

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YOĞUŞMALI KAZANLARIN TEKNİK
VE EKONOMİK ANALİZİ**

Makine Mühendisi Kaan BİLGE

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

154312

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Olcay KINCAY
Jüri Üyeleri : Doç Dr. Galip TEMİR
: Doç Dr. A. Dursun ALKAN**

O. Kincay
Galip Temir
A. Dursun Alkan

İSTANBUL , 2004

ÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 GİRİŞ.....	1
2 YAKIT TİPLERİ.....	3
2.1 Doğalgaz.....	3
2.1.1 Dünyada ve Türkiye'de Doğal Gaz Kullanımı.....	3
2.2.2 Doğalgazın Yapısı.....	5
2.2.3 Doğalgazın Özellikleri.....	5
3 YANMA OLAYI.....	9
3.1 Yanma Isısı.....	9
3.2 Yakıt Isıl Değerinin Ölçülmesi.....	11
3.3 Alt ve Üst Isıl Değerler.....	11
3.4 Üst Isıl Değer Tekniği İle Gaz Sarfiyatının Azaltılması.....	12
3.4.1 Baca Gazlarından Sağlanan Isı.....	13
3.4.2 Yanmada Neler Olmaktadır.....	13
3.4.3 Yakıtların Enerji İçeriği.....	14
3.4.4 Üst Isıl Değer Tekniğinde Doğalgazın Avantajları.....	16
3.4.5 Üst Isıl Değer Tekniğinden Optimal Olarak Faydalanılmasındaki Faktörler.....	16
3.5 Yoğuşmalı Kazanlarda Yoğuşma Suyu Analizi.....	18
3.5.1 Yoğuşma Suyu Ekipmanı.....	20
3.5.1.1 Yoğuşma Suyu Drenajı.....	21
3.5.1.2 Nötralizasyon Tertibatı.....	21
3.5.1.3 Nötralizasyon Sıvısı.....	23
3.5.1.4 Yoğuşma Suyu Pompa Gücü.....	24
4 FARKLI SU SICAKLIKLARINA GÖRE KAZAN TİPLERİ.....	25
4.1 Standart Kazanlar.....	25
4.2 Düşük Sıcaklık Kazanları.....	26
4.2.1 Konstrüktif Önlemler.....	26

1.3	Yoğuşmalı Kazanlar	26
1.3.1	Daralan Kesitli Mikro Türbülanslı Duman Boruları	32
1.3.2	Çapraz Geçişli Isıtma Yüzeyleri	35
1.4	Yoğuşmalı Kazan Tipleri.....	38
5	ISITMA SİSTEMLERİ YÖNETMELİĞİ	39
5.1	AT- Verim Direktifi	39
5.2	Norm Kullanma Isıl Verimi	41
5.2.1	Norm Kullanma Isıl Veriminin Hesaplanması	43
5	DÖNÜŞ SUYU SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK FARKLI SİSTEMLERİN VERİM ANALİZİ	45
7	YILLIK YAKIT TÜKETİMİ HESABI	48
7.1	Sıcaklık Aralığı (Bin) Yöntemi	49
7.1.1	Örnek Hesap.....	50
7.2	Sistem Ekonomisi.....	53
7.3	LPG Kullanımı Hali	56
8	YOĞUŞMALI KAZANLARIN ÇEVRE KİRLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ ... 58	
9	ÜLKEMİZDE FARKLI İLLERE GÖRE YOĞUŞMALI KAZANLARIN EKONOMİK ANALİZİ	63
9.1	Dört Farklı Şehrimizin Aylara Göre Isıtma Günleri Sıcaklık Ortalamaları	63
9.2	Dış Hava Sıcaklıklarına Göre Yoğuşan Su Miktarlarının Bulunması.....	64
10	YOĞUŞMALI KAZANLARIN KLASİK KAZAN VE KOMBİYE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	67
11	FARKLI ISITMA SİSTEMLERİNİN MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	70
11.1	Radyatör Maliyetlerinin Yoğuşmalı Kazan Tasarruf Miktarına Eklenmesi ve Geri Ödeme Sürelerinin Hesaplanması	71
11.1.1	75/60 C Sisteminin Maliyet Analizi	71
11.1.2	65/50 C Sisteminin Maliyet Analizi	72
11.1.3	40/30 C Sisteminin Maliyet Analizi.....	73
12	52.000 KCal/h ISI KAYBI OLAN FARKLI ŞEHİRLERDEKİ EVLERDEKİ ISITMA MALİYET ANALİZİ	75
12.1.1	75/60 C Sisteminin Maliyet Analizi	75
12.1.2	65/50 C Sisteminin Maliyet Analizi	76
12.1.3	40/30 C Sisteminin Maliyet Analizi.....	77

SONUÇ.....	122
KAYNAKLAR.....	123
EKLER.....	124
Ek 1 Yakıt Fiyatları Karşılaştırma Tablosu.....	125
Ek 2 Su Buharı İçin Mollier Diyagramı.....	126
Ek 3 Sıcaklığa Göre Doymuş Su Buharı Tablosu.....	127
ÖZGEÇMİŞ.....	128



SİMGE LİSTESİ

H	saat
H_o	Yakıtın üst ısıl değeri
H_u	Yakıtın alt ısıl değeri
Δm_b	1 m ³ duman gazı içinde yoğuşan su buharı miktarı
$m_{do\ g}$	Kazanda yakılan doğal gaz miktarı
m_{tduman}	T sıcaklığındaki duman gazı içindeki su buharı miktarı
m_{55}	Su buharının çığ nokta sıcaklığındaki su buharı miktarı
τ	Su buharının gizli ısı
r	Su buharının gizli ısı
T_{baca}	Bacadaki duman gazı sıcaklığı
$T_{diş}$	Dış hava sıcaklık aralığı
$T_{dönüş}$	Tesisat dönüş suyu sıcaklığı
$T_{gidiş}$	Tesisat gidiş suyu sıcaklığı
T_{duman}	Duman gazı sıcaklığı
Θ	Kazan kısmi yükü
Q_{kaz}	Kazan kapasitesi
$Q_{yoğ}$	1 m ³ duman gazının verdiği gizli ısı
$Q_{yoğ/yıl}$	1 yılda yoğuşan su buharı miktarı
V_b	1 m ³ duman gazındaki su buharının kısmi hacmi
V_{bo}	Normal şartlarda duman gazının hacmi
$V_{du\ g}$	Bacadan çıkan duman gazı miktarı
u_b	Su buharı özgül hacmi
u	Su buharı özgül hacmi

Şekil 3.1 CO ₂ Oranına Göre Su Buharı Çiğ Noktası Sıcaklıkları	12
Şekil 3.2 Üst Isıl Değer Tekniği Isı Akış Şeması	14
Şekil 3.3 Motorin ve Doğalgazın Enerji İçeriği	15
Şekil 3.4 Gaz Yakıtlı Yoğuşmalı Kazanlarda Isıtma Sistemi Sıcaklığının Etkisi	17
Şekil 3.5 Su Buharı Yoğuşma Sıcaklığı	18
Şekil 3.6 Yoğuşma Suyu pH Değeri	19
Şekil 3.7 Pompa Gücü Diyagramı	24
Şekil 4.1 Mg-Al-Si Alaşımın Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazan Eşanjör Kesiti	29
Şekil 4.2 Yoğuşma Olan Duman Gazı Borusu Kesiti	30
Şekil 4.3 Duman Gazı ve Kazan Suyunun Zıt Yönlü Paralel Akımı	31
Şekil 4.4 Buderus Logano Plus SB615 Yoğuşmalı Kazanların Daralan Kesitli Mikro Türbülanslı Duman Boruları ve Yoğuşma Yüzey Yapısı	32
Şekil 4.5 Tek Kademeli Brülörde Yoğuşmasız Durumdaki, Kısmi ve Tam Yoğuşmadaki Isıtma Zaman Yüzdeleri	33
Şekil 4.6 Oransal Brülörde Yoğuşmasız Durumdaki, Kısmi ve Tam Yoğuşmadaki Isıtma Zaman Yüzdeleri	35
Şekil 4.7 Duman Gazı İle Kondensin Aynı Akış Yönüne Sahip Olmasının Kondens Kazancına Etkisi	35
Şekil 4.8 Çapraz Isıtma Yüzeyleri	36
Şekil 4.9 60kW Kapasiteli Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazan	38
Şekil 5.1 Anma Isı Gücünde ve Kısmi Yükteki AT- minimum verimler	40
Şekil 5.2 Norm Isıl Verimi , 75/60 C'lik Isıtma Sistemi Sıcaklıklarında	42
Şekil 5.3 Farklı Kazan Tiplerinin Kullanma Verimleri	44
Şekil 6.1 75/60 C'lik Sistemde Yoğuşma Olayı	45
Şekil 6.2 90/70 C'lik Sistemde Yoğuşma Olayı	46
Şekil 6.3 40/30 C'lik Sistemde Yoğuşma Olayı	46
Şekil 11.1 10.000 kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	116
Şekil 11.2 10.000 kcal/h kapasitede 65/50 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	117
Şekil 11.3 10.000 kcal/h kapasitede 40/30 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	118
Şekil 12.1 52.000 kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	119
Şekil 12.2 52.000 kcal/h kapasitede 65/50 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	120
Şekil 12.3 52.000 kcal/h kapasitede 40/30 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması	121

Çizelge 1.1	Kalorifer Kazanlarındaki Gelişim	2
Çizelge 2.1	Ülkelerdeki Doğalgaz Rezervleri	4
Çizelge 3.1	Yanma Denklemleri	10
Çizelge 3.2	Yakıtların Enerji İçerikleri.....	16
Çizelge 3.3	Yoğuşma Suyu Analiz Değerleri	20
Çizelge 4.1	Çeşitli Yakıtların Üst Isıl Değer / Alt Isıl Değer Oranları	27
Çizelge 4.2	1999 Yılında İstanbul Göztepe İstasyonu İçin Bulunan Bin Değerleri.....	38
Çizelge 5.1	Gaz Yakıtlı Viessmann Vitocrossal 300 Yoğuşmalı Kazanın Norm Kullanma Isıl Veriminin Hesaplanması	43
Çizelge 7.1	Yoğuşmalı Çelik Kazanın 75/60 C Sistemde Yıllık Ortalama Verim Değeri.....	48
Çizelge 7.2	Yoğuşmasız Çelik Kazanın 75/60 C Sistemde Yıllık Ortalama Verim Değeri...	49
Çizelge 7.3	Döşeme Tipi Buderus Logano GE234 60 kW, 75/60 C Sıcak Sulu Isıtmada Yıllık Yakıt Tüketimi	51
Çizelge 7.4	Duvar Tipi Buderus Logamax GB112 60 kW, 75/60 C Sıcak Sulu Isıtmada Yıllık Yakıt Tüketimi	51
Çizelge 7.5	Duvar Tipi Buderus Logamax plus GB112 60 kW, 40/30 C Sıcak Sulu Isıtmada Yıllık Yakıt Tüketimi	52
Çizelge 7.6	Doğalgaz ve 75/60 C Sistem İçin Maliyetler ve Geri Ödeme Süreleri	54
Çizelge 7.8	Doğalgaz ve 65/50 C Sistem İçin Maliyetler ve Geri Ödeme Süreleri	56
Çizelge 7.9	LPG ve 75/60 C Sistem İçin Maliyetler ve Geri Ödeme Süreleri	57
Çizelge 7.10	LPG ve 65/50 C Sistem İçin Maliyetler ve Geri Ödeme Süreleri.....	57
Çizelge 9.1	Dört Farklı Şehrimizin Aylara Göre Sıcaklık Ortalamaları	63
Çizelge 9.2	Ankara'da 10.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	78
Çizelge 9.3	Ankara'da 10.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	79
Çizelge 9.4	Ankara'da 10.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	80
Çizelge 9.5	Antalya'da 10.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	81
Çizelge 9.6	Antalya'da 10.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	82
Çizelge 9.7	Antalya'da 10.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	83
Çizelge 9.8	İstanbul'da 10.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	84
Çizelge 9.9	İstanbul'da 10.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	85
Çizelge 9.10	İstanbul'da 10.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	86
Çizelge 9.11	İzmir'de 10.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	87
Çizelge 9.12	İzmir'de 10.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	88
Çizelge 9.13	İzmir'de 10.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	89
Çizelge 9.14	Ankara'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	90

Çizelge 9.15	Ankara'da 52.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	91
Çizelge 9.16	Ankara'da 52.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	92
Çizelge 9.17	Antalya'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	93
Çizelge 9.18	Antalya'da 52.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	94
Çizelge 9.19	Antalya'da 52.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	95
Çizelge 9.20	İstanbul'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	96
Çizelge 9.21	İstanbul'da 52.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	97
Çizelge 9.22	İstanbul'da 52.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	98
Çizelge 9.23	İzmir'de 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	99
Çizelge 9.24	İzmir'de 52.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	100
Çizelge 9.25	İzmir'de 52.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	101
Çizelge 9.26	Erzurum'da 10.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	102
Çizelge 9.27	Erzurum'da 10.000 KCal/h 65/50 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	103
Çizelge 9.28	Erzurum'da 10.000 KCal/h 40/30 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	104
Çizelge 9.29	Erzurum'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	105
Çizelge 9.30	Erzurum'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	106
Çizelge 9.31	Erzurum'da 52.000 KCal/h 75/60 C Sistem İçin Bulunan Yıllık Yoğuşma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri	107
Çizelge 11.1	Ankara'da 10.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	108
Çizelge 11.2	Antalya'da 10.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	109
Çizelge 11.3	İstanbul'da 10.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	110
Çizelge 11.4	İzmir'de 10.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	111
Çizelge 12.1	Ankara'da 52.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	112
Çizelge 12.2	Antalya'da 52.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	113
Çizelge 12.3	İstanbul'da 52.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	114
Çizelge 12.4	İzmir'de 52.000 KCal/h'lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması	115

ÖNSÖZ

Enerji rezervlerinin sınırlı olması, fiyatlardaki yükselme ve ekonomik olumsuzluklar her alanda olduğu gibi ısıtma sektöründe de insanlığı daha ekonomik yöntemlerin arayışına yöneltmiştir. Çevre bilincinin de artmasıyla beraber yönetimlerce daha az zararlı yanma ürünleri çıkartan cihazların kullanılması için getirilen zorunluluklar, ısı yalıtımının önem kazanarak ısınma konforu için daha az enerjiye gereksinin duyan binaların yapılması, enerji maliyetlerinin gittikçe artan bir eğilime girmesi ısıtma cihazlarında olan talebin yönünü; daha az enerji veren, daha kompakt, çevreye çok duyarlı cihazlara yönlendirmiştir.

Bu arayış içinde, ısıtma tekniğinde yanma sonucu ortaya çıkan gazların gizli ısısından yararlanma prensibine dayalı yoğunmalı kazanların üretimine başlanmıştır. En küçük bir verim artışının tüm ülke çapında düşünüldüğünde büyük bir tasarruf olabileceği çok açıktır. Bu sebeple yoğunmalı kazan tekniğini geliştirme amaçlı çalışmalar devam etmektedir.

Ben de yüksek lisans çalışmamda, ülkemizin ekonomik açıdan sıkıntısını da göz önüne alarak yakıt tasarrufuna ve çevre kirliliğini azaltma yönünde önemli bir katkısı olan yoğunmalı kazan sistemlerini incelemiş bulunmaktayım. Çalışmamda gözönünden kaçmış ve ya hatalı olabilecek kısımların diğer araştırmacılar tarafından ele alınmasını dilerim.

Tez çalışmamda desteklerinden ve anlayışından dolayı hocam Sayın Prof. Dr. Olcay Kıncay'a , aileme, çalışma arkadaşlarıma ve Isısan çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Yoğuşmalı kazan teknolojisi modern bir çevre koruma sistemi olarak ısıtma havalandırma sektöründe gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yoğuşmalı kazanlar yanma sonucu açığa çıkan gazlar içindeki ısıdan mümkün olduğu kadar faydalanılması esasına dayalı yüksek verimli kazanlardır. Yoğuşmalı kazanlar, yeterli düşük dönüş suyu sıcaklıklarında %95'e varan bir verim değeri vermektedir. Bu tezde, Türkiye'deki farklı illerdeki evlerdeki yoğuşmalı kazanlardaki tasarruf miktarları hesaplanmıştır. Yoğuşmalı kazanlar doğru bir uygulama ile önemli bir tasarruf sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Yoğuşmalı Kazan, yüksek verim, alt – üst ısı değer, ısıtma.

ABSTRACT

Condensing boiler technology is a modern environment protecting technology which is becoming more and more important and popular in the heating and air-conditioning sector. Condensing boilers apply the design techniques of high-efficiency boilers and also aim to take as much heat as possible out of the flue gases. Condensing boilers work in relatively low temperature ranges. At very low return temperatures, efficiencies of up to 95 percent can be achieved. In this thesis, the energy savings value of houses in different places in Turkey are calculated. Condensing boilers represent a proven technology which will produce very substantial savings when applied thoughtfully.

Keywords: Condensing boiler, high-efficiency, high – low heating values, heating.



1. GİRİŞ

Enerji maliyetleri son yıllarda önemli oranda artmıştır. Birkaç yıl öncesine kadar varili 9 \$ olan petrol fiyatları bugün 30 \$ mertebelerine gelmiştir. Buna göre 2-3 yıl öncesinde varili 9 \$ olan petrol fiyatları bugün 30 \$ mertebelerinde dolmaktadır. Bir ara 36 \$ mertebelerine kadar çıkan petrol fiyatının öümüzdeki dönemde ne olacağını tahmin etmek mümkün değildir, iki binli yılların başında tahmin edilen petrol fiyatları 20 \$ mertebelerinde iken şimdiden varılan değerler enerji maliyetlerinin önemini göstermektedir. Diğer yakıt fiyatlarının da petrole bağlı olarak tımandığını düşündüğümüzde, enerji maliyetlerinin sistemlerin en önemli özelliği haline geldiğini söylemek mümkündür. Ekonomiklik hesaplarında ilk yatırım maliyetleri etkisiz duruma düşmektedir. Geçmişte pahalı olduğu için tercih edilmeyen yüksek verimli sistemler, bugün çok ekonomik hale gelmiştir.

Diğer yakıt fiyatlarının da petrol fiyatları ile aynı çizgi de gittiğini düşünürsek işletme maliyetlerinin sistemlerin en büyük özelliği haline geldiğini söyleyebiliriz. (Küçükçalı , 2001) Geçmişte pahalılıkları nedeniyle tercih edilmeyen sistemler şimdilerde hızlı amortisman süreleri ile ekonomik hale gelmiştir.

Isıtma sistemlerinde elde edilebilecek en yüksek verim değerleri ise yoğunmalı kazanlar yardımıyla sağlanmaktadır. Kompakt yapılan, yakıtın üst ısı değerlerinden yararlanabilmeleri nedeniyle yüksek verimleri, ileri teknoloji ile sorunsuz çalışmaları, bakım masraflarının az olmalarından dolayı yoğunmalı kazanlar günümüzün kazanları olma yolunda ilerlemektedirler.

Yoğunmalı kazan sistemlerinde kazan verimine etki eden en önemli nokta doğru sistem seçimidir. Örneğin geçmiş yıllarda kullanılan 90 - 70 °C olarak tasarlanan sistemler yoğunmalı kazan kullanımında bile düşük verim de kalmaktadır. Bunun sebebi yoğunmalı kazanlarda sistem veriminin , dönüş suyu sıcaklığı ile doğrudan bağıntılı olmasıdır. Sistem verimini mümkün olduğu kadar yükseltmek için dönüş suyu sıcaklığını düşürmek, duman gazı içindeki su buharının çığ nokta sıcaklığının olabildiğince altına indirmek gereklidir. Bunun bir başka faydası da , kazandaki durma ve ışınlım kayıplarının da düşük çalışma sıcaklığı ile en alt düzeye inmesidir; ayrıca düşük su sıcaklığı sayesinde kazan devreye girme süresi de kısalmaktadır. Bu açıdan bakarsak düşük su sıcaklıkları ile çalışan yerden ısıtma sistemleri en yüksek verimli sistem olmaktadır.

Isıtma sisteminin en önemli elemanı yakıttır. Aşağıda yoğunmalı kazanlarda en fazla kullanılan yakıt olan doğal gaz anlatılmıştır. Yanma ve yoğunma olayları ele alınmış, alt ve üst ısı değer kavramları anlatılmıştır.

Daha sonra farklı tip yoğuşmalı kazanlar anlatılmış ve standart tip kazanlarla karşılaştırılmaları verilmiştir. Yoğuşmalı kazanlar dış havaya duyarlı olarak çalışmaktadır.

Isıtma sistemlerinde ve kazanlarda hızla değişen ekonomik koşullara uygun olarak teknolojik gelişmeler yaşanmaktadır. 5 yıl öncesiyile bugün arasında büyük farklar bulunmaktadır. Dün ile bugün arasında özellikle kullanılan kazanlar açısından ekonomik bir karşılaştırma yapılmıştır. Yakıt tasarrufu ve yüksek verimin günümüzde bir numaralı öncelik haline geldiği hesaplarla gösterilmiştir.

Dünyadaki teknolojik ve ekonomik gelişmelere paralel olarak ısıtma sistemlerinde de sürekli gelişme yaşanmaktadır. Bu değişme ve gelişim son yıllarda büyük ivme kazanmıştır. Isıtma sistemleri ve onun kalbindeki ısı üretici kazan sistemleri dün ve bugün diye incelenmeye kalkıldığında dün olarak ancak birkaç yıl geriye bakmamız mümkündür. Bunun öncesi dünden de eskidir. Dün ve bugün arasındaki fark Çizelge 1.1'de özetlenmeye çalışılmıştır. Kalorifer kazanları ağırlıklı olarak, ısıtma sistemleri özellikleri ve ana ekonomik parametre olarak petrol fiyatları bu tabloya işlenmiştir.

Çizelge 1.1 Kalorifer kazanlarındaki gelişim.

Konu	Dün	Bugün
Petrol fiyatı	9 \$/varil	30 \$/varil
Yakıt üst /alt ısı değer yüzdesi Temizlik bakım kolaylığı	Sıvı, katı %106 Zor (kurum var)	Gaz %111 Kolay (temiz yakıt)
Kazan cinsi	Düşük sıcaklık kazanı	Yoğuşmalı kazan
Kazan boyutları Kazan su hacmi Kazan kütlesi	Büyük Fazla Ağır	Küçük Az Ağırlık az
Kazan performansı Durma kayıpları Kesintili çalışmada	Fazla Ataleti fazla	Az Avantajlı
Kazan konstrüksiyonunda Türbülötör	Var, Temizlik zor, Borulara kayıyor, çıkartılamıyor sorun yarattığından çıkartılıyor, çıkartılınca verim düşüyor.	Yok, Temizlik kolay, Sorunsuz çalışıyor, Sürekli yüksek verim, Düşük yakıt tüketimi
Su sıcaklığı	90/70 °C	75/60 °C ; 65/50 °C ; 40/30 °C
Verim	%95	%106-109
Amortisman süresi	5-10 yıl	2 ay -2 yıl

2. YAKIT TIPLERİ

Fosil yakıt tipleri katı, sıvı ve gaz olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Katı yakıtlara örnek olarak kömür gösterilebilirken, sıvı yakıtlara örnek fuel-oil, motorin, vs. gösterilebilir. Ancak yoğunlaşma kazanlarda gaz yakıt kullanıldığı için ve en yaygın kullanılan gaz yakıt olması sebebiyle burada sadece doğal gazı inceleyeceğiz. Doğal gaz ve LPG'nin ısıtmada yaygın kullanımı imkanı, bugün yoğunlaşma kazanları en cazip seçenek haline getirmiştir. Bugünün yakıtının gaz yakıt ve bugünün kazanlarının yoğunlaşma tip kazanlar olduğunu söylemek mümkündür. Gaz yakıtlarda üst ısı değeri ile alt ısı değeri arasındaki oran büyüktür. Yani duman gazları içinde su buharı oranı yüksektir. Bu su buharının yoğunlaştırılması halinde önemli oranda bir ısı kazanımı mümkün olabilmektedir. Örneğin doğal gazda baca gazları içindeki su buharının yoğunlaştırılmasıyla alt ısı değeri göre tanımlanan teorik tam verim %100'den %111' değerine yükselmektedir. Gaz yakıtlı kazanlar yakıtın temiz olması nedeniyle, temizdir ve gaz yakıt kullanılan sistemlerin bakımları çok daha kolaydır.

2.1 Doğal Gaz

Doğal gaz kömür ve petrol gibi fosil yakacaklardandır. Fosil yakacaklar milyonlarca yıl önce hayvan ve bitki artıklarının toprak altında kalarak , basınç ve ısı altında değişikliğe uğrayıp bugünkü durumlarına gelmesiyle oluşmuş enerji kaynaklarıdır. Genelde doğal gaza sıra dağ yamaçlarında, petrol yatakları ile birlikte veya serbest olarak rastlanılmaktadır. (Akçay ,2001)

2.1.1 Dünyada ve Türkiye 'de Doğal Gaz Kullanımı

Doğal gazda ilk olarak modern üretim ve tüketim tekniklerine ABD 'de rastlanmaktadır. 19. yüzyıl sonlarında derin olmayan ve yeryüzüne yakın mesafelerdeki kaynaklardan elde edilen doğal gaz , borularla üretim yerlerine taşınarak şehir aydınlatılmasında kullanılmıştır. Sonra da endüstriyel tesislerde kullanımı tuz imalatında olmuştur. Daha sonra evlerde geniş kapsamlı olarak ocaklarda, fırınlarda , ısıtma ve sıcak su hazırlama amacıyla kullanılmıştır. (Akçay , 2001)

Tüm dünyada birincil enerji kaynağı olarak doğal gaz tüketimi , son yıllarda büyük artış göstermiştir. Doğal gazın diğer fosil yakıtlara oranla daha ucuz olması ve kullanım sonrası ortaya çıkan emisyonların azlığı nedeniyle , doğal gaz tüketimi de hızla artmaktadır.

1980 yılından 2000 yılına kadar olan 20 yıllık dönemde , dünyadaki doğal gaz talebi iki katından fazla artmış ve 2523 (1012)m³ 'e çıkmıştır. Başka bir deyişle doğal gazın tüm

dünyada tüketilen birincil enerji kaynakları arasındaki payı %22'ye yükselmiştir. Bu talebin 2020 yılına kadar dünyada yılda ortalama %2,7 artması beklenmektedir. (Yahşi ,2002)

Halen dünyada 2001 yılı itibarıyla 100 trilyon m³ 'lük bir doğal gaz rezervi mevcuttur. (Akçay ,2001) Başka bir deyişle şu anda bilinen doğal gaz rezervleri dünyadaki petrol rezervlerine eşdeğerdir. Bu rezervlerin yarısı İran ve Rusya 'da bulunmaktadır. Toplam doğal gaz rezervlerinin ülkelere göre dağılımı aşağıda verilmiştir. (Akçay ,2001)

Çizelge 2.1 Ülkelerdeki doğal gaz rezervleri.

