL AMAÇLI SOĞUK HAVA DEPOLARI	206,450	61,300	117,150	15,300	3,030	18,330
MESKEN	181,550	61,300	107,550	17,750	3,030	20,780
Hayır Kurumları, Dernekler, Vakıflar, Müzeler, Resmi Okullar	181,550	61,300	107,550	17,750	3,030	20,780
Resmi Yurtlar, Resmi Üniversite, Resmi Yüksek Okullar						
Resmi Kurslar, Resmi Sağlık Kuruluşları, Spor Tesisleri,						
Kültür Balıkçılığı ve Kümes Hayvanları Çiftliği						
ŞEHİT AİLE/MUHARİP MALUL GAZİ	120,800	61,300	69,000	15,100	3,030	18,130
TARIMSAL SULAMA	186,550	61,300	15,100	15,300	3,030	18,330
İBADETHANE VE AYDINLATMA	---	---	---	15,300	3,030	18,330

BEDAŞ tarafından uygulanacak perakende satış tarifesi, dağıtım ve iletim sistem kullanımı fiyatları Tablo 3.1’de, TETAŞ tarafından uygulanacak yük alma ve yük atma fiyatları Tablo 3.2’de sunulmaktadır. (20), (21), (22)

Tablo 3.2 TETAŞ Tarafından Uygulanacak Yük Alma Ve Yük Atma Fiyatları (20)

Ay/Yıl		Yük alma (TL/kWh)			Yük atma (TL/kWh)
		Gündüz	Puant	Gece	
		(06-17)	(17-22)	(22-06)	
EKİM	2003	108,864	188,880	58,848	24,000
KASIM	2003	108,864	188,880	58,848	24,000

Periyodik sayaç değişiminde, sayacın ayarı ve bakım için alınan sayaç bakım mayar bedeli, çift terimli abonelerin sözleşme gücü üzerinde güç çekmesi durumunda, sözleşme gücünü aşan güç üzerinden hesaplanan sabit olan güç aşım bedeli, abonenin abonelik bölgesi içerisinde hizmet veren belediye için aktif enerji bedeli

üzerinden hesaplanan belediye vergi bedeli ile KDV elektrik tüketim bedeline eklenir. (21)

3.2.6 Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grubu

Otoprodüktör grubu lisansı , kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere elektrik enerjisi üretimi yapan ve iletim ve/veya dağıtım sistemi ile paralel çalışan otoprodüktörlerin ve ortaklarına elektrik enerjisi temin eden otoprodüktör gruplarının Kurumdan almak zorunda oldukları lisansı ifade eder. Otoprodüktör grubu lisansı sahibi tüzel kişiler, esas olarak kendilerinin ve ortaklarının elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretim tesisi kurması, üretilen elektrik enerjisi ve/veya kapasitenin grup ortaklarına satması, üretim fazlası olması durumunda üretim fazlasının müşterilere satışı faaliyetleri ile lisanslarında yer alması halinde, piyasa faaliyetini tamamlayan ve/veya gereği olan faaliyetler ile piyasa faaliyeti sonucu oluşan yan ürünlere ilişkin faaliyetleri de ayrı hesap tutmak kaydıyla yürütebilir. (19)

Üretim otoprodüktör ve otoprodüktör grubu lisansları için yapılacak başvurularda; lisansa konu olan üretim tesisinin özellikleri dikkate alınarak hazırlanan ve tesisin tamamlanma tarihine kadar olan süreci kapsayan bir terimin programının sunulması ve bu program kapsamındaki tesisin tamamlanma tarihini Kurum tarafından uygun bulunması esastır. Lisans başvuru dosyasına sunulması gereken bilgi ve belgeler şunlardır. (19)

Üretim lisansı başvuru dilekçesi ve taahhütname, Üretim tesisi ne ilişkin bilgi formu DSI ile yapılmış su kullanımanlaşması belgesi, yakıt temini ne ilişkin anlaşma veya kullanım haklarının edinilmiş olduğunu gösteren belge, üretim tesisinin ölçekli harita üzerindeki yeri, ünite sayısı ve ünitelerin kurulu güçleri, doğal gaz kombinasyon santralleri için blok sayısı ve her bir bloğun kurulu gücü, üretim tesisinin toplam kurulu gücü, yakıt türü veya türleri, ortalama ve maksimum yıllık elektrik enerjisi üretim miktarı, terimin program ve tüzel kişiyi temsil ile yetkili şahısların yetki, kimlik ve adres belgeleri.

Gereğine uygun olarak yapıldığı tespit edilen lisans başvuruları inceleme ve değerlendirmeye alınır. İnceleme ve değerlendirmeye alınan üretim otoprodüktör grubu lisansı başvuruları hakkında Kurum tarafından, TEİAŞ ve üretim tesisinin bulunduğu dağıtım bölgesindeki dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiden görüş istenir ve

konu hakkındaki görüşler bildiri m tarihinden itibaren 45 gün içerisinde sonuçlandırılarak Kuruma sunulur. Lisans başvuruları, inceleme ve değerlendirilme ve alınmalarını takip eden 60 gün içerisinde sonuçlandırılır. Bu süre, yeterli olmaması durumunda Kurul kararıyla azami 40 gün uzatılabilir ve süre uzatımı başvuru sahibi tüzel kişiye yazılı olarak bildirilir. Lisans sahibi bir tüzel kişi piyasa dışında faaliyet gösteremez. Otoprodüktör lisansı sahibi tüzel kişilere bu hüküm uygulanmaz.

3.2.7. Serbest Tüketiciler

Kurul tarafından belirlenen elektrik enerjisi miktarından daha fazla tüketimde bulunması veya iletim sistemine doğrudan bağlı olması nedeniyle edarî kişisini seçme serbestisine sahip gerçek veya tüzel kişilerdir.

Aşağıdaki koşulları sağlayanlar, serbest tüketici olarak kabul edilir;

- İletim sistemine doğrudan bağlı olan tüketiciler,
- Bir önceki takvimi yılına ait toplam elektrik enerjisi tüketimleri serbest tüketici limitini geçen tüketiciler,
- İçinde bulunan yılda gerçekleşen toplam elektrik enerjisi tüketimleri serbest tüketici limitini geçen tüketiciler,
- Kendi üretiminden tükettiği miktar dahil toplam elektrik enerjisi tüketim miktarı serbest tüketici limitini geçen otoprodüktör lisansı sahibi tüzel kişiler,
- Bir önceki takvimi yılındaki tüketimi serbest tüketici limitini geçmeyen ancak, içinde bulunan yılda serbest tüketici limitini geçeceğini ilgili dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiye taahhüt eden ve bağlantı anlaşması veya abonelik sözleşmesindeki bağlantı gücü veya sözleşme gücü dikkate alınarak hesaplanan tüketim değeri serbest tüketici limitini geçen tüketiciler,
- İçinde bulunan yılda serbest tüketici limitini geçeceğini ilgili dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiye taahhüt eden ve bağlantı anlaşmasındaki bağlantı veya sözleşme gücü dikkate alınarak hesaplanan tüketim değeri serbest tüketici limitini geçen yeni tüketiciler.

Serbest tüketici niteliği taşıyan Otoprodüktörler ikili anlaşma ile enerji satın alabilirler ancak Otoprodüktör Grupları ile üretim şirketleri arasında bir fark bulunmadığından, otoprodüktör gruplarının, tesislerinin bakım sırasında ortak ve müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılayabilmek üzere yapacakları yedek tedarik anlaşmaları dışında, enerji satın almaları mümkün değildir. Bu nedenle ortaklarının ve müşterilerinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak ve/veya satmak üzere ne TETAŞ veya TEDAŞ'tan ne de ikili anlaşma ile elektrik enerjisi satın alamazlar. Otoprodüktör santralleri kendinin ve ortaklarının enerji ihtiyacını karşıladıktan sonra kalan fazla enerjilerini fiziki bağlantı yaptıkları kuruluşa, tüketiciye uygulanan ortalama net satış fiyatının %85'ini aşmayacak bir fiyatla satarlar. Enerjisini iletim ve dağıtım hatlarını kullanarak nakleden otoprodüktörler nakil bedeli öderler. Nakil bedeli nakledilen enerji miktarı ile orantılı olup, iletim için en fazla %10.5, dağıtım içinse sabit %6.5'tir. Otoprodüktörlerin yükümlü oldukları enerjiyi üretmek yerine üretim şirketi gibi çalışarak sürekli üretim yapmaları, fazla enerjilerini özellikle düşük yük saatlerinde sisteme vermeleri sıkıntı yaratmakta diğer santrallardan üretim düşülmesi suretiyle arz talep dengesi sağlanmaktadır. Enerjiye ihtiyaç duyulmayan saatlerde sisteme enerji vermeleri, tekerlikli tarifieden abone olan otoprodüktörlerin puant saatlerde sistemden enerji almaları mahsuplaşmada da olumsuzluklara sebep olmaktadır. Otoprodüktörler, kendilerince belirlenecek rezerv güç miktarı için yürürlükteki enerji tarifesinde ait oldukları grubun güç bedelinin %15'i üzerinden aylık güç bedeli ödemektedirler. Yeterliliği tartışılabilir olan rezerv güç bedeli karşılığında iletim sistemi hat ve trafolarında rezerv güç tutulması gerekmekte olup bu durum iletim yatırımlarını arttıran bir unsurdur. Otoprodüktörler dağıtım şirketlerinin müşterilerini almakta olduğundan dağıtımda enerji satışları azalmaktadır.

3.3 Doğal gaz Hiyasası Yasası

1970'li yıllarda yaşanan petrol krizinden sonra alternatif enerji kaynakları aranmaya başlayan Türkiye, gelişen sanayi ve şehirlerin enerji ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla, 14 Şubat 1986 tarihinde eski Sovyetler Birliği Hükümetleri arasında 25 yıl süreli bir doğal gaz alım-satım anlaşması imzalanmıştır. 26 Ekim 1986 tarihinde doğal gaz ana iletim hattının inşasına başlanmış ve ana hattın tamenlanmasıyla doğal gaz, Ekim 1988'de Ankara'da konut ve ticari sektörde kullanılmaya

başlanmıştır. Ankara'dan sonra, İstanbul'da Ocak 1992'de, Bursa'da Aralık 1992'de, İzmir'te Eylül 1996'da, Eskişehir'de ise, Ekim 1996'da konut ve ticari sektörde kullanıma sunulmuştur. Doğal gazın dağıtım Ankara'da EGO, İstanbul'da İGDAŞ, İzmir'te İZGAZ, Bursa ve Eskişehir'de BOTAŞ tarafından yapılmaktadır.

Türkiye'de BOTAŞ halen; doğal gazın ithali, dağıtım, fiyatlandırılması ve satışı konusunda tekel konumunda olan bir iktisadi devlet teşekkülüdür. Kurulduğu tarihte boru hatları ile petrol taşımacılığı alanında faaliyet gösteren BOTAŞ'ın görev alanı, 1987 yılından itibaren boru hatları ile doğal gaz taşımacılığı ve doğal gaz ticareti ile genişlemiştir.

Doğal gazın kaliteli, sürekli, ucuz, rekabete dayalı esaslar çerçevesinde çevreye zarar vermeyecek şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, doğal gaz piyasasının serbestleştirilerek mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir doğal gaz piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanması için 18.04.2001 tarihinde 4646 sayılı Doğal gaz Piyasası Kanunu çıkarılmıştır. Bu Kanun, doğal gazın ithali, iletimi, dağıtım, depolanması, pazarlanması, ticareti ve ihracatı ile bu faaliyetlere ilişkin tüm gerçek ve tüzel kişilerin hak ve yükümlülüklerini kapsar.

4646 sayılı Doğal gaz Piyasası Yasası tammılayıcı yönetmelik ve tebliğler aşağıda sunulmaktadır. (22)

- | | |
|--|-------------------------|
| - Doğal gaz Piyasası Tarifeler Yönetmeliği | 21/03/ 2003 Sayı: 123 |
| - Doğal Gaz Piyasasında Yapılacak Denetimler , | 28/01/ 2003 Sayı: 25007 |
| Ön Araştırma- Soruşturmalar da Takip Edilecek Usul ve Esaslar Yönetmeliği | |
| - Doğal gaz Piyasası Müşteri Hizmetleri Yönetmeliği | 03/07/2003 Sayı: 25157 |
| - Doğal gaz Piyasası Tesisler Yönetmeliği | 26/10/ 2002 Sayı:24918 |
| - Doğal gaz Piyasası Sertifika Yönetmeliği | 25/09/2002 Sayı: 24887 |
| - Doğal gaz Piyasası İç tesisat Yönetmeliği | 18/09/2002 Sayı: 24880 |
| - Doğal gaz Piyasası Lisans Yönetmeliği | 07/09/2002 Sayı: 24869 |
| - Sıvılaştırılmış Doğal gaz (LNG) iletim Tebliği | 08/04/2003 Sayı: 25073 |

- Doğal gaz Dağıtım Şirketlerinin Perakende

31/12/2002 Sayı: 24980

Satışlarında Fıili Üst Isıl Değeri n Uygulanması Tebliğ

- Muhasebe Uygulama ve Mali Raporlama Genel Tebliği

23/05/2002 Sayı: 24463

3.4 Doğal gaz Hıyasa Faaliyetleri ve lisans Türleri

Kanun kapsamında lisans sahibi tüzel kişiler tarafından gerçekleştirilebilecek faaliyetler aşağıda yer almaktadır.

- İthalat
- Üretim
- İletim
- Toptan Satış
- İhracat
- Şehiriçi Dağıtım

3.4.1. İthalat

İthal edilecek doğal gazın kaynağı, rezervleri, üretim tesisleri ve iletim sistemi hakkında kesin bilgi ve garantiyi veren ithalat şirketi, Kurumdan İthalat lisansı almalıdır. Her sene ithal edilecek doğal gazın % 10'unu beş yıl içerisinde ulusal topraklarda depolama imkânına sahip olunması hususunda depolama faaliyeti yapacak tüzel kişilerden Kuruma belirlenen garantileri alır. İthalatçı şirketler, ithal yoluyla temin ettikleri doğal gazı yurt içinde toptan satış şirketlerine veya ihracatçı şirketlere, satış sözleşmesi ile devredebilecekleri gibi serbest tüketicilere ve ihracat lisansı almak kaydıyla yurt dışına da pazarlayabilir. Herhangi bir ithalatçı şirketin, ithal yoluyla temin ettiği yıllık doğal gaz miktarı, Kuruma belirlenecek cari yıla ait ulusal gaz tüketim tahmini nin %20'sini aşamaz.

3.4.2 Üretim

Doğal gaz arama ve üretim faaliyetleri 6326 sayılı Petrol Kanununa göre yapılır. Arama ve işletme ruhsatları Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilir. Üretim faaliyeti, piyasa faaliyetinden sayılmaz. Üretim şirketleri, ürettikleri gazı toptan satış lisansı almak kaydıyla toptan satış şirketlerine, ithalatçı şirketlere, dağıtım şirketlerine veya serbest tüketicilere pazarlayabilir. Üretici şirketler bu satış miktarının Kurumca cari yıla ilişkin olarak belirlenecek ulusal tüketim tahmini nin yüzde yirmini geçmemek kaydıyla doğrudan serbest tüketicilere, geri kalan doğal gazı ise, ithalatçı şirketler, dağıtım şirketleri veya toptan satış şirketleri vasıtasıyla piyasaya sunabilir. Üretim şirketleri, ihracatçı lisansı almak kaydıyla ürettiği gazı ihraç edebilir.

3.4.3 İletim

Üretim mahsus toplama hatları ve dağıtım şebekeleri haricindeki gaz boru hattı şebekesi veya sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) taşıma vasıtalarıyla gerçekleştirilen doğal gaz nakli olarak tanımlanır. İletim faaliyetlerini gerçekleştiren iletim şirketleri, faaliyetleri için Kurumdan İletim lisansı almalıdır ve sisteme bağlanmak isteyen kullanıcıları oniki ay içerisinde en uygun şebekeye bağlamakla yükümlüdür. İletim şirketleri ithalatçı şirket, toptan satış şirketi, üretim şirketi ve ihracatçı şirketler ile taşıma sözleşmesi yapar. İletim şirketleri ayrıca, üretim şirketi, serbest tüketici, depolama şirketi ve diğer iletim şirketleri ile teslim sözleşmeleri yapar. Mevcut, planlanan ve yapım devam etmekte olan ulusal iletim şebekesi BOTAŞ'a ait olur. İletim şirketlerince mevcut hatlarla bağlantılı sistem oluşturacak şekilde inşa edilecek iletim amaçlı yeni boru hatları mülkiyeti kendilerine ait olmak üzere yatırımyapan diğer iletim şirketlerince işletilir.

3.4.4 Toptan Satış

Doğal gazın dağıtım şirketlerine ve serbest tüketicilere yapılan satışı olarak tanımlanır. Sistem içinde veya dışında, iletim veya dağıtım faaliyeti yapmaksızın, doğal gazın toptan satış faaliyeti yapabilmesi için toptan satış şirketleri doğal gazı nereden temin edeceğini ve hangi taşıma koşulları ile satışı yapacağını, yeterli teknik ve ekonomik gücünün bulunduğunu ve sistemin emniyetli bir şekilde

işle nesi ne yardı mçı ol mak a macıyla, gerekli depolama kapasitelerine sahip ol duğunu göstererek Kurumdan Toptan satış lisansı alır. İthalatçı lisansı al mış olan tüzel kişilerin, toptan satış lisansı al ma zorunlulukları yoktur. İthalat lisansı ile doğal gaz toptan satışı yapabilirler. Serbest tüketicilere mevsi nlik, günlük ve saatlik esneklik li mitleri dahilinde toptan gaz satışı yapabilirler. Toptan satış şirketlerinin, doğal gaz ithalatı yapabil mesi için ayrıca ithalatçı lisansı alması zorunludur.

3.4.5 İhracat

Üretim ve toptan satış veya ithalat şirketlerinden satın alınan gazı yurt dışına pazarlama olara ktan mlanır. İthal edilmiş veya yurt içinde üretilmiş doğal gazı yurt dışına ihraç etmek isteyen tüzel kişiler, hangi ülkeye ve hangi taşıma vasıtaları ile ihraç edeceğini bildirerek Kuruldan ihracatçı lisansı alır. İhraç nedeniyle sistemin işleyişini ve ülke ihtiyacını aksatmayarak ve ayrıca sistemin emniyetini ihlal ettiği durumlarda, meydana gelen zarar ve ziyarı karşılamayı garanti eder.

3.4.6 Şehir İçi Dağıtım

Kurumun, Resmi Gazete'de ilan ederek açtığı ihaleyi kazanan şirkete mahalli doğal gaz dağıtım şebekesinin mülkiyeti de dahil olmak üzere şehrin gelişmişlik düzeyi, tüketim kapasitesi ve kullanıcı sayısı gibi hususlar dikkate alınarak Kurum tarafından belirlenecek lisans süresi için verilir. İhaleyi kazanan şirkete dağıtım lisansı verilir ve şirket o şehirde dağıtım faaliyetlerini yapmaya yetkili dağıtım şirketi unvanını alır. Dağıtım şirketleri, konut, ticaret hane ve sanayi dahil tüketicileri doğal gaz kullanmak için yaptırdıkları veya mevcut olan iç tesisatı kendi teknik personeline veya kendi adına çalışan denetim şirketlerine kontrol ettirebilir. İç tesisatın, yayılmanacak iç tesisat yönetmeliğine uygun olmadığı nı tespiti halinde, şirket gaz vermeyi reddedebileceği gibi vermede olduğu gazı da kesebilir.

3.4.7. Serbest Tüketici

Yurt içinde herhangi bir üretim şirketi, ithalat şirketi, dağıtım şirketi veya toptan satış şirketi ile doğal gaz alım-satım sözleşmesi yapma serbestisine sahip gerçek veya tüzel kişi serbest tüketici, doğal gazı kendi kullanımı için dağıtım şirketlerinden almak zorunda olan gerçek veya tüzel kişi serbest olmayan tüketici (abone) olarak

tanımlanır. Yıllık bir milyon metreküpten daha fazla doğal gaz satın alan tüketiciler, elektrik enerjisi üretimi veya elektrik ve ısı enerjisi üretimi için gaz satın alan şirketler, üretim faaliyeti içinde kullanılmak üzere, gaz üreten üretim şirketleri serbest tüketici statüsündedir. Dağıtım şirketlerinin sorumluluk alanları haricinde bulunan abonelere, doğal gaz temini etme zorunlulukları yoktur. Toptan satış şirketleri bu tüketicilere doğal gaz satıp satmamakta serbesttir. Doğal gaz piyasa faaliyeti yapan tüzel kişiler sisteme bağlantı yapmak isteyen serbest tüketicilerin sisteme girişine müsaade etmekle yükümlü olmakla birlikte yeterli kapasiteye sahip olamama durumunda taleplerini kabul edemeyebilir.

3.5 Doğal gaz Satış Fiyatı

İGDAŞ tarafından uygulanacak perakende satış tarifi Tablo 3.3’de, 1 m³ doğal gazın satış tarifi dağılımı Tablo 3.4’de sunulmaktadır.

Tablo 3.3. Sanayi ve mesken müşterilerine uygulanan doğal gaz satış tarifi (23)

MÜŞTERİ	TL/ kWh (KDV Hariç)	TL/ m ³ (KDV Hariç)
Serbest Tüketici Olmayan Kesintili Sanayi	27,991	297,827
Serbest Tüketici Olmayan Kesintisiz Sanayi	27,991	297,827
Serbest Tüketici Olmayan Sanayi	28,273	300,835
Serbest Tüketici	24,234	257,860
Konut ve Ticari	28,273	300,839
Resmî Okul ve Hastane	33,645	357,998
Diğer Resmî Kurumlar	42,128	448,250
Geçerli Abonelik Bedeli: (B B S) = 300.000.000 TL		

Tablo 3.4. 1 m³ doğal gazın satış tarifi dağılımı (23)

1 m ³ doğal gazın 354,990 TL dağılımı	100 TL’nin Dağılımı
BOTAŞ Payı	232,980
İGDAŞ Payı	61,075
KDV	54,151
ÖTV	6,784

Fiyatlandırılarda doğal gazın 9155 kcal/Sm³ olan üst ısı değeri esas alınmıştır.

1 Sm³: 15° C ve 1.01 bar mutlak basınçtaki 1 m³ gazın hacmidir.

3.6 Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar

EPDK, son üç yılda otoprodüktör santralleri toplam kurulu güç değeri nde yaklaşık % 34 artış olduğunu açıklamaktadır. Santrallerin hızla artmasının sebepleri, otoprodüktörler için tanımlanan tesis kurma izn sürecinin, Türkiye'nin mevcut üretim kapasitesi-talep dengesi dikkate alınmadan belirlenmiş olması, otoprodüktör grubunda yer alan şirketler için ortaklık ilişkisi kurmanın kolaylığı, Yİ, TİD, İHD ve mobil santrallerden pahalı elektrik alınması, elektrik tarifelerini yüksek olması, elektrik fazlalığını TEDAŞ ve TEAŞ'a satabilmek ve en düşük doğal gaz tarifi ne sahip olma olarak sıralanabilir.

4628 sayılı yasa ile özel hukuk hükümlerine göre rekabet ortamında işleyecek bir piyasa oluşturulmuş olup, arz fazlası yaratılması amaçlanmıştır. Piyasada serbest rekabet ortamı, kamunun fiyat yapıcı hakimiyetinin kalkması ile gerçekleşir. Kamu elektrik şirketlerinin satışta büyük bir kısma hakim olduğu ortamda rekabet oldukça azdır. Yine elektrik yasasının amaçlarından biri tüm tüketicilere maliyete dayalı elektrik tarifelerini yansıtmasıdır. Bölgesel tarife ile bölgeler arasındaki haksız rekabet son bulmaktadır. Bölgesel tarife uygulanması ile bazı bölgelerde fiyat artışları, bazı bölgelerde ise fiyat düşüşleri görülecek, sonucunda gerçek maliyetler ortaya çıkacaktır. Her dağıtım bölgesinde iletim ve dağıtım maliyetlerinin ve kayıp kaçak oranlarının farklı olduğundan, her bölgede farklı tüketici fiyatı oluşur. Ama bir bölge hariç tüm bölgelerde fiyatlar aynı olduğu görüldü. Fiyatları düşük tutmak için Bulgaristan ile yapılan elektrik anlaşması iptal edildi. EÜAŞ, barajları tam kapasite çalıştırıp yüksek maliyetle çalışan doğal gaz santralleri durdurup ve mobil santrallerden elektrik alımını keserek fiyatların sürdürülebilirliği sağlandı. Bu santrallerin kullanmayacağı doğal gaz da bir alıya da öde durumu ile karşılaşmak içinde, Mavi Akım Gazı iptal edildi. Konutların doğal gaz tüketimini bittiği Mayıs ayı sonunda doğal gaza zam yapıldı. Bu zam otoprodüktöre büyük zarar verdi. Otoprodüktörlerin elektrik satış fiyatı, pazar hakimiyetli kamu şirketlerinin elektrik satışına bağlıdır. En düşük tarifeli yakıt uygulanması ile olumlu görünüş yitmiştir. [18]

BÖLÜM 4

ENERJİ TAHMİN YÖNTEMLERİ

4.1. DERECE- GÜN YÖNTEMİ

Bir yörenin bir günlük derece-gün değeri, dış hava sıcaklığının denge sıcaklığının altına inmesi durumunda, iç ortam hava sıcaklığı ile günlük ortalama dış hava sıcaklığı arasındaki farktır. Belirli bir periyot için derece-gün değeri, iç ortam hava sıcaklığı ile günlük ortalama dış hava sıcaklıkları arasındaki farkların toplamıdır.

Günümüzde sıcaklık verileri, tıptan mühendisliğe havacılıktan tına kadar pek çok bilim dalında ve çeşitli sektörlerde değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Bir çok kullanım alanından, burada sadece ısıtma ve soğutma amaçlı kullanım alanı ile ilgilenecektir.

Sıcaklık verileri, konutların veya bir bölgenin ısıtılması veya soğutulması için gerekli olan enerji miktarının planlanması ve tahmininde büyük rol oynar. Böylece konutların, endüstri alanlarının veya bir bölgenin ısıtılması veya soğutulması için gerekli olan yakıt miktarı da bulunabilmektedir.

Derece-gün değerlerinin hesaplanmasında kullanılan günlük ortalama sıcaklıklar, değişik şekillerde elde edilebilmektedir. Bu değişik yaklaşımlar 24 saat ölçüm yapabilen ve yapamayan klima istasyonlarına göre değişmektedir.

24 saat ölçüm yapamayan klima istasyonlarında tek bir yaklaşım kullanılmaktadır. Günün sahip olduğu en yüksek ve en düşük sıcaklıkların ortalamasından elde edilen sıcaklık günlük ortalama sıcaklıktır. [19]

24 saat ölçüm yapabilen klima istasyonlarında bir kaç yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan bazıları şunlardır.

Günlük ortalama sıcaklık, yerel olarak 24 saatlik sıcaklıklarının ortalamasıdır:

$$T_{\text{ort}} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} T_i \quad (4.1)$$

Günlük ortalama sıcaklık, yerel olarak 07.00 , 13.00 , 19.00 , 01.00 ve 07.00 saatlerinde ölçülen sıcaklıklarının ortalamasıdır:

$$T_{\text{ort}} = \frac{2 * T_{07} + T_{13} + T_{19} + T_{01}}{5} \quad (4.2)$$

Günlük ortalama sıcaklık, yerel olarak 21.00 , 07.00 , 14.00 ve 21.00 saatlerinde ölçülen sıcaklıklarının ortalamasıdır:

$$T_{\text{ort}} = \frac{T_{07} + T_{14} + 2 * T_{21}}{4} \quad (4.3)$$

Türkiye’de DM Genel Müdürlüğü’ne bağlı bütün ölçüm istasyonlarında günlük ortalama sıcaklık bu yaklaşımla hesaplanmaktadır. [19], (14)

4.2 Denge Noktası Sıcaklığı ve Derece-Gün Yöntemi

Dış hava sıcaklığı, canlı varlıkların günlük faaliyetlerini etkileyen bir iklim parametresidir. Dış hava sıcaklığının belirli bir sıcaklık düzeyini altına inmesi veya üzerine çıkması halinde canlıların faaliyetleri olumsuz yönde etkilenir. Mühendislik, tıp, kara ve hava ulaşım, tarımsal birçok çalışma alanlarında, değişik amaçlar için kullanılan derece-gün değerleri denge noktası sıcaklığı esas alınarak hesaplanır. Burada tanımlanan denge noktası sıcaklığı, insanların konforlu bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları sıcaklıktır.

Binaların veya bir bölgenin ısıtılmasında aynı yaklaşım uygulanır. Binaların iç konfor sıcaklığı için genel olarak ihtiyaç duyulan sıcaklık seviyesi, denge noktası sıcaklığı olarak tanımlanır.

Bir binanın T_{den} denge noktası sıcaklığı, binanın güneş ışınımı, lambalar, insanlar ve diğer kaynaklardan olan ısı kazancısının Q_{kaz} , binanın T_i iç ortam sıcaklığına göre hesaplanan ısı kaybına eşit olduğu T_o , dış ortam sıcaklığıdır. [20]

$$Q_{kaz} = K_{top}(T_i - T_{den}) \quad (4.4)$$

Burada K_{top} (WK) binanın toplam ısı kayıp katsayısıdır.

Burada açıklanan ısı kazancısının analizinde yapıldığı sürede ulaşılan en yüksek değerleri değil, ortalama değerleri alınmalıdır. Özellikle güneş ışınımı ortalama değerlere dayanmalı, ışınımın en yüksek değerleri göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla denge noktası sıcaklığı ;

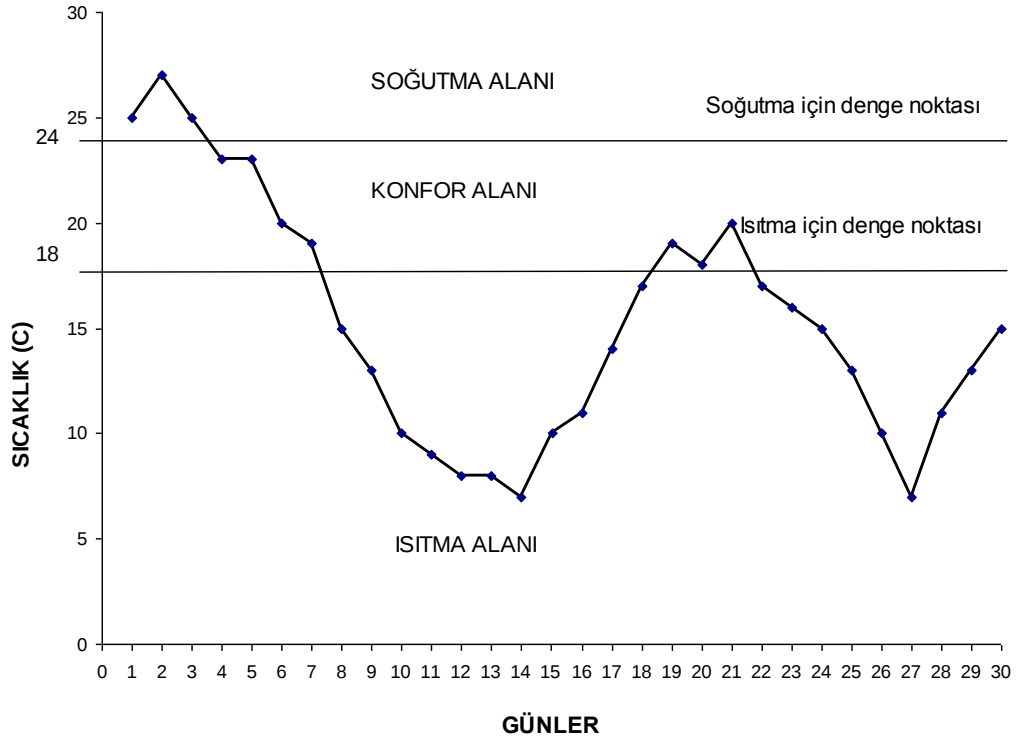
$$T_{den} = T_i - \frac{Q_{kaz}}{K_{top}} \quad (4.5)$$

bağntısından elde edilir. [20]

Isıtma amaçlı derece-gün ve derece-saat hesaplamalarında, denge noktası sıcaklığı genel olarak 18.3 °C kabul edilmektedir. T_{den} denge noktası sıcaklığının açıklıkla belirtilmediği durumlarda, denge noktası sıcaklığı 18 °C olarak kabul edilmektedir. Denge noktası sıcaklığının 18 °C (65 F) kabul edilerek hazırlandığı ısıtma derece-gün veya ısıtma derece-saat değerlerini veren kapsamlı tablolar bulunmaktadır. [21]

Denge noktası sıcaklığı, ısıtma ve soğutma aralığı ve konfor alanı tanımları Şekil 4.1.'de gösterilmektedir. [20]

Günlük ortalama hava sıcaklığının denge noktası sıcaklığından düşük olması durumunda, bu iki sıcaklık değeri arasındaki farklar ısıtma derece-gün olarak tanımlanmaktadır. Bir başka deyişle, sıcaklık serisinin bir denge noktası sıcaklığı seviyesinde kesilmesi sonucu meydana gelen negatif alanlar olarak da tanımlanabilir. Denge noktası sıcaklığı altındaki her 1°C'lik günlük ortalama sıcaklık farkı bir ısıtma derece gün olarak ifade edilir. [22], [24]



Şekil 4.1. Denge Noktası Sıcaklığı, Isıtma, Soğutma ve Konfor Alanı [22]

Gün sayısı m olan bir periyot için i zamanında, günlük ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılırsa; ısıtma için derece-gün DD_h ifadesi $^{\circ}\text{C}\cdot\text{gün}$ veya $\text{K}\cdot\text{gün}$ biriminde elde edilir. [20]

$$DD_h = \sum_{i=1}^m [T_{\text{den}} - T_o] \quad (4.6)$$

Bu değer in hesaplanmasında bütün bir yıl veya ısıtma sezonu boyunca sıcaklık farklarının toplam alınmalıdır. Bağntıdaki denge noktası sıcaklığı $T_{\text{den}} (^{\circ}\text{C})$, ısı kayıp katsayısı $K_{\text{top}} (W/^{\circ}\text{C})$, bina ısı kazancı $Q_{\text{kaz}} (W)$, ve bina $T_i (^{\circ}\text{C})$, sıcaklığının rolünü yansıtmaktadır. Denge noktası sıcaklığı T_{den} , aynı zamanda derece-gün değerinin de esasını teşkil eder. Derece-gün cinsinden yıllık ısıtma enerjisi miktarı Q_h ,

$$Q_h = \frac{K_{\text{top}}}{\eta_h} DD_h \quad (4.7)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada η_h yıllık yakacak kullanımı verimidir. [20]

İstanbul'da Ocak ayı için ortalama dış hava sıcaklığı 10°C olduğu 2002 yılında,

18°C denge noktası sıcaklığına göre günlük ortalama ısıtma derece-gün değeri,

$$DD_h = T_{\text{den}} - T_0 = 18 - 10 = 8^\circ\text{C} \text{ dir.}$$

Günün ortalama sıcaklığı düştükçe ısıtma derece-gün değerleri artmaktadır. Böylece binaların ısıtılması için daha fazla yakıt veya enerjiye ihtiyaç duyulur. Herhangi bir binanın veya bölgenin yıllık ısıtma derece-gün değeri bilinirse o binanın ısıtma amaçlı yakıt veya enerji ihtiyacı tahmini ve planlaması oldukça kolaylaşır.

(4.6)

Derece-gün cinsinden yıllık yakıt enerjisi miktarı F_h ;

$$F_h = \frac{Q_h}{\eta_f \times H}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada η_f ısıtma sistemi verimi ve H yakıtın alt ısı değeri dir.

Soğutma derece-gün, günlük ortalama dış hava sıcaklığının soğutma denge noktası sıcaklığından yüksek olması durumunda, bu iki sıcaklık değeri arasındaki farklar olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, soğutma derece-günler, sıcaklık serisinin bir denge noktası sıcaklığı seviyesinde kesilmesi sonucu meydana gelen pozitif alanlar olarak da tanımlanabilir. Soğutma denge noktası sıcaklığı üzerindeki her 1°C lik günlük ortalama sıcaklık farkı, bir soğutma derece gün olarak ifade edilir. Soğutma amaçlı derece-gün ve derece-saat hesaplamalarında, denge noktası sıcaklığı he n e n b ü t ü n ç a l ı ş m a l a r d a 24°C olarak alınmaktadır.

Soğutma derece-gün değerleri ısıtma derece-gün bağıntısına benzer bir şekilde bulunur. Gün sayısı molan bir periyot içinde zamanında, günlük ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılırsa; soğutma için derece-gün DD_c ifadesi, K gün veya $^\circ\text{C}$ gün biriminde elde edilir. [20]

$$DD_c = \sum_{i=1}^m [T_{\text{den}} - T_o] \quad (4.9)$$

Her ne kadar soğutma için denge noktası sıcaklığının tanımlanması için yapılan tanımla aynı ise de, verilen bir binanın soğutma için denge noktası sıcaklığı ısıtma için hesaplanan değerinden genellikle farklıdır. Böylece ısı kazanç katsayısı K_{top} , binanın ısı kazancı Q_{kaz} ve binanın T_i farklı olabilir. T_{den} , hem güneş kaynaklı ve iç ısı kazançlarını hem de zeminden olan ısı kayıplarını kapsayabilir.

Eğer T_o sıcaklığının ortalama değeri biliniyorsa, $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ denge noktası sıcaklığına göre soğutma derece-gün değeri bulunabilir. Fakat soğutma için enerji sarfıyatının derece-gün değerleri kullanılarak hesaplanması, ısıtma için enerji sarfıyatının bulunmasından daha zordur. Denk (4.4)'e benzer bir bağıntı ile toplam ısı iletim katsayısı K_{top} ($\text{W }^{\circ}\text{C}$) değeri ve derece-gün DD_c ($^{\circ}\text{C gün}$) cinsinden sabit olan bir binanın soğutma için enerji sarfıyatı hesaplanabilmektedir.

$$Q_c = \frac{K_{top}}{\eta_c} DD_c \quad (4.10)$$

İstanbul'da Ağustos ayı için ortalama dış hava sıcaklığı $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğu 2002 yılında,

$24\text{ }^{\circ}\text{C}$ denge noktası sıcaklığına göre günlük soğutma derece-gün değeri,

$$DD_c = T_{den} - T_o = 28 - 24 = 4\text{ }^{\circ}\text{C dır.}$$

Günün ortalama dış hava sıcaklığı arttıkça soğutma derece-gün değerleri artmaktadır. Buna paralel olarak binaların soğutma ihtiyacı ile soğutulması için gerekli yakıt veya enerji miktarı da artmaktadır. Aylık ortalama sıcaklık değeri ne göre hesaplanan ısıtma derece-gün değeri, günlük sıcaklık değerleri kullanılarak da bulunabilir. Isıtma derece-gün değeri, bir ay boyunca bütün günlerin sıcaklık farklarının toplamıdır. Örnek olarak, İstanbul'da 2002 yılı Ocak ayı için günlük ortalama dış hava sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$) aşağıda verilmiştir.