ÜLKE	DOĞAL GAZ REZERV MİKTARI
BDT	% 43,0
İRAN	% 13,0
ABD	% 5,6
KATAR	% 4,2
CEZAYİR	% 2,0
HOLLANDA VE NORVEÇ	% 1,0

Dünyadaki bu gelişmelere paralel olarak yurdumuzda da doğal gaz tüketimi son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. 1990 yılında 4 milyar m³ 'ün altında olan doğal gaz tüketim miktarı 2001 yılında 14 milyar m³'ün üstüne çıkmıştır. (Yahşi O. S. 2002)

Bugünkü şartlarda 2000 yılına kadar sınırlandırılmış görülen yıllık doğal gaz tüketiminin 2.4 milyar m³'ü konutlarda, 2.2 milyar m³'ü sanayide, 5.3 milyar m³'ü enerji üretiminde ve 0.78 milyar m³'ü gübre sanayiinde tüketilmektedir. Türkiye'de doğal gaz verilen beş şehir ve bunlara 1997 yılı için tahsis edilen gaz miktarları şöyledir : İstanbul 1800 milyon m³, Ankara 600 milyon m³, Bursa 230 milyon m³, Eskişehir 70 milyon m³ ve İzmit 54 milyon m³. Ancak özellikle Eskişehir ve İzmit'te tüketim tahsis edilen miktarın çok altındadır. (Isısan Çalışmaları, 2000)

BOTAŞ , bu miktarın 2020 yılında 80 milyar m³'ün üstüne çıkmasını beklenmektedir. (Yahşi ,2002)

2.2.2 Doğal Gazın Yapısı

Türkiye'ye gelen doğal gazın yapısındaki maddeleri Çizelge 2.2'de görülmektedir (İğdaş Yayınları, 1999)

Alt ısı değeri $H_u = 50 - 52$ MJ/kg gibi yüksek bir değer olan doğal gazın rengi ve kokusu yoktur. Yoğunluğu $0,6 - 0,8$ kg/m³ tür ve yüzde karbon miktarı azdır. Havaya göre hafif bir gaz olduğu için açık havada uçucu bir özelliğe sahiptir. Doğal gazın bünyesinde kükürt yok denecek kadar azdır. Bu özelliği sayesinde doğal gaz diğer yakıtlara göre bir tercih sebebi olmaktadır. Çünkü yanma ürünlerinde de kükürt olmaması alev ve dumanla temas eden yüzeylerde korozyon problemini ortadan kaldırmaktadır. Gazların homojen yapısı nedeniyle havayla karışmaları daha kolaydır. Bu yüzden yanma verimleri %95- 99 gibi yüksek mertebelere sahiptir. (Yahşi, 2002)

Doğal gazın çok yüksek verim amaçlanan yoğunlaşmalı kazanlarda kullanılmasının sebeplerinden biri de budur.

Çizelge 2.2 Rusya ve Cezayir gazlarının hacimsel analizleri.

MADDE		RUSYA	CEZAYİR
Metan	(CH ₄)	% 98,52	% 91,4
Etan	(C ₂ H ₆)	% 0,41	% 8,01
Propan	(C ₃ H ₈)	% 0,14	% 0,27
Bütan	(C ₄ H ₁₀)	% 0,06	% 0,0
Ağır H. Karbon		% 0,03	% 0,02
Karbondiyoksit (CO ₂)		% 0,03	% 0,0
Azot	(N ₂)	%0,81	%0,3

2.2.3. Doğal Gazın Özellikleri

2.2.3.1 Doğal Gaz Zehirsizdir

Doğal gazın en önemli özelliklerinden birisi zehirsiz olmasıdır. Doğal gazın solunması halinde zehirleyici ve öldürücü etkisi yoktur. Ancak ortamda çok fazla birikmişse teneffüs edilecek oksijen azaldığından dolayı boğulma tehlikesi vardır. Bu yüzden şehre dağıtmadan

önce gaza İGDAŞ tarafından koku verilmektedir. Böylece ortamda gazın varlığını hissetmek mümkün olmaktadır.

2.2.3.2 Doğal Gaz Havadan Hafiftir

Doğal gazın diğer önemli bir özelliği havadan hafif olmasıdır. Dolayısı ile hava içinde yükselme eğilimindedir. Gaz kaçaqları hava ile karışmadan önce yükseklerde toplanır. Bu yüzden havalandırma bacalarından kolaylıkla dışarı atılabilirler

2.2.3.3 Doğal Gaz Kuru Bir Gazdır

Bu özelliği dolayısıyla dışı bağlantılarda kurumayan sızdırmazlık malzemeleri kullanılmalıdır.

2.2.3.4 Doğal Gazın Isıl Değeri

Doğal gazın ısı değeri hava gazına göre daha fazla, tüp gaza göre daha düşüktür. Bu sebeple hava gazından doğal gaza dönüşen ocaklarda yemekler daha çabuk pişebilecektir.

2.2.3.5 Doğal Gaz Çevreyi Kirletmeyen Yakıttır

Çevreyi kirleten üç ana faktör doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Bunlardan birincisi kükürt oksitlerdir. Bu madde duman gazındaki ve havadaki nemle, sülfürik aside dönüşür. Böylece hem kazan borularını, hem de asit yağmurları ile çevreyi aşındırır ve tahrip eder. Ayrıca solunması halinde insanlar için zehirleyici etkisi vardır. İkincisi is ve uçan kül parçacıklarıdır Özellikle kömür yakılması halinde çevreye yayılan bu kati parçacıklar temizlik ve insan sağlığı açısından son derece zararlıdır. Ayrıca kazan yüzeylerini kaplayarak verimi ve ısı kapasiteyi düşürürler. Üçüncü faktör ise yanmamış gazlardır. Bunlar içinde özellikle karbonmonoksit belirli dozlara ulaştığında öldürücü etkisi olan son derece zararlı bir maddedir. Her üç zararlı da doğal gaz yanma ürünlerinde bulunmamaktadır. Yanma ürünleri içinde bulunan ve çevreye zarar veren bir başka bileşen de Azotoksitlerdir (NO_x). Azotoksitler fiziksel rahatsızlıklara, gözlerde yanmaya ve yüksek dozda bulunduğu boğulma hissine neden olur. Yanma ürünleri içinde NO_x oluşumunun ana nedenlerinden biri yanma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Doğal gaz ocak sıcaklıkları yüksek olup, NO_x emisyonu da, eğer önlem alınmazsa, diğer yakıtlara göre daha az olmakla birlikte yine de önemli mertebededir. Bu yüzden bazı atmosferik yakıcı doğal gaz kazanlarında NO_x emisyonunu düşürmek için yanma odasına alev soğutma çubukları yerleştirilmiştir.

2.2.3.6 Doğal Gaz Temiz Bir Yakıttır

Doğal gazın temiz bir yakıt olması kazan bakım ve işletmesi açısından önemli bir avantaj sağlar. Fuel oil veya kömür yakılması halinde kalorifer kazanı ısıtma yüzeyleri üzerinde biriken kül ve kurum tabakası hem yüzeyleri aşındırır hem de ısı geçişini engelleyerek kazan verimini düşürür. Bu yüzden kazan boruları haftada en az bir kere temizlenmek zorundadır. Halbuki doğal gaz kullanımında böyle bir sorun yoktur.

2.2.3.7 Doğal Gazın Yakılması İçin Ön Hazırlama ve Depolama Gerekmez

Doğal gaz kullanılması halinde yakıt hazırlama ve kül atma işlemlerine gerek kalmaz. Hem fuel oil, hem de kömür depolanmak zorundadır. Bu nedenle kazan dairelerinde yakıt tankı veya kömürlük hacimleri oluşturulmaktadır. Halbuki doğal gazda buna gerek yoktur. Yakıt doğrudan şebekeden kazana boru ile bağlanmaktadır. Özellikle yakıt depolama zorunluluğu dolayısı ile katı ve sıvı yakıtlarda kazan dairesi bodruma yapıldığı halde, doğal gaz için kazan daireleri çatı katında oluşturulabilir. Böylece değerli inşaat alanlarından önemli ölçüde tasarruf yapılabilir. Yakılmadan önce fuel oil ısıtılmak, filtrelenmek ve basınçlandırılmak zorundadır. Kömür ise kırılmak, taşınmak ve kurutulmak gibi işlemlere gerek gösterir. Ayrıca mekanik olarak ocağa beslenmesi istendiğinde pahalı sistemler gerekir. Halbuki doğal gazda böyle bir ön hazırlamaya gerek yoktur.

2.2.3.8 Otomatik Kontrola Uygundur

Doğal gaz yakıcıları tamamen otomatik kontrol ile, insana gerek duymadan ve emniyetli bir şekilde çalışırlar. Devreye çabuk girip, devreden çabuk çıkabilirler.

2.2.3.9 Doğal Gaz Kazanları Yüksek Verimlidir

Doğal gazlı kazanlarda ısı verim de yüksektir. Bir kazanın ısı veriminin yüksek olması, kazanı terk eden duman gazlarının sıcaklığının düşük olmasına bağlıdır. Fuel oil veya kömür yakılması halinde, daha önce sözü edilen, kükürt oksitlere bağlı asit korozyonu nedeniyle duman sıcaklıkları fazla düşürülmez. Halbuki doğal gazda böyle bir sorun olmadığından daha verimli kazanlar yapmak mümkündür.

2.2.3.10 Doğal Gaz Ekonomiktir

Bütün bu temizlik, depolama, yakıt hazırlama ve kül atma maliyetleri göz önüne alınırca, doğal gaz yakılmasının gerek yatırım, gerekse işletme maliyetlerinde önemli kazançlar sağladığı söylenebilir. Yapılan bir çalışmaya göre doğal gaz yakılması halinde sadece işletme giderlerinde fuel oil'e oranla yıllık tüketiminin %1'i mertebesinde bir tasarruf sağlanmaktadır. Kömür olması halinde bu kazanç çok daha yüksek olacaktır. Kazan veri mi erindeki artışlar da dikkate alındığında doğal gazın diğer yakıtlara göre en az %10 mertebesinde ilave işletme ekonomisi sağladığı söylenebilir. (Isısan Çalışmaları,2000)



3. YANMA OLAYI

Yanma , yakıt içerisindeki yanabilir elemanların havanın oksijeni ile hızlı kimyasal birleşimleri olayı şeklinde tarif edilebilir. Yakıt içerisindeki temel yanabilir elemanlar karbon, hidrojen ve bunların bileşikleridir. Yanma işleminde bu yanabilen elemanlar ve bileşikler karbondioksit ve su buharına göre dönüşürler. Yakıtların çoğunda az bir oranda kükürt bulunur. Her ne kadar kükürt yanabilen bir madde olarak yakıtın alt ısı değerine belirli ölçüde katkıda bulursa da bileşiklerinin korozif yapısı nedeniyle zararlıdır.

Kazanlarda yanma için gerekli oksijenin kaynağı havadır. Hava oksijen , azot ve az miktarda su buharı, karbondioksit argon ve diğer elemanlarla beraber, yanma olayında hacimsel olarak %21 oksijen , %79 azot olarak kabul edilir.

İdeal durumda yanma olayı oksijen ve yakıt elemanlarının teoride istenen tam oranlarda stokiometrik oran) karıştırılması ile meydana gelir. Ancak bir kazanı fazladan oksijen göndermeksizin teorik seviyede oksijenle istenilen biçimde çalıştırmak mümkün değildir. Pratikte iyi yanma şartlarına , atmosferden alınan fazla hava şeklinde, ocağa fazladan oksijen beslemesi ile ulaşılır. Bu fazla havanın miktarı yakıtın ve yakma elemanlarının cinsi ile değişir.

İyi bir yanmanın amacı , yanmadaki verimsizlikler ve fazla hava sebebi ile olan kayıpları en aza indirerek yakacakta mevcut bütün ısı enerjisinin tamamını açığa çıkarılmasıdır. Yanabilen elemanlarla oksijen birleşmesi, tutuşma için yeteri kadar yüksek sıcaklığa çok iyi bir karışma veya türbülansa ve yanmanın tamamlanabilmesi için yeterli zamana ihtiyaç gösterir Bu üç faktörü yani sıcaklık , türbülans ve zaman iyi bir yanmanın temel şartlarıdır.

3.1. Yanma Isısı

Bir kazanın ocağında yakıtın oksijenle birleşmesi sonucu açığa çıkan ısı enerjisi sadece yanma sonucu ortaya çıkan son ürünlere bağlıdır. Yanma reaksiyonu sırasında oluşan ve sonuçta son ürünlere dönüşen ara ürünler , yanma ısısının miktarı açısından önemli değildir Bu kanun basitçe karbon ile oksijen arasındaki reaksiyonlarla gösterilebilir.



Eğer reaksiyon (3.1) bağıntısında olduğu gibi tek adımda meydana geliyorsa ortaya çıkan ısı 393,560 kJ/kmol olup , bu değer reaksiyonun iki adımda olması, yani önce karbon ve yarım kmol oksijenin karbonmonoksit oluşturması ; sonra bu karbonmonoksitin tekrar yarım kmol oksijen ile reaksiyona girip CO₂ meydana getirmesi halindeki açığa çıkan toplam ısı enerjisine eşittir.

Bu örnekte görülen çok önemli bir husus da karbonun oksijenle iki biçimde reaksiyona girme olasılığının bulunmasıdır. Yakma elemanının tasarımı ve yakma yöntemi , yakıt-oksijen karışımındaki karbonun yanmasında son ürünün tamamen COs olmasının gerçekleştirilmesini sağlamalıdır. Aksi takdirde yanma verimlerinde ve açığa çıkan ısıda önemli kayıplar meydana gelir. Görüldüğü gibi son ürünün CO₂ yerine CO olması halinde yaklaşık % 28 oranında daha az ısı üretilmektedir.

Çizelge 3.1 Yanma denklemleri.

Yakıt	Mol Küt.	Reaksiyon	Reaksiyon Isısı Kj/kg	Reaksiyon Isısı kJ/N m ³
Karbon	12	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	32,796	-
Hidrojen	2	$H_2 + 0,5 O_2 \rightarrow H_2O$	141,886	12,109
Kükürt	32	$S + O_2 \rightarrow SO_2$	9,300	-
Metan	16	$CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$	55,590	37,743
Etan	30	$C_2H_6 + 3,5 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$	51,870	66,768
Propan	44	$C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$	50,000	96,500
Bütan	58	$C_4H_{10} + 6,5 O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 5 H_2O$	49,540	125,562
Karbonmonoksit	28	$CO + 0.5 O_2 \rightarrow CO_2$	10,108	11,990

3.2 Yakıt Isıl Değerinin Ölçülmesi

Yakıt ısı değeri veya yanma ısı , 1 kg veya (1 Nm³) yakıtın tam yanması sonucunda , yanma ürünleri çevre sıcaklığına getirildiğine göre üretilen ısı enerjisi olarak ifade edilir. Yakıtın ısı değeri yakıt cinsine bağlıdır ve yakıtın tam yakılması şartı ile yanma şekline göre değişmez.

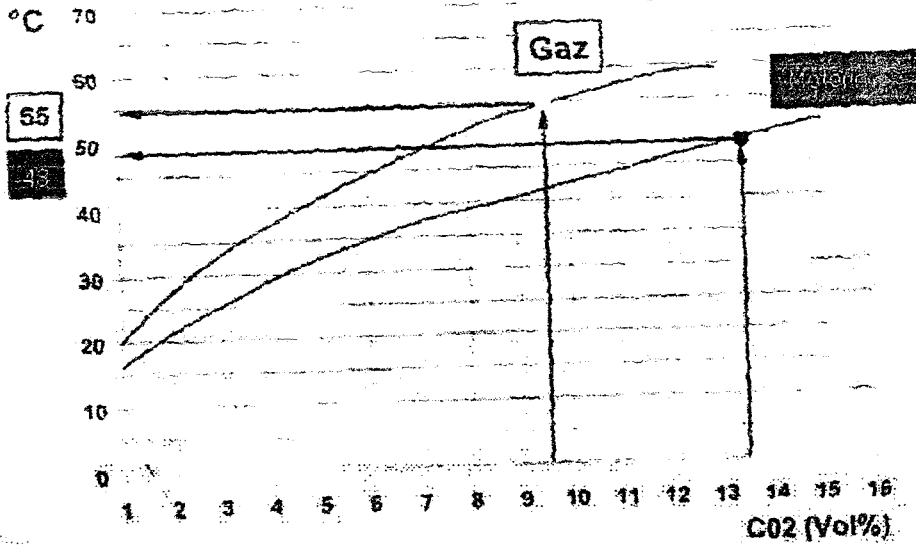
Yakıt ısı değeri genellikle kalorimetrede yanma sırasında ortaya çıkan ısının doğrudan ölçülmesi ile belirlenir. Katı ve sıvı yakıtlar için çoğunlukla bomba kalorimetresi kullanılır ve yanma sabit hacimde meydana gelir. Gaz yakıt kalorimetreleri ise daha ziyade sürekli akış biçimindedir ve yanma sabit basınçta olur. Pratikte yoğunmalı kazanlardaki yanma sabit atmosferik basınçta meydana gelir.

3.3 Alt ve Üst Isıl Değerler

Hidrojen ve nem içeren bütün yakıtlarda yanma ürünleri içerisinde su buharı bulunur. Yakıtın ısı değeri bu su buharının buhar fazında mı, yoksa yoğunlaşmış olarak sıvı fazında mı bulunduğuyla bağlı olarak değişir. Kalorimetre deneylerinde yanma ürünleri başlangıç sıcaklığına kadar soğutulduğundan bütün su buharı yoğunlaşmış haldedir. Bu durumda suyun gizli buharlaşma ısısını da içeren yakıtın üst ısı değeri ölçülmüş olur. Halbuki bütün yanma ürünleri gaz fazında ise yani duman gazı içerisindeki su buhar fazında ise burada yakıtın alt ısı değeri söz konusudur ve bu değer ,üst ısı değerinden mevcut su buharının gizli buharlaşma ısısı kadar düşük olacaktır. Yanma ürünlerinin tamamının gaz fazında olması halinde tarif edilen bu ısı değeri ile üst ısı değeri arasında,

$$H_u - H_o - 2440 w_r \quad (3.4)$$

şeklinde bir bağıntı vardır. Burada H_u (kJ / kg) alt ısı değeri, H_o (kJ / kg) üst ısı değeri ve w_r (kg / kg) ise 1 kg yakıttan oluşan toplam su buharı miktarıdır. 2440 değeri ise suyun 25°C sıcaklıktaki gizli buharlaşma ısısıdır. (Onat vd., 1996)



Şekil 3.1. CO₂ oranına göre su buharı çığ noktası sıcaklıkları.

Yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan baca gazındaki su buharının yoğunlaşma sıcaklığı yanma sonucu ortaya çıkan baca gazlarındaki CO₂ miktarı ile orantılıdır. Yanma sonucu ortaya çıkan CO₂ oranı ile baca gazındaki su buharı çığ noktası sıcaklığı diyagramı Şekil 3.1.de verilmiştir. (Isısan Çalışmaları No:265 ,2000)

Yukarıda da görülebileceği gibi yakıt olarak motorin kullanımında baca gazındaki su buharının çığ noktası sıcaklıkları gaz yakıtlara göre daha düşük kalmaktadır. Bu da yoğunlaşma işini zorlaştırmaktadır, yoğunlaşmalı kazanlarda sıvı yakıtların tercih edilmeme sebeplerinden bir tanesini oluşturmaktadır.

3.4 Üst Isıl Değer Tekniği ile Gaz Sarfiyatının Önemli Derecede Azaltılması

Üst ısı değer tekniğinin geliştirilmesi ile ısıtma endüstrisi yakıttan maksimum faydalanma yönünde önemli bir adım atmıştır. Üst ısı değer tekniği, gaz sarfiyatının önemli derecede azaltılması bakımından, örneğin apartman dairelerinde, müstakil evlerde, ticari binalarda ve sanai, endüstriyel ve resmi yapılarda, özel imkanlar sunmaktadır.

"Konvansiyonel kazanlar" da baca gazları ile bacadan atılan oldukça yüksek orandaki ısıdan üst ısı değer tekniği sayesinde faydalanılmaktadır. Minimum zararlı madde emisyonları ve özellikle ekonomik ısıtma işletmesi bu teknolojinin göstergesidir.

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının rasyonel ve akılcı kullanımı için yeni çözümlerin aranması, son senelerde endüstri ve bilim alanlarında yeni

teknolojilerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Ekonomiklik boyutunun yanında çevre koruma son senelerde önemli ölçüde ön plana çıkmıştır. Genelde geçerli olan husus; kullanılan enerjiden daha iyi faydalanılması sayesinde elde edilen daha düşük enerji sarfiyatı ile aynı zamanda daha düşük zararlı madde emisyonlarının sağlanmasıdır.

3.4.1 Baca Gazlarından Sağlanan Isı

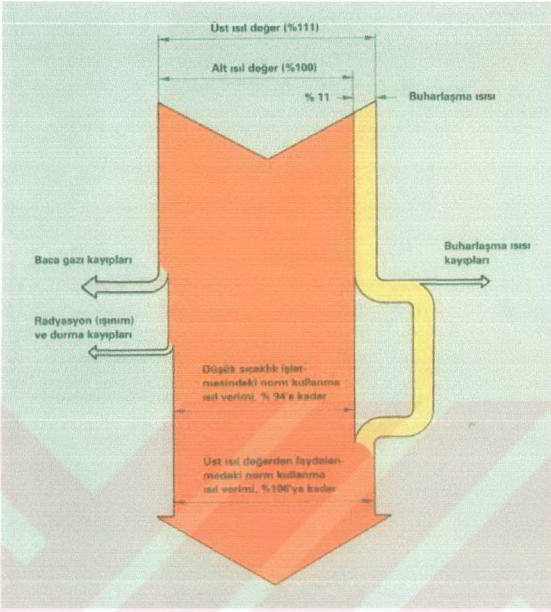
Düşük ve çok düşük sıcaklık kazanlarının kullanıma girmesi bu yönde atılmış önemli bir adımdır. Isı ihtiyacı ile uyumlu ısıtma işletmesi sayesinde kayıpların azaltılması ve norm kullanma ısıl veriminin % 94'e yükseltilmesi sağlanabilmiştir. Üst ısıl değer tekniğinde, bacaya baca gazları ile taşınan duyulur ısı oldukça azaltılmaktadır. Ayrıca su buharı yoğunlaşması sayesinde gizli ısıdan da oldukça faydalanılmaktadır.

3.4.2 Yanmada neler olmaktadır

Yakıtın yanabilen bileşenleri, en başta karbon (C) ve hidrojen (H), yanmada havanın oksijeni ile birleşmektedir. Burada ısının yanında aynı zamanda karbondioksit (CO₂) ve su buharı (H₂O) oluşmaktadır. Doğalgazda % 80'den daha yüksek oranda bileşen olarak bulunan metanın (CH₄) aşağıdaki yanma denklemi örneğinde de bu durum açıkça görülmektedir.



Duman gazları içinde bulunan gizli ısı (buharlaşma ısı da denmektedir) yanmada oluşan su buharının yoğunlaştırılması ile açığa çıkmakta ve kazan suyuna geçirilmektedir. Doğalgaz yakılmasında norm kullanma ısıl verimi, konvansiyonel bir düşük sıcaklık kazanına göre % 15'e varan oranda daha yüksek olabilmektedir. Bunun sonucunda istenen ısı miktarının üretilmesi için daha az enerji harcanmaktadır. Alt taraftaki şekilde bir düşük, çok düşük sıcaklık kazanındaki ve kondensasyon (üst ısıl değer) kazanındaki ısı akışı görülmektedir.



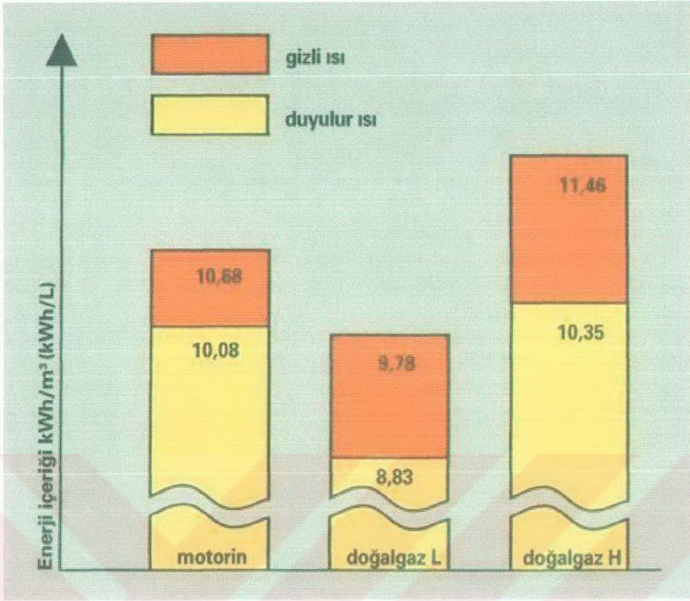
Şekil 3.2 Üst ısı değer tekniği ısı akışı şeması

3.4.3 Yakıtların Enerji İçeriği

Tam yanmada açığa çıkan ısı miktarına ısı değeri denmektedir. Baca (duman) gazlarında su buharı da ihtiva eden yakıtlarda alt ısı değeri (H_u) ve üst ısı değeri (H_o) ayrımı yapılmaktadır.

Alt ısı değeri (H_u); tam yanmada, eğer oluşan su buharı fazında ise, açığa çıkan ısı miktarını belirtmektedir.

Üst ısı değeri (H_o); tam yanmada açığa çıkan ısıyı, duman gazlarındaki su buharında bulunan buharlaşma ısısı dahil, belirtmektedir.



Şekil 3.3 Motorin ve doğalgazın enerji içeriği

Konvansiyonel kazanlarda duman gazları, ısıtma yüzeylerinde korozyon hasarlarına yol açtığı için yoğunlaştırılmamaktadır. Bu nedenle buharlaşma ısısından bugüne kadar faydalanılamamıştır. Tüm kullanma ısı verimi hesaplamalarında alt ısı değer (H_u) baz alınmıştır. Buharlaşma ısısından ilaveten faydalanılması norm kullanma ısı veriminin % 100'ün üzerine şartırcı şekilde, çıkmasını sağlamaktadır.

"Konvansiyonel alt ısı değer tekniğinin" üst ısı değer tekniği ile karşılaştırılabilmesi için, norm kullanma ısı verimleri ısıtma tekniğinde alt ısı değere göre belirlenmeye devam edecektir. Yan taraftaki tablolar, çeşitli enerji kaynaklarındaki üst ısı değerinin (H_0) alt ısı değere (H_u) oranını göstermektedir. Genelde geçerli olan: Üst ısı değer (H_0) ile alt ısı değer (H_u) arasındaki fark ne kadar büyükse, üst ısı değerden faydalanma derecesi o kadar yüksek olmaktadır. Sıvı yakıtta üst ısı değer ile alt ısı değer arasındaki fark % 6 ve doğalgazda % 11 dir, yani doğalgazda üst ısı değerden çok daha fazla faydalanılabilmektedir.

Çizelge 3.2 Yakıtların enerji içerikleri

	Üst ısı değer H_o kWh/m ³	Alt ısı değer H_u kWh/m ³	H_o/H_u	$H_o - H_u$ kWh/m ³	Kondens miktarı (teorik) (kg/m ³) ¹⁾
Şehir (hava) gazı	5,48	4,87	1,13	0,61	0,89
Doğalgaz L	9,78	8,83	1,11	0,95	1,53
Doğalgaz H	11,46	10,35	1,11	1,11	1,63
Propan	28,02	25,80	1,09	2,22	3,37
Bütan	37,19	34,35	1,08	2,84	4,29
Motorin ²⁾	10,68	10,08	1,06	0,60	0,88

¹⁾ Yakıt miktarına göre dir.
²⁾ motorinde, verilenler "Litre" birimine göre dir.