2.4/ 0.0/ 1.1/ -0.4/ -2.2/ -0.6/ -0.4/ 1.6/ -0.5/ 0.4/ 2.7/ 2.3/ 3.2/ 4.0/ 3.5/ 4.1/
5.7/ 7.6/ 6.8/ 6.3/ 6.6/ 7.0/ 9.7/ 10.2/ 10.3/ 10.8/ 9.1/ 8.3/ 8.0/ 10.4/ 10.1

Ocak ayı günlük sıcaklık değerleri ortalaması 4.77°C 'dir.

Ocak ayı bir günlük ortalama derece-gün değeri ise

$$DD_h = T_{\text{den}} - T_0 = (18 - 4.77) = 13.23^{\circ}\text{C}'\text{dir.}$$

Ocak ayı ortalama ısıtma derece-gün değeri ise

$$DD_h = 13.23^{\circ}\text{C} \times 31 \text{ gün} = 410.13^{\circ}\text{Cgün}'\text{dür.}$$

Günlük sıcaklık değerlerini kullanarak bulunan ısıtma derece-gün değeri,

$$\begin{aligned} DD_h = T_{\text{den}} - T_0 = & (18 - 2.4) + (18 - 0.0) + (18 - 1.1) + (18 + 0.4) + (18 + 2.2) + (18 + 0.6) + (18 + 0.4) + \\ & (18 - 1.6) + (18 + 0.5) + (18 - 0.4) + (18 - 2.7) + (18 - 2.3) + (18 - 3.2) + (18 - 4.0) + (18 - 3.5) + (18 - 4.1) + \\ & (18 - 5.7) + (18 - 7.6) + (18 - 6.8) + (18 - 6.3) + (18 - 6.6) + (18 - 7.0) + (18 - 9.7) + (18 - 10.2) + (18 - 10.3) + \\ & (18 - 10.8) + (18 - 9.1) + (18 - 8.3) + (18 - 8.0) + (18 - 10.4) + (18 - 10.1) \end{aligned}$$

$$DD_h = 409.9^{\circ}\text{Cgün}'\text{dür.}$$

Aradaki fark ise,

$$\frac{410 - 409.9}{410} = 0.02 \text{ (\%0.2)}$$

olur.

Aylık ortalama sıcaklık değerine göre hesaplanan aylık ısıtma derece-gün değeri ile günlük sıcaklık değerleri kullanılarak hesaplanan değer arasındaki yüzde fark % 0.2 kadar küçük olmaktadır. Sonuç olarak, aylık ısıtma derece-gün değeri hesaplanırken, ortalama sıcaklık bilgisini kullanarak daha basit işlem ile sonuca ulaşılmaktadır.

İstanbul için aylık ve yıllık ısıtma derece-gün değerlerinin hesaplama aşamaları Tablo 4.1.'de görülmektedir. [21]

Tablo 4.1. İstanbul İçin Ortalama Aylık ve Yıllık ısıtma Derece-Gün Değerleri [21]

AYLAR	T _o (°C)	N(gün/ay)	DD _h (°C gün)	
Ocak	5.1	31	(18-5.1)x31	399.9
Şubat	5.5	28	(18-5.5)x28	350.0
Mart	6.7	31	(18-6.7)x31	350.3
Nisan	10.9	30	(18-10.9)x30	213.0
Mayıs	15.8	31	(18-15.8)x31	68.2
Haziran	20.6	30	(18-20.6)x30	-78.0
Temmuz	23.2	31	(18-23.2)x31	-161.2
Ağustos	23.3	31	(18-23.3)x31	-164.3
Eylül	19.7	30	(18-19.7)x30	-51.0
Ekim	15.5	31	(18-15.5)x31	77.5
Kasım	11.9	30	(18-11.9)x30	183.0
Aralık	8.0	31	(18-8.0)x31	310.0
			TOPLAM	1951.9

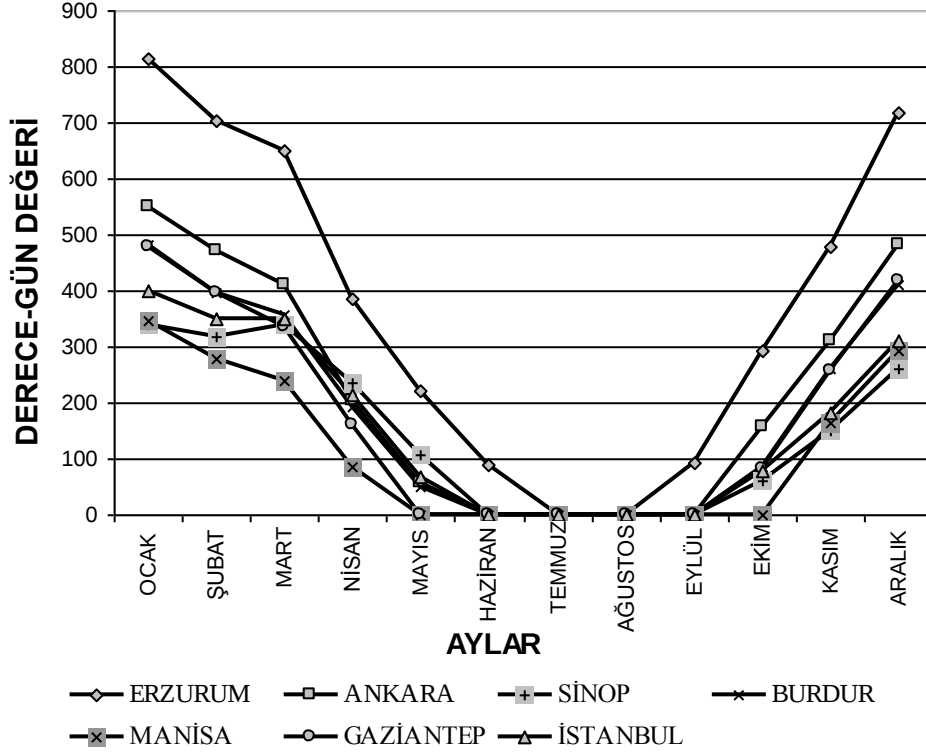
- İstanbul şehri için tablodan alınan aylık ortalama dış hava sıcaklıkları (°C) Sütun 2’de verilmiştir.
- Bir ay içinde bulunan gün sayısı Sütun 3’de gösterilmiştir.
- Aylık ve yıllık ortalama ısıtma derece gün değerleri (°C gün) Sütun 4’de hesaplanmaktadır.

Türkiye’nin yedi bölgesinden seçilen birer il için uygulanan ortalama aylık ve yıllık ısıtma derece-gün değerleri Tablo 4.2’de tabloda sunulmaktadır. [21]

Türkiye’nin yedi bölgesinden seçilen birer il için uygulanan aylık ısıtma derece-gün değerlerinin değişimi Şekil 4.2’de daha açık görülmektedir.

Tablo 4.2. Değişik İllerimiz İçin Aylık ve Yıllık Derece-Gün Değerleri [21]

AYLAR	ERZURUM		ANKARA		SİNOP		BURDUR		MANİSA		GAZİANTEP		İSTANBUL	
Ocak	-8.3	815.3	0.3	548.7	7.1	337.9	2.5	480.5	6.8	347.2	2.6	477.4	5.1	399.9
Şubat	-7.1	702.8	1.1	473.2	6.7	316.4	3.8	397.6	8.0	280.0	3.8	397.6	5.5	350
Mart	-3.0	651.0	4.7	412.3	7.1	337.9	6.5	356.5	10.3	238.7	7.2	334.8	6.7	350.3
Nisan	5.1	387.0	11.2	204.0	10.2	234.0	11.6	192.0	15.1	87.0	12.7	159.0	10.9	213.0
Mayıs	10.9	220.1	16.1	58.9	14.5	108.5	16.4	49.6	20.1	-65.1	18.2	-6.2	15.8	68.2
Haziran	15.0	90.0	20.0	-60.0	19.4	-42.0	20.8	-84.0	24.8	-204.0	23.7	-171.0	20.6	-78.0
Temmuz	19.1	-34.1	23.1	-158.1	22.5	-139.5	24.2	-192.2	27.6	-297.6	27.1	-282.1	23.2	-161.2
Ağustos	19.6	-49.6	23.3	-164.3	22.8	-148.8	24.4	-195.3	27.3	-288.3	26.9	-275.9	23.3	-164.3
Eylül	14.9	93.0	18.4	-12.0	19.7	-51.0	19.8	-54.0	23.0	-150.0	22.2	-126.0	19.7	-51.0
Ekim	8.6	291.4	12.9	158.1	16.0	62.0	15.2	86.8	17.7	9.3	15.3	83.7	15.5	77.5
Kasım	2.0	480.0	7.7	309.0	13.0	150.0	9.3	261.0	12.5	165.0	9.4	258.0	11.9	183.0
Aralık	-5.1	716.1	2.5	480.5	9.6	260.4	4.8	409.2	8.6	291.4	4.5	418.5	8.0	310.0
TOPLAM	4446.7		2644.7		1807.1		2233.2		1418.6		2129		1951.9	



Şekil 4.2 Değişik illerimizin aylık ısıtma Derece Gün Değerleri Değişimi [21]

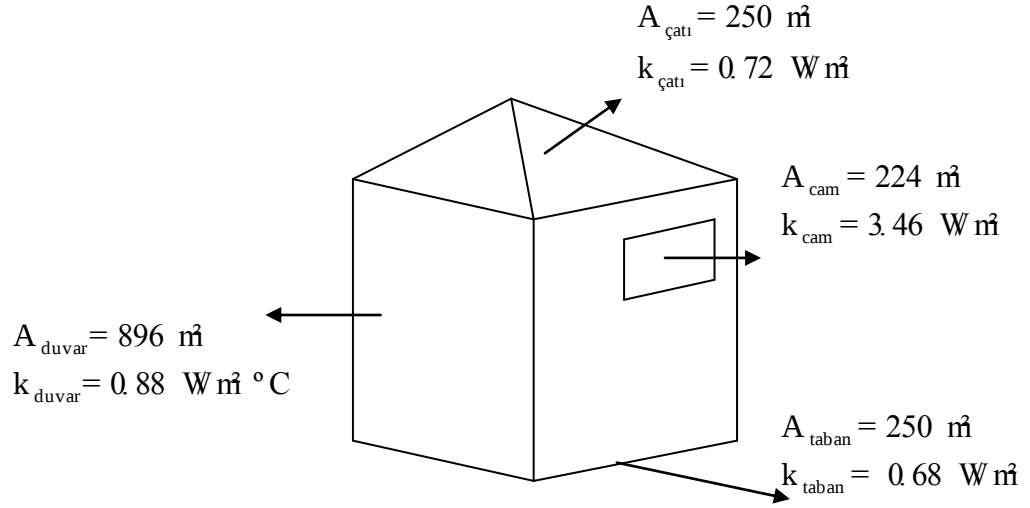
4.2.1. Derece- Gün Yöntemi Uygulamasına Örnek Çalışma

2002 yılı için yapısal özellikleri aşağıda verilen İstanbul'daki bir konut için yıllık ısıtma enerjisi ve yıllık yakıt miktarı hesaplanmaktadır.

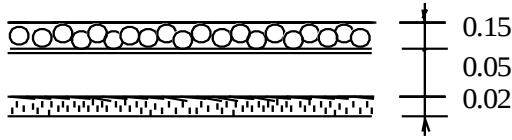
(Isıtma sistem verisi %0,95'dir.)

Bina özellikleri: Bina genişliği ve uzunluğu 10 ve 25 m, bina yüksekliği 16 m boyutlarındadır. Bina 5 katlı olup toplam 10 daireden oluşmaktadır. Bina duvar alanı 1120 m², cam alanı bina duvar alanının %20'si olmak üzere 224 m² olup, ahşap pencere doğrama ve çift camlıdır. Bina çatı alanı 250 m² ve taban alanı 250 m² dir.

Yıllık ısıtma enerjisi ve bu enerjisi sağlayacak yıllık yakıt tüketim miktarı hesaplanan tipik model binanın açık şekli aşağıda gösterilmektedir.



Döşemeli Çatı Yapısı

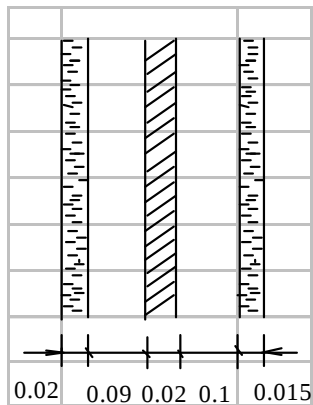


MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Kum çakıl agregası	0.15	2.1
Cam yünü	0.05	0.039
Kireç çimento harcı	0.02	0.87

$$\frac{1}{k_{\text{çatı}}} = \frac{0.15}{2.1} + \frac{0.05}{0.039} + \frac{0.02}{0.87}$$

$$k_{\text{çatı}} = 0.72 \text{ W m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Duvar Yapısı

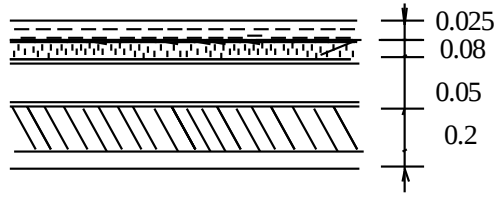


MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Kireç çimento harcı	0.02	0.87
Killi tuğla	0.09	0.405
Nem engelleyici	0.03	0.048
Cam yünü		
Nem engelleyici	0.09	0.405
Killi tuğla		
Kireç çimento harcı	0.015	0.87

$$\frac{1}{k_{\text{duvar}}} = \frac{0.02}{0.87} + \frac{0.09}{0.405} + \frac{0.03}{0.048} + \frac{0.09}{0.405} + \frac{0.015}{0.87}$$

$$k_{\text{duvar}} = 0.88 \text{ W m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Kağı r Toprak Döş e me Yapısı



MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Karo mazoik	0.025	0.95
Betonarme	0.08	2.1
Nem engelleyici Mineral esaslı elyaf Nem engelleyici	0.05	0.039
Grobeton Blokaj	0.2	1.9

$$\frac{1}{k_{\text{taban}}} = \frac{0.025}{0.95} + \frac{0.08}{2.1} + \frac{0.05}{0.039} + \frac{0.2}{1.9}$$

$$k_{\text{taban}} = 0.68 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}^{-1}$$

Bı n a m ı n çatı, duvar, pencere ve taban döş e me yapısal özellikleri birleştirerek ol u ş t u r u l a n Tabl o 4.3. a ş a ğ ı d a g ö r ü l m e k t e d i r. [15]

Tabl o 4.3. Bı n a m ı n Yapısal Ö z e l l i k l e r i [15]

	ALAN (m²)	MALZEME	KALI NLI K (m)	ISI İLETİ M KATSAYISI (W m² C)	TOPLAM ISI İLETİ M KATSAYISI (W ° C)	
Çatı	250	Ku m ç a k ı l a g r e g a s ı	0.15	2.1	0.72	
		Ca m y ü n ü	0.05	0.039		
		K i r e ç ç i m e n t o h a r c ı	0.02	0.87		
Duvar	896	K i r e ç ç i m e n t o h a r c ı	0.02	0.87	0.88	
		K ı l l ı t u ğ l a	0.09	0.405		
		N e m e n g e l l e y i c i	0.03	0.048		
		Ca m y ü n ü				
		N e m e n g e l l e y i c i	0.09	0.405		
		K ı l l ı t u ğ l a				
K i r e ç ç i m e n t o h a r c ı	0.015	0.87				
Pencere	224	Ahşap pencere doğrama ve çift cam			3.46	
Kağı r Toprak Döş e me	250	Kar o m a z o i k	0.025	0.95	0.68	
		Bet on ar m e	0.08	2.1		
		N e m e n g e l l e y i c i	0.05	0.039		
		M n e r a l e s a s l ı e l y a f				
		N e m e n g e l l e y i c i	0.2	1.9		
Grobeton Blokaj						

Toplam ısı iletim katsayısı K_{top} , ısı iletim katsayısı ile ısıtma alanının çarpımıdır.

Toplam ısı iletim katsayısı K_{top} ,

$$K_{top} = k_{\text{çatı}} \times A_{\text{çatı}} + k_{\text{duvar}} \times A_{\text{duvar}} + k_{\text{cam}} \times A_{\text{cam}} + k_{\text{zemin}} \times A_{\text{zemin}}$$

$$K_{top} = 0.72 \times 250 + 0.88 \times 896 + 3.46 \times 224 + 0.68 \times 250$$

Toplam ısı iletim katsayısı K_{top} 1913.52 W/°C olarak bulunur.

2002 yılı için İstanbul'da aylık ve yıllık ortalama ısıtma derece-gün değerleri ile aylık ve yıllık ortalama ısıtma enerjisi değerleri Tablo 4.4.'de açıkça görülmektedir.

Derece-gün cinsinden Yıllık Isıtma Enerjisi Q_h ,

$$Q_h = \frac{K_{top}}{\eta_h} DD_h$$

$$Q_h = \frac{1913.52}{0.95} \times 1755.66 \times 24 \times 3600 = 305,536 \text{ MJ'dir.}$$

Tablo 4.4. 2002 yılı için İstanbul'da aylık ve yıllık ortalama ısıtma derece-gün ve ısıtma enerjisi değerleri [21]

AYLAR	T _o (°C)	N(gün/ay)	DD _h (°C.gün)		Q _h (MJ)
Ocak	4.86	31	(18-4.86)x31	407.34	70,889
Şubat	8.89	28	(18-8.89)x28	255.08	44,391
Mart	9.35	31	(18-9.35)x31	268.15	46,666
Nisan	11.06	30	(18-11.06)x30	208.2	36,232
Mayıs	16.86	31	(18-16.86)x31	35.34	6,15
Haziran	22.68	30	(18-22.68)x30	-140.4	
Temmuz	26.63	31	(18-26.63)x31	-267.53	
Ağustos	24.61	31	(18-24.61)x31	-204.91	
Eylül	20.38	30	(18-20.38)x30	-71.4	
Ekim	16.16	31	(18-16.16)x31	57.04	9,926
Kasım	12.72	30	(18-12.72)x30	158.4	27,566
Aralık	6.19	31	(18-6.19)x31	366.11	63,713
			TOPLAM	1755.66	305,536

- İstanbul şehri için 2002 yılına ait dış hava sıcaklık bilgileri (°C) Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Aylık ortalama dış hava sıcaklık bilgileri (°C) Sütun 2 'de gösterilmiştir.
- Bir ay içinde bulunan gün sayısı Sütun 3 'de gösterilmiştir.
- Aylık ortalama ısıtma derece-gün değerleri ve yıllık ortalama ısıtma derece-gün değeri (°C.gün) Sütun 4 'de hesaplanmaktadır.
- Hesaplamalarda T_{den} sıcaklığı 18 °C olarak alınmıştır.

Derece-gün cinsinden yıllık yakıt enerjisi F_h ,

$$F_h = \frac{Q_h}{\eta_f \times H}$$

Burada, H doğal gazın altısısl değeri 35,000 kJ/ m³ ve doğal gaz birimfiyatı 315,000 TL/ m³ alınmaktadır. η_f ısıtma sistemi yakıt yanma verimi 0.90 olup, yakıt enerjisi,

$$F_h = \frac{305,536}{0.90 \times 35,000} = 9699.5 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

Yıllık Isıtma Enerji tutarı ,

$$9699.5 \times 315,000 = 3.1 \times 10^9 \text{ TL olarak bulunur.}$$

4.3 Bin Yöntemi

K_{top} toplamısı kayıp katsayısının, η_h ısıtma sistem veriminin veya T_{den} denge noktası sıcaklığının sabit olmadığı pek çok uygulamada, derece-gün yöntemi kullanılır. Örnek olarak, ısı pompasının verimini dış ortam sıcaklığı ile önemli miktarda değişmektedir. Ayrıca ısıtma ekipmanlarının verimi, yüke bağlı olarak değiştiği için dolaylı olarak T_o dış hava sıcaklığından etkilenmektedir. Ayrıca, binasıkinlerini tercihleri, binanın ısı kazancı, iç ortam sıcaklığı ve havalandırma hızını etkilenmektedir. [20]

Bu gibi durumlarda yıllık enerji sarfıyatını belirlemek için sürekli hale göre yapılan hesaplamalar, sıcaklık ve zaman aralıkları ayrı ayrı değerlendirilirse iyi sonuç verebilir. Bu yaklaşım Bin Yöntemi olarak bilinir. Bu yöntemde enerji sarfıyatı, çeşitli T_o dış sıcaklığının değerine göre, T_o dış hava sıcaklığının merkezinde olduğu T_o sıcaklığı geçen zaman süresi N_{bin} değerinin, bu sıcaklık değerine göre hesaplanan enerji miktarı ile çarpılması ile bulunur. [20], [25]

$$Q_{bin} = N_{bin} \frac{K_{top}}{\eta_h} [T_{den} - T_o]^+ \quad (4.11)$$

Burada üst indisin artı işareti, parantez içindeki sıcaklık farkının sadece pozitif değerlerinin hesaba katılması gerektiğini ifade etmektedir. T_o dış hava sıcaklığının T_{den} denge sıcaklığından büyük olduğu durumlarda ısıtma gerekli değildir. Her sıcaklık aralığı (bin) için hesaplanan Q_{bin} değerleri toplanarak toplam enerji sarfıyatı elde edilir. Sıcaklık aralıkları genellikle 2,8°C artışlar ile verilir ve 3 günlük, 8 saatlik süreler halinde toplanır.

4.3.1. Bin Verileri Kullanılarak Derece-Gün Bilgilerinin Bulunması

Saatlik bin verilerinden derece gün değerini hesaplamak için T_{den} sıcaklığının tespit edilmesi gerekir. T_{den} denge sıcaklığı bilindiği takdirde, aylık veya yıllık herhangi bir zaman ölçeğine veya yine aylık veya yıllık tabana dayanarak bir günde çeşitli zaman dilimleri için aşağıdaki toplam bulunabilir. [20], [25]

$$DD_h = \frac{1}{24} N_{bin} \sum_{bin} (T_{den} - T_{bin})^+ \quad (4.12)$$

bu denklemde;

T_{bin} : sıcaklık aralığının (bin) ortasındaki sıcaklık

N_{bin} : T_{bin} değerine karşılık gelen saat sayısı

olarak alınmaktadır.

Burada üst indisin artı işareti, parantez içindeki sıcaklık farkının sadece pozitif değerlerinin hesaba katılması gerektiğini ifade etmektedir. Benzer bir bağlantı ile soğutma derece-gün değerleri de hesaplanır.

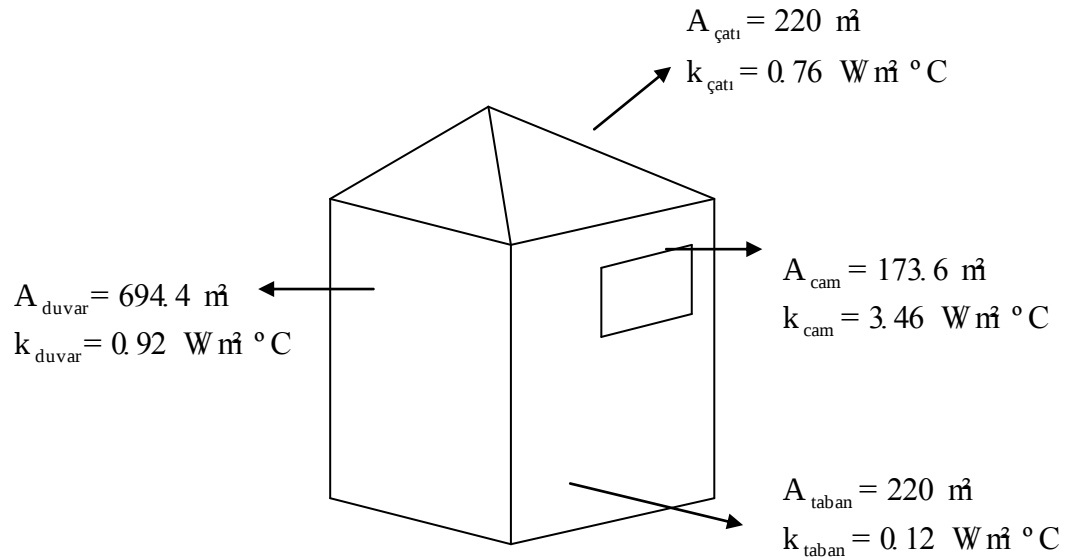
$$DD_c = \frac{1}{24} N_{bin} \sum_{bin} (T_{den} - T_{bin})^+ \quad (4.13)$$

4.3.2 Bina Yöntemi Uygulanmasına Örnek Çalışma

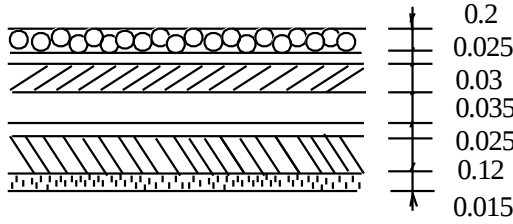
2002 yılı için yapısal özellikleri aşağıda verilen İstanbul'daki bir konut için yıllık ısıtma enerjisi ve yıllık yakıt enerji miktarı hesaplanmaktadır.

(Isıtma sistemi verimi %0,95'dir.)

Bina özellikleri; Bina genişliği ve uzunluğu 11 ve 20 m, bina yüksekliği 14 m boyutlarındadır. Bina 5 katlı olup toplam 10 daireden oluşmaktadır. Bina duvar alanı 868 m², cam alanı bina duvar alanının %20'si 173.6 m² olmak üzere ahşap pencere doğrama ve çift camlıdır. Bina çatı alanı 220 m² ve taban alanı 220 m² dir.



Döşemeli Çatı Yapısı

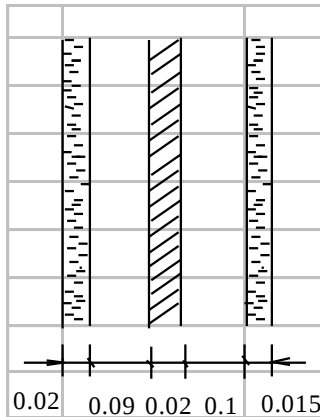


MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Çakıl	0.2	0.7
Çimento şap	0.025	1.4
Betonarme	0.03	2.1
Rüberoit mineral esaslı elyaf	0.035	0.039
Çimento Şap	0.025	1.4
Betonarme	0.12	2.1
Kireç çimento harcı	0.015	0.87

$$\frac{1}{k_{\text{çatı}}} = \frac{0.2}{0.7} + \frac{0.025}{1.4} + \frac{0.03}{2.1} + \frac{0.035}{0.039} + \frac{0.025}{1.4} + \frac{0.12}{2.1} + \frac{0.015}{0.87}$$

$$k_{\text{çatı}} = 0.76 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}$$

Duvar Yapısı

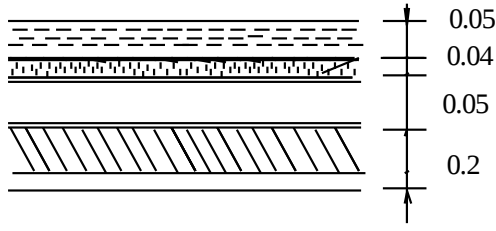


MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Kireç çimento harcı	0.02	0.87
Düşey delikli hafif tuğla	0.09	0.53
Mineral esaslı elyaf	0.02	0.039
Düşey delikli hafif tuğla	0.19	0.53
Kireç çimento harcı	0.015	0.87

$$\frac{1}{k_{\text{duvar}}} = \frac{0.02}{0.87} + \frac{0.09}{0.53} + \frac{0.02}{0.039} + \frac{0.19}{0.53} + \frac{0.015}{0.87}$$

$$k_{\text{duvar}} = 0.92 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}$$

Kağır Toprak Döşeme Yapısı



MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m °C)
Ahşap döşeme kaplama	0.05	0.18
Kuru kum	0.04	1.4
Nem engelleyici Mineral esaslı elyaf Nem engelleyici	0.05	0.039
Grobeton Blokai	0.2	1.9

$$\frac{1}{k_{\text{taban}}} = \frac{0.05}{0.18} + \frac{0.04}{1.4} + \frac{0.05}{0.039} + \frac{0.2}{1.9}$$

$$k_{\text{taban}} = 0.59 \text{ W m}^{-1} \text{ °C}^{-1}$$

Toplam ısı iletim katsayısı K_{top} ,

$$K_{\text{top}} = k_{\text{çatı}} \times A_{\text{çatı}} + k_{\text{duvar}} \times A_{\text{duvar}} + k_{\text{cam}} \times A_{\text{cam}} + k_{\text{taban}} \times A_{\text{taban}}$$

$$K_{\text{top}} = 0.76 \times 220 + 0.92 \times 694.4 + 3.46 \times 173.6 + 0.59 \times 220$$

Toplam ısı iletim katsayısı $K_{\text{top}} = 1536.5 \text{ W °C}^{-1}$ olarak bulunur.

Binanın çatı, duvar, pencere ve taban döşeme yapısal özellikleri birleştirilerek oluşturulan Tablo 4.5. aşağıda verilmiştir. 2002 yılı için İstanbul'da aylık ve yıllık ortalama ısıtma derece-gün değerleri ile aylık ve yıllık ortalama ısıtma enerjisi değerleri Tablo 4.6'da açıkça görülmektedir. [25]

Tablo 4.5. Bina nın Yapısal Özellikleri [15]

	ALAN (m ²)	MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m ² C)	TOPLAM ISI İLETİM KATSAYISI (W ° C)
Çatı	220	Çakıl	0.2	0.7	0.76
		Çiment o şap	0.025	1.4	
		Betonar ne	0.03	2.1	
		Rübert	0.035	0.039	
		Mneral esaslı elyaf	0.025	1.4	
		Çiment o Şap	0.025	1.4	
		Betonar ne	0.03	2.1	
Duvar	694.4	Kireç çiment o harcı	0.015	0.87	0.92
		Kireç çiment o harcı	0.02	0.87	
		Düşey delikli hafif tuğla	0.09	0.53	
		Mneral esaslı elyaf	0.02	0.039	
		Düşey delikli hafif tuğla	0.19	0.53	
Pencere	173.6	Ahşap pencere doğrama ve çift cam			3.46
Kagır Toprak Döşeme	220	Ahşap döşeme kaplama	0.05	0.18	0.59
		Kuru kum	0.04	1.4	
		Nem engelleyici	0.05	0.039	
		Mneral esaslı elyaf	0.05	0.039	
		Nem engelleyici	0.05	0.039	
		Grobeton	0.2	1.9	
		Elkaj			

Tablo 4.6. 2002 Yılı İçin İstanbul’da Aylık ve Yıllık Ortalama Isıtma Derece- Gün ve Isıtma Enerjisi Değerleri [21]

AYLAR	T _o (° C)	N(gün/ay)	DD _h (° C gün)		Q _h (M)
Ocak	4.86	31	(18-4.86)x31	407.34	65,725
Şubat	8.89	28	(18-8.89)x28	255.08	35,645
Mart	9.35	31	(18-9.35)x31	268.15	37,471
Nisan	11.06	30	(18-11.06)x30	208.2	29,093
Mayıs	16.86	31	(18-16.86)x31	35.34	4,938
Haziran	22.68	30	(18-22.68)x30	-140.4	
Temmuz	26.63	31	(18-26.63)x31	-267.53	
Ağustos	24.61	31	(18-24.61)x31	-204.91	
Eylül	20.38	30	(18-20.38)x30	-71.4	
Ekim	16.16	31	(18-16.16)x31	57.04	7,971
Kasım	12.72	30	(18-12.72)x30	158.4	22,134
Aralık	6.19	31	(18-6.19)x31	366.11	51,161
TOPLAM			1755.66	245,337	

Derece-gün cinsinden Yıllık Isıtma Enerjisi Q_h ,

$$Q_h = \frac{K_{top}}{\eta_h} DD_h$$

$$Q_h = \frac{1536.5}{0.95} \times 1755.66 \times 24 \times 3600$$

$$Q_h = 245,337 \text{ M}$$

Derece-gün cinsinden yıllık yakıt enerjisi F_h ,

$$F_h = \frac{Q_h}{\eta_f \times H}$$

Burada, H doğal gazın alt ısı değeri 35,000 kJ/ m³ ve doğal gaz birim fiyatı 315,000 TL/ m³ alınmıştır. η ısıtma sistemi yakıt verimi 0.90 olup yıllık yakıt enerjisi,

$$F_h = \frac{245,337}{0.90 \times 35,000} = 7788.5 \text{ m}^3 \text{ 'dür.}$$

Yıllık Isıtma Enerji tutarı ,

$$7788.5 \times 315,000 = 2.45 \times 10^9 \text{ TL olarak bulunur.}$$

Aynı binanın aylık ve yıllık ısıtma enerji değerleri, bin yöntemi ile de bulunabilir.

Bin yöntemi için hesaplamalarda T_{den} sıcaklığı 18 °C olarak alınmıştır. İstanbul şehri için 2002 yılına ait dış hava sıcaklık bilgileri Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. (14)

OCAK AYI için

8 °C için 1-4 saat aralığı için

$$Q_{bin} = N_{bin} \frac{K_{top}}{\eta_h} [T_{den} - T_o]^+$$

$$Q_{bin} = 16 \times \frac{1536.5}{0.95} \times (18 - 8)$$

$$Q_{bin} = 245.8 \text{ kWh}$$

8 °C için 5-8 saat aralığı için

$$Q_{bin} = N_{bin} \frac{K_{top}}{\eta_h} [T_{den} - T_o]^+$$

$$Q_{bin} = 14 \times \frac{1536.5}{0.95} \times (18 - 8)$$

$$Q_{bin} = 211.1 \text{ kWh}$$

8 °C için 9-12 saat aralığı için

$$Q_{bin} = N_{bin} \frac{K_{top}}{\eta_h} [T_{den} - T_o]^+$$

$$Q_{bin} = 18 \times \frac{1536.5}{0.95} \times (18 - 8)$$

$$Q_{bin} = 276.5 \text{ kWh}$$

Bütün ay boyunca 8 °C değerine karşılık gelen (N_{bin}) saat sayısı ile toplamısı ile iletim katsayısı ve pozitif sıcaklık farkının çarpımı o ayın ısıtma enerji değerini verir. 12 ay için bin yöntemi uygulanarak hesaplanan aylık ısıtma enerji değerleri toplamı ile yıllık ısıtma enerjisi bulunmaktadır.

2002 yılı için İstanbul'da, bin yöntemi uygulanarak Ocak ve Aralık ayları için ortalama ısıtma enerjisi değerleri Tablo 4.7.'de görülmektedir.

2002 yılı için İstanbul'da, bin yöntemi uygulanarak bulunan aylık ve yıllık ortalama ısıtma enerjisi değerleri Tablo 4.8.'de görülmektedir.

Tablo 4.7. 2002 Yılı İçin İstanbul'da, Bin Yöntemi Uygulanarak Ocak ve Aralık Aylarına Ait Ortalama İstima Enerjisi Değerleri [25]

OCAK BİN (C)	1-4 SAAT		5-8 SAAT		9-12 SAAT		13-16 SAAT		17-20 SAAT		21-24 SAAT		TOPLAM Qh
	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	
14							8	49168					49168
12					8	73752	18	163942	1	9219			248913
10					15	184380	8	98336	17	208964	7	86044	577724
8	16	245840	14	215110	18	276573	14	215110	17	261205	17	261205	1475040
6	26	479388	21	387198	14	258132	12	221256	22	405636	27	497826	2249436
4	18	387198	20	430220	14	301154	13	387198	9	193599	14	301154	2000523
2	16	393344	25	614600	19	467096	10	245840	18	442512	14	344176	2507568
0	25	691425	16	442512	17	470169	25	691425	21	580797	27	746739	3623067
-2	17	522410	21	645330	15	460930	7	215110	15	460930	14	430220	2734970
-4	6	202818	7	236621	4	135212	4	135212	4	135212	4	135212	980287
TOPLAM	2922423		2971591		2627415		2424597		2698094		2802576		164446696

ARALIK BİN (C)	1-4 SAAT		5-8 SAAT		9-12 SAAT		13-16 SAAT		17-20 SAAT		21-24 SAAT		TOPLAM Qh
	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	N bin	Qh	
16					3	9219	9	18438	1	3073			21511
14			2	12292	3	18438	10	61460	5	30730	3	18438	141358
12	4	36876	7	36876	13	119847	13	119847	6	55314	10	92190	488607
10	10	122920	9	110628	12	147504	6	73752	19	233548	15	184380	872732
8	23	353395	18	276570	10	153630	12	184380	9	138285	11	169015	1275295
6	14	258132	12	221256	15	276570	26	479388	16	295008	13	239694	1770048
4	19	408709	25	537775	28	602308	16	344176	22	473242	16	344176	2710386
2	21	516264	15	368760	13	319592	17	417928	14	344176	22	540848	2507568
0	22	608454	18	497826	22	608454	13	359541	20	553140	22	608454	3235869
-2	11	338030	15	460930	4	122920	5	153630	12	368760	12	368760	1813070
-4			3	101409									101409
TOPLAM	2642780		2651999		2378502		2212560		2495276		2587466		14937853

Tablo 4.8 2002 Yılı İçin İstanbul’da Aylık ve Yıllık Ortalama Isıtma Enerjisi Değerleri

Bİ N(° C)	1-4 SAAT	5-8 SAAT	9-12 SAAT	13-16 SAAT	17-20 SAAT	21-24 SAAT	TOPLAM
Aylar	Q _h	Q _h	Q _h	Q _h	Q _h	Q _h	Q _h
Ocak	2922423	2971591	2627415	2281687	2452254	2802576	16057946
Şubat	2046618	2120370	1564157	1235346	1674785	1880676	10521952
Mart	2135735	2132662	1644055	1447383	1773121	2009742	11142698
Nisan	1960574	1843800	1244565	1263347	1598433	1699498	9610217
Mayıs	1023309	869659	328811	227402	457877	817418	3724476
Haziran	251986	156722	49168	30730	49168	150577	688351
Temmuz	3073	9219					12292
Ağustos	9219						9219
Eylül	255059	227402		18438	55314	178234	734447
Ekim	881951	872732	334957	242767	546994	725228	3604629
Kasım	1401288	1425872	848148	648403	1198470	1370558	6892739
Aralık	2642780	2651999	2381575	2212560	2495276	2599758	14950145
TOPLAM	15534015	15282028	11022851	9608063	12301692	14234265	77949111

2002 yılı için, günlük sıcaklık bilgilerine göre bin yöntemi ile elde edilen Yıllık Isıtma Enerjisi Q_h;

$$Q_h = 77949111 \times 3600$$

$$Q_h = 280,616 \text{ M}$$

2002 yılı için, derece-gün yöntemi ile elde edilen Yıllık Isıtma Enerjisi Q_h;

$$Q_h = \frac{K_{top}}{\eta_h} DD_h$$

$$Q_h = \frac{1536.5}{0.95} \times 1755.66 \times 24 \times 3600$$

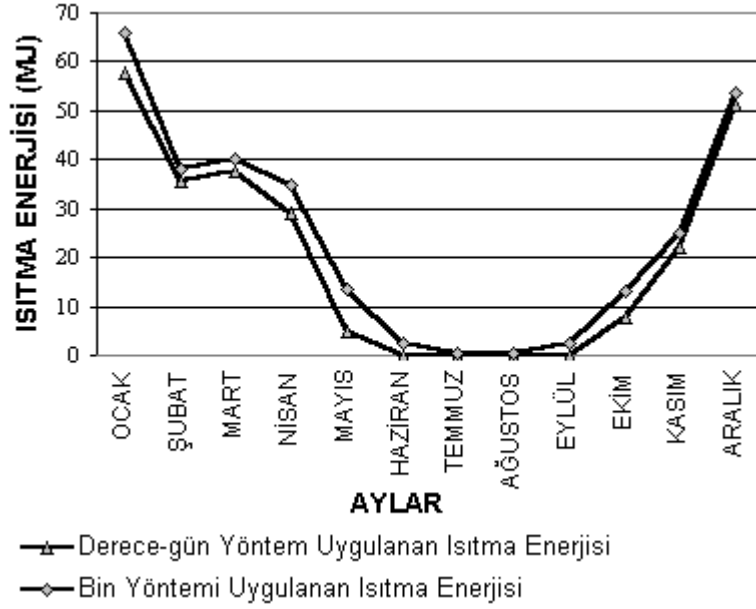
$$Q_h = 245,337 \text{ M}$$

Aradaki fark ise;

$$\frac{280,616 - 245,337}{245,616} = 0.12 \text{ (\%12)}$$

dur.