3.4.4 Üst Isıl Değer Tekniğinde Doğalgazın Avantajları

Üst ısı değer tekniği ile birlikte kullanıldığında, doğalgazın özellikle ekonomik ve çevreyi koruyan bir ısı üretim tarzı sağlayan diğer bazı avantajları daha vardır. Doğalgaz motorine göre daha fazla hidrojen içerdiğinden baca gazlarında daha fazla su buharı bulunmaktadır. Böylece petrol ile karşılaştırıldığında açığa çıkan kondensasyon ısısı daha fazladır.

Doğalgazın yoğuşma (çiğ noktası) sıcaklığı, motorinin yoğuşma sıcaklığının 10 K üzerindedir. Bu ısıtma sezonu başına enerjiden daha fazla faydalanmayı sağlamaktadır.

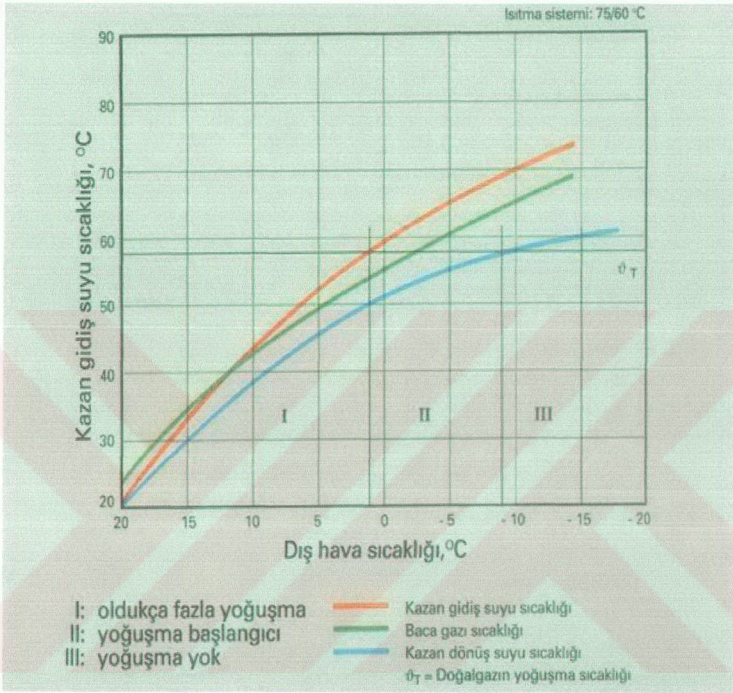
Doğalgaz yakılmasında; motorinin aksine, kondens ile birleşerek agresif asitlere dönüşen kükürt oksitleri (SO_2/SO_3) oluşmamaktadır.

3.4.5 Üst Isıl Değer Tekniğinden Optimal Olarak Faydalanılmasına Etki Eden Faktörler

Elde edilebilen kondens miktarı ve buna bağlı olan, faydalanılabilen yoğuşma ısısı birkaç faktöre bağlıdır. Yakıtın, yanma havası sıcaklığının, havanın neminin ve hava sayısının (yanmadaki hava fazlalığını göstermektedir) yanında ısıtma sistemindeki sıcaklık en önemli rolü oynamaktadır.

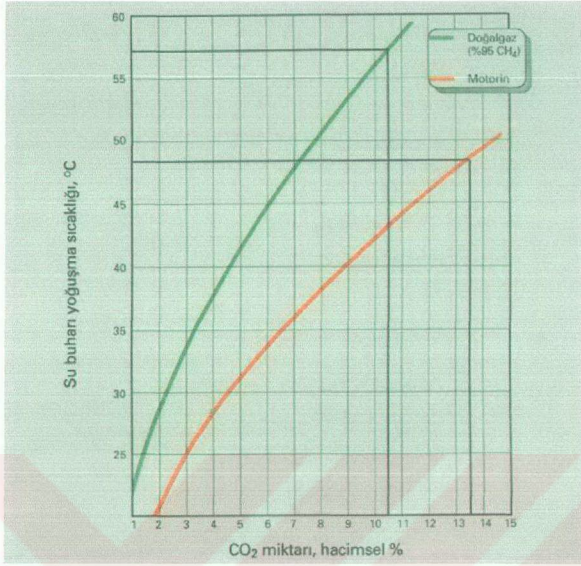
Üst ısı değer tekniği, dönüş suyu sıcaklığı baca gazlarından daha fazla ısı çekilebilmesi için mümkün olduğunca düşük olan ısıtma sistemlerinde en yüksek randımanı vermektedir. 40 °C'lik gidiş suyu sıcaklığına ve 30°C'lik dönüş suyu sıcaklığına göre dizayn edilmiş bir sistemde (örneğin yerden ısıtmada veya buna benzer düşük sıcaklıklar için dizayn edilmiş

ısıtma sistemlerinde enerjiden yüksek oranda faydalanılmaktadır. Ancak alışılmış 75/60°C'lik dizayn sıcaklıklarında da işletmenin değişken kazan suyu sıcaklıkları ile gerçekleştirilmesi nedeniyle daha yüksek norm kullanma ısıtma verimleri sağlanmaktadır.



Şekil 3.4 Gaz yakıtlı yoğuşmalı kazanlarda ısıtma sistemi sıcaklığının etkisi

Yanmadaki hava sayısının etkisi ihmal edilmemelidir, çünkü su buharı yoğuşma (çiğ noktası) sıcaklığı hava sayısından ve buna bağlı baca gazlarının CO_2 miktarından etkilenmektedir. Hava sayısı ne kadar düşük olursa (yani CO_2 miktarı ne kadar yüksek olursa) su buharı yoğuşma sıcaklığı ve bununla da üst ısıtma değeri tekniğinden faydalanma derecesi o kadar yüksek olmaktadır.



Şekil 3.5 Su buharı yoğuşma sıcaklığı

3.5 Yoğuşmalı Tip Kazanlarda Yoğuşma Suyu Analizi

Yoğuşma sonunda ortaya çıkan suyun asillik derecesi (pH) değeri önemlidir. Eğer yoğuşma suyu aktifi iği ise örneğin içinde hidrojen-sulfür bulunduyorsa bu kazana zarar verir. Ama doğal gaz ve LPG gibi içinde sulfür içermeyen bir yakıt kullanılıyorsa (baca gazı ürünleri içinde hidrojen-sulfür oluşmamışsa) ve kazan malzemesi aside karşı dayanıklı malzemeden üretilmişse (örneğin alüminyum, magnezyum, silisyum alaşımı) yoğuşmanın kazan bir zararı olmamaktadır. Oysaki standart kazanlarda oluşan yoğuşma suyu kazan için korozif olduğundan dolayı kazanda yoğuşma olmasından kaçınılır. Bunun için de dönüş suyu sıcaklığı su buharı çığ nokta sıcaklığının üzerinde tutulmaya çalışılır. Standart kazanlarda üç yollu vana ve şönt pompa yardımıyla dönüş suyu kontrolü yapılmaktadır. Bu tip kazanlarda sadece kazanın ilk çalışma zamanında az bir miktar yoğuşma olmaktadır. Dönüş suyu debi ve sıcaklık sınırlaması olmayan thermostream kazanlarda ise üç yollu vana ve şönt pompa ihtiyaç duyulmamakta, sadece kazan ilk çalışmasında oluşabilecek yoğuşmayı önlemek için çıkış pompası kullanılmaktadır. (Isısan Çalışmaları No:265, Isıtma Tesisatı,2000)

Doğal gaz veya LPG kullanılan yoğuşmalı kazanlarda ise oluşan yoğuşma suyu pH değeri Şekil 2 'de de görülebileceği gibi yağmur suyunun pH M ile aynı seviyededir.

İşlenmiş yoğuşma sularının kanalizasyon şebekesinin ve arıtma tesislerinin üzerindeki olası negatif etkileri hakkında devam eden tartışmalar DVGW nin bu tartışmalı soruları iki rapor ile açıklanmasına sebep olmuştur. Bu konudaki önemli noktalar şunlardır : Evsel atık su miktarlarına göre daha az olan yoğuşma suyu pH değerleri kanalizasyon şebekesine kadar sürekli olarak artar. Kanalizasyon şebekesine bağlantı noktasında yoğuşma suyu yaklaşık olarak nötrdür. Yoğuşma suyunun girişi ile atık su su miktarlarında kayda değer bir artış olmaz.



Şekil 3.6 Yoğuşma suyu pH değeri.

Ev içi pis su tesisatı ile kanalizasyon şebekesinde DIN 1986 Kısım 4' e uygun seçilmiş elemanlar kullanıldığında bu elemanlar yoğuşma suyuna karşı yeterli dirence sahiptirler. Yoğuşma suyunun pH değeri ve içerdiği ağır metal miktarlarına özellikle dikkat edilmelidir.

Çizelge 3.3 Yoğuşma suyu analiz değerleri

Kimyasal Elementler	M 251 Broş. (mg/l)	İçme Suyu Sınır Değ.	210 kW Yoğ. Kazan
Amonyum	6.0	0.5	0.05
Kurşun	0.2	0.04	<0.005
Kadmiyum	0.01	0.005	0.0005
Krom	0.15	0.05	0.036
Bakır	0.25	3.0	<0.005
Nikel	0.25	0.05	0.010
Civa	0.001	0.001	<0.0002
Sülfat	600	240	7
Vanadyum	0.005	-	<0.005
Çinko	0.5	5.0	<0.005
Kalay	0.5	-	<0.005
Halojenhidrokarbonlar	0.025	-	-
Hidrokarbonlar	1.0	0.01	0.05
PH değeri	6.5	6.5-9.5	3.29-6.5

3.5.1 Yoğuşma Suyu Ekipmanı

Hidrojen içeren yakıtların yanması sonucu oluşan su buharı Yoğuşmalı Kazanda ve bacada yoğuşur. 1kWh başına oluşan yoğuşma miktarı, yakıtın içindeki karbon miktarının hidrojen miktarına oranına bağlıdır. Yoğuşan su miktarı dönüş suyu sıcaklığına, hava fazlalığı katsayısına ve kazanın ısı yüküne bağlıdır.

3.5.1.1 Yoğuşma Suyu Drenajı

Yoğuşmalı kazanda oluşacak yoğuşma suyu yönetmeliğe uygun olarak kanalizasyona verilebilir. Bu noktada yoğuşma suyunun kanalizasyona verilmeden önce nötrale edilip edilemeyeceğine kazan kapasitesine bakılarak karar verilmelidir. Yıllık atık yoğuşma suyu miktarını hesaplamak için ATV'nin A25'i nolu çalışmasından yararlanılabilir. Bu çalışmalarda maksimum yoğuşma suyu miktar, tecrübeye dayalı bir değer olarak 0.14 kg/kWh büyüklüğünde verilmiştir. (Logano Plus Kendinden Yoğuşmalı Gaz Yakıtlı Kazanlar Planlama Klavuzu, 2001)

$$V_k = Q_F \cdot m_k \cdot b_{vH}$$

(70/1 Atık yoğuşma suyu kesin hesap formülü)

Hesap büyüklükleri

V_k : Yoğuşma suyu debisi [l/yıl]

Q_F : kazanın anma kapasitesi [kW]

b_{vH} : Tam kullanma süresi (VDI 2067'ye göre) [t/yıl]

m_k : Spesifik yoğuşma suyu miktarı [kg/kWh]

Tesisat kurulmadan önce yoğuşma suyu drenajıyla ilgili olarak bölgesel kararnameler hakkında bilgi edinmek gerekir. Bu konuyla ilgili belediye makamları ilgilenmektedir.

3.5.1.2 Nötralizasyon Tertibatı *

Çizelge 3.4 Yoğuşmalı kazanlarda nötralizasyon kullanımı için sınır değerler

Kazan gücü	Nötralizasyon ¹⁾
≤ 25 kW	Gerekmez
> 25- ≤ 200 kW	Gerekmez ²⁾
> 200 kW	Gereklidir

* Nötralizasyon kullanımı için burada verilen bilgi ve şartlar, Almanya içine geçerlidir. Avrupadaki diğer ülkelerde ise yoğuşma suyu miktarının binanın atık suyu ile yeterince karışmasından dolayı ek nötralizasyon tedbir alınmamaktadır.

- 1) Sıvı yakıt kullanılan durumlarda yoğuşma suyu nötrale edilmelidir.
- 2) Yoğuşan su miktarı ile binanın normal atık su miktarı yeterli oranda karışyorsa (1:25) nötralizasyon gerekmez.

Yoğuşma suyunu nötralize etmek için Nötralizasyon Tertibatları NE 1.1 ve NE 2.0'dan yararlanılabilir. Nötralizasyon tertibatı kazanın yoğuşma suyu çıkışı ile kanalizasyon şebekesi arasına monte edilmelidir. Yoğuşma suyunun serbestçe akabilmesi için nötralizasyon tertibatı kazanın çıkışıyla aynı yüksekliğe ya da altına yerleştirilebilir.

Çizelge 3.5 Nötralizasyon tertibatı bağlantı ölçüleri

Boyutlar ve Bağlantılar		Nötralizasyon Tertibatı	
		NE 1.1	NE 2.0 ¹⁾
Genişlik	mm	405	545
Derinlik	mm	605	840
Yükseklik	mm	234	275
Giriş	DN	20	40/20 ²⁾
Çıkış	DN	20	20
Drenaj	DN	-	20

70/3 NE1.1 ve NE2.0'ın boyutları ve bağlantıları

1) İşletmedeki ağırlığı yaklaşık 60kg'dır

2) Hortum ile bağlantı yapılması halinde

3.5.1.2.1 Nötralizasyon Tertibatı NE 1.1

- Nötralizasyon granülü için depolu plastik gövde ve nötralize edilmiş yoğuşma suyu için depolama hacmi.

- Seviye ayarlı yoğuşma suyu pompası

3.5.1.2.2 Nötralizasyon Tertibatı NE 2.0

- Nötralizasyon sıvısı ve nötralize edilmiş yoğuşma suyu için ayrılmış depolu plastik gövde.

- Seviye kontrollü drenaj pompası (basma yüksekliği 2m, basınç yükseltici modül ile basma yüksekliği 4.5m).

- Kontrol ve Servis fonksiyonları için entegre elektronik panel.

- Brülör kapama otomatığı
- Taşma koruması
- Nötralizasyon granülü değişim göstergesi

3.5.1.3 Nötralizasyon Sıvısı

Nötralizasyon tertibatı Nötralizasyon granülü ile doldurulmalıdır. Yoğuşma suyunun nötralizasyon maddesi ile karşılaşması sonucu pH değeri 6.5 ile 10'a kadar yükselir. Bu pH değerlerine sahip nötrale edilmiş yoğuşma suyu kanalizasyondan tahliye edilebilir. Granülü yenileme süresi yoğuşma suyu miktarına ve nötralizasyon tertibatına bağlıdır. Nötrale edilmiş yoğuşma suyunun pH değeri 6.5' un altına düşerse nötralizasyon granülünün değiştirilmesi gerekir.

Nötralizasyon tertibatı NE1.1

pH değerleri yılda iki kez kontrol edilmelidir.

Granülün ömrü bir yıldır.

Nötralizasyon tertibatı NE2.0

Bu tertibatta kendi kendine kontrol sistemi entegre edilmiştir."Granül değişim" sinyali yandığında bir ay içerisinde granül yenilenmelidir.

Çizelge 3.6 Granül dolun kapasitesi

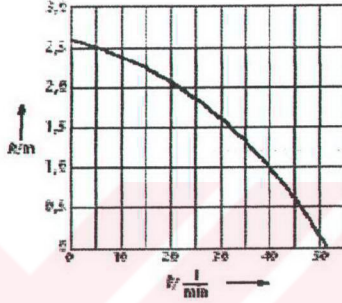
Yoğuşmalı kazan		Nötralizasyon tertibatı	
Logano Plus	Kapasite	Tipi	Granül dolun kapasitesi
SB 315	50-115	NE 1.1 ¹⁾	9
SB 615	145-640	NE 2.0 ²⁾	7,5
		NE 1.1 ³⁾	9
		NE 2.0 ⁴⁾	11,5
		2* NE 1.1 ³⁾	2*9
		NE 2.0 ⁴⁾	11,5 17,5 ⁴⁾

71/1 Yoğuşmalı kazanlar için nötralizasyon tertibatı Granül dolun kapasitesi (Logano plus SB315, SB 615, SB 735)

- 1) kendi kendine kontrol yok
- 2) kendi kendine kontrol var
- 3) Kazan büyüklüğü 970' ten itibaren çift NE 1.1 gerekli
- 4) Nominal kapasite > 1000 kW için

3.5.1.4. Pompa Gücü Diyagramı

Yoğuşma suyu pompasının basma yüksekliği yoğuşma suyu miktarına bağlıdır. Şekil 3.7 'de NE1.1 ve NE 2.0'in debiye bağlı basma yüksekliği gösterilmiştir. Nötralizasyon tertibatı NE 2.0'de basınç yükseltme modülünün kullanımı basınç yüksekliğini iki katına çıkarır, çünkü bu durumda aynı karakteristikte iki pompa seri çalışmış olur. Efektif pompa basma yüksekliğini hesaplamak için basınç tarafındaki boru tesisatının kayıplarını göz önünde bulundurmak gerekir.



Şekil 3.7 Pompa Gücü Diyagramı

4. FARKLI SU SICAKLIKLARINA GÖRE KAZAN TİPLERİ

Günümüzde ısıtma amacı ile kullanılan sıcak su kazanlarını üçe ayırmak mümkündür:

1. Standart kazanlar (SK)
2. Düşük sıcaklık kazanları (DSK)
3. Yoğuşmalı kazanlar (YK)

4.1 Standart Kazanlar (SK)

Standart kazanlarda çalışma sıcaklıkları yüksektir. Kazan su sıcaklıkları 50 C altına indirilemez. Bu tür kazanlarda kazan kullanma verimi düşüktür. Bu tip kazanlarda tam yükte ve büyük kapasitelerde verim %89. l değerine ulaşabilmektedir. Ancak daha önemli olan, kısmi yüklerdeki kullanma verim değerleri önemli ölçüde düşmektedir. Örneğin 100 kW güçte, %30 kısmi bu değer %86 değerine inmektedir. Burada öncelikle vurgulanması gereken konu, sözü edilen verim değerinin kullanma verimi olduğu, anma verimi olmadığıdır. Kullanma verimi durma sırasında ortaya çıkan ısı kayıplarını ve durup kalkma sırasındaki yanma verimsizliklerini de içerir. Standart kazanlar 30 kW altındaki güçlerde çok düşük kullanma verimi değerlerine sahiptir. Bu yüzden bu güç bölgesinde diğer kazan tiplerinin kullanılması daha doğru olur. Örneğin Almanya'da 1998 yılından itibaren 400 kW gücün altında standart tip kazan üretimi durdurulmaktadır.

Sıcak su kazanlarında yanma ürünü gazların içindeki su buharı, çığ noktası sıcaklığı altında yoğusur ve oluşan kondensin pH değeri (asitlik derecesi) doğal gazda 3.5-4.5 arasında, sıvı yakıtta ise 2.5'a kadar değerler alır. Kazanlarda duman gazları, çığ sıcaklığı altındaki yüzeylerle temas etmemeli veya duman gazı sıcaklığı bu değerin altına inmemelidir. Aksi takdirde oluşan kondensin korozyon tehlikesi vardır. Çizelge 4.1'de yakıt cinsine bağlı olarak çığ noktası sıcaklık değerleri verilmiştir. Doğal gazda çığ noktası sıcaklığı daha yüksektir. Dolayısı ile su sıcaklıklarını ve yüzey sıcaklıklarını 55 C altına indirmek mümkün değildir. Ancak hava fazlalık katsayısını artırarak (yani CO2 değerini azaltarak) daha düşük su sıcaklıklarına inilebilir. Ancak bu da baca kaybını artıracığı için yararsızdır. Halbuki su sıcaklığı ne kadar düşük olursa ve duman gazları ne kadar fazla

soğutulabilirse, kazan verimi aynı oranda yükselecektir. Modern kazanlarda amaç kazan su (gidiş) sıcaklığını ve buna bağlı olarak da dönüş sıcaklığını düşürmek ve kazan verimini yükseltmek; buna karşılık kazanda yoğuşma olmamasını sağlamaktır. Bunu yaparken hava fazlalık katsayıları optimum değerde tutulmaya devam edilecektir. Düşük sıcaklık kazanlarında bu, kazan konstrüksiyonunda alman önlemlerle gerçekleştirilmektedir.

4.2 Düşük Sıcaklık Kazanları (DSK)

Sıvı yakıtlı düşük sıcaklık kazanları günümüzde her güçte rakipsidir. Gaz yakıt kullanıldığında ise yoğuşmalı tip kazanlarla belirli kapasite aralığında rekabet etmek durumundadır. Doğal gazda atmosferik düşük sıcaklık kazanları sessiz çalışması, düşük emisyon değerleri ve yüksek kullanma verimi ile önemli bir avantaj sağlamaktadır.

4.2.1 Konstrüktif Önlemler

Bu kazanlarda düşük su sıcaklıklarına rağmen zararlı yoğuşma olmaması için öncelikle, düşük sıcaklıktaki dönüş suyu en yüksek sıcaklıktaki gazla karşılaşmalıdır. Bu nedenle düşük sıcaklık kazanlarında gazla suyun aynı yönlü paralel akışı prensibi uygulanır. Yüksek gaz sıcaklığına bağlı olarak, soğuk cidarla temas eden ve sıcaklığı yoğuşma sıcaklığı altında kalan film tabakası kalınlığı çok küçüktür. Isıtma yüzeylerinin sonuna doğru gaz kütlesi sıcaklığı düşerken su ve buna bağlı olarak cidar sıcaklığı yükseldiğinden, film tabakası kalınlığı yine küçük kalır ve artmaz.

Termostream prensibinde ise bu aynı yönlü akışa ilaveten, sıcak çıkış suyu, soğuk giriş suyuyla karıştırılarak, girişteki su sıcaklığı yükseltilir. Böylece çok daha düşük dönüş suyu sıcaklıklarında çalışmak mümkün olabilmektedir. Ayrıca bu çalışma şekliyle kazandaki olası kavrulma olayını engelleyebilmek için dönüş su debisi ve sıcaklığında kısıtlamaya gerek yoktur.

4.3 Yoğuşmalı Kazanlar (YK)

Yoğuşmalı tip kazanlarda baca gazları içindeki su buharının yoğuşturulması sonucu yanına ürünlerinin (duman gazlarının } gizli ısısından da (yoğuşma sonucu ortaya çıkan ısı) kısmen yararlanabilmektedir. Bu nedenle kazan verimi klasik şekilde yakıtın alt ısı değerine göre tanımlanacak olursa verim değeri teorik olarak %100' ün üzerinde olabilmektedir. Bu nedenle teorik olarak elde edilebilecek maksimum verim değeri ,

yakıtın üst ve alt ısı değerleri arasındaki oranla belirlidir. Bu tip kazanlarda bu teorik maksimum verim kazanda, tam yoğuşma yapılabilmesi ve yakıtın alt ısı değerinin tümünün kayıpsız olarak suya geçirilebilmesi halinde %109 verime ulaşabilecektir.

Bundan da anlaşılacağı gibi yoğuşmalı kazanların maksimum verim değerleri kullanılan yakıtın alt ve üst ısı değerlerinin oranına, dolayısıyla kullanılan yakıt değerine bağlıdır. Yakıt cinsine göre yoğuşmalı kazanlarda elde edilebilecek maksimum verim değerleri çizelge 4.1 'de belirtilmiştir.

Aynı tabloda teorik bir yanma sonucunda oluşan duman gazları içindeki su buharının yoğuşma sıcaklıkları da verilmiştir. Görüldüğü gibi yoğuşma sıcaklıkları yakıt cinsine bağlıdır. Yoğuşmalı kazanlarda duman içindeki su buharını yoğuşturabilmek için gazların temas ettiği yüzeylerin sıcaklıkları, bu yoğuşma sıcaklığı değerinin altında olmalıdır. Aksi halde yoğuşma olmaz. Aşağıda duvar tipi bir yoğuşmalı kazanın eşanjör kesiti gösterilmiştir. Aksi halde bir yoğuşma olmaz. Örneğin 90-70 C çalışan bir sıcak su kazanı yoğuşmalı kazan olarak çalıştırılmaz.

Çizelge 4.1 Çeşitli yakıtların üst ısı değer / alt ısı değer oranı

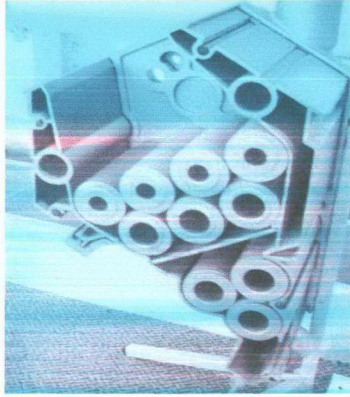
YAKIT ÖZELLİKLERİ	YAKIT				
	Doğal Gaz	Doğal Gaz	Propan	Bütan	Sıvı Yakıt
Üst Isıl Değer Ho	10,30 kWh/m ³	12,18 kWh/m ³	28,11 kWh/m ³	37,17 kWh/m ³	12,61 kWh/m ³
Alt Isıl Değer Hu	9,30 kWh/m ³	11,02 kWh/m ³	25,85 kWh/m ³	34,32 kWh/m ³	11,80 kWh/m ³
Oran Ho/Hu	1,11	1,11	1,09	1,08	1,06
Baca Gazı Çiğ Noktası Sıcaklığı	56 °C	56 °C	53 °C	52 °C	47 °C

Böyle bir kazan, ancak kısmi yüklerde, kazan su dönüş sıcaklığı yoğuşma sıcaklığının (örneğin doğal gaz için 56°C) altına düştüğünde , yoğuşmalı olarak çalışmaya başlayabilecektir.

O halde yoğuşmalı tip kazanların etkin bir biçimde kullanılabilmesi için , su sıcaklıkları yoğuşma sıcaklıklarının (çığ nokta sıcaklıklarının) çok daha altında olmalıdır. Buna yardımcı olabilmek için ısı geçiş yüzeyleri ters akışlı olarak düzenlenir. Duman gazları en soğuk oldukları yerde , en soğuk su ile karşılaşır. Böylece mevcut şartlar içinde en fazla yoğuşmanın olması sağlanır. Uygulamada karşılaşılan değerler, duman gazları sıcaklığının ortalama olarak dönüş suyu sıcaklığından 5 °C daha yüksek olduğu şeklindedir.

Isı geçiş yüzeylerinde çığ noktası altına inebilmek için sistem tasarımında mümkün olduğunca düşük kazan dönüş suyu sıcaklıkları hedeflenmelidir. Bunun yanı sıra ısıtma su devrelerinin hidrolik olarak iyi dengelenmesi ve bütün devrelerde eşit soğuma elde edilmesi diğer bir ana hedefdir.

Kazanlarda duman gazlarının yoğuşması sonucu ortaya çıkan kondens korozif olduğundan, kazan ısıtma yüzeylerinin normal çelik malzemelerden yapılması mümkün değildir. Mutlaka korozyona dayanıklı özel alaşımlar (magnezyum - alüminyum -silisyum alaşımı, vb) veya özel tip paslanmaz çelik malzemelerin kullanılması gerekir ve bu nedenle kazanın satınalma fiyatı artar. Sonuçta yoğuşmalı kazanlar yüksek işletme verimli, buna karşılık pahalı kazanlar olarak bilinir. Yoğuşmalı kazanların ucuzlatılması için, bazı çözümler geliştirilmiştir. Bunlardan biri, kazanın tamamının özel malzemeden yapılması yerine, özel malzemeden yapılmış yoğuşmalı ekonomizörlerin kullanılması çözümdür. Özellikle büyük kazanlarda bu çözüm daha çok uygulanır. Küçük kapasitelerde ise, kazanın tamamının özel malzemeden yapılması gereklidir. Ancak yoğuşmalı kazanlar yüksek işletme verimleri ve düşük yakıt tüketimleri ile satınalma bedelindeki farkı çok kısa sürede amorti ederek, çok avantajlı hale gelmektedir.