Derece-gün ve bin yöntemleri uygulanarak elde edilen yıllık ısıtma enerjisiindeki bu küçük sapma, Şekil 4.3.'de açıkça görülmektedir. Şekil 4.3. 2002 yılı için İstanbul'da derece gün ve bin yöntemleri uygulanarak elde edilen aylık ısıtma enerjileri değişimidir.



Şekil 4.3. 2002 Yılı İçin İstanbul'da Derece- Gün ve Bin Yöntemleri ile Aylık Isıtma Enerji Değerleri Değişimi

Elde edilen bu sapma ulaşılacak istenilen yıllık ısıtma enerjisi değeri için çok büyük bir fark oluşturmaktadır. Böylece daha fazla meteorolojik bilgi ile birlikte, daha fazla işlem gerektiren bin yöntemi yerine, sadece aylık ortalama dış hava sıcaklık bilgilerini kullanarak, derece-gün yöntemi ile yıllık ısıtma enerjisi değeri hesaplanabilir.

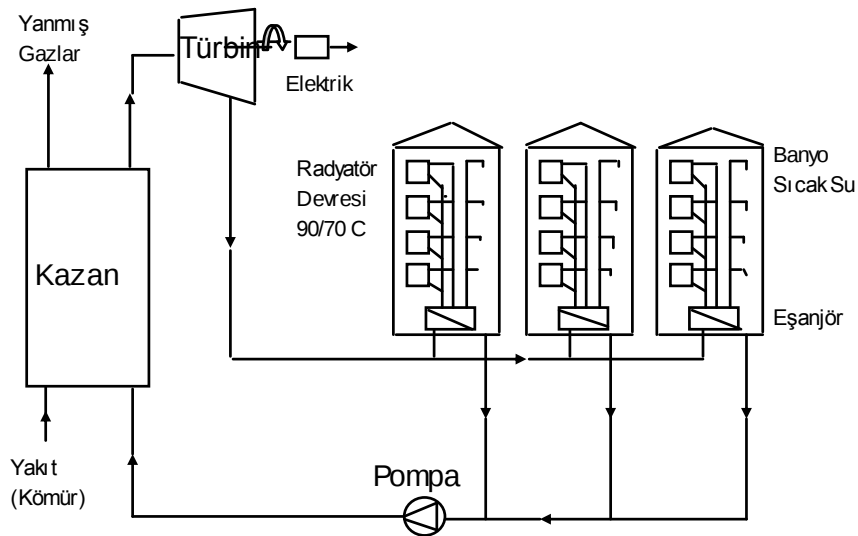
BÖLÜM 5

BİLEŞİK ISI- GÜÇ ÜRETİMİNİN BİR YERLEŞİM BÖLGESİNE UYGULANMASI

5.1. Enerji Santralinin Tanıtım

5000 adet konuttan oluşan yerleşim bölgesinin ısıtılması, üç ayrı sistem ile gerçekleştirilmektedir. Bu sistemlerin tanıtım aşağıda yapılmaktadır.

A Sistemi ; Enerji santrali, bileşik ısı-güç üretim santrali ve santrale ilave olarak bir adet merkezi kazan dairesinden meydana gelmektedir. A Sisteminde, iki farklı yakıt (doğal gaz ve kömür) kullanılmaktadır. Kullanılan yakıt doğal gaz ise, enerji santrali gaz türbinli atık ısı kazanlı bileşik ısı-güç üretim sistemidir. Kullanılan yakıt kömür ise, enerji santrali buhar türbinli bileşik ısı-güç üretim sistemidir.



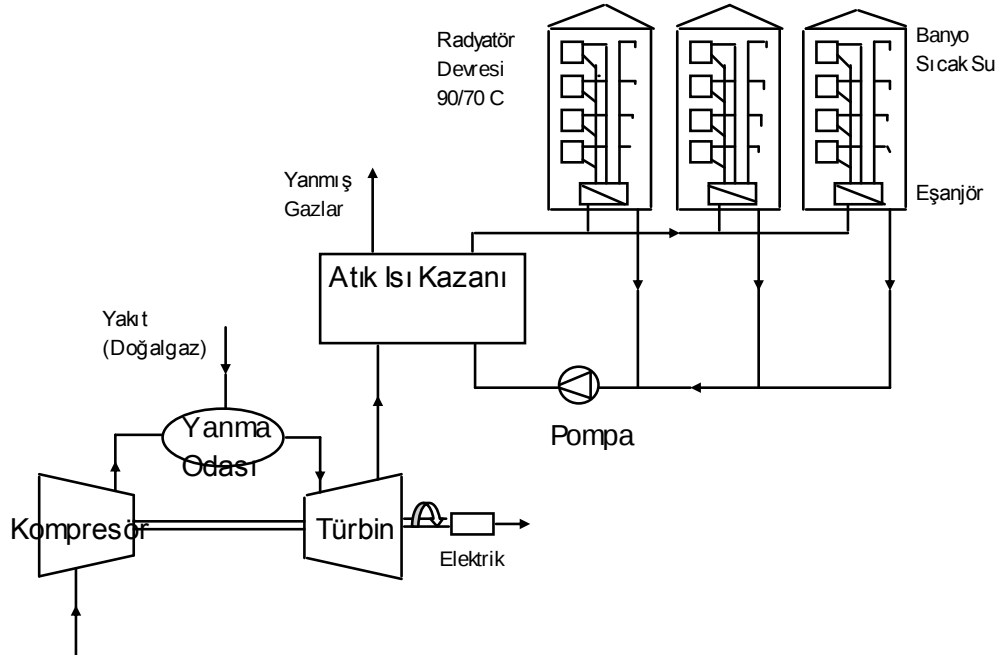
Şekil 5.1. A Sistemi (Kömür Yakan Buhar Türbinli Bileşik Isı- Güç Üretim Sistemi)

Kömür yakan bileşik ısı-güç üretim sisteminde, buhar türbini bulunmaktadır. Buhar türbininden ayrılan buhar ile, bölgedeki konutların ısı enerji gereksinimleri

karşılırken, buhar türbinine bağılı jeneratörde elde edilen elektrik enerjisi ile de konutların elektrik enerji gereksinimleri karşılanmaktadır. Bu sistemin şematik gösterimi Şekil 5.1.'de görülmektedir.

Doğal gaz yakan gaz türbinli bileşik ısı-güç üretim sisteminde, gaz türbini ve atık ısı kazanı bulunmaktadır. Gaz türbininden ayrılan yüksek sıcaklıktaki yanma ürünlerinin atık ısı kazanından geçirilmesi ile elde edilen ısı enerjisi ile bölgedeki konutların ısı enerji gereksinimleri karşıılırken, gaz türbinine bağılı jeneratörde elde edilen elektrik enerjisi ile de konutların elektrik enerji gereksinimleri karşılanmaktadır. Bu sistemin şematik gösterimi Şekil 5.2 'de görülmektedir.

Her iki durumda da, enerji santraline ilave olarak, sistemde iki adet eş ısıtma kapasiteli ısı kazanı ve ekipmanlarının bulunduğu kazan dairesi (ısı santrali) yer almaktadır. Enerji santralinden ayrılan ısı apartman bloklarına yer altı boru şebekesi ile ulaşmaktadır. Ayrıca her apartman bloğunun altında bir adet eşanjör yer almaktadır.



Şekil 5.2 A Sistemi (Doğal gaz Yakan Gaz Türbinli Bileşik Isı-Güç Üretim Sistemi)

B Sistemi ; Bölgedeki konutların ısıtılması, merkezi ısıtma sistemi ile sağlanmaktadır. Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Merkezi ısı

santrali, bir adet merkezi kazan dairesinden meydana gelmektedir. Kazan dairesinde iki adet eş ısıtma kapasiteli ısı kazanı ve ekipmanları bulunmaktadır. Enerji santralinden ayrılan ısı apartman bloklarına yer altı boru şebekesi ile ulaşmaktadır. Ayrıca her apartman bloğunun altında bir adet eşanjör yer almaktadır.

C Sistemi ; Bölgedeki konutların ısıtılması, bireysel (tekli) ısıtma sistemi ile sağlanmaktadır. Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Her apartman bloğunun altında bir kazan dairesi bulunmaktadır. Kazan dairesinde bir adet ısı kazanı ve ekipmanları yer almaktadır.

Tezin amacı; belirlenen koşullara göre, ısıtma sistemlerinin ekonomik inceleme çözümlemesini yapabilen bir bilgisayar programı yardımı ile bölgedeki konutların ısıtılması için seçilen üç ayrı ısıtma sisteminin ekonomik davranışları incelenmesidir. Hazırlanan bilgisayar programının ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

5.2 Program Aşamaları ve Program Algoritması

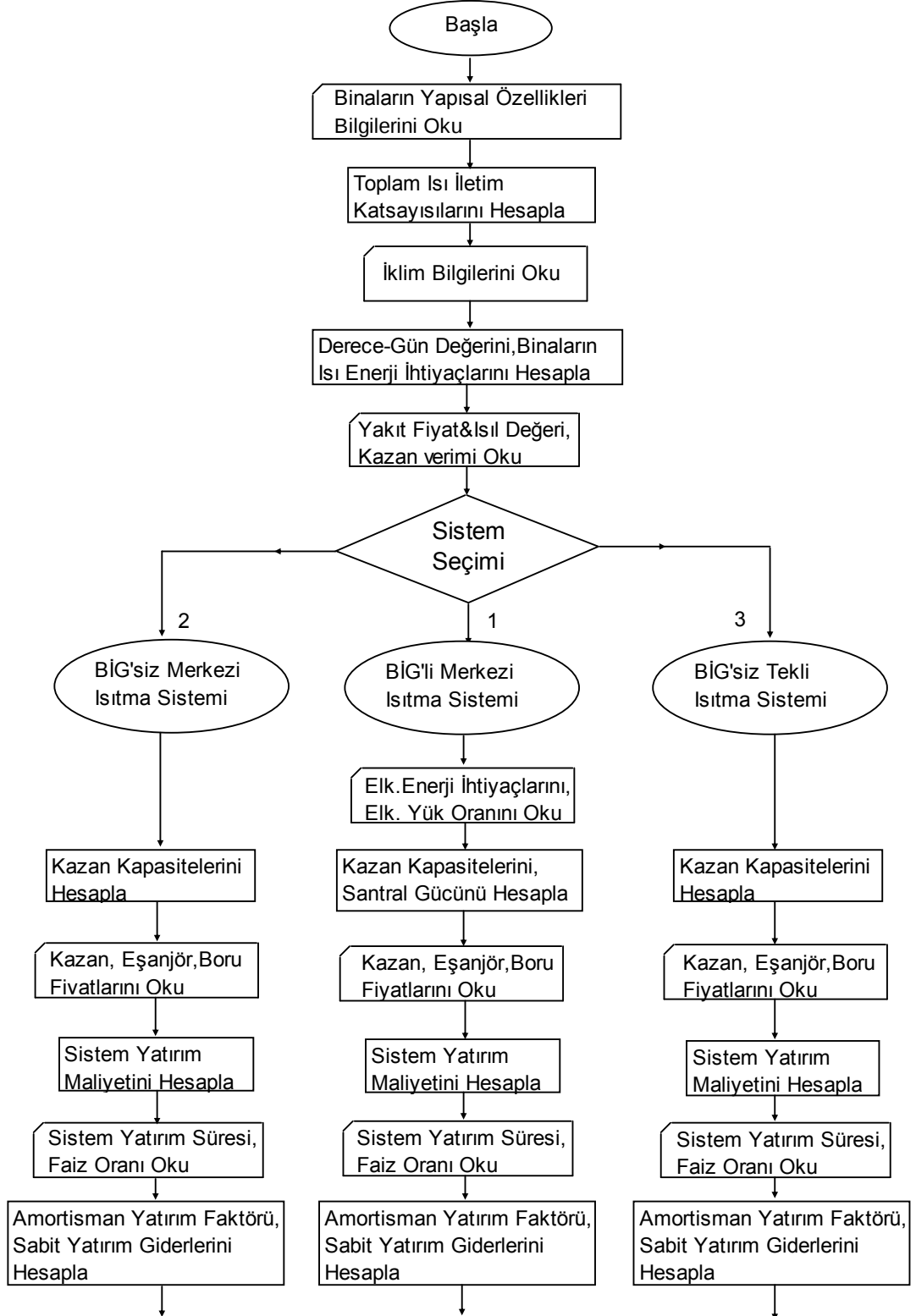
Program oluşturmak için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir.

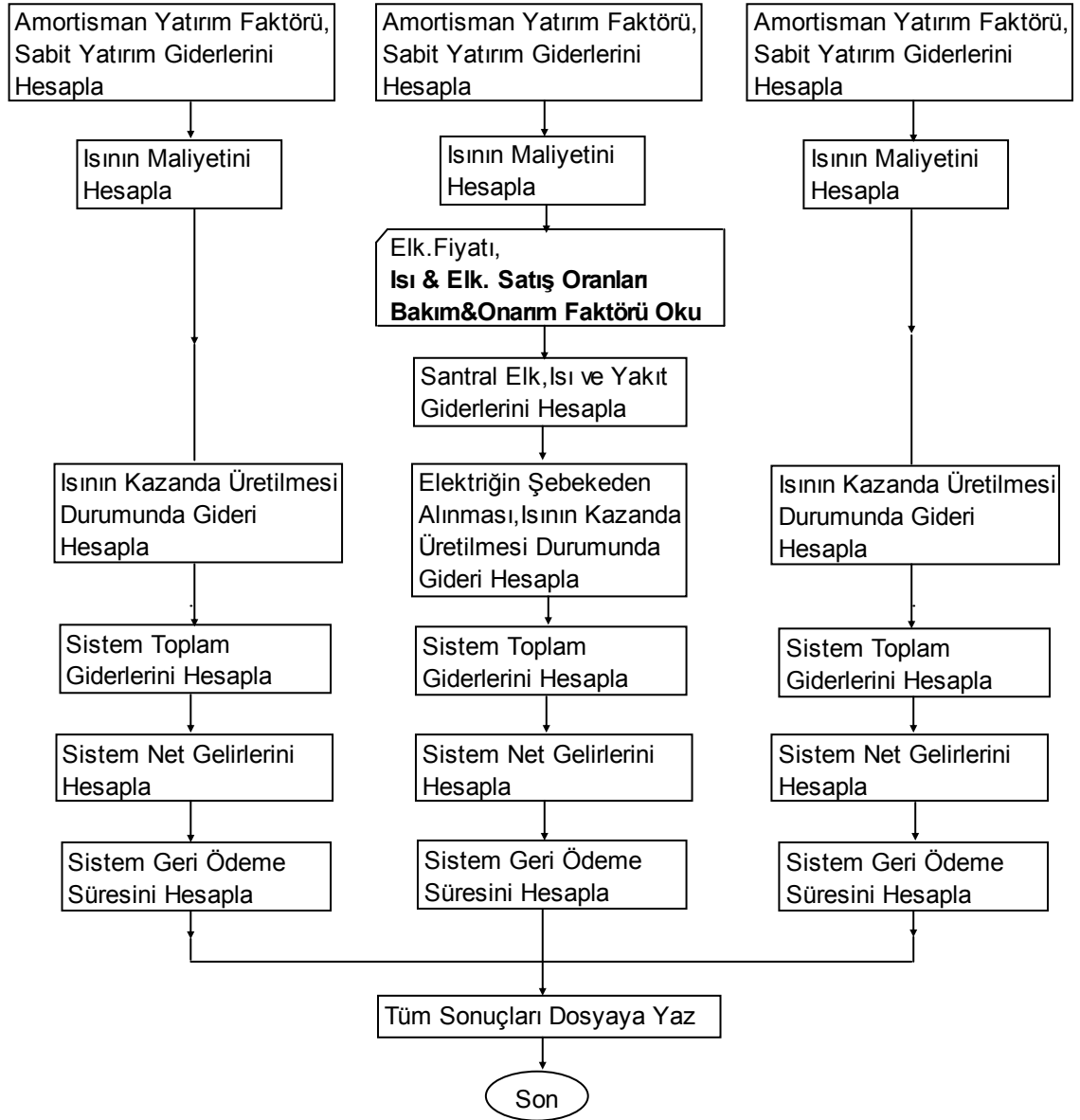
1. Sistem ve Kullanılan Yakıt : Programın ilk aşamasında seçilecek ısıtma sisteminde kullanılacak yakıt türü belirlenmektedir. Bunlar doğal gaz ve kömürdür. Yakıt türü ile birlikte seçilen ısıtma sistemi bu aşamayı takip etmiştir.

2. Sistem Tasarımı : Programın ikinci aşamasında, kullanıcı tarafından belirlenecek sabit veri bilgileri ve hesaplanması istenilen sonuç bilgilerine ilişkin bölümler açıklanmıştır.

3. Test : Programın kullanılma aşamasına geçmeden önce, bir örneğe uygulanarak test edilmektedir.

Program Akış Diyagramı aşağıda sunulmaktadır.





Şekil 5.3. Bilgisayar Program Akış Diyagramı

5.3 Yerleşim Bölgesi ndeki Konutları n Tanımlanması

Isıtılacak bölgede, yapısal özellikleri farklı iki ayrı bina tipinden oluşan toplam 5000 adet konut bulunmaktadır.

1. Tip Bina Özellikleri: Bina genişliği ve uzunluğu 11 ve 20 m, bina yüksekliği 15 m boyutlarındadır. Bina 5 katlı olup toplam 10 daireden oluşmaktadır. Bölgede 1. tip binadan toplam 250 tane bulunmaktadır. Bina duvar alanı 930 m², cam alanı bina duvar alanının %20'si olmak üzere 186 m² olup, ahşap pencere doğrama ve çift camlıdır. Bina çatı alanı 220 m² ve taban alanı 220 m²'dir.