Şekil 4.1 Magnezyum – Alüminyum – Silisyum alaşımından yapılmış duvar tipi yoğuşmalı kazan eşanjör kesiti

Yoğuşma özelliğinden daha fazla yararlanabilmek için yoğuşmalı kazanlarda oransal (modülasyonlu) brülör kullanılması büyük yarar sağlar. 1500 kW ve üzeri kapasitedeki tüm kazanlarda oransal brülör kullanımı zaten gereklidir. Yüksek kaliteli yoğuşmalı kazanlarda modülasyonlu brülör kullanıldığında, tam yoğuşmadan daha uzun süre yararlanır, yıllık verim artar, yakıt tüketimi azalır.

Yoğuşmalı kazan verimini yükseltmek ve yoğuşmadan tamamen yararlanmak için, doğal gaz kazanlarında duman gazlarını çığ noktası sıcaklığının altına kadar soğutmak gerekir. Tam yoğuşma halinde doğal gaz kazanlarında %109 ısı verim değerine kadar çıkılabilir. Duman gazlarını bu sıcaklığın altına kadar soğutabilmek, ısıtma sisteminde kullanılan sıcak su sıcaklıklarına bağlıdır. Klasik 90/70 °C kalorifer sistemlerinde tam yükte duman gazlarını kısmen bile yoğuşturmak mümkün değildir. Ancak kısmi yüklerde kısmen yoğuşma sağlanabilir. Buna karşılık bu gün Avrupa'da kullanılan radyatörlü sıcak sulu ısıtma sistemlerinde 75/60 °C tercih edilmektedir. Bu sistemlerde özellikle kısmi yüklerde önemli mertebede yoğuşma elde edilir. Yoğuşmalı kazanlarda en yüksek verimler döşemenin ısıtma uygulamalarında elde edilir. Bu uygulamalarda kısmi yüklerde teorik %109 ısı verimlerine ulaşabilmektedir.

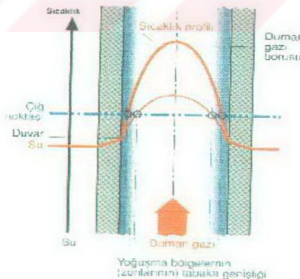
Yukarıda da belirttiğimiz gibi, ısıtma sistemlerinde kullanılan radyatör, vb ısıtıcılar, Türkiye'de kullanılan ısı kaybı hesaplarıyla seçiliyor. Bu nedenle ısıtma sistemleri en soğuk havalarda dahi genellikle 65/50°C şartlarında çalışarak tam yoğuşma imkanı yeterince sağlamaktadır. Bu sistemlerde özellikle

kısmi yüklerde önemli mertebede yoğuşma elde edilir. Yoğuşmalı kazanlarda en yüksek verimler, düşük sıcaklıkta su ile ısıtma nedeniyle döşmeden ısıtma ve fan-coil uygulamalarında elde edilir.

Kazandan en yüksek verimin alınması için en düşük sıcaklıklardaki geri dönüşler yoğuşma ünitesinden geçirilmelidir. Buna ek olarak çift kazanlı uygulamalar yapılabilir. Kazanlardan birisi yoğuşmalı kazandır. Bu kazan kısmi yüklerde tek başına çalışırken, tam yükte ikinci kazan ile birlikte çalışmaktadır.

Yoğuşmalı kazanların sağladıkları verim avantajına karşılık, pahalı olmaları çoğu zaman kazan ve sistem seçiminde kararsızlıklara neden olmaktadır. Yoğuşmalı kazanların modern yüksek verimli düşük sıcaklık kazanlarına göre sağladıkları yakıt avantajı ve buna karşılık fazladan yapılması gerekli yatırım boyutu değerlendirilmelidir. Bu makalede İstanbul için üretilen iklim verilerinden ve yakıt sarfiyatının hesabı için kullanılan "Bin" yönteminden yararlanılarak, aynı yapıda farklı kazanların kullanılması halindeki ekonomiklik hesabı yapılmıştır. Aradaki yıllık yakıt gideri farklılıkları bulunmuştur. Bu farklılıklar %15 mertebelerine kadar ulaşabilmektedir.

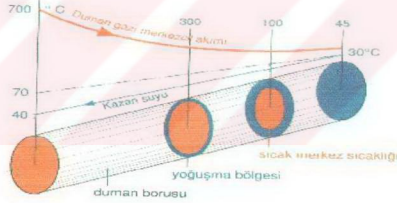
Yoğuşmalı kazanlar bugün hemen hemen bütün güç aralıklarında üflemeli brülörlü gaz yakıtlı kazan şeklinde sunulmaktadır. İst.Sis.Yön. yoğuşmalı kazanlar için CE- işaretini ile ilgili şartların dışında başka bir şart koşturmamaktadır. Böylelikle düşük sıcaklık kazanları için geçerli olan değişken brülör gücü veya çok kazanlı sistem uygulaması da ortamdandır kalkmaktadır. Kazan gücü, düşük sıcaklık kazanlarında olduğu gibi binanın net ısı ihtiyacından bağımsız olarak belirlenebilir.



Şekil 4.2 Yoğuşma olan duman gazı borusu kesiti

Yoğuşmalı kazanlarda önemli olan tam bir yoğuşma için mümkün olduğunca uygun şartların sağlanmasıdır. Duman gazı kesitindeki sıcaklığın seyir şekli ve bunun çığ noktası doğrusuna olan konumu belirleyicidir. Şekil 4.2 çığ noktasının altında bulunan bir duvar yüzey sıcaklığında (yaklaşık su sıcaklığına karşılık gelmektedir) kondens miktarının merkezdeki akım sıcaklığı tarafından belirlendiğini göstermektedir. İyi yoğuşmalı kazanlarda bu nedenle duman gazı yolunun sonunda kazan suyu ile duman gazı arasında sadece bir kaç Kelvin'lik sıcaklık farkı mevcuttur. Buna yüksek etkenliğe sahip, özel olarak yoğuşma şartlarına uygun olan ısıtma yüzeyi konstrüksiyonlan ve kısmi yük bölgesine mümkün olduğunca giren değişken bir brülör ile ulaşılmaktadır. En düşük merkezdeki akım sıcaklığına doğal olarak duman gazı yolunun sonunda ulaşılmaktadır. Mümkün olduğunca efektif bir yoğuşma elde edilebilmesi için en düşük su sıcaklığının da burada bulunması gerekmektedir.

Düşük sıcaklık kazanlarının (bu kazanlarda aynı yönlü paralel akım prensibi konstrüktif esası oluşturmaktadır) aksine YK'larda duman gazı ve kazan suyu için ters yönlü paralel akım söz konusudur. Şekil 4.3'de mavi ile gösterilen boru kesitleri yoğuşma bölgesinin (zonunun) tabaka kalınlığı, kırmızı ile gösterilen ise çığ noktası üzerinde bulunan merkezdeki gaz akım bölgesi ile ilgilidir .



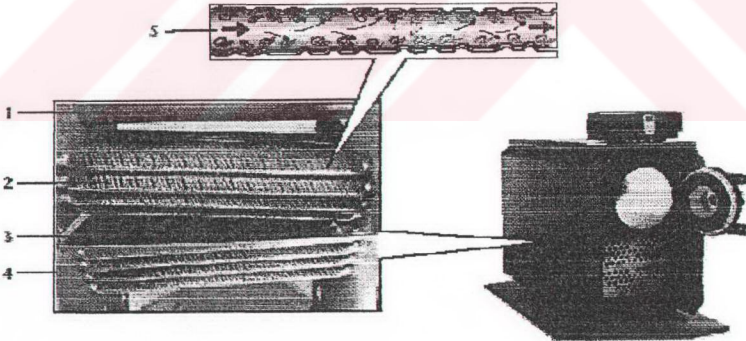
Şekil 4.3 Duman gazı ve kazan suyunun zıt yönlü paralel akımı

40°C'lik bir gidiş suyu sıcaklığında dahi (yani çığ noktasının oldukça altında) duman gazı yolunun ön kısmında pratik olarak kayda değer bir yoğuşma meydana gelmemektedir, çünkü 300 ile 700°C arasındaki merkezdeki akım sıcaklığı sadece teorik olarak mevcut bir yoğuşma bölgesine (zonuna) müsaade etmektedir. Aynı şey 200 ile 300°C arasında merkezdeki akım sıcaklığına sahip olan duman gazı yolunun orta bölgesi için de geçerlidir. Asıl yoğuşma duman gazı yolunun son %20 ile 25'inde başlamaktadır. Ancak burada gidiş suyu sıcaklığı kondens miktarı için pratik olarak bir rol oynamamaktadır. Burada çığ noktasının oldukça üzerine çıkılsa dahi, bunun duman gazı yolunun

sonundaki sıcaklık durumuna kayda değer bir etkisi olmamaktadır. Yoğuşmalı kazanın etkinliği dönüş suyu sıcaklığı tarafından belirlenmektedir. Buna karşılık gidiş suyu sıcaklığı sadece önemsiz bir rol oynamaktadır.

4.3.1 Daralan Kesitli Mikro Türbülanslı Duman Boruları

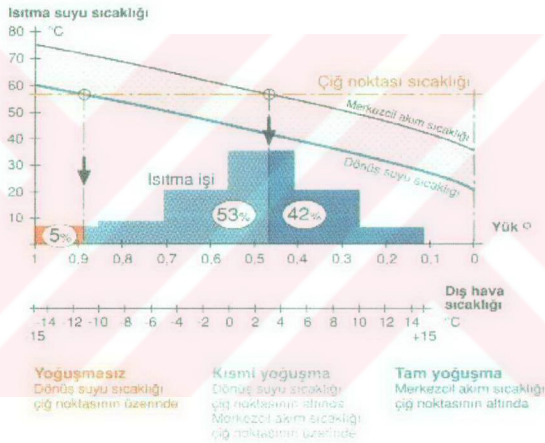
Yeni nesil daralan kesitli mikro türbülanslı duman boruları, baca gazı akışını engellemeyecek şekilde dizayn edilmiştir. Duman borularındaki daralma mikro türbülans oluştururken yoğuşma yüzeyini artırır. Mikro türbülanslar sürekli olarak boru yüzeyine yakın ve ana baca gazı akışının içinde ilerler. Böylelikle bütün baca gazı soğuk yüzeye temas halinde olduğundan yoğuşma enerjisinden daha fazla yararlanır. Daralan kesitli mikro türbülanslı duman borularında hız sabit olduğundan, düşük baca gazı sıcaklıklarında bile yüksek ısı transferi gerçekleşir. Uzun ve geniş ısı transfer yüzeyi ile kazan su hacminin büyük olması sayesinde, kazan içerisinde kireç oluşumu ve ısıl gerilmeler engellenmiş olur. Mikro türbülanslı daralan kesitli duman borularının konstruksiyonu gereği, yoğuşma suyu sürekli olarak yukarıdan aşağıya, kazanın baca çıkışına doğru akar. Yoğuşma suyunun tekrar buharlaşması veya boruların pislikten tıkanma ihtimali olmadığından herhangi bir bakım ve servis ihtiyacı yoktur.



Şekil 4.4 Buderus Logano plus SB615 yoğuşmalı kazanların daralan kesitli mikro türbülanslı duman boruları ve yoğuşma yüzey yapısı

1. yanma odası
2. üst daralan kesitli mikro türbülanslı duman boruları
3. su plakası
4. alt daralan kesitli mikro türbülanslı duman boruları
5. daralan kesitli mikro türbülanslı duman borularındaki şematik baca gazı akışı

Bir yoğuşmalı kazanın değişken sıcaklık ile işletilmesi halinde, dönüş suyu sıcaklık eğrisi üzerinde belirleyici işletme büyüklüğü olarak üç karakteristik dönem (tam yoğuşma, kısmi yoğuşma ve yoğuşmasız) tariflenebilir. Bu dönemler ısı ihtiyaç değerleri ile ilgili yüzdelere birlikte belirlenebilmektedir. Şekil 4.5, konutlarda çok sık karşılaşılan 60°C'lik norm dönüş suyu sıcaklığı için Almanya şartlarında üç karakteristik dönemin yıllık gerçekleşme yüzdeleri vermektedir. Merkezdeki akım sıcaklığı Şekil 4.5'de 15K'lık mesafe ile dönüş suyu sıcaklığına paralel olarak çizilmiştir. Kısmi yükte azaltılan bir brülör gücü çok etkilidir, çünkü bununla merkezdeki akım sıcaklığı düşürülmekte ve tam yoğuşmalı işletme dönemi genişletilmektedir.

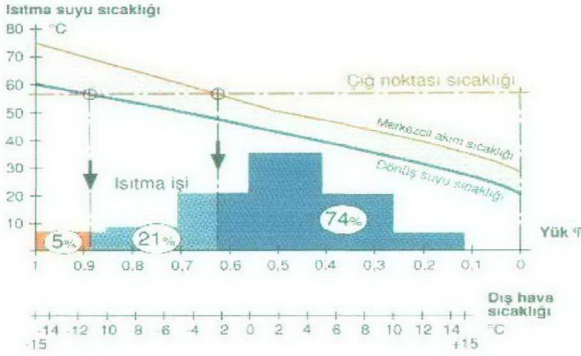


Şekil 4.5 Tek kademeli brülörlerde yoğuşmasız durumdaki, kısmi ve tam yoğuşmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri

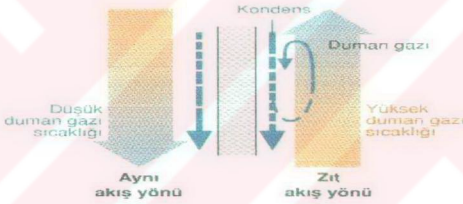
Şekil 4.6'da brülör gücü 0°C'lik dış hava sıcaklığında anma ısı gücünün %50'si-ne düşmüştür. Çiğ noktası ile merkezdeki akım sıcaklığının kesişme noktası sola kaymakta ve tam yoğuşma ile sağlanan ısı miktarı %74'e yükselmektedir. Bu şartlar altında yaklaşık olarak %105 değerindeki norm kullanma ısı verimine ulaşılmaktadır. Kullanma ısı verimleri Almanya'da geleneksel olarak yakıtın alt ısı değerine göre belirlendiğinden Yoğuşmalı kazanlarda %100'ün üzerinde değerler görülebilmektedir.

Böylece alt ısı değeri bugün artık uygun bir ölçek sunmadığı anlaşılmaktadır. Kullanma ısı veriminin yakıtın üst ısı değeri ile ilişkilendirilmesi, duruma açıklık kazandırmaktadır. Ayrıca yağışmalı olmayan kazanların fiili kayıp büyüklükleri de ortaya çıkmaktadır. Ölçekler arasındaki dönüşüm büyüklüğü H_o/H_u oranıdır. Doğal gaz için yaklaşık olarak $9,8 \text{ kWh} / 8,8 \text{ kWh} = 1,114$ geçerlidir.

Doğal olarak yağışmalı kazanlarda söz konusu olan husus kondens oluşumunun en iyi şekilde teşvik edilmesidir. Yoğuşma ile ilgili temel şartların yanı sıra bir dizi konstrüktif teknik detayın büyük bir önemi vardır, bunlar öncelikle damla yoğuşmasını teşvik etme ve birikintileri ve film oluşumlarını önleme amacına hizmet etmektedir. Diğer bir amaç da doğal olarak korozyon emniyetidir, bu, korozyona dayanıklı uygun malzemelerin kullanılması ile sağlanmaktadır. Gaz yakıt yakılmasında belirli alüminyum alaşımları ve paslanmaz çelikler pratik olarak kabul görmüştür. Damla yoğuşması ile ısı transferinin en etkin şekline ulaşılmaktadır. Buradaki ısı transferi film yoğuşmasındakinden 10 kat daha büyüktür ve buna göre yağışmalı kazanın kullanma ısı verimi, yapısal büyüklüğü ve yatırım maliyetleri üzerine doğrudan etkiler oluşmaktadır. Film yoğuşması, birbiriyle ilişkili büyük ve iyi ısıtılabilen yüzeyler tarafından teşvik edilmektedir. Eğer kondens akışı engellenirse, ısı transferini engelleyen ilave kondens birikintileri oluşmaktadır. Tüm bunlara göre yoğuşma yüzeylerinin mümkün olduğunca düşey olarak yerleştirilmesinin gerektiği anlaşılmaktadır. Ayrıca kondens duman gazı ile aynı yönde akması zorundadır. Her iki ortamın (akışkanının) zıt yönlü olarak akması durumunda, oluşturulan kondensin bir kısmı yüksek sıcaklığa sahip duman gazları ile temas sonucunda yeniden buharlaşır ve bundan enerji kazancı olarak faydalanılamaz.



Şekil 4.6 Oransal brülörde yağışsız durumdaki, kısmi ve tam yağışmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri



Şekil 4.7 Duman gazı ile kondensin aynı akış yönüne sahip olması kondens kazancını iyileştirmektedir

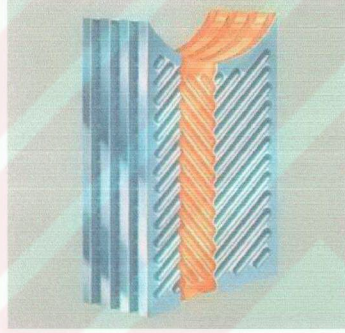
4.3.2 Çapraz Geçişli Isıtma Yüzeyleri

Bu yüzeyler yüksek alaşımli, korozyona dayanıklı paslanmaz çelikten (krom-nikel-molibden alaşımli) imal edilmiştir. Paslanmaz çelik asidik kondense dayanıklı olup yüksek işletme emniyeti ve uzun ömür sağlamaktadır.

Çapraz ısıtma yüzeyleri, duman gazı akımını etkili bir şekilde türbülanslı hale getiren, çapraz geçişli preslenmiş parçalardan oluşan, büyük, yüksek etkenlikte yağışmalı eşanjör yüzeyleridir.

Tüm duman gazı molekülleri ısıtma yüzeyine temas etmektedir. Bunların sıcaklığı, dönüş suyu sıcaklığına bağlı olarak 58°C'lik su buharı yoğunlaşma sıcaklığının altında bulunmaktadır. Duman gazlarındaki su buharı, ısıtma yüzeylerinde etkili bir şekilde yoğunlaşmakta ve burada açığa çıkan ısı ilave ısıtma enerjisi olarak kazan suyuna verilmektedir.

Çapraz ısıtma yüzeyleri ısıyı yüksek etkenlikte kazan suyuna geçirmektedir; burada baca gazı sıcaklığı dönüş suyu sıcaklığının sadece 10 K üzerinde olduğundan, baca gazı kayıpları tüm ısıtma sezonunda (periyodunda), tüm işletme şartlarında, oldukça düşük kalmaktadır. Etkin yoğunlaşma ve düşük baca gazı sıcaklıkları ile, ısıtma sistemi sıcaklığına bağlı olarak % 109'a varan, doğalgazın alt ısı değerine (HJ göre norm kullanma ısı verimleri elde edilmektedir. 75/60°C'ye göre dizayn edilmiş konvansiyonel bir ısı dağıtım sisteminde norm kullanma ısı verimi %106'ya kadar olmaktadır. Senelik ısıtma enerjisi sarfiyatının yaklaşık olarak % 90'ı üst ısı değerden faydalanılarak karşılanabilmektedir.



Şekil 4.8 Çapraz Isıtma Yüzeyleri

Düşük sistem sıcaklıklarına sahip bir ısıtma sisteminin (Örneğin yerden ısıtma) yanında konvansiyonel mahal ısıtma yüzeylerinin (radyatör v.b.) kullanımında da Viessmann kondensasyon kazanlarının verimli olarak işletilmeleri mümkündür.

Çapraz ısıtma yüzeyleri düşey yerleştirilmiştir. Oluşan kondens engellenmeden duman gazı ile aynı yönde yukarıdan aşağı doğru akmaktadır. Kondensin tekrar buharlaşması ile oluşan konsantrasyon artışı önlenmiştir. Oluşan kondens ısıtma yüzeylerini yıkayarak temiz tutmaktadır. Kendiliğinden oluşan bu temizleme özelliği düşük bir bakım harcaması gerektirmekte, kondensin kuruması ile meydana gelen fonksiyon bozukluklarını önlemektedir.

Almanya' daki yeni yönetmeliklerde radyatörlü sistemlerde optimum sistem dizayn sıcaklığı 55/45 °C olarak verilmektedir. Bu yeni yönetmeliklerde amaç duman gazlarının üst ısıtma değerinden yararlanmak olduğu kadar , aynı zamanda konforlu bir ısıtma sağlamaktır. Yine Almanya' daki yönetmeliklere göre uygun radyatörlü sistem dizayn sıcaklığı 70/50 °C olarak tarif edilmektedir. Bu durumda maliyet/fayda ilişkisi optimum değerdedir. Eski yapıların modernizasyonunda ve kazan dönüşümlerinde yapının ısıtma yalıtımı yoluyla su dönüş sıcaklıklarının düşürülmesi imkanları aranmalıdır. Böylece eski yapılarda mevcut ısıtma tesisatında da modern yağışmalı tip kazanları kullanmak mümkün olabilecektir.

Çizelge 4.2 'de İstanbul Göztepe İstasyonu için üretilen bin değerleri verilmiştir. Bin (Sıcaklık aralığı) yöntemi ile dış hava sıcaklıklarının belirli sıcaklık aralıklarında yılda kaç saat meydana geldiği belirlenir. Türkiye iklim verileri projesinden İstanbul Göztepe istasyonu için üretilen bin değerleri alınarak kullanılmıştır.

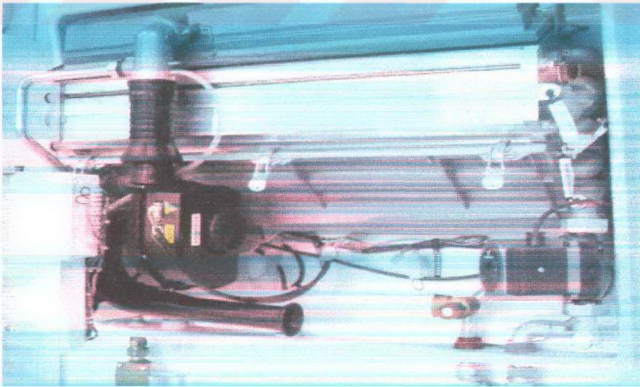
Çizelgede görüldüğü gibi hesap değeri için baz alınan İstanbul için en düşük sıcaklık değeri olan -3 °C yılda sadece 3 saat sürmüştür. Radyatör su sıcaklığının düştüğü kısmi yükler ise kazan çalışma süresinin çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İşte bu sürelerde Şekil 3.5 'de görüldüğü gibi duman sıcaklığı, çığ noktası sıcaklığı altına düştüğü için yağışma olmaktadır. Kısmi yüklerde çalışma halinde, dış sıcaklığa ve ısıtma eğrisinin ayarına göre, ısıtma gidış ve buna bağlı olarak da dönüş suyu sıcaklığı daha düşük olmaktadır. Bu durumda,sonradan örnekte de görüleceği gibi, tam yükteki kazan dönüş suyu sıcaklığı su buharı çığ noktası sıcaklığından daha yüksek olan ,75-60 °C (hatta 90-70 °C) olan sistemlerde dahi kısmi yüklerde yağışma olmaktadır.

Çizelge 4.2 : 1999 yılında İstanbul Göztepe İstasyonu için bulunan bin değerleri

Tbin.ort. °C	Zaman Uzunluğu Saat
17	216
15	516
13	819
11	957
9	1185
7	1380
5	993
3	594
1	166
-1	32
-3	3

4.4. Yoğuşmalı Kazan Tipleri

Yoğuşmalı kazanlar kapasitelerine göre yer ve duvar tipi olarak ikiye ayrılır. Duvar tipi kazanlar tek başlarına 24 kW ile 60 kW arasındaki kapasitelerde bulunmakta, bu kazanların kaskad (seri) kullanımı ile de 480 kW kapasiteye erişilmektedir. Şekil-4.2 ve Şekil-4.3 'de sırasıyla duvar tipi yoğuşmalı kazan ve toplam 149 kW kapasitede üç kazanlı kaskad sistem görülmektedir. Yer tipi kazanların kapasiteleri ise daha yüksektir. Kapasite aralığı 50 kW 'dan 9000 kW 'a kadar değişmektedir. Yer tipi kazanlar da aynı duvar tipi kazanlar gibi kaskad kullanılabilir. Bu şekilde 3 kazan kaskad bağlanabilmekte , toplam kapasite ise 18000 kW' a ulaşabilmektedir.



Şekil 4.9 60 kW kapasitede duvar tipi yoğuşmalı kazan

5. ISITMA SİSTEMLERİ YÖNETMELİĞİ

Büyük ısıtma sistemlerinin yüksek enerji tasarrufu potansiyeli Isıtma Sistemleri Yönetmeliği'nde de dikkate alınmaktadır. Mayıs 1998 tarihli ve halen geçerli olan baskısında büyük sistemler için aşağıdaki önlemlerin alınması istenmektedir:

- Anma ısı gücü 70 kW'ın üzerinde olan merkezi ısıtma sistemleri, gücü kademeli veya modülasyonlu olarak ayarlanabilen brülörlerle veya birden fazla kazanla donatılmalıdır. Bu şart kondensasyon kazanları ve katı yakıt kullanan kazanlar için geçerli değildir (§4, Fıkra 3).

- Çok kazanlı merkezi ısıtma sistemleri, işletmede olmayan kazanların durma kayıplarını önlemek için su tarafı otomatik kapama tertibatları ile donatılmalıdır. Buhar kazanları ve katı yakıt kullanan kazanlar için manuel mekanizmalı kapatma tertibatları yeterlidir (§5, Fıkra 1).

-Anma ısı gücü 50 kV'ın itibaren olan merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılan sirkülasyon pompaları, çekilen elektriksel gücü işletme şartlarına bağlı debi gereksinimine göre kendiliğinden ve en az 3 kademede ayarlanabilir şekilde donatılmalıdır (kazanın emniyet tekniği talepleri müsaade ettiği ölçülerde) (§7, Fıkra 4).

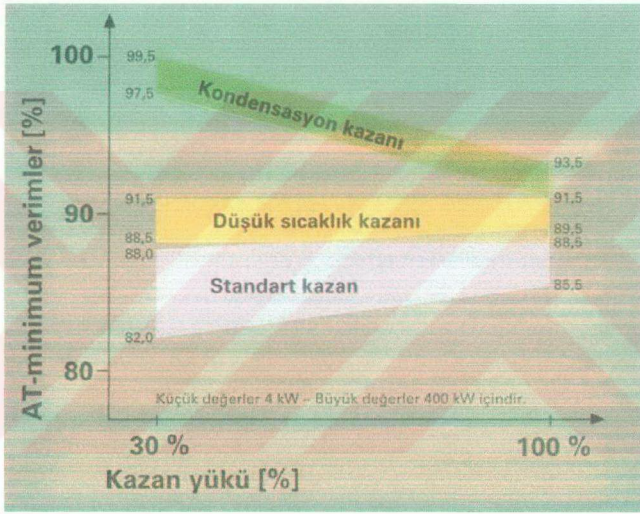
-Apartmanlarda veya oturma amaçlı kullanılmayan binalarda bulunan ve anma ısı gücü 50 kV'ın fazla olan sistemler işletme süresi içerisinde en az altı ayda bir kontrol edilmelidir (§9, Fıkra 2). Bu kontrollerde en azından merkezi kontrol tertibatlarındaki kumanda ve ayar işlemlerinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir, örn. istenen değer verilerinin kontrolü ve ayarlanması.