1. tip binanın çatı, duvar, cam ve taban yapılarının konstrüksiyonları ile bu yapıların ısı iletim katsayılarını gösteren tablo aşağıda verilmektedir.

Tablo 5.1. 1. Tip B binanın Yapısal Özellikleri [15]

	ALAN (m ²)	MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m ² C)	TOPLAM ISI İLETİM KATSAYISI (W ° C)
Çatı	220	Kum çakıl agregası	0.15	2.1	0.71
		Cam yünü	0.05	0.038	
		Kireç çimento harcı	0.02	0.72	
Duvar	744	Kireç çimento harcı	0.02	0.72	0.86
		Killi tuğla	0.09	0.405	
		Cam yünü	0.02	0.048	
		Killi tuğla	0.19	0.405	
		Kireç çimento harcı	0.02	0.72	
Pencere	186	Ahşap pencere doğrama ve çift cam			3.46
Kağır Toprak Döşeme	220	Karot mazotik	0.02	0.9	0.69
		Çimento Şap	0.025	1.4	
		Betonarme	0.03	2.1	
		Cam yünü	0.05	0.038	
		Grabeton Blokaj	0.2	1.9	

1. tip bina için toplam ısı iletim katsayısı K_{top} aşağıda hesaplanmıştır.

$$K_{top}(1) = k_{çatı} \times A_{çatı} + k_{duvar} \times A_{duvar} + k_{cam} \times A_{cam} + k_{taban} \times A_{taban} + \frac{ACH \times V}{3}$$

$$K_{top}(1) = 0.71 \times 220 + 0.86 \times 744 + 3.46 \times 186 + 0.69 \times 220 + \frac{1.0 \times (11 \times 20 \times 15)}{3}$$

$$K_{top}(1) = 2691.4 \text{ W } ^\circ \text{C}$$

2. Tip B bina Özellikleri: Bina genişliği ve uzunluğu 18.75 ve 25 m, bina yüksekliği 15 m boyutlarındadır. Bina 5 katlı olup toplam 20 daireden oluşmaktadır. Bölgede 2. tip binadan toplam 125 tane bulunmaktadır. Bina duvar alanı 1350 m², cam alanı bina duvar alanının %20'si olarak üzere 262.5 m² olup, ahşap pencere doğrama ve çift camlıdır. Bina çatı alanı 468.75 m² ve taban alanı 468.75 m²'dir.

2. tip binanın çatı, duvar, cam ve taban yapılarının malzeme bileşenleri ile bu yapıların ısı iletim katsayılarını gösteren tablo aşağıda verilmektedir.

Tablo 5.2.2 Tip B bina nın Yapısal Özellikleri [15]

	ALAN (m ²)	MALZEME	KALINLIK (m)	ISI İLETİM KATSAYISI (W/m ² C)	TOPLAM ISI İLETİM KATSAYISI (W ° C)
Döşemeli Çatı	468.75	Çakıl	0.2	0.7	0.69
		Çimento şap	0.025	1.4	
		Betonarme	0.025	2.1	
		Rübert Mineral esaslı elyaf	0.04	0.038	
		Çimento Şap	0.025	1.4	
		Betonarme	0.025	2.1	
		Kireç çimento harcı	0.015	0.72	
Duvar	1050	Kireç çimento harcı	0.015	0.72	0.84
		Düsey delikli hafif tuğla	0.09	0.53	
		Mineral esaslı elyaf	0.025	0.0405	
		Düsey delikli hafif tuğla	0.19	0.53	
		Kireç çimento harcı	0.015	0.72	
Pencere	262.5	Ahşap pencere doğrama ve çift cam			3.46
Kağıt Toprak Döşeme	468.75	Ahşap döşeme kaplama	0.05	0.18	0.59
		Kurulum	0.04	1.4	
		Ne engelleyici Mineral esaslı elyaf	0.05	0.039	
		Ne engelleyici			
		Göbeton Blokaj	0.2	1.9	

2. tip binanın toplam ısı iletim katsayısı K_{top} aşağı da hesaplanmıştır.

$$K_{top}(2) = k_{çatı} \times A_{çatı} + k_{duvar} \times A_{duvar} + k_{cam} \times A_{cam} + k_{taban} \times A_{taban} + \frac{ACH \times V}{3}$$

$$K_{top}(2) = 0.69 \times 468.75 + 0.84 \times 1050 + 3.46 \times 262.5 + 0.59 \times 468.75 + \frac{1.0 \times (18.75 \times 25 \times 15)}{3}$$

Toplam ısı iletim katsayısı 4734 W ° C olarak bulunur.

5.4 İklim Bilgilerinin Tanımlanması

Sıcaklık verileri, konutların ısıtılması için gerekli olan enerjinin hesaplanmasında büyük rol oynar. Böylece konutların ısıtılması için gerekli olan yakıt miktarı da bulunabilir.

Isıtma amaçlı derece-gün hesaplamalarında, denge noktası sıcaklığı 18°C olarak kabul edilmektedir. Çeşitli illerimiz için, denge noktası sıcaklığının 18°C (65°F) kabul edilerek hazırlandığı ısıtma derece-gün veya ısıtma derece-saat değerlerini veren kapsamlı tablolardan yararlanılmaktadır. 2002 yılı için İstanbul’da dış hava sıcaklık bilgileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden sağlanmaktadır.

(14)

Tablo 5.3. İklim Bilgileri ve Isı Enerji İhtiyaçları [21]

AYLAR	$T_o (^{\circ}\text{C})$	N(gün/ay)	$DD_h (^{\circ}\text{C gün})$		$Q_h (\text{kJ})$
Ocak	4.86	31	$(18-4.86)\times 31$	407.34	4.684×10^{10}
Şubat	8.89	28	$(18-8.89)\times 28$	255.08	2.933×10^{10}
Mart	9.35	31	$(18-9.35)\times 31$	268.15	3.084×10^{10}
Nisan	11.06	30	$(18-11.06)\times 30$	208.2	2.394×10^{10}
Mayıs	16.86	31	$(18-16.86)\times 31$	35.34	4.064×10^9
Haziran	22.68	30	$(18-22.68)\times 30$	-140.4	
Temmuz	26.63	31	$(18-26.63)\times 31$	-267.53	
Ağustos	24.61	31	$(18-24.61)\times 31$	-204.91	
Eylül	20.38	30	$(18-20.38)\times 30$	-71.4	
Ekim	16.16	31	$(18-16.16)\times 31$	57.04	6.560×10^9
Kasım	12.72	30	$(18-12.72)\times 30$	158.4	1.821×10^{10}
Aralık	6.19	31	$(18-6.19)\times 31$	366.11	4.211×10^{10}
TOPLAM			1755.66	2 0192x 10¹¹	

- Aylık ortalama dış hava sıcaklık bilgileri ($^{\circ}\text{C}$) Sütun 2’de gösterilmiştir.
- Bir ay içinde bulunan gün sayısı Sütun 3’de gösterilmiştir.
- Aylık ortalama ısıtma derece-gün değerleri ($^{\circ}\text{C gün}$) Sütun 4’de ve yıllık ortalama ısıtma enerji değeri (kJ) Sütun 5’de gösterilmiştir.
- Hesaplamalarda T_{den} sıcaklığı 18°C olarak alınmıştır.

İstanbul’da 2002 yılı için aylık ve yıllık ortalama ısıtma derece-gün değerleri ile aylık ve yıllık ortalama ısıtma enerji değerleri Bölüm 4’de ayrıntıları ile incelenmektedir. Yerleşim bölgesinde bulunan toplam 5000 adet konut için derece-gün ve ısıtma enerji değerleri Tablo 5.3.’de açıkça görülmektedir.

5.5 Aylık ve Yıllık Isı Enerji İhtiyaçlarının Hesaplanması

Derece-gün cinsinden Yıllık ısıtma enerjisi Q_h ,

$$Q_h = \frac{K_{top}}{\eta_h} DD_h$$

250 adet 1. tip bina için Ocak Ayı ısı enerji ihtiyacı Q_h ,

$$Q_h = \frac{2691.4}{0.95} \times 407.34 \times 24 \times 3600 \times 250$$

$$Q_h = 2.492 \times 10^{10} \text{ kJ}$$

250 adet 2. tip bina için Ocak Ayı ısı enerji ihtiyacı Q_h ,

$$Q_h = \frac{4734}{0.95} \times 407.34 \times 24 \times 3600 \times 125$$

$$Q_h = 2.192 \times 10^{10} \text{ kJ}$$

Yerleşim bölgesindeki konutların Ocak Ayı ısı enerji ihtiyacı Q_h ,

$$Q_h = 2.492 \times 10^{10} + 2.192 \times 10^{10} = 4.684 \times 10^{10} \text{ kJ}$$

Yıllık ısı enerji ihtiyacı 12 ayın ısı enerjilerinin toplamıdır.

Yıllık ısı enerji ihtiyacı $20.192 \times 10^{10} \text{ kJ}$ olarak bulunur.

5.6 Isıtma Sistemi Seçimi

Yerleşim bölgesindeki konutların ısıtılması üç farklı sistemle gerçekleştirilmektedir.

1. A Sistemi
2. B Sistemi
3. C Sistemi

5.7. A Sİstemİ

Merkezi ısı santrali, bileşik ısı-güç üretilen santrali ve santrale ilave olarak bir adet merkezi kazan dairesinden meydana gelmektedir. Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanıldığından; BİG üretilen santralinde verim %28 olan bir adet gaz türbini, kazan dairesinde verim %90 olan iki adet ısı kazanı bulunmaktadır. Sistemde kömür kullanıldığından; BİG üretilen santralinde verim %37 olan bir adet buhar türbini, kazan dairesinde verim %90 olan iki adet ısı kazanı yer almaktadır. Enerji santralinden ayrılan ısı apartman bloklarına yer altı boru şebekesi ile ulaşmaktadır. Ayrıca, her apartman bloğunun altında birer adet eşanjör bulunmaktadır.

5.7.1. BİG Üretilen Santral Gücünün Belirlenmesi

Elektrik enerjisi kullanımının verimli veya etkin olmadığı bir durumda, belirlenecek elektrik yükleri BİG üretilen santrali büyüklüğünün seçiminde ciddi hatalara yol açacaktır. Böylece, ilk olarak elektrik enerjisi kullanımının günlük, aylık ve mevsimsel değişimleri belirlenmelidir. Ekonomik bir olurluluk çalışması için elektrik enerjisi tüketimlerinin aylar ve mevsimlere göre değişimleri belirlenmelidir. Bunun için aylık elektrik faturalarından yararlanılabilir.

Aşağıdaki tablo çeşitli yerleşim bölgesi için 2002 yılına ait birkaç konutun aylık elektrik enerji tüketimlerini içermektedir. (21)

Tablo 5.4. Elektrik Enerji Tüketimi (21)

2002 OCAK	2002 ŞEBAT	2002 MART	2002 NİSAN	2002 MAYIS	2002 HİZİR	2002 TMMZ	2002 AĞUST	2002 EYLÜL	2002 EKİM	2002 KASIM	2002 ARLIK
SS GAZ. 90 KONUT YAPI KOOP. 5. BLOK DAİRE 10 VE DAİRE 11 BEŞİKTAŞ											
239	182	173	138	275	280	232	220	223	251	256	215
207	197	187	187	180	184	178	192	146	189	208	161
TEPECİK YOLU NO:60 DAİRE 7 VE DAİRE 8 ULUS/LEVENT											
274	280	180	277	212	182	211	216	211	200	250	266
224	240	225	226	129	160	195	217	219	209	198	205
CEVİZLİBAĞ TERCÜMAN SİTELERİ A-5 BLOK DAİRE 45 VE DAİRE 46											
209	212	201	186	199	200	199	102	77	155	165	176
230	239	233	274	210	227	174	193	167	245	235	212

Bölgedeki 5000 adet konut için, her bir konutun aylık ortalama elektrik enerjisi tüketimi 200 kWh olarak kabul edilmektedir. Aylık ortalama elektrik enerjisi tüketiminin bölgedeki konut sayısı ile çarpımı ile santral gücü bulunmaktadır.

Santral gücü,

$$5000 \times 200 / 720 = 1388 \text{ kW}$$

olur. Bu sonuç doğrultusunda 1500 kW gücünde bir gaz türbini seçilmektedir.

Santralin ayda 720 saat tam yükte çalıştığı kabul edilirse, aylık elektrik üretimi,

$$720 \times 1500 = 1,080,000 \text{ kWh}$$

olur. Bir yılda üretilen elektrik bu durumda,

$$12 \times 1,080,000 = 12,960,000 \text{ kWh} \text{ olmaktadır.}$$

Bu çalışmada doğal gaz yakan gaz türbinli bir bileşik ısı-güç santralini ilk yatırım maliyeti her 1 kW güç için yaklaşık 600 \$, kömür yakan buhar türbinli bir bileşik ısı güç santralini ilk yatırım maliyeti yaklaşık 900 \$ olarak alınmaktadır.

Bu durumda, gaz türbinli bir bileşik ısı güç santralini ilk yatırım maliyeti

$$600 \times 1500 = 900,000 \$ \text{ 'dır.}$$

5.7.2. BİG Üretimi Santrali Aylık ve Yıllık Isı Üretimi

Isıl verimi 0.28 olan gaz türbininin ısı-elektrik oranı,

$$\text{Isı-elektrik oran} = \frac{1-0.28}{0.28} = 2.57 \text{ 'dır.}$$

BİG üretimi santrali aylık elektrik üretimi ile ısı-elektrik oranının çarpımı santral aylık elektrik üretimi gücünü vermektedir

$$1,080,000 \times 2.57 = 2,775,600 \text{ kWh}$$

İşlem 12 ay için hesaplanırsa yıllık ısı üretimi enerji üretimi gücü,

$$12 \times 2,775,600 = 33,307,200 \text{ kWh}$$

olur.

5.7.3 Merkezi Kazan Dairesi Maliyet Hesabı

Bİ G üreti msantraline ilave olarak bir adet kazan dairesi bulunmaktadır. Konutların ısı enerji gereksinimini, eşit ısıtma kapasitesine sahip iki adet ısı kazanı tarafından karşılanmaktadır. Bu durumda öncelikle ısı kazanının kapasiteleri belirlenmelidir. Apartman bloklarının anlık ısı enerji ihtiyacını karşılayacak değer, ısı kazanının ısıtma kapasitesi olmalıdır. Bu yaklaşımda, kazan ısıtma kapasitesi denge noktası olan 18 ° C ile İstanbul şehrinde ısıtma mevsiminde en düşük sıcaklık olan -2 ° C arasındaki sıcaklık farkının apartman bloğunun toplam ısı kayıp katsayısı ile çarpımdır.

1. tip bina için, maksimum ısı gücü;

$$2691.4 \times (18 - (-2)) = 53.8 \text{ kW' dır.}$$

2. tip bina için, maksimum ısı gücü;

$$4734 \times (18 - (-2)) = 94.6 \text{ kW' dır.}$$

Bu değerler bina sayısı ile çarpılıp toplanırsa toplam ısı enerjisi bulunmaktadır.

$$53.8 \times 250 + 94.6 \times 125 = 25,292 \text{ kW}$$

Bu değer, iki adet kalorifer kazanı için toplam ısıtma kapasitesidir. Böylece bir adet kazan için ısıtma kapasitesi,

$$25,292 / 2 = 12,646 \text{ kW bulunur.}$$

14,000 kW ısıtma kapasiteli ısı kazanı bu değeri karşılamaktadır.

İki adet sıvı yakıtlı ısı kazanı ile bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatları kazanlarının maliyetini oluşturmaktadır. Her apartman bloğu altında yer alan bir adet eşanjör ve ekipmanlarının montajlı birim fiyatı ile apartman blokları arası yer altı izolasyonlu boru şebekesi montajlı fiyatları da kazan dairesinin maliyetlerine ilave edilmektedir. Apartman blokları arası yaklaşık 50 m olduğu kabul edilerek toplam 18,750 m yer altı boru devresi bulunmaktadır. Çeşitli kapasitelere göre sınıflandırılmış ısı kazanı ile ilgili fiyat listesi aşağıdaki tabloda sunulmaktadır.

Tablo 5.5. Isı Kazan Fiyat Listesi (7),(8)

Kapasite (kW)	Katı Yakıtlı Isı Kazan (\$)	Sıvı Yakıtlı Isı Kazan (\$)
88	2750	3630
105	3321	3750
230	4797	5330
315	5571	6190
425	7110	7900
570	8091	8990
686	8280	9200
755	9207	10230
1050	10665	11850
1325	13905	15450
1600	15325	17025
2040	18745	20825
2350	20270	22530
3000	23800	26450
3580	25920	28800
4120	29655	32950
5490	36290	40330
6340	44860	49850
7200	50310	55900
8650	55100	61230
14000	58725	65266
22500	64935	72150
26250	67275	74750
30000	71460	79400

Kazan Dairesi Maliyeti,

(Kazan Sayısı x Kazan Fiyatı) + (Blok Sayısı x Eşanjör Fiyatı) + (Boru Metrajı x Boru Fiyatı)

$$= (2 \times 65,266) + (375 \times 1,000) + (18,750 \times 6,5)$$

$$= 630,469 \text{ $'dır.}$$

BİG üretim santrali ve kazan dairesinin maliyetleri toplam, toplam yatırım maliyetini vermektedir. Toplam yatırım maliyeti,

$$900,000 + 630,469 = 1,530,469 \text{ $'dır.}$$

5.7.4 BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Sistem Giderleri Hesabı

BİG Üretim Santrali Sistem Giderleri aşağıda verilmiştir.

- Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri
- Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderler
- Aylık ve Yıllık Isı, Elektrik ve Yakıt Harcama Giderleri

BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri; Sabit yatırım giderlerini hesaplarken öncelikle BİG üretim santrali merkezi ısıtma sisteminin amortisman yatırım faktörü bulunmalıdır. Sistem yatırım süresi 10 yıl ve faiz oranı % 2 olarak kabul edilmiştir.

Amortisman yatırım faktörü

$$\frac{0.02 \times (1 + 0.02)^{10}}{(1 + 0.02)^{10} - 1} = 0.11 \text{ 'dır.}$$

Bakım onarımlar faktörü % 0.2 alınarak santral her ay bakım onarımlar harcamaları için belirli bir oran olarak kabul edilmiştir. Sabit yatırım gideri, bakım onarımlar faktörü ile amortisman yatırım faktörü toplamının yatırım maliyeti ile çarpılması sonucu bulunmaktadır.

Ocak Ayı Sabit yatırım gideri,

$$1,530,469 \times (0.004 + 0.11/12) = 20,320 \$ \text{ 'dır.}$$

İşlem 12 ay için hesaplanarak Yıllık sabit yatırım gideri bulunur. Yıllık sabit yatırım gideri,

$$12 \times 22,636 = 243,844 \$ \text{ 'dır.}$$

Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderler;

Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderleri hesaplamadan önce, sistemde üretilen ısı ın fiyatı bulunmalıdır.

Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanıldığında ; yakıt fiyatı 315,000 TL/m³, yakıtın alt ısı değeri 35,000 kJ/m³ ve kazan verimi %90 olarak alınmaktadır.

Üretilen ısınn fiyatı,

$$\frac{3600 \times (315,000 / 1,500,000)}{0.90 \times 35,000} = 2.4 \text{ ¢ / kWh 'dır.}$$

Şebekenin elektrik satış fiyatı 127,000 TL / kWh 'dır.