5.1 AT-Verim Direktifi

Avrupa Birliği'nin en önemli politik hedeflerinden biri de enerji tasarrufudur. Bu hedefe ulaşmak için Kazan veya Verim Direktifi (Komisyon Direktifi 92/42/EWG) yürürlüğe girmiştir. Bu direktif kazan tiplerini tanımlamakta ve enerjiden faydalanma ile ilgili minimum şartları belirlemektedir (minimum verim değerleri). Bu direktif 400 kW'a kadar kazanlar için geçerlidir.

Standart, düşük sıcaklık ve kondensasyon kazanları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Standart kazan, ortalama işletme sıcaklığı, özellikleri nedeniyle sınırlanmış olabilir kazandır. Bu kazanlar enerjiden faydalanma konusunda sadece istenen minimum şartları yerine getirmektedir.
- Düşük sıcaklık kazanları (DS-Kazanları), sürekli olarak 35 ile 40 °C arasındaki dönüş suyu sıcaklığı ile işletilebilen ve belirli şartlar altında duman gazı içerisinde bulunan su buharının yoğuşabildiği kazanlara denir.
- Kondensasyon kazanları (KK-Kazanları), duman gazı içerisinde bulunan su buharının büyük bir kısmının yoğuşmasını sağlayacak biçimde tasarlanmış kazanlara denir.



Şekil 5.1 Anma Isı Gücünde ve Kısmi Yükteki (%30) AT-minimum Verimler

DS veya kondensasyon kazanının CE-İşareti alabilmesi için, anma gücünde ve kısmi yükte (% 30 yükte) istenen minimum verimleri sağlaması gerekmektedir.

% 100 yükteki verim değeri, kazanın anma ısı gücünde kesintisiz ve sürekli işletme durumunu karakterize etmesi nedeniyle, daha çok teorik bir değer niteliğindedir. Böyle bir işletme durumu, sadece yılda birkaç gün (en soğuk dış hava sıcaklığı) için geçerlidir ve verim değerlendirilmesi için belirleyici değildir.

Buna karşılık % 30 yükteki (kısmi yük) verim değeri ise, bir kazanın çalışma ve durma süreçleri de dahil, tipik işletme davranışını dikkate alan bir değerdir ve bu nedenle daha uygun bir karşılaştırma ölçüsüdür. Burada ısı miktarları birbirleriyle karşılaştırıldığından, "verim" kavramı aslında tam doğru olmamaktadır. Tam olarak ifade edilmek istenirse, "kullanma verimi" kavramı daha doğru olur. DİN 4702-8'e göre ölçülen norm kullanma ısı verimi, yaklaşık olarak % 30 yükteki AT-Verimi'ne eşittir.

5.2 Norm Kullanma Isıl Verimi

Günümüzde kazan sistemlerinin enerjiden faydalanma derecelerini kanıtlamak için birçok karşılaştırma tanım sayısı kullanılmaktadır. Ancak enerjiden faydalanmayı irdelemede, tanım sayısı olarak norm kullanma ısı veriminin seçilmesi en akılcı yöntemdir.

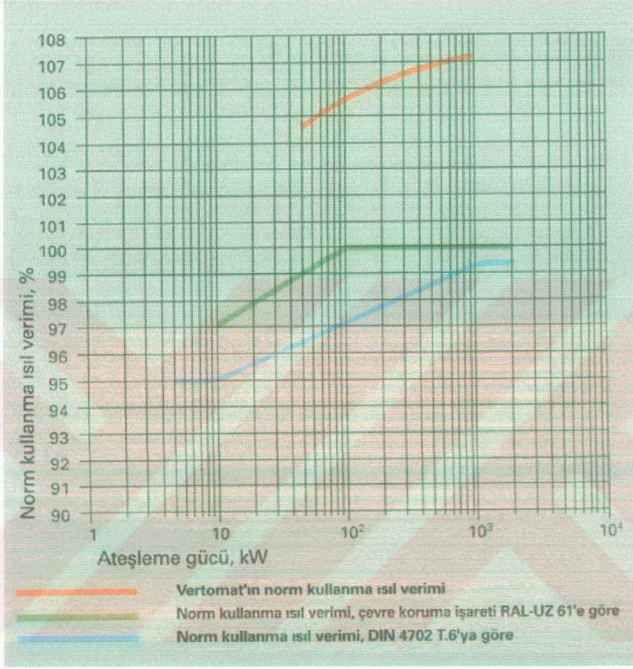
Norm kullanma ısı verimi tanıma göre bir yıl içinde, ısıtma sistemine verilen ısı miktarının kazana yakıt ile verilen ısı miktarına oranıdır. Norm kullanma ısı verimi, özgül kullanıcı davranışına bağlı olarak, özel bir ısıtma sisteminin enerjiden faydalanma derecesi hakkında bilgi vermektedir. Norm kullanma ısı veriminin belirlenmesindeki şartlar, sistem hakkındaki kesin bilgi ve kullanıcı davranışdır.

Çeşitli kazanları enerjiden faydalanmaları bakımından karşılaştırabilmek amacıyla norm kullanma ısı verimi, DIN 4702 T.8'e göre, tarif edilmiştir. Norm kullanma ısı verimi bir kazanın, özellikle kazan suyu sıcaklığı ve kazan yükü tarafından belirlenen, tüm kayıplarını (baca gazı kaybı, radyasyon ve durma kaybı) içermektedir.

Beş yük durumunda kısmi yük kullanma ısı verimleri ölçülmektedir. Her yük durumu için gidiş ve dönüş dizayn sıcaklıkları 75/60 °C ve 40/30°C olarak belirlenmiştir. Beş kısmi yük kullanma ısı verimi ile norm kullanma ısı verimi hesaplanmaktadır. Norm kullanma ısı verimi testi bir ısıtma sisteminin sene içindeki tipik işletme tarzına karşılık gelmektedir.

Bu karşılaştırma imkanı bu arada DİN 4702, T.6'daki ısıtma tekniği bakımından istenenlere ve çevre koruma işareti "Mavi Melek" verilme talimatlarına da kondensasyon kazanları için- dahil olmuştur. Aşağıdaki şekilde, 75/60°C dizayn sıcaklıkları için belirlenmiş minimum kullanma ısı verimlerini ve bununla karşılaştırma için ViessmannVertomat'ın DIN 4702 T.6'ya göre ölçülmüş değerlerini göstermektedir.

DIN'e göre; norm kullanma ısı verimi, 75/60 °C dizayn sıcaklıkları için 10 kW'lık bir ısı yükünde minimum % 99,5 olmalıdır. Viessmann kondensasyon kazanının daha yüksek olan norm kullanma ısı verimi, çapraz geçişli preslenmiş parçalardan oluşan düşey yerleştirilmiş, yüksek etkenlikteki çapraz ısıtma yüzeylerinin verimliliğini göstermektedir.



Şekil 5.2 Norm Kullanma Isıl Verimi, 75/60 C'lik ısıtma sistemi sıcaklıklarında

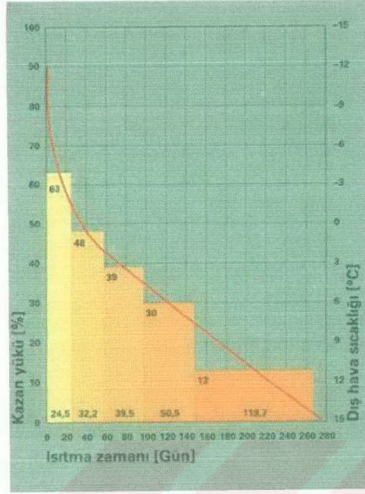
DIN 4702-8'deki ölçme yönteminde kısmi yükteki kullanma verimleri, standart bir test programı temel alınarak, önceden belirlenmiş yük değerlerinde ölçülebilmektedir. Bu yöntemle ölçülen beş adet kısmi yük kullanma verimi değerlerinden de, norm kullanma ısı verimi hesaplanır. Böylece, farklı kazan tiplerinin birbirleriyle karşılaştırılabilmelerine olanak sağlayacak bir verim değeri tanımlanmış olmaktadır.

5.2.1 Norm Kullanma İst Veriminin Hesaplanması

Çizelge 5.1 'de kondensasyon kazanı Viessmann Vitocrossal 300 örnek alınarak, DIN 4702-8 tarafından belirlenmiş olan ısıtma devresi yükü ve ısı taşıyıcı akışkan sıcaklıkları verileri temel alınarak ölçülen kısmi yük kullanma verimlerinden, norm kullanma ısı veriminin nasıl hesaplanacağı gösterilmektedir. Şekil 5.3'de ayrıca, % 30 yükteki istenen minimum verimlere, modern düşük sıcaklık ve kondensasyon kazanlarının norm kullanma ısı verimleri de ilave edilmiştir. Bu değerlerin AT tarafından istenen minimum verimlerin oldukça üzerinde olduğu açıkça görülmektedir.

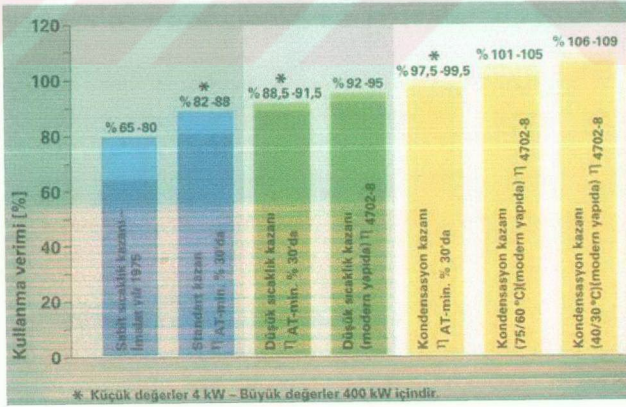
Çizelge 5.1 Gaz Yakıtlı Viessmann Vitocrossal 300 Yoğuşmalı Kazanının norm kullanma ısı veriminin hesaplanması

Bütünü ısıtma sıcaklığı 75/60 °C			
İstediğiniz devre yükü	Isı taşıyıcı akışkan sıcaklığı	Gerçek yük kullanma verimi	Hesap değeri
Yük (%)	$T_{\text{K}} / T_{\text{G}} [^{\circ}\text{C}]$	$\eta_{\text{K}} [\%]$	η_{NK}
13	27 / 26	109,5	0,000174
30	31 / 32	108,4	0,000225
39	32 / 33	107,2	0,000228
46	33 / 33	105,7	0,000461
63	35 / 35	103,0	0,000708
			0,000834
Norm kullanma ısı verimi			0,1082
		0,1174	0,04864



Şekil 5.2 DIN 4702-8'e Göre yük değişimi

Verim Direktifi'ne göre CE-İşareti verilmesi, gerçek enerji kullanımı hakkında tek başına bir fikir veremez. Burada belirleyici olan norm kullanma ısı verimlerinin karşılaştırılmasıdır. Verim Direktifi'nin geçerlilik alanına dahil olmayan 400 kW'm üzerindeki kazanlarda, 1. BImSchV (1. Ulusal Emisyon Koruma Talimatı) tarafından norm kullanma ısı veriminin minimum % 91 olması istenmektedir.

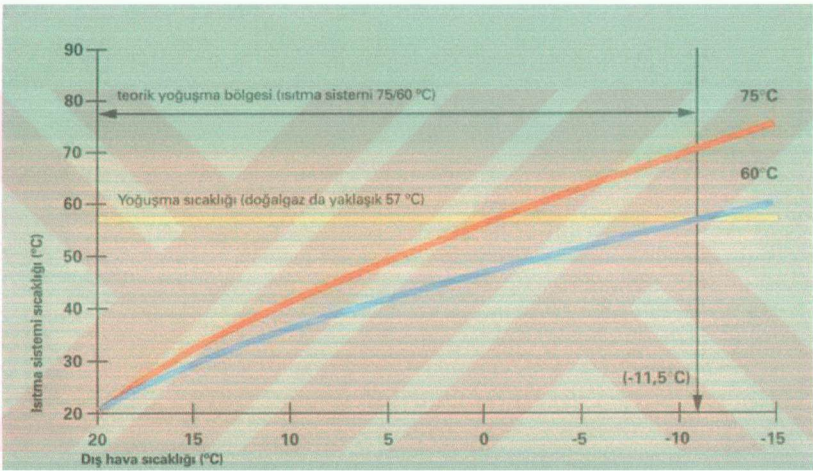


Şekil 5.3 Farklı Kazan Tiplerinin Kullanma Verimleri

6. DÖNÜSUYU SICAKLIĞINA BAĞLI OLARAK FARKLI SİSTEMLERİN VERİM ANALİZİ

Isıtma sistemi sıcaklıklarının, Viessmann kondensasyon kazanlarındaki üst ısı değerden efektif olarak faydalanmaya etkisi aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. 75/60 °C'lik bir ısıtma sistemi dizaynında, yaklaşık -10 °C'den daha yüksek dış hava sıcaklıklarında ısıtma dönüş suyu sıcaklığı su buharı yoğuşma (çiğ noktası) sıcaklığının altına düştüğünden, yoğuşma olacağı açıkça görülmektedir.

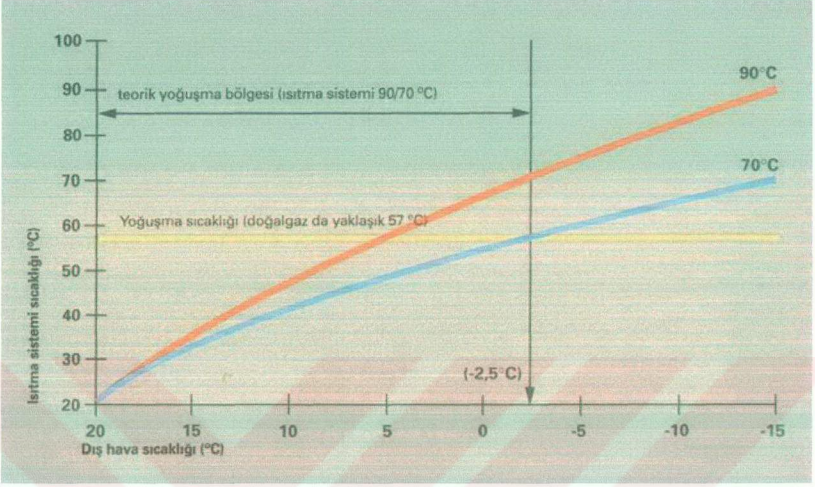
Şekil 6.1 75/60 °C'lik sistemde yoğuşma olayı



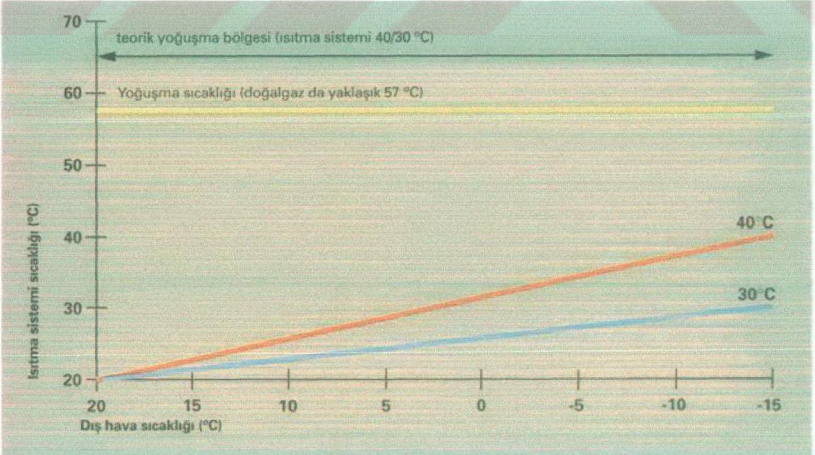
90/70 °C'ye göre dizayn edilmiş bir sistemde ise yoğuşma imkanı ancak dış hava sıcaklığının yaklaşık -2 °C'den daha yüksek olması durumunda mevcuttur.

İdeal şartlar, örneğin 40/30 °C'ye göre dizayn edilmiş büyük yüzeyli bir ısıtma sistemi tarafından oluşturulmaktadır. Bu durumda tüm sene boyunca yoğuşmalı işletme ve mümkün olan en yüksek kullanma ısı verimleri elde edilmektedir.

Şekil 6.2 90/70 °C'lik sistemde yoğuşma olayı



Şekil 6.3 40/30 °C'lik sistemde yoğuşma olayı



Sonuç olarak:

- Yüksek sıcaklıklar ile işletilmek zorunda olan sistemler de Viessmann kazanlarıyla sağlanan üst ısıl değerden faydalanma için uygundur. Bunların dönüş suyu sıcaklıkları geniş bir dış hava sıcaklık bölgesinde su buharı yoğuşma sıcaklığının altında bulunmaktadır.
- Isıtma dönüş suyu mümkün olduğunca düşük sıcaklıklarla kondensasyon kazanına doğrudan sokulabilmektedir. Dönüş suyu sıcaklığını yükselten önlemler uygulanmamalıdır.
- Kazan suyu, düşük sıcaklık kazanlarının aksine, kondensasyon kazanına duman gazları ile ters akım prensibi oluşturacak şekilde sokulmaktadır, yani ısıtma dönüş suyu, kondensasyon kazanına duman gazlarının çıktığı kısımdan girmektedir.

7. YILLIK YAKIT TÜKETİMİNİN HESABI

Yoğuşmalı kazan ekonomisini basitçe değerlendirebilmek için bu çalışmada bazı kabullerle ortalama değerlerden hareketle bir hesap yapılmıştır. Yakıt tüketimine etkiyen asıl olarak kazanın yıllık verimi olduğundan, öncelikle karşılaşılan çeşitli kazanlar için bu değerler belirlenmiştir. Bunun için dış sıcaklıkların belirli sıcaklık aralıklarında yılda kaç saat meydana geldiği belirlenmiştir. TTMD Türkiye iklim verileri projesinden yararlanılarak İstanbul Göztepe İstasyonu için karakteristik yıl seçilen 1988 yılı saatlik dış sıcaklık değerlerinden 15 Ekim ve 15 Mayıs arasındaki sıcaklıklar kullanılmıştır. 4 °C sıcaklık aralıkları kullanılarak, ısıtma mevsiminde -5 °C ile +15 °C arasında 5 sıcaklık aralığı belirlenmiştir. Her sıcaklık aralığı, ortasındaki sıcaklıkla temsil edilmektedir. Buna göre bu 5 sıcaklık aralığında dış sıcaklığın ısıtma mevsimi boyunca kaç saat tekrarladığı sayılmıştır. Bu veriler örnek hesap tablolarında görülebilir. Oda sıcaklığı ise 20°C kabul edilmiştir. Son olarak η_k söz konusu aralıktaki kazan ısı verimleri belirlenmiştir. Bu verim değerlerinin zaman ağırlıklı ortalaması alınarak yıllık ortalama verim değeri bulunmuştur, örnek olarak çelik yoğuşmaz düşük sıcaklık kazanı ile yoğuşmalı ekonomizörlü çelik sıcak su kazanı için yıllık ortalama verim değeri hesap Çizelge 7.1 ve 7.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1 İstanbul'da yoğuşmalı çelik kazanın 75/60 °C sistemde yıllık ortalama verim değeri.

Dış hava sıcaklık aralığı (°C)	İç-Dış hava sıcaklık farkı (°C)	Süre (h)	Isıtma ihtiyacının max. yüke oranı	Isıtma dönüş suyu sıcaklığı (°C)	Verim	Süre x verim=
15	7	1191	0,30	28	1,034	1231
9	11	1713	0,48	35	1,024	1754
5	15	1491	0,65	42	1	1491
1	19	288	0,83	51	0,98	282
-3	23	14	1,00	60	0,97	14
Toplam=		4697				4772
Yıllık Ort. Verim = 1,016						

Dış hava sıcaklık aralığı (°C)	İç-Dış hava sıcaklık farkı (C)	Süre (Saat)	Isıtma ihtiyacının max. yüke oranı	Isıtma dönüş suyu sıcaklığı (C)	Verim	Süre x verim=
15	7	1191	0,30	28	0,946	1127
9	11	1713	0,48	35	0,939	1609
5	15	1491	0,65	42	0,932	1390
1	19	288	0,83	51	0,926	267
-3	23	14	1,00	60	0,92	13
Toplam=		4697				4404
Yıllık Ort. Verim =						0,938

Çizelge 7.2. İstanbul' da yağuşmasız çelik kazanın 75/60 °C sistemde yıllık ortalama verim değeri

Doğal gazlı modern sıcak su kazanlarında dönüş suyu sıcaklığı sınırlaması yoktur. Modern düşük sıcaklık kazanlarında kısmi yüklerde verim azalmaz. Tam tersine hafifçe artar. Ancak çok düşük kısmi yüklerde verimde düşme başlar. Yoğuşmalı kazanlarda kısmi yüklerle gidildikçe verim hızla artmaktadır. Bu nedenle de yoğuşmalı kazanlarda mümkün olduğu kadar kısmi yükte çalışılmak istenir.

Her iki tip kazan için de kataloglarından kısmi yüklerdeki ısı verimlerini okumak mümkündür. Aynı firma ürünü olan farklı kapasitelerdeki yoğuşmalı ve yoğuşmasız kazan çiffleri ele alınarak bunlara ait verim değerleri kataloglarında verilen eğrilerden okunmuştur. Yüke bağlı değişen verim değerlerini hesap tablolarında görmek mümkündür.

7.1 Sıcaklık Aralığı (Bin) Yöntemi

Sistemin kısmi yüklerdeki davranışını ancak " Bin Yöntemi" ile göz önüne almak mümkündür. Bu yöntemde, dış sıcaklıkların belirli sıcaklık aralıklarında yılda kaç saat meydana geldiği belirlenir. Türkiye iklim verileri projesinden (1) İstanbul Göztepe istasyonu için üretilen bin-değerleri alınarak kullanılmıştır. Sıcaklık aralığı yöntemine göre yıllık yakıt tüketimini belirlemek için, önce her sıcaklık aralığındaki yakıt tüketimleri bulunur. B_{bin} ile gösterilecek bu değer aşağıdaki şekildedir.

$$B_{bin} = \rho_k \cdot (T_{iç} - T_{bin}) \cdot H_{bin} / (\eta_{bin} (T_{iç} - T_{dış}))$$

Bu ifadede $T_{i,c}$ iç hesap sıcaklığı, $T_{d,i}$ dış hesap sıcaklığı ve T_{bin} gözönüne alınan sıcaklık aralığının ortalama sıcaklık değeridir. Son olarak η_{bin} söz konusu aralıktaki kazan ısı verimidir.

Bu değer toplam kazan kapasitesi ile söz konusu sıcaklık aralığındaki ısı yük arasındaki oran (kısmi yük) kullanılarak, verimin kısmi yüke bağlı fonksiyonundan belirlenir. Her sıcaklık aralığındaki yakıt tüketim değerleri toplanarak yapının toplam yıllık yakıt tüketimi bulunur.

7.2 Örnek Hesap

Farklı yapılar ve bu yapılar için seçilen farklı tip eş kapasitede kazanların tükettikleri yakıt miktarları belirlenmiştir.

1. Bağımsız dört katlı ve kullanım alanı yaklaşık 1320 m² olan bir konut için, nominal gücü 60 kW civarında olacak şekilde iki farklı tip kazan seçilmiştir. Değerler Buderus kazanlar için geçerlidir.

a) İlk kazan döşeme tipi, 60 kW gücünde atmosferik GE234 tipi döküm kazandır. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Hesap tablosu Çizelge 7.3'de verilmiştir. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 19715 m³ değerindedir.

b) Aynı konut için 60 kW gücünde Logamax plus GB 112 duvar tipi yağışmalı kazan seçilmiştir. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 17288 m³ değerindedir.

c) Aynı konut için aynı Logamax plus GB 112 duvar tipi yağışmalı kazan seçilmiştir. 40/30 °C sıcak sulu döşmeden ısıtma sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Hesap tablosu Çizelge 7.5'de verilmiştir. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 16620 m³ değerindedir.

Görüldüğü gibi 75/60 çalışan modern bir düşük sıcaklık kazanında, a) 75/60 çalışan bir yağışmalı kazana göre yıllık yakıt tüketimi %14; b) 40/30 çalışan bir yağışmalı kazana göre ise yıllık yakıt tüketimi %19 daha fazla olmaktadır.

Çizelge 7.3. Döşeme tipi modern çelik kazan Logano GE 234; 60 kW ;75/60 C
sıcak sulu Isıtmada yıllık yakıt tüketimi

Tbin.ort	Ti-Tb,o	Zaman uzunluğu	qbin	Qbin	Kısmi yük	Verim	Yakıt tüketimi
C	C	h	W	Wh	-	-	m3
17	3	216	7012	1514532	0.11	0.918	165.0
15	5	516	11686	6030079	0.18	0.918	656.9
13	7	819	16361	1.3E+07	0.25	0.918	1459.6
11	9	957	21035	2E+07	0.32	0.918	2192.9
9	11	1185	25710	3E+07	0.39	0.918	3318.7
7	13	1380	30384	4.2E+07	0.46	0.918	4567.5
5	15	993	35059	3.5E+07	0.53	0.918	3792.3
3	17	594	39733	2.4E+07	0.60	0.918	2571.0
1	19	166	44408	7371655	0.67	0.918	803.0
-1	21	32	49082	1570625	0.74	0.918	171.1
-3	23	3	53757	161270	0.81	0.918	17.6
						Toplam=	19715

Çizelge 7.4. Duvar tipi yoğuşmalı kazan Logamax plus GB112; 60 kW ;75/60 C
sıcak sulu Isıtmada yıllık yakıt tüketimi

Tbin.ort	Ti-Tb,o	Zaman uzunluğu	qbin	Qbin	Kısmi yük	Verim	Yakıt tüketimi
C	C	h	W	Wh	-	-	m3
17	3	216	7012	1514532	0.11	1.07	141.5
15	5	516	11686	6030079	0.18	1.07	563.6
13	7	819	16361	1.3E+07	0.25	1.07	1252.3
11	9	957	21035	2E+07	0.32	1.07	1881.4
9	11	1185	25710	3E+07	0.39	1.06	2874.1
7	13	1380	30384	4.2E+07	0.46	1.05	3993.3
5	15	993	35059	3.5E+07	0.53	1.03	3379.9
3	17	594	39733	2.4E+07	0.60	1.025	2302.6
1	19	166	44408	7371655	0.67	1.015	726.3
-1	21	32	49082	1570625	0.74	1	157.1
-3	23	3	53757	161270	0.81	0.99	16.3
						Toplam=	17288

Çizelge 7.5. Duvar tipi yoğuşmalı kazan Logamax plus GB 112; 60 kW ;40/30 C sıcak sulu

Isıtmada yıllık yakıt tüketimi

Tbin.ort	Ti-Tb,o	Zaman uzunluğu	qbin	Qbin	Kısmi yük	Verim	Yakıt tüketimi
C	C	h	W	Wh	-	-	m3
17	3	216	7012	1514532	0,11	1,09	138,9
15	5	516	11686	6030079	0,18	1,09	553,2
13	7	819	16361	1.3E+07	0,25	1,09	1229,3
11	9	957	21035	2E+07	0,32	1,09	1846,8
9	11	1185	25710	3E+07	0,39	1,09	2795,0
7	13	1380	30384	4.2E+07	0,46	1,09	3846,8
5	15	993	35059	3.5E+07	0,53	1,09	3193,9
3	17	594	39733	2.4E+07	0,60	1,085	2175,2
1	19	166	44408	7371655	0,67	1,083	680,7
-1	21	32	49082	1570625	0,74	1,08	145,4
-3	23	3	53757	161270	0,81	1,077	15,0
						Toplam=	16620

2. Yedi katlı ve kullanım alanı yaklaşık 7000 m2 olan (bugünkü uygulamada normal olarak 5000 m2) bir apartman için, nominal gücü 230 kW civarında olacak şekilde iki farklı tip kazan seçilmiştir.

a) İlk kazan döşeme tipi, 230 kW gücünde Logano SK 625 tipi çelik kazandır. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 82489 m3 değerindedir.

b) Aynı konut için yine 230 kW gücünde Logano plus S E 625 harici yoğuşmalı ekonomizörlü kazan seçilmiştir. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 75457 m3 değerindedir.

Görüldüğü gibi 75/60 çalışan modern bir düşük sıcaklık kazanında, aynı şartlarda çalışan bir yoğuşmalı ekonomizörlü kazana göre yıllık yakıt tüketimi %9 daha fazla olmaktadır.

3. Onaltı katlı ve kullanım alanı yaklaşık 60350 m2 olan bir blok için, nominal gücü 1900 kW civarında olacak şekilde iki farklı tip kazan seçilmiştir.

a) İlk kazan 1900 kW gücünde Logano S 815 tipi çelik kazandır. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 606243 m3 değerindedir.

b) Aynı konut için yine 1900 kW gücünde Logano plus SB 815 entegre yoğuşmalı ekonomizörlü kazan seçilmiştir. 75/60 °C sıcak sulu kalorifer sisteminde yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yakıt tüketimi 561620 m3 değerindedir.

Görüldüğü gibi 75/60 çalışan modern bir düşük sıcaklık kazanında, aynı şartlarda çalışan bir entegre yoğuşmalı ekonomizörlü kazana göre yıllık yakıt tüketimi %8 daha fazla olmaktadır.

Aynı tip kazanlarla, fakat güçlerin 3700 kW olması halinde de hesap yapılmıştır. Doğal olarak tasarruf oranı aynıdır. Ancak mutlak yakıt tasarrufu artmaktadır.

7.2 Sistem Ekonomisi

Karşılaştırma için farklı tipte ve kapasitede yoğuşmalı kazanlar ve bunların eşdeğeri modern düşük sıcaklık kazanları ele alınmıştır. Böylece eşit koşullarda dünün ve bugünün alternatif kazanlarının tükettikleri yakıt miktarları hesaplanmıştır. Hesaplarda yıllık çalışma süresi max, yükte 1800 saat eşdeğeri olarak kabul edilmiştir. Doğal gaz için alt ısıl değeri 9,59 kWh/m³ ve fiyatı 0,5 DM ; LPG için alt ısıl değer 12,8 kWh/kg ve fiyatı 1,44 DM/kg alınmıştır. Çalışmada bütün fiyatlar DM olarak verilmiştir. Böylece enflasyon etkisi kompanse edilmeye çalışılmıştır. Isıtılan yapıda mükemmel bir kontrol sistemi ve radyatör girişlerinde termostatik vanalar var sayılarak iç sıcaklığın 20 °C değerinde bütün mevsim boyunca sabit tutulduğu kabul edilmiştir. Bu kabul yoğuşmalı kazanlar açısından daha doğrudur. Sistem su sıcaklığı olarak 75/60 °C ve 65/50 °C seçilmiştir. Binanın ısı kaybını karşılayacak tam büyüklükte kazan ve radyatör yüzeyi seçildiği kabuller arasındadır. Hesaplar yedi ayrı kapasite aralığında üç ayrı tip yoğuşmalı kazan için tekrarlanmıştır. Sonuç olarak aşağıdaki 14 farklı durum için ve farklı iki su sıcaklığı için yıllık yakıt tüketimleri hesaplanmıştır.

	<u>Kapasite</u>
1. Kendinden yoğuşmalı tip ve yoğuşmasız çelik kazanlar,	3700 kW
2. Kendinden yoğuşmalı tip ve yoğuşmasız çelik kazanlar,	2500 kW
3. Kendinden yoğuşmalı tip ve yoğuşmasız çelik kazanlar,	1900 kW
4. Yoğuşmalı duvar tipi kazanlardan kaskad sistem ve yoğuşmasız döşeme tipi üfleli brülörlü kazan	480 kW
5. Yoğuşmalı ve yoğuşmasız döşeme tipi atmosferik kazan,	375 kW
6. Yoğuşmalı duvar tipi kazan ve duvar tipi gelişmiş hermetik kombi,	29 kW
7. Yoğuşmalı duvar tipi kazan ve duvar tipi gelişmiş hermetik kombi,	24 kW

Yukarıda tanımlanan haller için hesap sonuçları birer tablo haline getirilerek Çizelge 7.6 ve 7.7'de sunulmuştur. Bu tablolarda yıllık yakıt maliyetleri, kazan maliyetleri, yatırım farkı maliyetleri ve yatırım farkının geri ödeme süreleri görülmektedir. Çizelge 7.6 doğal gaz halinde ve 75/60 °C sistem için hazırlanmıştır.

Çizelge 7.6 Doğal gaz ve 75/60 °C sistem için maliyetler ve geri ödeme süreleri.
(Türkiye'deki ısı yalıtımsız binalar)

	Kazan Tipi	Güç	Yakıt tüketimi m ³ /yıl	Yakıt bedeli DM/yıl	Yakıt farkı m ³ /yıl	Tasarruf oranı	Yakıt farkı DM/yıl	Kazan maliyeti DM	Maliye farkı DM	Yatırım bedelinin tamamını geri ödeme süresi	Fiyat farkını geri ödeme süresi
1	Yoğuşmasız Kazan	3700	740377	370188	38406	%8	28420	55000	24000	2,8 yıl	6 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	3700	683537	341768				79000			
2	Yoğuşmasız Kazan	2500	500255	250127	49771	%8	19203	43000	22000	3,4 yıl	1,1 yıl
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	2500	461849	230924				65000			
3	Yoğuşmasız Kazan	1900	380193	190096	29188	%11	14594	35000	20000	3,8 yıl	1,3 yıl
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1900	351005	175502				55000			
4	Yoğuşmasız Kazan	480	95845	47922	9877	11%	4939	27000	5000	3,9 yıl	1 yıl
	Yoğuşmalı Duvar Tipi 8'li Kaskad	480	85967	42983				32000			
5	Yoğuşmasız Atmosferik Kazan	375	74799	37399	7315	%11	3658	19000	5500	-	1,5 yıl
	Yoğuşmalı Atmosferik Kazan	375	67484	33742				24500			
6	Yoğuşmasız Kombi (Hermetik)	29	6426	3213	1233	%24	616	2180	710	4,7 yıl	1,1 yıl
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	29	5194	2597				2890			
7	Yoğuşmasız Kombi (Hermetik)	24	5318	2659	1020	%24	510	1500	1000	4,9 yıl	2 yıl
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	24	4298	2149				2500			

Not: 4. Sıradaki yoğuşmasız kazan - duvar tipi kaskat karşılaştırmasında: a- Yoğuşmalı duvar tipi kaskat kullanıldığında yer kaybının azalması, yedekleme imkanı, sessiz çalışma, modülasyon avantajı (%4 - %100), hermetik kullanılabilme imkanı vardır, b- Yer tipi kazanlara baca susturucusu ve brülör susturucusu maliyetleri eklenmiştir.

Buna göre yoğuşmalı ekonomizör kullanılması halinde 3700 kW güçte, yıllık yakıt tasarrufu %8 ile en az olmasına karşılık, yatırım maliyeti farkının geri ödenmesi en kısa zamanda gerçekleşmektedir. Döşeme tipi kazanlarda verim farkı daha büyüktür. Ancak maliyet farkları arttığından geri ödeme süreleri de artmaktadır. En büyük verim farkı duvar tipi yoğuşmalı kazanlar halinde söz konusu olmaktadır. Bu kazanlarda yakıt tasarrufu döşeme tipi düşük sıcaklık kazanlarına göre %11'lere, en iyi kombilere göre %24'lere kadar yükselmektedir. Bina'nın ısı kaybını karşılayacak tam büyüklükte

kazan ve radyator yuzeyi seçildiği kabullu ile teorik olarak hesaplanan yıllık enerji tüketimi, uygulamada daha az olmaktadır. Örneğin 3700 kW gücünde kazan kullanılan uygulamada ısıtma mevsiminde yoğunlaşmalı kazanda 740377m^3 doğal gaz kullanılacağı hesaplanmıştır. Gerçekte bu binada daha az yakıt tüketilir.

Bunun nedenleri:

- a) Binalardaki aydınlatma vb. ısı kazançtan hesaplarda dikkate alınmamaktadır.
- b) Isı kaybı hesapları eski bir yöntem olan DIN 4701'in 1959 baskısına göre yapılmaktadır.
- c) Geçerli ısı kaybı hesabı aşırı toleranslıdır.
- d) Kullanıcının oda sıcaklığını normal değerden düşük veya yüksek ayarlaması, ısıtma süresi, vb faktörler de yıllık yakıt tüketimini etkiler.
- e) Tahmin edilen amortisman süreleri; kapasite kullanımı, KDV'nin maliyetlere eklenmesi, vb farklı maliyet kabulleri, işletme şartlarına bağlı olarak değişen kriterlerle hesaplandığında biraz daha farklı sonuçlar bulunabilir. Ancak tüm sonuçlar yoğunlaşmalı kazanların kullanımının ekonomik ve doğru olacağını gösterecektir. Çizelge 7.8'ise doğal gaz halinde ve 65/50 °C sistem için hazırlanmıştır. Daha düşük kazan suyu sıcaklıkları nedeniyle yoğunlaşmalı kazanlarda verim daha fazla yükselmektedir. Bu durumda yoğunlaşmalı kazanlar tabloda görüldüğü gibi daha avantajlı duruma gelmektedirler.

Tablo 7.8 Doğal gaz ve 65/50 °C sistem için maliyetler ve geri ödeme süreleri.
(Türkiye'deki ısı yalıtımlı binalar)

	Kazan Tipi	Güç kW	Yakıt tüketim m ³ /yıl	Yakıt bedeli DM/yıl	Yakıt farkı m ³ /yıl	Tasarruf oranı	Yakıt farkı DM/yıl	Kazan maliyet DM	Maliyet farkı DM	Yatırım bedelinin tamamını geri ödeme süresi	Fiyat farkını geri ödeme süresi
1	Yoğuşmasız kazan	3700	743548	371774	65351	%10	32675	55000	24000	2,4 yıl	5 ay
	Kendinden yoğuşmalı Kazan	3700	678197	339098				79000			
2	Yoğuşmasız kazan	2500	502397	251198	44156	%10	44156	43000	22000	2,9 yıl	7 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	2500	458241	229121				65000			
3	Yoğuşmasız Kazan	1900	381822	190911	22550	%10	16779	35000	20000	3,3 yıl	2 yıl
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1900	348263	174132				55000			
4	Yoğuşmasız Kazan	480	95845	47922	10690	%12,5	5345	27000	5000	3,2 yıl	7 ay
	Yoğuşmalı Duvar Tipi 8'li Kaskad	480	85155	42577				32000			
5	Yoğuşmasız Atmosferik Brülörlü Kazan	375	74799	37399	7892	%12	3946	19000	5500		1,4 yıl
	Yoğuşmalı Atmosferik Kazan	375	66907	33453				24500			
6	Yoğuşmasız Kombi (Hermetik)	29	6426	3213	1282	%25	641	2180	710	4,5 yıl	1,1 yıl
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	29	5145	2572				2890			
7	Yoğuşmasız kombi (Hermetik)	24	5318	2659	1061	%25	530	1500	1000	4,7 yıl	3 yıl
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	24	4258	2129				2500			

7.3 LPG Kullanılması Hali

Yakıt olarak LPG kullanıldığında, yakıt maliyetleri artarken, kazan verimleri düşmektedir. LPG kullanımında aynı ısı kapasite halinde yakıt maliyetleri bu gün için yaklaşık %80 daha fazladır. Buna karşılık LPG'de üst/alt ısıdeğer oranı daha düşük olduğundan verimler doğal gaza göre %2 mertebesinde daha düşük olmaktadır. Buna göre hesaplanan maliyetler 75/60 °C ve 65/50 °C sistemler için Tablo 7.7 ve 7.8'de görülmektedir. LPG kullanımı halinde aradaki farkı geri ödeme süreleri bugünkü fiyatlar çerçevesinde bir ısıtma mevsiminden kısadır

Çizelge 7. 9 LPG ve 75/60 °C sistem için maliyetler ve geri ödeme süreleri.

	Kazan Tipi	Güç kW	Yakıt Fark DEM/yıl	Kazan Maliyeti DEM	Yatırım Farkı DEM	Yatırım bedelinin tamamını geri ödeme süresi	Fiyat farkını geri ödeme süresi
1	Yoğuşmasız Kazan	3700	46514	55000	24000	1,7 yıl	4 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	3700		79000			
2	Yoğuşmasız Kazan	2500	31429	43000	22000	2 yıl	5 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	2500		65000			
3	Yoğuşmasız Kazan	1900	23885	35000	20000	2,3 yıl	6 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1900		55000			
4	Yoğuşmasız Kazan	480	8852	27000	5000	1,9 yıl	4 ay
	Yoğuşmalı Kazan (Kaskad)	480		32000			
5	Yoğuşmasız Atm. Kazan	375	6469	19000	5500	-	6 ay
	Yoğuşmalı Atm. Kazan	375		24500			
6	Yoğuşmasız Kombi	29	1221	2180	710	2,4 yıl	4 ay
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	29		2890			
7	Yoğuşmasız Kombi	24	1010	1500	1000	2,5 yıl	7 ay
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	24		2500			

Çizelge 7.10 LPG ve 65/50 °C sistem için maliyetler ve geri ödeme süreleri.

	Kazan Tipi	Güç kW	Yakıt Fark DEM/yıl	Kazan Maliyeti DEM	Yatırım Farkı DEM	Yatırım bedelinin tamamını geri ödeme süresi	Fiyat farkını geri ödeme süresi
1	Yoğuşmasız Kazan	3700	52509	55000	24000	1,5 yıl	3 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	3700		79000			
2	Yoğuşmasız Kazan	2500	35479	43000	22000	1,8 yıl	4 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	2500		65000			
3	Yoğuşmasız Kazan	1900	26964	35000	20000	2 yıl	5 ay
	Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1900		55000			
4	Yoğuşmasız Kazan	480	9763	27000	5000	1,8 yıl	4 ay
	Yoğuşmalı Kazan (Kaskad)	480		32000			
5	Yoğuşmasız Atm. Kazan	375	7116	19000	5500	-	5 ay
	Yoğuşmalı Atm. Kazan	375		24500			
6	Yoğuşmasız Kombi	29	1276	2180	710	2,3 yıl	4 ay
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	29		2890			
7	Yoğuşmasız Kombi	24	1056	1500	1000	2,4 yıl	7 ay
	Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	24		2500			

8. YOĞUŞMALI KAZANLARIN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİSİ

Verim dışında çevre kirliliği etkisi bakımından da genel ve özel standartlarda değişiklikler meydana gelmiş ve şartlar gün geçtikçe daha ağır hale getirilmiş ve getirilmektedir. Bu noktada özellikle atık gazın içerisindeki Azot oksitler (NOx) değerlerinin aşağı çekilmesi gündeme gelmektedir.

Azot oksitlerin genel bir ifadesi olan $NO_x = NO + NO_2$ Asit yağmurunun (HNO_3) doğrudan sebebi ve "sera etkisi"nin oluşum nedenlerinden biridir.

NOx emisyonu yanma olayı ile doğrudan ilişkilidir, şöyle ki :

- Yanma havasının % 80 i Azot gazıdır
- Yanma gazının kalitesi NOx emisyonunu etkiler.

Brülör tasarımı (yanmanın düzenliliği, alev sıcaklığı ve durma-kalkma zamanı) Azotoksit oluşumunu etkiler.

Çizelge 8.1 NOx emisyonu için sınır değerler

1.01.2000'den önce	1.01.2000'den sonra
CE Sınıf 1: < 260 mg/kWh	< 200 mg/kWh
CE Sınıf 2: < 200 mg/kWh	< 150 mg/kWh
CE Sınıf 3: < 150 mg/kWh	< 100 mg/kWh
CE Sınıf 4: < 100 mg/kWh	< 80 mg/kWh
CE Sınıf 5:	< 70 mg/kWh

Bu kapsamda Hamburg: < 20 mg/kWh ile Avrupa'daki en katı uygulamadır

Türkiye'de de tamamen yukarıda belirttiğimiz zorunluluklar sonucu olmasa da verimlerinin yüksekliği, küçük bir birimde yüksek enerji üretmeleri nedeniyle son derece kompakt

yapıları ve en üstün ısınma konforu sağlayabilen gelişmiş kontrol sistemleri ve kolay montaj imkanını veren yapıları nedeniyle talebi oluşmaya başlayan bu cihazlar; küçük daireler için entegre sıcak kullanım suyu da sağlayan kombi modelleri, villa ve müstakil evler için daha yüksek kapasiteli harici boyler ile sıcak su veren kat kaloriferi tipi modelleri ve daha yüksek kapasiteye ihtiyaç duyan ancak yer sorunu olan, apartmanlar ve iş yerleri için birden fazla cihazın sırasal olarak bağlanıp birlikte çalıştığı modüler veya kaskad bağlantı dediğimiz uygulamaları ile ekonomik ve çevre dostu yeni bir ısınma cihazı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yoğuşmalı cihazlarda kullanılan brülörlerin ortak özellikleri,

- Yüksek verimle çalışmaları,
- Geniş modülasyon aralıkları,
- Kullanılan gaz cinslerine göre kolay ayarlanmaları,
- Servis ve bakım kolaylığı dikkate alınarak tasarlanmalarıdır.

Bu sistemlerde cihazın 1 kW gibi çok düşük güç ile küçük kapasiteli olanların 12-15 kW'a kadar olan tam gücü arasında, veya daha büyük kapasiteli modellerinde yine 5 veya 10 kW'lık düşük kapasiteden 25-50 kW'a kadar hatta çoklu kazan bağlantısı uygulamalarında, 10kW ile 400 kW ve üstü arasında modülasyon imkanı sağlanarak binanın o anki ısınma ihtiyacına göre gerekli ısı en verimli şekilde üretilmekte, böylece hem yakıt ekonomisi hem sürekli sağlanan yanma ile dur-kalk işletmesi olarak adlandırılan çalışma tarzından kurtulmuş temiz bir yanma elde edilmiş olmaktadır.

Yanma için en önemli iki unsurun yakıt ve hava olması nedeniyle bir brülörden binanın o anki ısı gereksinimine uygun yanmanın elde edilebilmesi iyi bir elektronik algılama ve kontrol sistemi ile beraber brülöre gelen hava ve gazın ayrı kontrol edilmesi, tam bir modülasyon için önem kazanmaktadır.

Bu tip yakma sistemlerinde yanma için gerekli olan gaz bir fan ile kontrol edilen gaz armatürü vasıtasıyla ayarlanır. Gaz ve içeriye püskürtülen havanın brülörden çıkmadan önce karışmasıyla "ön karışım" sağlanır ve bu karışım yanma odasında yakılır.

Yanan gazlar brülörün altında bulunan ve klasik kazanlardan daha büyük alanlı olarak tasarlanan ısı değiştiricilerde üzerlerindeki ısıyı taşıyıcı akışkana yani suya verir ve ısı değiştiricinin alt kısmında iyice soğuyup yoğuşma gizli ısısını da bırakarak kazanı terk eder.

Sistemin en önemli iki elemanı fan ve gaz valfidir. Değişken hızlı fan, gerekli devir sayısını sağlayan sinyali, dış hava sıcaklığını referans alan ve yanma için gerekli hava miktarını sağlayacak optimum fan devir sayısını hesaplayan elektronik regülasyon sisteminden alır. Sinyal evin o anki hava koşullarında ısınabilmesi için gerekli ısıyı temin edecek yanmayı sağlayacak hava miktarına göre fan devrini ayarlar.

Sistemdeki gaz valfi binanın ısı ihtiyacına göre gerekli olan gaz miktarını temin eder. Bu işlemi fan tarafından basılan besleme havasının basıncını referans alarak yapar.

Fan tarafından oluşturulan hava basıncı, bir membran vasıtasıyla gaz valfinin kontrol ettiği odacığın deplasmanını etkilemekte ve basınca göre değişen gaz debisi temin edilmektedir

Sistemin başlangıç ayarı gaz valfi üzerindeki "K" ayar vidası vasıtasıyla yapılır. Bu vida bir yayın gerginliğini artırarak, fanın basıncına karşı bir etki basıncı oluşturulur ve yukarıdaki grafikte görülen eğrinin paralel olarak kaydırılması sağlanır. Bu bize gaz giriş basıncının kazanın yapısına göre ayarlanması imkanını verir. "V" ayar vidası ile eğrinin eğimi de ayarlanabilir. Böylece yanma için gerekli hava/gaz oranı cihazın tüm çalışma gücü aralığı dahilinde sabit olarak tespit edilmiş olur. Bu imkan gaz valfinin farklı gaz cinsleri ve kalitelerine uyumu sağlanmış olur.

İşlem sırasında küçük skalalı (0-10 mmSS olan) bir manometre ve yanma ayarlarının kontrolü için CO₂ & CO gaz analiz cihazı kullanılması gerekir.

Bu işlemler ile cihazın ısıtacağı binanın ısı ihtiyacına uygun gaz ve yanma havası sağlanmış olur ve atmosferik brülörlü kazanlardan çok daha iyi yanma verimi ve düşük atık gaz emisyon değerleri elde edilmiş olur. Buna ilave olarak fanın diğer bir etkisi de klasik kazanlara göre daha soğuk olan atık gazların itilerek kazandan emniyetli bir şekilde atılmalarının sağlanmasıdır.

Yanmanın meydana geldiği brülör bu tip kazanlar için özel olarak tasarlanmış geniş alev üfleme yüzeyli brülörlerdir. Brülör yüzeyinin geniş olarak tasarlanması amacını alevi daha

yaygın olarak oluşturarak sıcaklığının azaltılması ve atık gaz içerisinde sıcaklığa bağlı olarak artan zararlı emisyonların en aza indirilmesinin sağlanmasıdır. Burada fan tarafından sağlanan hava brülörün dış kamarasına girer ve kamaranın şeklinden kaynaklanan bir dönme hareketi kazanır. Havanın küçük bir miktarı, brülör ızgarası çevresindeki dairesel çember formundaki delikler üzerinden doğrudan yanma odasına akar. Böylece hem soğutulmuş hem de düzenli hale gelmiş bir alev oluşması sağlanmış olur. Havanın esas önemli kısmı, ön karışım odacığında gaz valfindan gelen gaz ile karşılaşarak karışır ve bu karışım dairesel brülör ızgarasının delikleri üzerinden yanma odasına akarak düzgün bir alevle yanar.

Bunun sonucu olarak ön karışımli brülörlerde;

- Çok kısa alev boyu, hava ve gaz %100 oranında brülör öncesi karışır. Alev brülör yüzeyine çok yakındır. Bunun anlamı: Brülör, alevi soğutur.
- Çok sessiz yanma prosesi sağlanır.
- Geniş modülasyon aralığı elde edilir.

Bilindiği gibi kazanlardaki kaybın önemli bir kısmı ve atık gaz emisyonlarının en kötü olduğu durumlar brülörün durma-kalkma zamanlarıdır. Binanın o anki ısı ihtiyacına uygun olarak brülör gücünün sürekli olarak ayarlanması sayesinde brülörün ON/OFF çalışması engellenmektedir. Güç uyumu veya modülasyon denilen bu özellik ile, ısınma konforu artırılarak sistemin kayıpları minimize edilmekte, zararlı emisyonlar en aza indirilmektedir. Modülasyon için gerekli elektriksel sinyal dış hava ve oda sıcaklığına göre cihazın elektronik kumanda sistemi tarafından sağlanmaktadır.

Yoğuşmalı kazanlarda üretilen ısıdan en yüksek faydanın sağlanması şu şekilde olmaktadır. Kazanlarda yanma sonrası açığa çıkan enerji üç ayrı formda gözükür: Isı ışınımı olarak, yanma gazlarının hissedilen sıcaklığı olarak ve atık gazın içindeki su buharına bağlı olarak.

Yanma odaları genel olarak döküm alüminyum blok olarak üretilen bu kazanlarda yanma odası alüminyum bloğunun içinde dolaşan su, yanma alevinin ısı ışınımını ve yanma gazlarının hissedilir sıcaklığının bir kısmını almaktadır. Ayrıca yanma gazları kazan gövdesindeki lamelli paslanmaz çelik veya alüminyum boruların etrafından geçerek üzerlerindeki hissedilir ısıyı suya transfer eder. Klasik kazanlardan daha büyük yüzey alanlı

yapılan bu ısı değiştiriciler yanma gazlarındaki hissedilir ısının daha iyi transfer edilmesini sağlarlar. Hissedilir ısısının büyük bir kısmını veren ve soğuyan yanma gazları, kazanın alt tarafında dönüş suyunun girdiği soğuk bölgedeki ısı değiştiricilere temas ettiğinde içindeki su buharının yoğuşması sağlanır. Bu şekilde yanma gazının içindeki su buharının yoğuşma gizli ısı da transfer edilmiş olur.

Gaz veya sıvı yakıtla çalışan klasik kazan veya kombi cihazlarında korozyon tehlikesi nedeniyle yoğuşmanın oluşması engellenmiştir. Yoğuşmalı cihazlarda ise yoğuşma istenilen bir durum olduğundan kazanlarda buna uygun malzeme kullanılması zorunludur. Bu amaca uygun en uygun malzeme olarak paslanmaz çelik veya özel silisyum alaşımlı alüminyum döküm kullanılmaktadır.

Yoğuşma olayının meydana gelebilmesi için kazana geri dönen suyun sıcaklığının 50°C'ın altında olması gereklidir. Bu tip kazanlarda geçerli olan en önemli kural, dönüş sıcaklığı ya da tesisat sıcaklığı ne kadar düşükse, ısı transferi de o kadar büyük ve kazanın verimi yüksektir. Bu nedenle kazanın uzun süre ve düşük sıcaklıkta çalışacak şekilde tesisat tasarımı çok önem kazanmaktadır. Meydana gelen yoğuşum sıvısı düşük PH değerli yani asidik karakterli olduğundan yoğuşum sıvısının atıldığı yerdeki sifon ve tesisat da korozyona dayanıklı olmalıdır. Yoğuşum sıvısının PH değeri 3.5-4.5 civarındadır. Limon suyunun 2.5 veya sirkenin 3 PH değerinde olduğu dikkate alınırsa yoğuşum sıvısı bunlardan daha az asidiktir ve evsel kanalizasyona atılabilir. Genelde evsel atık su sistemi bazik karakterli olduğundan yoğuşum sıvısının nötralizasyonuna da yardımcı olur. Ancak atık su sisteminin PVC gibi korozyona dayanıklı malzemedan yapılması önemlidir. 200 kW'dan daha büyük cihazlarda veya evsel atık su tesisatının korozyona dayanıklı olmaması halinde nötralizasyon ünitesi kullanılmalıdır.