Elektrik alış fiyatı,

$$(127,000 / 1,500,000) = 8.4 \text{ ¢ / kWh 'dır.}$$

Ocak Ayı için, bölgedeki konutların elektrik enerji gereksinimleri 1,000,000 kWh iken ısı enerji gereksinimleri 4.68×10^{10} kJ' dir.

$$1,000,000 \times 8.4 + (4.68 \times 10^{10} / 3600) \times 2.4 = 396,993 \$$$

dur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık gider bulunur. Elektrğin Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Oluşan Yıllık Gider 2,362,147 \$ 'dır.

BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Isı, Elektrik ve Yakıt Harcama Giderleri ;

➤ BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Elektrik Harcama Giderleri ;

Aylık elektrik enerjisi gereksinimi, santral elektrik üretim değeri nden daha küçükse talebin üzerinde bir elektrik üretimi yapılmaktadır. Fazla üretilen bu elektrik santral elektrik üretim maliyetinin belirli bir oranına (% 85) satılabilir. Aylık elektrik enerjisi gereksinimi, santral elektrik üretim değeri nden daha büyükse talebi karşılayan bir elektrik üretimi yapılmaktadır. Gerekli olan bu elektrik dışarıdan satın alınmaktadır.

$$1,000,000 \text{ kWh} < 1,080,000 \text{ kWh}$$

Her ay talebin üzerinde bir elektrik üretimi yapılmaktadır. Fazla üretilen bu elektrik satılmaktadır. Böylece sistemin ayrıca elektrik gideri olmaktadır.

➤ *BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Isı Giderleri ;*

Aylık ısı enerjisi gereksinimi, santral ve kazan dairesi olmak üzere toplam ısı üretimi değerinden daha küçükse talebin üzerinde bir ısı üretimi yapılmaktadır. Fazla üretilen bu ısı, üretim maliyetinin belirli bir oranına (% 85) satılabilir. Aylık ısı enerjisi gereksinimi, santral elektrik üretimi değerinden daha büyükse talebi karşılayan bir ısı üretimi yapılmaktadır. Gerekli olan bu ısı, dışarıdan satın alınmaktadır.

En fazla ısı enerji ihtiyacı olan Ocak ayı için

$$4.684 \times 10^{10} / 3600 > 1,836,000$$

$$13,011,111 \text{ kWh} > 1,836,000 \text{ kWh}$$

Üretilen ısı ile talep edilen ısı arasındaki fark kadar dışarıdan ısı satın alınmaktadır. Isı fiyatı ile ihtiyaç olan ısı enerjisinin çarpımı ısı gideri dir.

$$0.024 \times (13,011,111 - 1,836,000) = 245,712 \$$$

İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık ısı gideri bulunur.

Yıllık ısı gideri 596,102 (\$) 'dır.

➤ *BİG Üretim Santrali Aylık ve Yıllık Yakıt Harcama Giderleri ;*

Aylık yakıt gideri,

$$\frac{3600 \times (315,000/1,500,000) \times 1,080,000}{0.28 \times 35,000} = 83,314 \$ \text{ 'dır.}$$

olur. İşlem 12 ay için hesaplanırsa Yıllık yakıt gideri bulunur. Yıllık yakıt gideri,

$$12 \times 83,314 = 999,771 \$ \text{ dır.}$$

➤ *BİG Üretim Santrali Yıllık Toplam Gideri*

BİG üretim santrali yıllık toplam gideri; elektrik, ısı, yakıt ve sabit yatırım giderlerinin toplamıdır.

$$\text{Bİ G Santralini n Yıllık Toplam G deri} = \text{Elektrik G deri} + \text{Isı G deri} + \text{Yakıt G deri} + \\ \text{Sabit Yatırım G deri}$$

Ocak Ayı, Toplamı der ,

$$83,314 + 245,712 + 20,320 = 349,346 \$$$

olur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık toplamı deri bulunur. Bİ G Üreti m santrali yıllık toplamı deri 1,839,718 \$ olur.

5.7.5 Bİ G Üreti m Santrali Yıllık Net Geliri ;

Yıllık Net Geliri; Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda G derleri ile toplamı der arasındaki farktır.

Ocak Ayı, Net gelir,

$$396,993 - 349,346 = 47,647 \$$$

olur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak sistemin yıllık net geliri bulunur. Yıllık Net Gelir 522,428 \$ 'dır.

5.7.6 Bİ G Üreti m Santrali Geri Öde me Süresi

Geri öde me süresi , sistem yatırım maliyetinin sistemin net geliri ne oranıdır.

$$\frac{1,530,469}{522,428 + 243,844}$$

Geri öde me süresi, 1.99 yıl olarak bulunur.

5.8 B Siste ni (Merkezi Isıt ma Siste ni)

Bİ G Üreti m Santralsiz Merkezi Isıt ma Siste ni, verimi % 90 olan ve eşit ısıt ma kapasitesine sahip iki adet kalorifer kazanı ve yardımcı ısıt ma ekipmanlarından oluşmaktadır. Siste mde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Enerji santralinden ayrılan ısı apart man bloklarına yer altı boru şebekesi ile ulaşmaktadır. Bunun yanında, her apart man bloğunun altında bir adet eşanjör yer almaktadır.

5.8.1. Merkezi Kazan Dairesi Maliyet Hesabı;

İki adet 14,000 kW ısıtma kapasiteli ısı kazanı, konutların ısı enerji ihtiyacını karşılamaktadır. İki adet sıvı yakıtlı ısı kazanları ile bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatları kalorifer kazanlarının maliyetini oluşturmaktadır. Her apartman bloğu altında yer alan bir adet eşanjör ve ekipmanlarının montajlı birim fiyatı ile apartman blokları arası yer altı izolasyonlu boru şebekesi montajlı fiyatları da kazan dairesinin maliyetlerine ilave edilmektedir.

Kazan Dairesi Maliyeti,

$(\text{Kazan Sayısı} \times \text{Kazan Fiyatı}) + (\text{Blok Sayısı} \times \text{Eşanjör Fiyatı}) + (\text{Boru Metrajı} \times \text{Boru Fiyatı})$

$= (2 \times 65,266) + (375 \times 1,000) + (18,750 \times 6.5)$

$= 630,469 \text{ \$ dır.}$

5.8.2. B Sistemini Yıllık Toplam Giderlerini Hesabı

B Sistemini giderleri;

- Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri
- Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderleri'dir.

B Sistemini Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri ; Bakım onarımlar faktörü %0.2 alınarak santral her ay bakım onarımlar harcamaları için belirli bir oran olarak kabul edilmektedir. Sabit yatırım gideri, bakım onarımlar faktörü ile amortisman yatırım faktörü toplamının yatırım maliyeti ile çarpılması sonucu bulunmaktadır.

Ocak Ayı Sabit yatırım gideri,

$630,469 (\$) \times (0.004 + 0.11/12) = 8,370 \$ \text{ 'dır.}$

dur. İşlem 12 ay için hesaplanarak Yıllık sabit yatırım gideri bulunur. Yıllık sabit yatırım gideri ,

$12 \times 8,370 \$ = 100,450 \$ \text{ dır.}$

Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderler ; Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Yakıt fiyatı 315,000 TL/ m³, yakıtın alt ısı değeri 35,000 kJ/ m³ ve kazan verimi %90 olarak alınmaktadır.

Üretilen ısı nın fiyatı,

$$\frac{3600 \times (315,000 / 1,500,000)}{0.90 \times 35,000}$$

2.4 ¢ / kWh ' dir.

Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderler, konut bölgesinin aylık ısı enerji gereksiniminin ısı maliyeti ile çarpımdır.

Ocak Ayı için bölgedeki konutların ısı enerji gereksinimleri 4.68×10^{10} kJ ' dir.

$$(4.68 \times 10^{10} / 3600) \times 2.4 = 312,326 \$$$

dur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık gider bulunur. Isının kazanda üretilmesi durumunda oluşan Yıllık Gider 1,319,050 \$ ' dır.

➤ *B Sisteminin Yıllık Toplam Giderleri:*

Yıllık Toplam giderler, sabit yatırım giderleri dir.

Ocak Ayı, toplam gider , 8,370 \$ ' dir.

İşlem 12 ay için hesaplanarak Yıllık toplam gider bulunur. Yıllık toplam gider ,

$$12 \times 8,370 \$ = 100,440 \$ \text{ dir.}$$

5.8.3 B Sisteminin Yıllık Net Geliri ;

Yıllık Net Geliri, Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderleri ile toplam gider arasındaki farktır.

Ocak Ayı, Net gelir,

$$312,326 - 100,440 = 211,886 \$$$

olur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak sistemin yıllık net geliri bulunur. Yıllık Net Gelir 1,218,599 \$'dır.

5.8.4 B Siteminin Geri Ödeme Süresi

Geri ödeme süresi, sistem yatırımı maliyetinin sistemin net geliri ne oranıdır.

$$\frac{630,469}{1,218,599 + 100,450}$$

Geri ödeme süresi, 0.47 yıl olarak bulunur.

5.9 C Sitemi (Tekli Isıtma Sitemi)

C Sitemi, her apartman bloğun altında ısı kayıplarını karşılayacak ısıtma kapasitesine sahip ve verim %90 olan bir adet kalorifer kazanı ve yardımcı ısıtma ekipmanlarından oluşmaktadır. Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır.

5.9.1. Kazan Dairesi Maliyet Hesabı

İki ayrı büyüklük ve bina yapısal özelliğine sahip apartman bloklarının ısı enerji ihtiyacını 880 kW ve 105 kW ısıtma kapasiteli kalorifer kazanları karşılamaktadır. Bölgede bulunan apartman blokları sayısı kadar aynı yakıtlı kalorifer kazanları ile bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatları kalorifer kazanlarının maliyetini oluşturmaktadır.

Kazan Dairesi Maliyeti = Kazan Sayısı x Kazan Fiyatı

$$250 \times 3,630 + 125 \times 3,750$$

Kazan Dairesi Maliyeti, 1,376,599 \$'dır.

5.9.2 C Siteminin Yıllık Toplam Giderlerini Hesabı

C Siteminin giderleri aşağıda verilmiştir.

- Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri
- Isının Kazanda Üretimi Durumunda Giderleri

Aylık ve Yıllık Sabit Yatırım Giderleri ; Bakım onarımlar faktörü %0.2 alınarak santral her ay bakım onarımlar harcamaları için belirli bir oran olarak kabul edilmiştir. Sabit yatırım gideri, bakım onarımlar faktörü ile amortisman yatırım faktörü toplamının yatırım maliyeti ile çarpılması sonucu bulunmaktadır.

Ocak Ayı Sabit yatırım gideri,

$$1,376,599 (\$) \times (0.004 + 0.11/12) = 18,277 \$ \text{ 'dır.}$$

dur. İşlem 12 ay için hesaplanarak Yıllık sabit yatırım gideri bulunur. Yıllık sabit yatırım gideri ,

$$12 \times 18,277 \$ = 219,328 \$ \text{ dur.}$$

Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderleri; Sistemde yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Yakıt fiyatı 315,000 TL/ m³, yakıtın alt ısı değeri 35,000 kJ/ m³ ve kazan verimi %90 olarak alınmaktadır.

Üretilen ısı nın fiyatı,

$$\frac{3600 \times (315,000/1,500,000)}{0.90 \times 35,000} = 2.4 \text{ ¢/ kWh 'dır.}$$

Ocak Ayı için bölgedeki konutların ısı enerji gereksinimleri 4.68×10^{10} kJ 'dur.

$$(4.68 \times 10^{10} / 3600) \times 2.4 = 312,326 \$$$

dur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık gider bulunur. Isının kazanda üretilmesi durumunda oluşan Yıllık Gider 1,319,050 \$ 'dır.

➤ *C Sisteminin Yıllık Toplam Giderleri Hesabı*

Yıllık toplam giderler, sabit yatırım giderleri dir.

Ocak Ayı, toplam gider , 18,277 \$ 'dır.

İşlem 12 ay için hesaplanarak Yıllık toplam gider bulunur. Yıllık toplam gideri ,

$$12 \times 18,277 \$ = 219,328 \$ \text{ dur.}$$

5.9.3 C Sisteminin Yıllık Net Gelir ;

Yıllık net geliri, ısınn kazanda üretilmesi durumunda giderleri ile yıllık toplam giderler arasındaki farktır.

Ocak Ayı, Net Geliri,

$$312,326 - 18,277 = 294,049 \$$$

olur. İşlem 12 ay için hesaplanıp toplanarak yıllık net geliri bulunur.

Yıllık net gelir 1,099,721 \$'dır.

5.9.4 C Sisteminin Geri Ödeme Süresi

Geri ödeme süresi , sistem yatırım maliyetinin sistem net geliri ne oranıdır.

$$\frac{1,376,599}{1,099,721 + 100,450}$$

Geri ödeme süresi, 1.04 yıl olarak bulunur.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

6.1. Sistemlerin İlk Yatırım Maliyeti, Sistem Giderleri ve Geri Ödeme Sürelerinin Karşılaştırılması

Elde edilen sonuçlar kullanılarak, aşağıdaki ekonomik sonuç tablosu oluşturulmaktadır. Tüm sonuçları bir arada görerek, seçilen üç ayrı sistemi için daha kolay bir değerlendirme yapılabilir.

Tablo 6.1. Ekonomik Değerlendirme Sonuçları

EKONOMİK DEĞERLER	A SİSTEMİ (1)		B SİSTEMİ (2)	C SİSTEMİ (3)
	Kömür	Doğal gaz	Doğal gaz	Doğal gaz
Isı İhtiyacı (kJ)	2.019×10^{11}	2.019×10^{11}	2.019×10^{11}	2.019×10^{11}
Yatırım Maliyeti (\$)	1,849,999	1,530,469	630,469	1,376,599
Elektriğin Şebekeden Alınması Isının Kazanda Üretilmesi Durumunda Giderler (\$)	2,481,804	2,362,147	1,319,050	1,319,050
Sabit Yatırım Gideri (\$)	294,754	243,844	100,450	219,328
Toplam Gider (\$)	2,040,238	1,839,718	100,450.5	219,328
Net Gelir (\$)	441,566	522,428	1,218,600	1,099,721
Geri Ödeme Süresi (yıl)	2.51	1.99	0.47	1.04

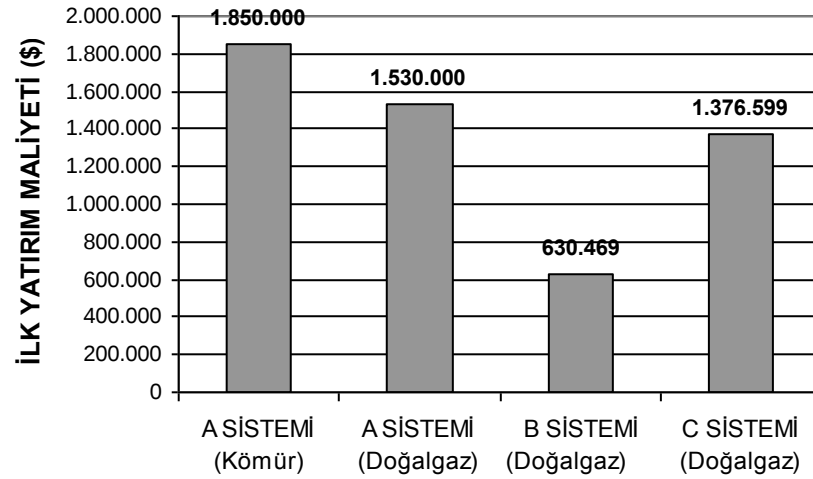
A Sisteminin yatırım maliyeti, B1 Üretilen merkezi kazan dairesinin (ısı merkezi) yatırım maliyetlerinin toplamıdır. Merkezi kazan dairesinin yatırım maliyeti ise üç bileşenden meydana gelmektedir. İlk bileşen, kazanların maliyetidir. Kazan dairesi içinde bulunan iki adet ısı kazanı ile bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatları kazanların maliyetini oluşturmaktadır. İkinci bileşen, eşanjörlerin maliyetidir. Her apartman bloğu altında yer alan birer adet eşanjör ve bu eşanjörlere ait ekipmanların montajlı birim fiyatları eşanjörlerin maliyetidir. Üçüncü bileşen de,

kazan dairesi ve apartman blokları arası yer altı izolasyonlu boru şebekesinin oluşturduğu maliyettir.

B Sisteminin yatırım maliyeti, merkezi kazan dairesinin (ısı merkezi) yatırım maliyetidir. Merkezi kazan dairesinin yatırım maliyeti üç bileşenden meydana gelmektedir. İlk bileşen, kazanların maliyetidir. Kazan dairesi içinde bulunan iki adet ısı kazanı ile bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatları kazanların maliyetini oluşturmaktadır. İkinci bileşen, eşanjörlerin maliyetidir. Her apartman bloğu altında yer alan birer adet eşanjör ve bu eşanjörlere ait ekipmanların montajlı birim fiyatları eşanjörlerin maliyetidir. Üçüncü bileşen de, kazan dairesi ve apartman blokları arası yer altı izolasyonlu boru şebekesinin oluşturduğu maliyettir.

C Sisteminin yatırım maliyeti ise her apartman bloğu altında yer alan ve o apartman bloğunun ısı ihtiyacını karşılayacak kapasitedeki ısı kazanı ve bu kazanlara ait tüm ekipmanların montajlı fiyatlarıdır. Bölgede bulunan apartman bloğu sayısı kadar kalorifer kazanı bulunmaktadır.

Sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin değişimi Şekil 6.1.'de yer almaktadır.



Şekil 6.1. Sistemlerin İlk Yatırım Maliyetlerinin Değişimi

Yatırım maliyeti en fazla olan B Güretilimsantralli ısıtma sistemi olan A Sistemidir. B Sisteminin yatırım maliyeti, C Sisteminin yatırım maliyetinden daha azdır. Apartman blok sayısı kadar kalorifer kazanının oluşturduğu yatırım maliyeti; iki adet kalorifer kazanı, apartman blok sayısı kadar eşanjör ve yer altı boru şebekesinin oluşturduğu yatırım maliyetini iki katını geçmektedir.

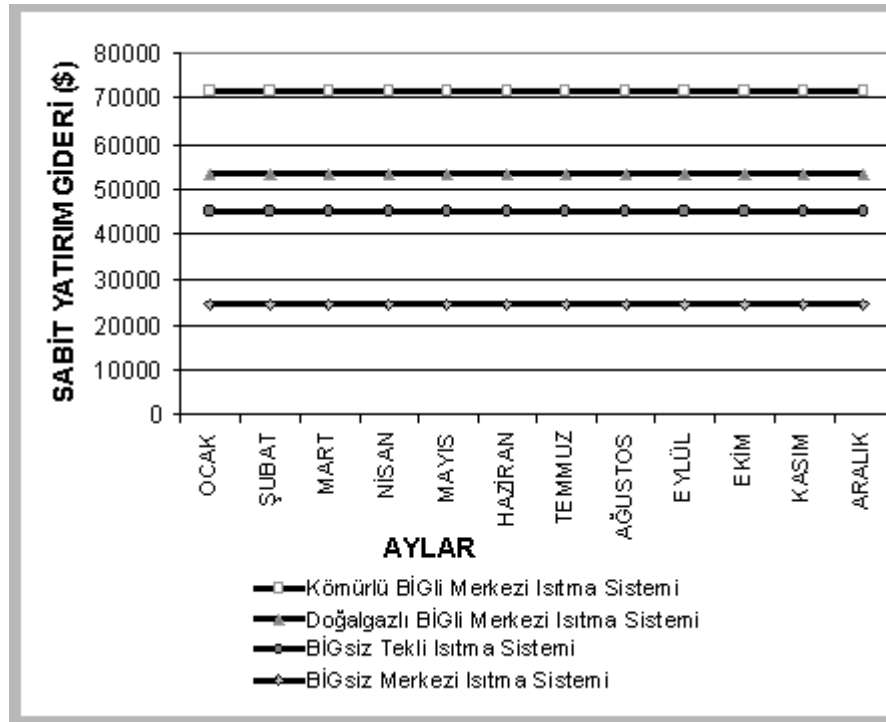
Sabit yatırım gideri, yatırım maliyeti ile değişmektedir. Yatırım maliyeti yüksek olan sistemin sabit yatırım gideri de yüksek olacaktır. Böylece yatırım maliyeti en fazla olan A Sisteminin sabit yatırım gideri de en fazladır.