Verim artışı ve fosil yakıtların yanması sonucu oluşan çevre kirliliğini azaltıcı eğilimlerin sonuçları olarak özellikle gelişmiş Kuzey Avrupa ülkelerinde küçük kapasiteli kombi sınıfı olarak niteleyeceğimiz ısınma cihazlarında yoğuşmalı sistem ve ön karışım zorunlu bir standart haline gelmektedir.

9. ÜLKEMİZDE FARKLI İLLERE GÖRE YOĞUŞMALI KAZANLARIN EKONOMİK ANALİZİ

Bu bölümde seçilen dört farklı ilimiz Ankara, Antalya, İstanbul ve İzmir' dir. Bu illerdeki evlerin izolasyonları ve hacimleri farklıdır, ama o ilin minimum dış hava sıcaklığına karşılık gelen ısı kayıpları aynıdır.

Tarifi yapılan bu evlerin maksimum ısı kayıplarınının 10 kW ve 60 kW olması durumunda , ve ısıtma sisteminin 75 – 60 °C, 65 – 50 °C ve 40 – 30 °C seçilmesi durumunda yakılan yakıt miktarı ve elde edilen yoğuşma miktarları, sistem eğer standart yer tipi bir düşük sıcaklık kazanı ile çözülmüş olsaydı karşımıza çıkacak yakıt miktarları bulunacak ve incelenecektir.

Bunun için öncelikle bahsedilen illerdeki dış hava sıcaklıklarının değişimlerini inceleyelim. Daha sonra bu dış hava sıcaklıklarına göre kazan kapasiteleri ve yakıt miktarlarını hesaplayalım.

9.1 Dört Farklı Şehrimizin Aylara Göre Isıtma Günleri Sıcaklık Ortalamaları

Çizelge 9.1 : Dört Farklı Şehrimizin Aylara Göre Isıtma Günleri Sıcaklık Ortalamaları

Şehir	Ocak °C	Şubat °C	Mart °C	Nisan °C	Mayıs °C	Haz °C	Tem °C	Ağus °C	Eylül °C	Ekim °C	Kasım °C	Aralık °C	Isıtma Günleri Sı Ortalama
Antalya	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8	-				13,7	12,2	10,2	10,6
Ankara	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14,0		13,0	10,7	6,0	2,4	5,5
İstanbul	6,0	5,4	7,0	10,4	12,9	13,1	-	-	14,1	12,5	9,9	8,0	8,3
İzmir	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1	-	-	-	13,2	11,2	9,7	9,9

Hiç yoğuşma olmadığı durumda 1 kmol yakıtın yanması sonucu 2.190 kmol su buharının oluştuğunu yukardaki yanma denkleminde bulmuştuk. Daha önce de gördüğümüz gibi baca gazı sıcaklığı çığ noktanın ne kadar altındaysa o kadar fazla yoğuşma oluyordu. Baca gazı sıcaklığı ise dönüş suyu sıcaklığı değerine bağlıydı. Farklı dış hava sıcaklıklarına göre kazan kapasiteleri, dönüş suyu sıcaklıkları ve baca gazı sıcaklıkları ve bu sıcaklıklara göre yoğuşan su miktarını aşağıda inceleyelim.

9.2 Dış Hava Sıcaklıklarına Göre Yoğuşan Su Miktarlarının Bulunması

Yoğuşan su miktarını bulabilmemiz için dış hava sıcaklık ortalamalarına göre oluşan baca gazı sıcaklıklarını ve bu sıcaklıklardaki baca gazı içindeki su buharının kısmi basıncını bulmamız gerekmektedir.

Baca gazını mükemmel gaz kabul edersek, su buharının kısmi basıncının , toplam yanma basıncına oranı, su buharının mol oranının toplam baca gazı ürünlerinin mol oranına eşit olur.

$$X_v = X_p = X_n \quad (9.1)$$

$$X_n = n_{H_2O,b} / n_{toplam} = P_{H_2O} / P_{toplam} = x_n \quad (9.2)$$

10.2 denklemine göre herhangi anda, o andaki baca gazı sıcaklığına göre baca gazı içindeki toplam su buharı miktarını bulabilirsek ve bu değeri su buharının yoğuşma olmadığı durumdaki toplam miktardan çıkarırsak yoğuşan su miktarını bulabiliriz.

Örneğin, Ocak ayında ortalama $0,4^\circ\text{C}$ dış hava sıcaklığında baca gazı sıcaklığımız 56°C , bu değere karşılık gelen su buharının doyma basıncı ise $16,594\text{ kPa}$ olmaktadır. Baca gazının toplam mol sayısı yoğuşma olmadığı anda $13,242\text{ kmol}$ 'dur. Buna göre,

$$n_{H_2O,b} / (11,052 + n_{H_2O,b}) = 16,594 / 101,103$$

$$n_{H_2O,b} = 2,170\text{ kmol}$$

Buna göre yoğuşma olmadığı haldeki toplam su buharını, bulunan su buharı miktarından çıkarırsak , bir kmol yakıt yanınca yoğuşan su miktarını bulmuş oluruz.

$$n_{H_2O,s} = 2,190 - 2,17015 \quad (9.3)$$

$$n_{H_2O,s} = 0,01985\text{ kmol } H_2O / \text{ kmol yakıt}$$

$$m_{H_2O} = 18 \cdot 0,01985 = 0,3573\text{ kg } H_2O / \text{ kmol yakıt}$$

Ocak ayında bir saatte yanan yakıt miktarı kazan verimi $0,96$ kabul edilirse ortalama olarak,

$$n_{yakıt} = Q_{ihtiyaç} / H_{üst} \cdot 0,96 \quad (9.4)$$

$$n_{yakıt} = 6125 / 224.952 \cdot 0,96$$

$$n_{yakıt} = 0,02836\text{ kmol/h}$$

$$\text{Ocak ayındaki toplam yakıt miktarı :} \quad (9.5)$$

$$n_{yakıt,ocak} = 0,02836 \cdot 744 = 21,099\text{ kmol / Ocak}$$

9.5 denkleminde kazanın günde 24 saat yandığı kabul edilmiştir.

Buna göre Ocak ayı içindeki toplam yoğuşma miktarı aşağıdaki denkleme göre bulunabilir:

$$m_{H_2O} = n_{H_2O,s} \cdot m_{yakıt,ocak} \quad (9.6)$$

$$N_{H_2O} = 0,3573 \cdot 21.099 = 7,539 \text{ kg } H_2O / \text{Ocak}$$

$M_{H_2O} = 7,539 \text{ kg } H_2O$ yoğuşmuş olur.

Yoğuşan suyun gizli ısını 56 °C için 566 kCal/kg alırsak, yoğuşan suyun sağladığı enerji tasarrufunu hesaplayabiliriz.

$$Q_{H_2O} = 7,539 \cdot 566 = 4267 \text{ KCal} \quad (9.7)$$

Tesisat Dergisinde doğal gaz'ın birim hacminin fiyatı 337.764 TL/ m³ olarak verilmiştir.

Doğal gazın 1 KCal'sinin fiyatını hesaplamak için 9.8, 9.9ve 9.10 denklemlerini kullanabiliriz.

$$P \cdot V = n R T \quad (9.8)$$

$$P = 100 \text{ kpa}, n=1 \text{ kmol}, R=8.314 \text{ Kjul/kmol } ^\circ\text{K}, T=288 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$V/n=23,9 \text{ m}^3 / \text{kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Yakıt birim kmol fiyatı} &= 337.764 \text{ TL/ m}^3 \cdot 23.9 \text{ m}^3 / \text{kmol} \\ &= 8.072.560 \text{ TL/kmol} \end{aligned} \quad (9.9)$$

Birim enerji fiyatını hesaplamak için de,

$$\begin{aligned} \text{Yakıt birim enerji fiyatı} &= 8.072.560 \text{ TL/kmol} / 203.168 \text{ KCal/kmol} \\ &= 39,733 \text{ TL/kCal} \end{aligned} \quad (9.10)$$

Ocak ayı içinde yapılan toplam tasarruf miktarını hesaplamak için yapılan toplam enerji tasarrufunu birim enerji maliyeti ile çarparak bulabiliriz.

$$\begin{aligned} \text{Yoğuşma Tasarrufu} &= 4267 \text{ kCal} \cdot 39,733 \text{ TL/kCal} \\ &= 169.543 \text{ TL} \end{aligned} \quad (9.11)$$

Ocak ayı içinde toplam ısıtma miktarını saatteki ısı kaybını toplam 744 saat ısıtma süresiyle çarparak hesaplayabiliriz:

$$Q_{top} = 6125 \text{ kCal/h} \cdot 744 \text{ h} / 0,96 = 4.746.875 \text{ KCal} \quad (9.12)$$

Ocak ayı içindeki toplam yakıt tutarını, toplam ısıyı birim maliyet ile çarpıp yoğuşmadan elde edilen tasarrufu bu değerden çıkararak hesaplayabiliriz.

$$\text{Yakıt Tutarı}_{\text{yoğ,ocak}} = (4.746.875 \cdot 39,733) - 169.543$$

$$= 188.438.041 \text{ TL} \quad (9.13)$$

Ankara 'da 75/60 °C ısıtma sisteminde Ocak ayı için 9.11 denkleminde hesaplanan yoğuşmadan dolayı oluşan yakıt tasarrufu değeri, 65/50 °C ve 40/30 °C sistemlerinde diğer aylar ve şehirler için de yapılmış ve sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. (Bkz. Çizelge 9.2 – Çizelge 9.13)

Daha sonra ele alınan evlerin maksimum ısı kayıpları 52.000 Kcal/h kabul edilmiş ve aynı hesaplar tekrar yapılmıştır. (Bkz. Çizelge 9.14 – Çizelge 9.25)



10. YOĞUŞMALI KAZANLARIN KLASİK KAZAN VE KOMBİYE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu kısımda 4 ayrı ilimizde önce dizayn ısı kaybı 10000 KCal/h olan dört ayrı evin kombi veya yoğuşmalı kazan ile ısıtılmasının karşılaştırılması, daha sonra da yine dört ayrı şehirde dizayn ısı kaybı 52000 KCal/h olan evlerin klasik kazan veya yoğuşmalı kazan ile ısıtılmasının karşılaştırılması yapılacaktır.

10.000 KCal/h dizayn ısı kaybına sahip evlerde sıcak su kullanımında 20.000 KCal/h gerektiği için 20.000 KCal/h 'lık duvar tipi yoğuşmalı kombi ve standart kombinin karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma için seçilen standart kombi yurt dışında üretilen, oda sıcaklığına göre modülasyon yapabilen bir modeldir. Kumanda prensibi yoğuşmalı kazan ve yoğuşmalı kombi ile aynıdır. Bu durumda daha doğru bir karşılaştırma yapılabilecektir.

Seçilen kombi %93,5 norm kullanma verimine sahiptir ve kapasitesini %40 'a kadar modülasyon yaparak düşürebilmektedir. Cihaz genelde % 40'ından daha düşükte çalışacağı için dur-kalklı çalışmanın %2,5 'lık bir verim kaybı yaratacağı kabul edilmiştir. Bu durumda kombi verimi %91 olarak alınmıştır. Duvar tipi yoğuşmalı kazanın verimi de çalışma sürelerinin bir bölümünde dur kalklı çalışacağı için %96 alınmıştır.

Seçilen kombi, kazan ve duvar tipi yoğuşmalı kazanların hepsi panelleri sayesinde dış hava kompanzasyonlu olarak çalışabilmektedir.

Isıtmanın aylık ortalama sıcaklıklara göre yapıldığı kabulü yapılmıştır. Her ayın ortalama dış hava sıcaklığı alınmış ve bu dış hava sıcaklığına göre her ayın ısıtma miktarı hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kazan çalışma süresi ortalama dış hava sıcaklık değerine uygun düşmesi için 24 saat alınmıştır.

Seçilen doğal gaz piyasada bulunmamasına rağmen ;Tesisat Dergisi'nde verilen doğal gaz fiyatı hesaplarda baz alınmıştır.

Baca gazı sıcaklığının dönüş suyu sıcaklığından 5 °C fazla olduğu kabul edilmiştir.

Ankara'da bir dairenin kombi veya kazanla örnek olarak ocak ayı içinde ısınırken harcamış olduğu yakıt miktarı ve yakıt tutarı aşağıdaki yöntemle bulunmuştur.

Ocak ayında Ankara' da ortalama dış hava sıcaklığı 0.4 °C dir. Buna göre -12 °C dizayn sıcaklığında 10000 kCal/h ısı kaybı kabul ediliyorsa, Ankara' ad Ocak ayı içerisinde ortalama ısı kaybı aşağıdaki şekilde bulunabilir:

$$Q = K_{ort} \cdot A_{top} \cdot (T_i - T_d) \quad (10.1)$$

$$10.000 = K_{ort} \cdot A_{top} (20 - (-12))$$

$$K_{ort} \cdot A_{top} = 312,5 \text{ KCal / h } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{ort,Ank,Ocak} = 312,5 \cdot (20 - 0,4) = 6125 \text{ KCal/h olarak bulunur.}$$

Toplam 744 saat ısıtma süresini yukarıda bulunan ortalama ısı kaybı ile çarparsak,

Ocak ayı içerisindeki toplam ısı ihtiyacını bulmuş oluruz.

$$Q_{top,Ank,Ocak} = 744 \text{ h} \cdot 6125 \text{ KCal/h} = 4.557.000 \text{ Kcal/Ocak} \quad (10.2)$$

Bu ısı değerini sağlamak için 0,91 verimli kombi kullanılırsa ,

$$Q_{top,Ank} = 4.557.000 \text{ KCal} / 0,91 = 5.007.692 \text{ Kcal/Ocak} \quad (10.3)$$

Kombinin Ocak ayı içerisinde harcadığı yakıt tutarını aşağıdaki şekilde hesaplayabiliriz:

$$\begin{aligned} \text{Yakıt}_{kom,Ank,Ocak} &= 5.007.692 \text{ KCal} \cdot 39,733 \text{ TL/kCal} \\ &= 198.970.626 \text{ TL/Ocak} \end{aligned} \quad (10.4)$$

Yakıt tasarrufunu, bulmak için 9.13 denklemi yardımıyla bulduğumuz 20.000Kcal/h nominal kapasiteli yoğuşmalı kazanın getirdiği yakıt harcamasını 10.4 denkleminde bulduğumuz değerden çıkarmamız gerekir. Bu durumda Ocak ayında Ankara'da 75/60 °C ısıtma sisteminde 10.000 kCal/h maksimum ısı kayıplı bir evin 20.000 Kcal/h 'lik yoğuşmalı kazan kullanarak aynı kapasitedeki kombiye göre elde edebileceği yakıt tasarrufu

$$= 198.970.626 - 188.438.041 = 10.532.585 \text{ TL/Ocak} \quad (10.5)$$

Aynı hesap diğer aylar için de yapılırsa kombi kullanımıyla ödenecek yıllık doğal gaz ücreti ve yoğuşmalı kazan kullanılırsa ödenecek doğal gaz ücreti hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Yakıt}_{kom,Ank,top} &= 198.970.626 + 181.137.052 + 158.029.139 + 108.614.726 + 89.390.572 + \\ &\quad + 68.550.811 + 63.285.461 + 73.849.913 + 116.629.760 + 147.666.075 + \\ &\quad + 191.825.263 \\ &= 1.391.492.947 \text{ TL/yıl} \end{aligned} \quad (10.6)$$

$$\begin{aligned} \text{Yakıt}_{yoğ,Ank,75/60,top} &= 182.329.542 + 168.617.474 + 143.732.007 + 98.315.914 + 80.345.730 + \\ &\quad + 61.276.301 + 56.349.827 + 65.953.342 + 105.197.502 + 134.713.028 + \\ &\quad + 180.939.096 \\ &= 1.277.769.761 \text{ TL/yıl} \end{aligned} \quad (10.7)$$

Bu durumda elde edilen toplam tasarruf miktarı :

$$\begin{aligned} \text{Tasarruf}_{\text{Ank } 75/60, \text{top}} &= 1.391.492.947 - 1.277.769.761 \text{ TL/yıl} \\ &= 113.723.186 \text{ TL/yıl} \end{aligned} \quad (10.8)$$

Ankara için 65/50 °C ve 40/30 °C ısıtma sistemlerindeki toplam tasarruf miktarları da hesaplanacak olursa ,

$$\text{Tasarruf}_{\text{Ank } 65/50, \text{top}} = 151.903.827 \text{ TL/yıl}$$

$$\text{Tasarruf}_{\text{Ank } 40/30, \text{top}} = 163.996.594 \text{ TL/yıl}$$

Hesaplanan bu değerler Ankara'da 65/50 °C ve 40/30 °C sistemleriyle ısınan ve diğer şehirlerde maksimum ısı kayıpları 10.000 Kcal/h olan 75/60 °C, 65/50 °C ve 40/30 °C sistemleriyle ısınan diğer evler için de yapılmış ve sonuçlar çizelgelerde gösterilmiştir.

(Bkz. Çizelge 10.1 – Çizelge 10.4)

Aynı hesaplar maksimum ısı kayıpları 52.000 Kcal/h olan 75/60 °C, 65/50 °C ve 40/30 °C sistemleriyle ısınan Ankara, Antalya, İstanbul ve İzmir 'deki diğer evler için de yapılmış ve sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. (Bkz. Çizelge 10.5 – Çizelge 10.8)

11. FARKLI ISITMA SİSTEMLERİNİN MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu tezde bahsedilen ^{*}75/60 °C, 65/50 °C ve 40/30 °C ısıtma sistemlerinin verimliliğini hesaplamak için bu sistemlerin maliyetlerini hesaplamamız gerekmektedir.

Öncelikle 90/70 °C 'de 2200 Kcal/h.m ısı verebilen ve fiyatı 73.280.000 TL/m olan 60 cm yükseklikteki panel radyatörün 75/60 °C 'de çalışması için ne kadar kullanılması gerektiğini hesaplayalım. Eğer evin maksimum ısı kaybı 10.000 Kcal/h ise 90/70 °C sıcaklığında su ile çalışan radyatörün toplam uzunluğu,

$$10.000 \text{ Kcal/h} = L_{90/70} \cdot 2200 \text{ Kcal/h.m} \quad (11.1)$$

$$L_{90/70} = 4,54 \text{ m 'dir.}$$

Bu radyatörün maliyeti ise,

$$\text{Mal}_{\text{rad.90/70}} = 4,54 \cdot 73.280.000 \text{ TL} = 332.691.200 \text{ TL' dir.} \quad (11.2)$$

Sözü edilen radyatör ortalama sıcaklığı,

$$T_{\text{rad90/70}} = (90 \text{ °C} + 70 \text{ °C}) / 2 = 80 \text{ °C} \quad (11.3)$$

Olarak bulunur. Bu sıcaklıktaki radyatörün verdiği ısı miktarı ,

$$Q_{\text{rad}} = K \cdot A \cdot (T_{\text{rad90/70}} - T_{\text{oda}}) \quad (11.4)$$

Burada K radyatörün birim yüzeyinin ısı transfer katsayısı, A ise radyatör yüzey alanıdır.

$$A = H \cdot L \quad (11.5)$$

Burada H, radyatör yüksekliğidir ve bu değer hesaplamalarda sabit 60 cm alınacaktır; L ise radyatör uzunluğudur. Bu durumda K değerini bulmak için 12.4 denklemi kullanılabilir.

$$10.000 \text{ Kcal/h} = K (\text{Kcal/hm}^2) \cdot (0,6 \cdot 4,54) (\text{m}^2) (80 - 20) (\text{°C})$$

$K = 61,1845 \text{ Kcal/hm}^2 \text{ °C' dir.}$ K değerisabit kabul edilmiştir

Bu durumda 75/60 °C sisteme sahip bir evde kullanılması gereken radyatör miktarı,

$$10.000 \text{ Kcal/h} = 61,1845 (\text{Kcal/hm}^2) \cdot (0,6 \cdot L_{75/60}) (\text{m}^2) ((75+60/2) - 20) (\text{°C})$$

$$L_{75/60} = 5,73 \text{ m 'dir.}$$

Bu radyatörün maliyeti ise,

$$\text{Mal}_{\text{rad.75/60}} = 5,73 \text{ m} \cdot 73.280.000 \text{ TL/m} = 419.894.400 \text{ TL 'dir.}$$

Aynı hesap 65/50 °C ve 40/30 °C için yapılırsa kullanılması gereken radyatörün miktarı ve maliyeti aşağıdaki gibidir.

$$L_{65,50} = 7,26 \text{ m.}$$

$$\text{Mal}_{\text{rad},65,50} = 7,26 \cdot 73.280.000 = 532.012.800 \text{ TL' dir.}$$

$$L_{40,30} = 18,16 \text{ m}$$

$$\text{Mal}_{\text{rad},40,30} = 18,16 \cdot 73.280.000 = 1,330,764,800 \text{ TL' dir.}$$

11.1 Radyatör Maliyetlerinin Yoğuşmalı Kazan Tasarruf Miktarlarına Eklenmesi ve Geri Ödeme Sürelerinin Hesaplanması

Yoğuşmalı kazanlarda verimi artırmak için düşük geri dönüş suyu sıcaklıklarında çalışmamız gerektiği daha önceden belirtilmişti Ancak düşük su sıcaklıklarını sağlamak için radyatör miktarını artırmamız gerektiğini bir önceki bölümde bulduk. Verimi artırmak için radyatör maliyetini artırmamız doğal olarak yoğuşmalı kazanların kendi maliyetlerini geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Yoğuşmalı kazanların maliyetlerini geri ödeme sürelerini hesaplamamız için öncelikle kazan ve kombi fiyatlarını karşılaştırmamız gerekmektedir. Bu hesaplamalarda aynı özelliklere sahip iki cihazı karşılaştırabilmek için kombi ile benzer özelliklere sahip duvar tipi yoğuşmalı kombi karşılaştırılmıştır. Yoğuşmalı kombinin aynı kapasitedeki duvar tipi yoğuşmalı kazandan farkı daha küçük bir boylere ve ilave olarak 12 lt. 'lik genleşme tankına sahip olmasıdır.

Cihaz fiyatları hesaplanırken alınan kur: 1 € = 1.530.000 TL 'dir.

20.000 Kcal/h kapasiteli hermetik kombi fiyatı : 2.015.000.000 TL

20.000 Kcal/h kapasiteli duvar tipi yoğuşmalı kombi fiyatı: 2.480.000.000 TL

Radyatör maliyeti 332.691.200 TL olan 90/70 °C 'de çalışan, oda sıcaklığına göre modülasyon yapabilen boylerli kombinin toplam maliyeti,

$$\text{Kombi Mal.} = 2.015.000.000 + 332.691.200 = 2.347.691.200 \text{ TL dir} \quad (11.6)$$

11.1.1 75/60 °C Sistemin Maliyet Analizi

75/60 °C yoğuşmalı kombili sistemin maliyeti yoğuşmalı kombi ve 75/60 °C radyatör sıcaklıkları ile çalışmak için satın alınan fazla radyatör fiyatıdır. Buna göre toplam maliyet,

Yoğ. Kom._{75/60} = 2.480.000.000+419.894.400 = 2.812.691.200 TL'dir.

Kazan ile kombinin fiyat farkı = 2.812.691.200 – 2.347.691.200 = 465.000.000 TL'dir.

Örnek olarak Ankara'da bu maliyet farkının geri ödenme süresi yapılan yıllık 109.967.750 TL'lik tasarruf ile 4 yıl 2 aydır.

Yoğuşmalı kombinin maliyetinin hepsini geri ödeme süresi 25 yıl 6 ay'dır.

Ankara için yapılan hesaplar aynı şekilde Antalya, İstanbul ve İzmir için yapılırsa,

Antalya yaptığı yıllık 135.299.192 TL 'lik tasarruf ile kazan ile kombi arasındaki fiyat farkını 3 yıl 5 ayda ödemektedir. Yoğuşmalı kazanın maliyetinin hepsini geri ödeme süresi ise Antalya'da 20 yıl 9 aydır.

İstanbul'da fiyat farkının geri ödenme süresi 75/60 °C sistemde yaptığı yıllık 156.020.474 TL'lik tasarruf ile 2 yıl 11 aydır. Toplam kazan maliyetinin geri ödenme süresi ise 18 yıl'dır.

İzmir'de yapılan yıllık 138.965.656 TL'lik tasarruf ile fiyat farkını geri ödeme süresi 3 yıl 4 aydır. Toplam kazan maliyetinin geri ödenme süresi 20 yıl 3 aydır.

Bu hesaplamalara göre 75/60 °C sistemde yoğuşmanın getirdiği karlılıktan en fazla yararlanan il İstanbul'dur. Bu ilimizi sırasıyla İzmir, Antalya ve Ankara takip etmektedir.

Bunun sebebi birim yakıt için yoğuşan su buharı miktarı yüksek dış hava sıcaklıklarından dolayı düşük baca gazı sıcaklıklarıyla çalışıldığı için en fazla Antalya ilimizde olduğu halde,

ısıtma mevsimi bu ilimizde daha kısa sürdüğünden kazan daha az çalışmakta bundan dolayı da daha az yoğuşma olmaktadır. Ankara ilimiz yoğuşma miktarında en son sıradadır, çünkü Antalya'nın aksine ısıtma mevsimi çok daha uzun sürdüğü halde ,çok düşük dış hava sıcaklıklarından dolayı çok az yoğuşma olmakta ve maliyet analizinde bu ilimiz son sırada kalmaktadır. İstanbul 'da ise 11 ay ısıtma yapılabilen ama dış hava sıcaklıkları daha ılıman geçmektedir. Böylece kazan daha fazla çalışmakta ama daha çok düşük su sıcaklıkları ile çalıştığı için yoğuşma miktarı da fazla olmaktadır.

11.1.2 65/50 °C Sistemin Maliyet Analizi

65/50 °C sistemin toplam maliyeti,

Yoğ. Kom._{65/50} = 2.480.000.000+ 532.012.800 = 3.012.012.800 TL'dir.

Yoğuşmalı kazan ile kombili sistemin fiyat farkı = 664.321.600 TL dir.

Ankara ilinde 65/50 °C sistemde yıllık 155.614.585 TL 'lik tasarruf yapılmaktadır. Yapılan bu tasarruf ile yoğuşmalı kazan fiyat farkı 4 yıl 3 ayda geri ödenmektedir. Kazan toplam maliyetini 19 yıl 4 ayda geri ödemektedir.

Antalya'da yapılan tasarruf miktarı 158.637.879 TL'dir. Buna göre fiyat farkı 4 yıl 2 ayda geri ödenmektedir. Toplam kazan fiyatı ise 18 yıl 11 ayda geri ödenmektedir.

İstanbul'da yapılan yıllık tasarruf 182.338.142 TL olmaktadır. İstanbul 'da yoğuşmalı kazan ile kombi arasındaki fiyat farkı 3 yıl 7 ayda geri ödenmektedir. Yoğuşmalı kazan fiyatı ise 16 yıl 6 ayda geri ödenmektedir.

İzmir'de 65/50 °c sistemde yapılan yıllık tasarruf miktarı 171.017.311 TL'dir. Bu durumda aradaki fiyat farkı 3 yıl 10 ayda geri ödenmektedir. Toplam maliyet ise 17 yıl 7 ayda geri ödenmektedir.