Elektriğin şebekeden alınması, ısı'nın kazanda üretilmesi durumunda giderler, elektriğin şebekeden alış fiyatı ve ısı'nın maliyeti ile değişmektedir.

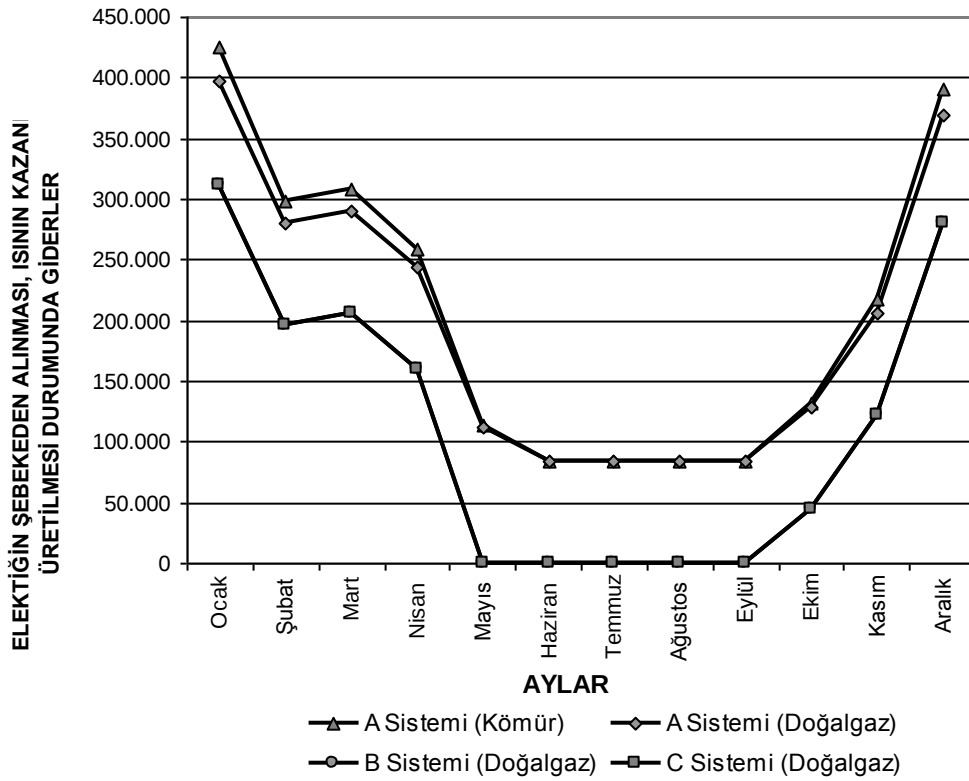
Doğal gaz alt ısı değeri 35,000 kJ/ m³ iken kömür alt ısı değeri 25,000 kJ/kg' dır. Doğal gaz fiyatı 315,000 TL/ m³ iken , kömür fiyatı 245,000 TL/kg değerlerindedir. Bu doğrultuda, doğal gazdan elde edilen 1 kJ bir mısı enerji fiyatı kömürden elde edilen değerden daha azdır. Doğal gaz kömüre göre daha ucuz bir yakıt olduğundan, yakıttan elde edilen ısı enerjisi maliyeti de daha düşüktür.

B Sistemi ve C Sisteminde sadece konutların ısı enerjisi gereksinimleri karşılanmaktadır. Her iki sistemde de doğal gaz kullanılmaktadır. Böylece her iki sistemi için üretilen ısı'nın fiyatı aynıdır. A Sisteminde konutların hem elektrik hem de ısı enerjisi gereksinimleri karşılanmaktadır. A Sistemde elektriğin şebekeden alınması, ısı'nın kazanda üretilmesi durumunda giderler , B ve C Sistemlerinden daha yüksektir. BİG üretim santralinde üretilen ısı'nın maliyeti, yine daha ucuz olan doğal gaz yakıtlı santralde daha düşüktür. Doğal gaz yakan gaz türbinli BİG üretim santralinde üretilen ısı'nın maliyeti 2.4 ¢/kWh iken, kömür yakan BİG üretim santralinde 2.61¢/ kWh'dır. A Sisteminde elektriğin şebekeden alınması, ısı'nın kazanda üretilmesi durumunda giderler, doğal gaz yakan gaz türbinli BİG üretim santralinde, kömür yakan BİG üretim santraline göre daha düşüktür.

Sistemlerin sabit yatırım giderleri değişimleri Şekil 6.2'de ve elektriğin şebekeden alınması, ısı'nın kazanda üretilmesi durumunda giderleri değişimleri Şekil 6.3'de verilmiştir.



Şekil 6.2 Sistemlerin Sabit Yatırım Giderleri Değişimi



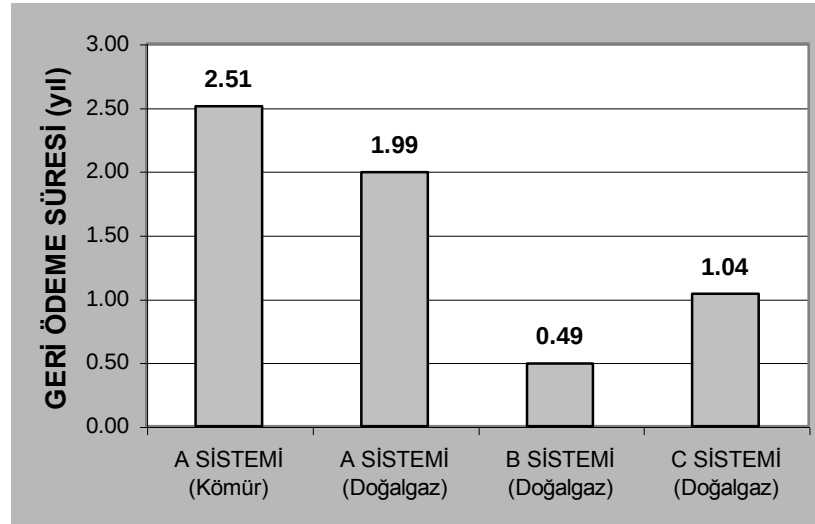
Şekil 6.3. Elektrik Şebekeden Alınması, Isının Kazanda Üretildiği Durumunda Giderler Değişimi

İlk yatırım maliyeti ve sistem net gelir değerleri geri ödeme süresini etkileyen iki değişkendir. Geri ödeme süresi, sistem ilk yatırım maliyetinin sistem net gelirine oranıdır. İlk yatırım maliyeti en düşük ve sistem net geliri en yüksek sistemin geri ödeme süresi de en kısa zamanlıdır.

A Sisteminin ilk yatırım maliyeti en yüksektir. Sistem konutların hem elektrik hem de ısı enerjisi gereksinimleri karşılanmaktadır. Üretilen ısı satılarak sisteme ek gelir getirilmektedir. Sabit yatırımdan en yüksek olan sistemin toplam gideri en yüksek ve sonucunda, net geliri en düşük olmaktadır. Sonuç olarak A Sisteminin geri ödeme süresi en uzun zamanlıdır.

B Sistemi ve C Sistemi ile sadece konutların ısı enerjisi gereksinimleri karşılanmaktadır. İlk yatırım maliyeti en az olan B Sisteminin sabit yatırımdan en düşük, böylece toplam gideri en düşük ve sonucunda, net geliri en yüksek olmaktadır. Sonuç olarak B Sisteminin geri ödeme süresi en kısa zamanlıdır.

Sistemlerin geri ödeme süresi değişimleri Şekil 6.4.'de verilmektedir.



Şekil 6.4 Sistemlerin Geri Ödeme Sürelerinin Değişimi

B Sistemi ile C Sistemi geri ödeme sürelerine bakıldığında B Sisteminin daha ekonomik olduğu görülmektedir. Her üç sistem için geri ödeme sürelerine bakıldığında A Sistemi en uzun geri ödeme süresine sahip olduğu halde en ekonomik sistemdir. A Sistemi, konutların ısı enerji ihtiyacının yanında elektrik enerji ihtiyaçlarını da karşılamaktadır. Enerji dar boğazının yaşandığı günümüzde, en

pahalı enerji olan elektrik enerjisi yönünden dışa bağımsız olma önemli bir ayrıcalıktır.

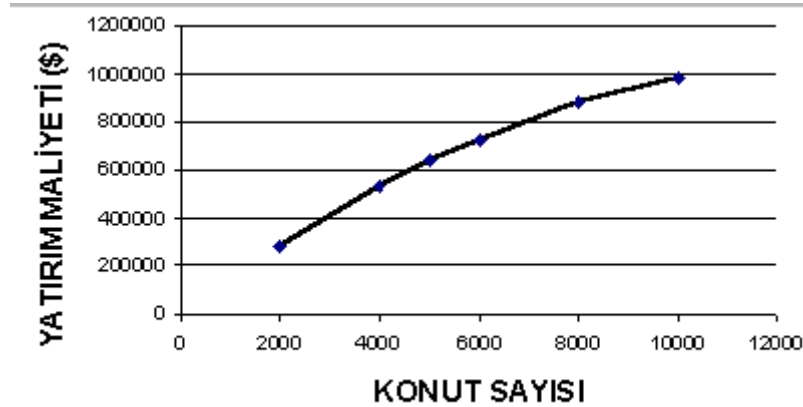
6.2 Konut Sayısının Yatırım Maliyeti ile Etkisi

Bölgede bulunan konut sayısının artışı ile ısı enerji gereksinimi artmaktadır. Böylece ilave edilen her apartman bloğu, merkezi kazanda ilave bir ısı kapasitesi oluşturmaktadır. Konut sayısının artışı, yatırım maliyetini doğrusal olarak arttırmaktadır.

Konut sayısının artması ile ısıtma sisteminin yatırım maliyetindeki ve konut başına düşen yatırım maliyetindeki değişim Tablo 6.2’de verilmektedir. Bu tablo kullanılarak çizilen, konut sayısının yatırım maliyeti ile olan değişimi Şekil 6.5.’de görülmektedir.

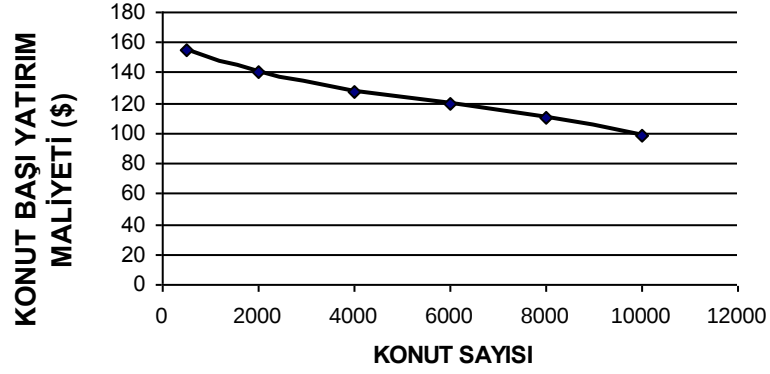
Tablo 6.2 Sistem Yatırım Maliyetleri ile Daire Başına Düşen Yatırım Maliyetleri

Konut Sayısı	Sistem Yatırım Maliyeti (\$)	Konut Başına Düşen Yatırım Maliyeti (\$)
2000	280,950	142
4000	529,000	132
5000	639,000	128
6000	723,000	121
8000	882,500	110
10000	983,500	98



Şekil 6.5. Konut Sayısının Sistem Yatırım Maliyeti ile Olan Değişimi

Şekil 6.6’da konut başına düşen yatırım maliyet değerinin konut sayısı ile olan değişimi görülmektedir.



Şekil 6.6 Konut Başına Düşen Yatırım Maliyetleri Değişimi

Bu doğrusal değişimdeki artış miktarını, konut başına düşen yatırım maliyet değerinin hesaplanması ile daha kolay görülmektedir. Konut sayısı arttıkça konut başına düşen yatırım maliyet değeri azalmaktadır. Merkezi ısıtma sistemi nde her konut ilavesi kurulu kalorifer kazanlarının ısıtma kapasitelerini arttırmaktadır.

6.3 Sonuç

Gerek artan doğudan batıya göç sonucu oluşan çarpık kentleşme ve sonucunda alt yapı ve çevre sorunları meydana gelmektedir. Günümüzde endüstri ve sanayi kuruluşları küçük güçlerde bileşik ısı-güç sistem uygulamaları ile kendi elektrik enerjilerini kendileri karşılamaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte, endüstri ve sanayi kuruluşları ile çağdaş toplu konutların yapılanması birlikte planlanması sonucu, endüstri ve sanayi kuruluşlarının elektrik gereksinimi karşılayan enerji santralinin atık ısısı ile konutların ısıtması sağlanmalıdır. Böylece büyük oranlarda enerji tasarrufu sağlanırken, enerji dar boğazında olan ülkemizin elektrik enerji gereksinimine katkıda bulunulmaktadır. Ayrıca, hava ve çevre kirliliği gibi olumsuzluklar azalarak daha temiz bir yaşama ulaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Çengel Y, Boles M**, 1999. Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, (Çeviri Derbentli T), McGraw-Hill Literatür, İstanbul
- [2] **Wark K C**, 1994. Advanced Thermodynamics For Engineers, McGraw-Hill Literatür, New York
- [3] **Wilkinson WB**, 1998. Cogeneration Engineering and Design, Chapter Four, McGraw-Hill Literatür, New York
- [4] **Taylor & Francis, Kartchenko N V**, 1998. Advanced Energy Systems, Cogeneration, Washington
- [5] **Wills R A, Johnson N H, Knox H L**, 1989. Standart handbook of powerplant engineering, McGraw-Hill Literatür, New York
- [6] **Bejan A, Tsatsaronis G, Moran M**, 1996. Thermal Design and Optimization, Wiley-Interscience Publication, New York
- [7] **Derbentli T**, 2001 Yılı Design of Thermal Systems Ders Notları
- [8] **Morris A H, Piers, Ph. D and Price B J**, 1998. District Energy As a Response To Climate Change: The Experience In Europe And The Potential In America, Ashrae Transactions, Volume 104 Pt. 2 577-586
- [9] **Derbentli T**, 1998. Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyonun Ekonomik Olurluğu, Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon Konferansı Bildiriler El Kitabı, TBMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 210, İstanbul
- [10] **Arısoy A**, 1998. Bölgesel Isıtma Sistem Elemanları, Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon Konferansı Bildiriler El Kitabı, TBMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 210, İstanbul

- [11] **District Heating and Cooling**, 2000. Ashrae Handbook HVAC Systems and Equipment , Chapter 11
- [12] **Hydronic Heating and Cooling Systems Design**, 2000. Ashrae Handbook HVAC Systems and Equipment , Chapter 12
- [13] **Medium and High Temperature Water Heating Systems**, 2000. Ashrae Handbook HVAC Systems and Equipment , Chapter 14
- [14] **Kalorifer Tesisatı**, 2003. Isısan Çalışmaları No: 265
- [15] **Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler**, 2003. Isısan Çalışmaları No: 177
- [16] **Eker A**, 1986. Kazanlar , Enel Matbaacılık, İstanbul
- [17] **Narter F. Öztürk İ. Y**, 1996. Merkezi Isıtma (Şehir, bölge ve site ısıtması), Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları No: 1, Teknik Yayıncılık İstanbul
- [18] **Karaduman Ö**, 2003. K amunun temiz bir sicil oluşt urması , Enerji Aylık dergisi, Haziran 20-23
- [19] **Dağsöz A**, 1995. Türkiye’de derece-gün sayıları ulusal tasarruf politikası yapılarında ısı yalıtımı, İTÜ M a k i n e Fakültesi,
- [20] **Esk in N**, 1998. Enerji Yükleri Tahmin Yöntemleri, Ashrae Temel El Kitabı, Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları, Bölüm 28, Teknik Yayıncılık İstanbul
- [21] **Kılıç A, Öztürk A**, 1984. Güneş Işınımı ve Düz Toplayıcılar, Birs en Yayınevi, Ankara
- [22] **Down P. G**, 1969. Heating and Cooling Load Calculation, Chapter 9, Pergamon Pres, New York
- [23] **Şen Z Kadıoğlu M**, 1998. Heating degree-days for arid region, Energy 25 (2000) 1245-1256
- [24] **Dur mayaz A, Kadıoğlu N, Şen Z**, 2000. An Application of the degree hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in İstanbul, Enerji dergisi, Energy 25 (2000) 1245-1256

- [23] **Kreider Jan F., Rabl A,** 1994. Heating and Cooling in Buildings, Chapter 8, New York, McGraw Hill
- [25] **Knebel David E,** 1983. Simplified Energy Analysis Using The Modified Bin Method, Atlanta
- [26] **Satman A, Sarak H,** 2003. The degree day method to estimate the residential heating energy natural gas consumption in Turkey, Energy 28 (2003) 929-939
- [27] **Satman A, Yalçınkaya N,** 1999. Heating and cooling degree hours for Turkey, Energy 24 (1999) 833-840

İ NTERNET ADRESLERİ

- (1) <http://www.jenbacher.com> (05.05.2003)
- (2) <http://www.kojenerasyon.com> (05.05.2003)
- (3) <http://www.dasenergy.com> (05.05.2003)
- (4) <http://www.aksa.com> (05.05.2003)
- (5) <http://www.tekni.kyayincilik.com> (05.05.2003)
- (6) <http://www.desa-otak.com.tr> (12.06.2003)
- (7) <http://www.enel.kazan.com> (12.06.2003)
- (8) <http://www.kodsan.com> (12.06.2003)
- (9) <http://www.denirdokum.com> (12.06.2003)
- (10) <http://www.alarko-carrier.com.tr> (12.06.2003)
- (11) <http://www.universalisi.com> (12.06.2003)
- (12) <http://www.aralsan.com> (12.06.2003)
- (13) <http://www.yildizkazan.com> (12.06.2003)
- (14) <http://www.neteor.gov.tr> (01.08.2003)
- (15) <http://www.borusanboru.com> (21.07.2003)
- (16) <http://www.mannesmannboru.com> (01.08.2003)
- (17) <http://www.dizayngroup.com> (01.08.2003)
- (18) <http://www.enerji.gov.tr> (21.10.2003)

- (19) <http://www.epdk.gov.tr> (21. 10. 2003)
- (20) <http://www.tedas.gov.tr> (21. 10. 2003)
- (21) <http://www.bedas.com> (21. 10. 2003)
- (22) <http://www.teias.gov.tr> (21. 10. 2003)
- (23) <http://www.igdas.com> (21. 10. 2003)

ÖZGEÇMİŞ

1975 Yılında İzmit'te doğdu. İzmit Teknik Lisesi Maki ne Bölümünü bitirdikten sonra Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Maki ne Fakültesi Maki ne Mühendisli ği bölümüne devam etti ve 1999 yılında mezun oldu.

Halen İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Maki ne Mühendisli ği Anabilim dalı Enerji Programında yüksek lisans eğitimi ne devam etmektedir.