65/50 °C ısıtma sisteminde de yoğuşmadan dolayı oluşan tasarruftan en çok yararlanan ilimiz İstanbul olmuştur. Yine bunun sebebi uzun ısıtma mevsimi ve ılık dış hava sıcaklıklarından dolayı kazanın düşük dönüş suyu sıcaklıklarıyla daha fazla çalışmasıdır. İzmir'de birim yakıt miktarına göre daha fazla yoğuşma olmakta ama daha kısa süren ısıtma mevsiminden dolayı yoğuşma miktarının İstanbul'a göre az olmasıdır. Antalya'da da daha yüksek dış hava sıcaklıklarından dolayı Ankara'dan daha fazla yoğuşma olmaktadır ama ısıtma mevsimi daha kısa sürdüğünden dolayı toplam tasarruf miktarı düşmektedir. Ankara'da ısıtma mevsimi uzun olmakta ama yüksek baca gazı sıcaklıklarından dolayı yoğuşma miktarı az olmaktadır

Burada dikkat edilecek en önemli nokta 65/50 °c sistemde radyatör maliyetinin 75/60 °C sisteme göre sadece 112.118.400 TL artması ama yoğuşmadan dolayı elde edilen tasarrufun çok daha fazla olmasından dolayı toplam fiyatın geri ödeme süresinin önemli ölçüde kısılmasıdır. Maliyet farklarının geri ödeme süreleri neredeyse aynı kalmış, toplam kazan fiyatının geri ödenme süresi ise yaklaşık 3 - 6 yıl kısalmıştır.

11.1.3 40/30 °C Sistemin Maliyet Analizi

40/30 °C Sistemin Toplam maliyeti,

Yoğ. Kaz._{40/30} = 2.480.000.000 + 1,330,764,800 = 3.810.764.800 TL'dir.

Yoğuşmalı kazan ile kombili sistemin fiyat farkı = 1.808.073.600 TL dir.

Buna göre Ankara' da yıllık 169.374.060 TL'lık bir tasarruf yapılmaktadır. Bu sistemin fiyat farkını geri ödeme süresi 10 yıl 8 aydır. Toplam yoğuşmalı kazan maliyeti geri ödeme süresi ise 22 yıl 6 aydır.

Antalya 'da elde edilen tasarruf miktarı 163.733.460 TL 'dır. Bu sistem aradaki fiyat farkını 11 yılda geri ödemektedir. Kazan maliyeti ise 23 yıl 3 ayda geri ödenmektedir.

İstanbul' da elde edilen tasarruf 191.312.414 'dır. İstanbul' da yoğuşmalı kazan ile kombi arasındaki fiyat farkı 9 yıl 5 ayda geri ödenmektedir. Toplam sistem maliyeti ise 19 yıl 11 ayda geri ödenmektedir.

İzmir 'de elde edilen tasarruf miktarı yıllık 176.157.330 TL 'dır. Buna göre iki sistem arasındaki fiyat farkı 10 yıl 3 ayda geri ödenmektedir. Toplam maliyet ise 21 yıl 7 ayda geri ödenmektedir.

Sonuç olarak 40/30 ° sistem incelendiğinde en çok bu sistemde tasarruf yapıldığı ortaya çıkıyor, ama bu sistemde radyatör maliyetinin 65/50 °C ve 75/60 °C sistemlere kıyaslandığında iki kat arttığını da görebiliyoruz. Bundan dolayı 40/30 °C sistem biraz daha az yıllık tasarruf elde edilen 65/50 °C sisteme göre verimli olmamaktadır. 75/60 °C sisteme. Ödeme süresi daha uzundur. Bunun sebebi ise radyatör maliyetinin 90/70 °C çalışan sistemdeki radyatör maliyetine göre tam 4 kat daha fazla olmasıdır.

12. 52.000 kcal/h ISI KAYBI OLAN FARKLI ŞEHİRLERDEKİ EVLERDEKİ ISITMA MALİYET ANALİZİ

Bu sistemde evdeki maksimum ısı kaybı 52.000 Kcal/h 'dir. Diğer özellikler önceki bölümlerde incelenen evler ile aynıdır.

52.000 Kcal/h duvar tipi yoğuşmalı kazan ile aynı kapasitedeki atmosferik kazanların fiyatı yaklaşık aynıdır ve 3.850.000.000 TL 'dir.

52.000 Kcal/h maksimum ısı kaybına sahip evde 90/70 °C çalışan kazan için,

$$52000 \text{ Kcal/h} = L_{9/70} \cdot 2200 \text{ Kcal/h.m}$$

$L_{90,70} = 23,64$ m uzunluğunda 60 cm yükseklikte panel radyatör kullanılır. Bu radyatörün toplam maliyeti,

$$\text{Mal}_{\text{rad.90/70}} = 23,64 \cdot 73.280.000 \text{ TL} = 1.732.339.200 \text{ TL 'dir}$$

Eğer ısıtma sistemi 75/60 °C seçilseydi kullanılması gereken radyatör miktarı 12.4 denklemine göre $L_{75/60} = 29,8$ m olması gerekirdi. Bu toplam uzunluktaki radyatörün maliyeti ise 2.183.744.000 TL 'dir.

Aynı şekilde 65/50 °C sistemde, $L_{65/50} = 37,75$ m ve bu kadar radyatörün maliyeti ise 2.766.320.000 TL olmaktadır.

40/30 °C sistemde toplam 94,43 m radyatör kullanılmalı, bu toplamdaki radyatörün maliyeti de 6.919.830.400 TL olmaktadır.

Bu değerlere göre farklı tip ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması aşağıdaki şekilde yapılacaktır:

12.1 75/60 ° C Sistemin Maliyet Analizi

Klasik tip atmosferik kazanla yoğuşmalı duvar tipi kazanın fiyatları birbirine çok yakın olduğundan aradaki fiyat farkı kullanılan radyatörlerden gelmektedir. Bu durumda 90/70 °C sıcaklıklarda çalışan 60 KW 'lık atmosferik kazan toplam fiyatı,

$$\text{Kaz. Mal.} = 5.582.339.200 \text{ TL olmaktadır.}$$

75/60 ° C 'de çalışan 60 KW'lık duvar tipi yoğuşmalı kazanlı sistemin toplam fiyatı ise,

Yoğ. Kaz. $_{75/60,52,000} = 6.033.744.000$ TL olmaktadır. Toplam maliyeti geri ödeme süresini hesaplamak için kazan fiyatı ve 75/60 °C sıcaklıkta çalışmak için eklenen fazla radyatörün

maliyeti toplanmalıdır. Buna göre 75/60 °C sıcaklıklarda çalışan 60 kW'lık duvar tipi yoğuşmalı kazanın toplam maliyeti 4.301.404.800 TL'dir.

Atmosferik kazan ile yoğuşmalı kazan sistemleri arasındaki fiyat farkı = 451.404.800 TL'dir.

Ankara'da duvar tipi yoğuşmalı kazan kullanılarak elde edilen tasarruf miktarı yıllık 589.886.433 TL'dir. Bu sağlanan tasarruf ile kazan ile kombi arasındaki fiyat farkı 9 ayda geri ödenmektedir. Toplam kazan maliyeti ise 7 yıl 3 ayda geri ödenmektedir.

Antalya'da elde edilen tasarruf miktarı yıllık 703.555.796 TL olmaktadır. Bu tasarruf ile aradaki fiyat farkı 7 ayda geri ödenmektedir. Toplam kazan maliyeti ise 6 yıl 1 ayda geri ödenmektedir.

İstanbul'da elde edilen tasarruf miktarı 757.847.689 TL'dir. Bu durumda kazan fiyat farkı 7 ayda geri ödenmektedir. Toplam yoğuşmalı kazan maliyeti ise 5 yıl 8 ayda geri ödenmektedir.

İzmir'de elde edilen tasarruf miktarı yıllık 674.646.240 TL olmaktadır. Fiyat farkı 8 ayda geri ödenmekte, toplam fiyat ise 6 yıl 4 ayda geri ödenmektedir.

Bu durumda yine İstanbul uzun ısıtma süresi ve buna paralel olarak nispeten yumuşak geçen havası sayesinde yoğuşmalı kazan maliyetini en kısa sürede geri ödeyen il olmuştur.

12.2 65/50 °C Sistemin Maliyet Analizi

Bu sistemde kazanlar arasındaki fiyat farkı = 1.033.980.800 TL ve yoğuşmalı kazanın toplam maliyeti ,

Yoğ. Kaz. $65/50,52.000 = 4.883.980.800$ TL olmaktadır.

Ankara'da 65/50 °C sistemde sağlanan toplam tasarruf miktarı yılda 809.195.840 TL olmaktadır. Bu durumda aradaki fiyat farkı 1 yıl 3 ayda geri ödenmektedir. Toplam sistem maliyeti ise 6 yılda geri ödenmektedir.

Antalya'da sağlanan tasarruf miktarı yıllık 824.916.970 TL dir. Bu durumda fiyat farkı 1 yıl 3 ayda geri ödenmekte, toplam maliyet 5 yıl 11 ayda geri ödenmektedir.

İstanbul'da elde edilen tasarruf miktarı 894.699.562 TL olmaktadır. İstanbul'da 65/50 °C sistemin fiyat farkını geri ödeme süresi 1 yıl 1 aydır. Toplam maliyet ise 5 yıl 5 ayda kendini geri ödemektedir.

İzmir'de elde edilen tasarruf miktarı yılda 817.868.635 TL olmaktadır. Fiyat farkı 1 yıl 3 ayda geri ödenmekte, toplam maliyet ise 5 yıl 11 ayda kendini geri ödemektedir.

Görüldüğü gibi 65/50 °C sistem, 75/60 °C sisteme göre çok az avantajlı kalmaktadır. Bunun sebebi tasarruftan gelen karın, radyatör maliyetindeki artışın çok az üzerinde olmasıdır. Yine de görülüyor ki 65/50 °C sistem daha avantajlıdır.

12.3 40/30 °C Sistemin Maliyet Analizi

40/30 °C Sistemin Toplam maliyeti,

Yoğ. Kaz._{40/30} = 3.850.000.000 + 6.919.830.400 - 1.732.339.200 = 9.037.491.200 TL'dir.

Yoğuşmalı kazan ile kombili sistemin fiyat farkı = 5.187.491.200 TL dir.

Buna göre Ankara' da yıllık 880.745.110 TL'lık bir tasarruf yapılmaktadır. Bu sistemin fiyat farkını geri ödeme süresi 5 yıl 10 aydır. Toplam yoğuşmalı kazan maliyeti ise 10 yıl 3 ayda geri ödenmektedir.

Antalya 'da elde edilen tasarruf miktarı 851.413.991 TL 'dir. Bu sistem aradaki fiyat farkını 6 yıl 1 ayda geri ödemektedir. Kazan maliyeti ise 10 yıl 7 ayda geri ödenmektedir.

İstanbul' da elde edilen tasarruf 941.365.778 TL 'dir. İstanbul' da yoğuşmalı kazan ile kombi arasındaki fiyat farkı 5 yıl 6 ayda geri ödenmektedir. Toplam sistem maliyeti ise 9 yıl 7 ayda geri ödenmektedir.

İzmir 'de elde edilen tasarruf miktarı yıllık 843.110.277 TL 'dir. Buna göre iki sistem arasındaki fiyat farkı 6 yıl 2 ayda geri ödenmektedir. Toplam maliyet ise 10 yıl 8 ayda geri ödenmektedir.

40/30 °C sistem incelendiğinde yıllık tasarruf miktarının diğer sistemlere oranla yukarıda olduğu görülmektedir. Ama 40/30 °C sıcaklıklarındaki su ile çalışabilmek için radyatör miktarındaki gerekli artış sistemin karlılığını oldukça önemli bir şekilde azaltmaktadır.

Buradan da görüleceği gibi yoğuşmadan elde edilecek az bir miktarda fazla kar için sistem masrafi çok artmaktadır. Bu durumda 40/30 °C sistemden kaçınmak gereklidir.

Ancak gözden kaçırılmaması gereken nokta kullanıcı yerden ısıtılmalı veya 40/30 °C çalışan bir eve yeni taşınırsa radyatör masrafi ihmal edilebileceği için bu sistem bir anda en karlı sistem olmaktadır.

Çizelge 9.2 Ankara'da 10.000 KCal/h 75/60 C istem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA 75 - 60 C / 10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
İsı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Dönüş Su Sic. C	51	47	40	38	35	32	31	31,5	36,5	41	50
Baca Gazi Sic. C	56	52	45	43	40	37	36	36,5	41,5	46	55
Buh. Kıs. Bas. kPa	16,594	13,7	9,593	8,709	7,384	6,33	5,979	6,155	8,047	10,144	15,914
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	2,170146233	1,73234786	1,158581989	1,04175453	0,870772928	0,738176063	0,69467125	0,716445423	0,95571961	1,232549698	2,06460374
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028362532	0,026626051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,008682408	0,010131791	0,015484785	0,0202568952	0,025468396
Toplam Yakıt Miktarı kmol	21,10172392	17,892706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294889576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam İsi kCal	4.746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	0,019853767	0,45765214	1,031418031	1,14824547	1,319227072	1,451823937	1,49532875	1,473554577	1,23428039	0,957450302	0,12539626
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	0,357967807	8,237738522	18,56552455	20,66841847	23,7460873	26,13283087	26,9159175	26,52398239	22,21704703	17,23410543	2,257132681
Topl Yoğ. Su Mj kg	7,541076802	147,3954335	289,8098422	221,7505422	209,6778284	176,9570188	173,8690592	193,4895227	255,9554886	251,3843329	42,76924879
İsı geri Kazanımı Kcal	4.268	83.691	165.771	127.090	120.523	102.016	100.322	111.597	146.908	143.943	24.216
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	169.592	3.325.335	6.586.658	5.049.708	4.788.784	4.053.434	3.986.154	4.434.131	5.837.166	5.719.335	962.183

Çizelge 9.3 Ankara'da 10.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktar ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANKARA 65 - 50 C / 10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Isı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Dönüş Su Sic. C	36,5	35	31	28	25	24	23	24	25,5	29,5	32,5
Baca Gazı Sic. C	41,5	40	36	33	30	29	28	29	30,5	34,5	37,5
Buh. Kis. Bas. kPa	7,9875	7,375	5,94	5,029	4,241	4,004	3,778	4,004	4,366	5,47	6,449
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol.yak.	0,948046781	0,869828073	0,699857192	0,578517684	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,45574319	0,498806372	0,632150408	0,752999796
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028362532	0,026626051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,008682408	0,010131791	0,015484785	0,020258952	0,0254668396
Toplam Yakıt Miktarı kmol	21,10172392	17,992706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294889576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam Isı -kCal	4.746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,73425681	1,691193628	1,557849592	1,437001204
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	22,35515795	23,76669469	27,00257054	29,00668168	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,21662258	30,44148531	28,04129265	25,86602168
Topl Yoğ. Su Mi kg	471,7323713	425,2504807	421,5130406	311,2113973	271,1673589	211,3816296	204,7575057	227,7218147	350,7066099	409,022776	490,12197
Isı geri Kazanımı Kcal	270.756	244.434	243.213	180.191	157.413	122.601	119.066	132.079	203.501	236.129	282.408
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	10.758.043	9.712.198	9.663.686	7.159.621	6.254.543	4.871.371	4.730.919	5.247.937	8.085.792	9.382.207	11.221.047

Çizelge 9.4 Ankara'da 10.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANKARA 40-30 C / 10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Isı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Dönüş Su Sic. C	25,5	25	24	23	22,5	22	21,5	22	22,5	24	24,5
Baca Gazı Sic. C	30,5	30	29	28	27,5	27	26,5	27	27,5	29	29,5
Buh. Kis. Bas. kPa	4,366	4,241	4,004	3,778	3,671	3,564	3,462	3,564	3,671	4,004	4,125
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmöl yak.	0,498806372	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,45574319	0,469804445
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028362532	0,026626051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,008682408	0,010131791	0,015484785	0,020258952	0,025468396
Toplam Yakıt Miktarı kmol	21,10172392	17,892706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294889576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam Isı kCal	4.746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,691193628	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135681	1,786168425	1,77358761	1,73425681	1,720195555
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	30,44148531	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225	32,15103165	31,92457698	31,21662258	30,96351999
Topl Yoğ. Su Mi kg	642,3678187	549,4813888	487,2948478	340,0824017	281,8938501	217,7089288	209,0778762	234,5382256	367,7928344	455,3395517	586,7118494
Isı geri Kazanımı Kcal	372.734	318.974	282.631	197.078	163.992	126.489	121.422	136.267	213.963	264.097	340.440
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	14.809.995	12.673.927	11.229.897	7.830.574	6.515.953	5.025.836	4.824.511	5.414.343	8.501.501	10.493.475	13.526.829

Çizelge 9.5 Antalya'da 10.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANTALYA 75-60 C/10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Diş Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Isı İhtiyacı Kcal/h	6412	6235	5176	4000	3647				3706	4588	5765
Dönüş Su Sic. C	39	40	35	33	31				31	32	38
Baca Gazı Sic. C	44	45	40	38	36				36	37	43
Buh. Kıs. Bas. kPa	9,1	9,582	7,375	6,524	5,94				5,94	6,274	8,639
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	1,09315131	1,157114367	0,869628073	0,774864764	0,689857192				0,689857192	0,731213532	1,032598936
Yakıt Miktarı kmol/h	0,029691519	0,0288719	0,023968076	0,01852247	0,016887862				0,017161088	0,021245273	0,02669551
Toplam Yakıt Miktarı kmol	22,09049042	19,40191685	17,83224866	13,33617638	12,56456933				12,76783492	15,29659661	19,86145933
Toplam Isı kCal	4.969.300	4.364.500	4.011.400	3.000.000	2.826.425				2.872.150	3.441.000	4.467.875
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,09684869	1,032885633	1,320371927	1,415135236	1,500142808				1,500142808	1,458786468	1,157401064
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	19,74327641	18,59194139	23,76669469	25,47243426	27,00257054				27,00257054	26,25615643	20,83321916
Topl Yoğ. Su Mi kg	436,1386584	360,719301	423,8136095	339,7049271	339,2756696				344,7643629	401,6604265	413,778135
Isı geri Kazanımı Kcal	249.227	206.331	243.608	195.643	195.762				198.929	232.778	237.145
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	9.902.645	8.198.254	9.679.382	7.773.560	7.778.297				7.904.132	9.249.078	9.422.564

Çizelge 9.6 Antalya'da 10.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANTALYA 65-50 C/10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Isı İhtiyacı Kcal/h	6412	6235	5176	4000	3647				3706	4588	5765
Dönüş Su Sic. C	27	28	25,5	24	23				23	25	26
Baca Gazı Sic. C	32	33	30,5	29	28				28	30	31
Buh. Kis. Bas. kPa	4,753	5,029	4,366	4,004	3,778				3,778	4,241	4,491
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,545201412	0,578517684	0,498806372	0,45574319	0,429020868				0,429020868	0,483900105	0,513751211
Yakıt Miktarı kmol/h	0,029691519	0,0288719	0,023968076	0,01852247	0,016887862				0,017161068	0,021245273	0,02669551
Toplam Yakıt Miktarı kmol	22,09049042	19,40191685	17,83224866	13,33617838	12,56456933				12,76783492	15,29659661	19,86145933
Toplam Isı kCal	4.969.300	4.364.500	4.011.400	3.000.000	2.826.425				2.872.150	3.441.000	4.467.875
Yoğuşan Su Mikt kmol./kmol yakıt	1,644798588	1,611482316	1,691193628	1,73425681	1,760979132				1,760979132	1,706099895	1,676248789
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	29,60637459	29,00668168	30,44148531	31,21662258	31,69762437				31,69762437	30,7097981	30,1724782
Topl Yoğ. Su Mi kg	654,0193342	562,7852262	542,8401355	416,3104473	398,266999				404,7100352	469,7553935	599,2694488
Isı geri Kazanımı Kcal	379.030	324.119	314.983	241.460	231.592				235.339	272.693	347.588
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	15.060.174	12.878.368	12.515.352	9.594.035	9.201.953				9.350.819	10.835.026	13.810.871

Çizelge 9.7 Antalya'da 10.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yağuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANTALYA 40-30 C/10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
İsri İhtiyacı Kcal/h	6412	6235	5176	4000	3647				3706	4588	5765
Dönüş Su Sic. C	23	23	22,5	22	21,5				21,5	22,25	22,75
Baca Gazı Sic. C	28	28	27,5	27	26,5				26,5	27,25	27,75
Buh. Kis. Bas. kPa	3,778	3,778	3,671	3,564	3,462				3,462	3,618	3,725
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,429020868	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319				0,391864319	0,41017732	0,422772084
Yakıt Miktarı kmol/h	0,029691519	0,0288719	0,023968076	0,01852247	0,016887862				0,017161068	0,021245273	0,02669551
Toplam Yakıt Miktarı kmol	22,09049042	19,40191685	17,83224866	13,33617838	12,56458933				12,76783492	15,29659661	19,86145933
Toplam Isı kCal	4.969.300	4.364.500	4.011.400	3.000.000	2.826.425				2.872.150	3.441.000	4.467.875
Yoğuşan Su Miktl kmol/kmol yakıt	1,760979132	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,786135681				1,798135681	1,77982268	1,767227916
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	31,69762437	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225				32,36644225	32,03680825	31,81010249
Topl Yoğ. Su Mi kg	700,2160874	614,9946725	569,2869949	428,7718933	406,6704077				413,2493915	490,0541323	631,7950569
Isı geri Kazanımı Kcal	407.176	357.619	331.183	249.545	236.784				240.614	284.660	367.468
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	16.178.482	14.209.443	13.159.023	9.915.287	9.408.233				9.560.436	11.310.524	14.600.753

Çizelge 9.8 İstanbul'da 10.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL 75-60 C/10-000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Isı İhtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000		2565	3261	4391	5217
Dönüş Su Sic. C	40	42	39	34	32	32		31	32,5	35	38
Baca Gazı Sic. C	45	47	44	39	37	37		36	37,5	40	43
Buh. Kis. Bas. kPa	9,582	10,612	9,1	6,991	6,274	6,274		5,94	6,449	7,375	8,639
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	1,157114367	1,296082749	1,09315131	0,820984912	0,731213532	0,731213532		0,689857192	0,752998796	0,869628073	1,032598936
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028186569	0,02939516	0,02617225	0,019328197	0,014294716	0,013881852		0,011877534	0,015100444	0,020333041	0,024157931
Toplam Yakıt Miktarı kmol	20,97080711	19,75354742	19,47215406	13,91630214	10,63525886	10,00213379		8,551824389	11,23473008	14,63978982	17,97350101
Toplam Isı kCal	4.717.425	4.443.600	4.380.300	3.130.500	2.392.425	2.250.000		1.923.750	2.527.275	3.293.250	4.043.175
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,032888533	0,893917251	1,09684869	1,369015088	1,458786468	1,458786468		1,500142808	1,437001204	1,320371927	1,157401064
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	18,59194139	16,09051053	19,74327641	24,64227159	26,25815643	26,25815643		27,00257054	25,86602168	23,76669469	20,83321916
Topl Yoğ. Su Mi kg	389,8880166	317,8446627	384,44412	342,929297	279,2625533	262,6375936		230,9212413	290,5977717	347,939415	374,4458856
Isı geri Kazanımı Kcal	223.016	181.426	220.117	198.924	160.989	151.405		133.251	167.442	199.996	214.602
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	8.861.187	7.208.665	8.746.015	7.824.453	6.396.655	6.015.852		5.294.510	6.653.061	7.946.509	8.526.889

Çizelge 9.9 İstanbul'da 10.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL 65-50 C/10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Isı İhtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000		2565	3261	4391	5217
Dönüş Su Sic. C	30	30,5	29	26	24	24		23	22	26	28
Baca Gazı Sic. C	35	35,5	34	31	29	29		28	27	31	33
Buht. Kis. Bas. kPa	5,622	5,781	5,318	4,491	4,004	4,004		3,778	3,564	4,491	5,029
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,650750872	0,670271417	0,613608978	0,513751211	0,45574319	0,45574319		0,429020868	0,403831575	0,508737394	0,578517684
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028186569	0,02939516	0,02617225	0,019328197	0,014294716	0,013891852		0,011877534	0,015100444	0,020333041	0,024157931
Toplam Yakıt Miktarı kmol	20,97080711	19,75354742	19,47215406	13,91630214	10,63526886	10,00213379		8,551824389	11,23473008	14,63978982	17,97350101
Toplam Isı kCal	4.717.425	4.443.600	4.380.300	3.130.500	2.392.425	2.250.000		1.923.750	2.527.275	3.293.250	4.043.175
Yoğuşan Su Mikt kmol/ kmol yakıt	1,539249128	1,519728583	1,576391022	1,676248789	1,73425681	1,73425681		1,760979132	1,786168425	1,681262606	1,611482316
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	27,70648431	27,3551145	28,37503839	30,1724782	31,21662258	31,21662258		31,69762437	32,15103165	30,26272691	29,00668168
Topl Yoğ. Su Mi kg	581,0273379	540,3605515	552,5231189	419,8893231	331,997174	312,2328355		271,0725172	361,2081622	443,0399614	521,3516226
Isı geri Kazanımı Kcal	335.601	311.961	319.403	243.544	192.890	181.407		157.629	210.223	256.972	301.894
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	13.334.592	12.395.276	12.690.957	9.676.845	7.664.194	7.207.932		6.263.127	8.352.885	10.210.379	11.995.277

Çizelge 9.10 İstanbul'da 10.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL 40-30 C/10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Isı İhtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000		2565	3261	4391	5217
Dönüş Su Sic. C	23,75	24	23,5	22,5	22	22		21,5	22	22,5	23,5
Baca Gazı Sic. C	28,75	29	28,5	27,5	27	27		26,5	27	27,5	28,25
Buh. Kis. Bas. kPa	3,948	4,004	3,891	3,671	2,642	2,642		3,462	3,564	3,671	3,835
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol.yak.	0,449110144	0,45574319	0,442366498	0,41641239	0,296557866	0,296557866		0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,435748859
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028186569	0,02939516	0,02617225	0,019328197	0,014294716	0,013891852		0,011877534	0,015100444	0,020333041	0,024157931
Toplam Yakıt Miktarı kmol	20,97080711	19,75354742	19,47215406	13,91630214	10,63526886	10,00213379		8,551824389	11,23473008	14,63978982	17,97350101
Toplam Isı kCal	4.717.425	4.443.600	4.380.300	3.130.500	2.392.425	2.250.000		1.923.750	2.527.275	3.293.250	4.043.175
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol.yakit	1,740899856	1,73425681	1,747633502	1,77358761	1,893442134	1,893442134		1,798135681	1,786168425	1,77356761	1,754251141
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol.yakit	31,33601742	31,21662258	31,45740304	31,92457698	34,08195842	34,08195842		32,36644225	32,15103165	31,92457698	31,57652054
Topl Yoğ. Su Mi kg	657,1415767	616,6390346	612,5433982	444,272059	362,470791	340,8923079		276,7921302	361,2081622	467,3690971	567,540624
Isı geri Kazanımı Kcal	361.881	358.267	356.194	258.455	210.958	198.399		161.162	210.223	271.892	329.954
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	15.173.455	14.235.185	14.152.806	10.269.312	8.382.083	7.883.084		6.403.527	8.352.885	10.803.199	13.110.199

Çizelge 9.11 İzmir'de 10.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekin	Kasım	Aralık
75-60 C/10.000 kCal/h											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
İsı İhtiyacı Kcal/h	5750	5800	4950	3750	3100	2950			3400	4400	5150
Dönüş Su Sic. C	41	41	36	32	30	30			30	39	42
Baca Gazı Sic. C	46	46	41	37	35	35			35	44	47
Buh. Kis. Bas. kPa	10,086	10,086	7,777	6,274	5,622	5,622			5,622	9,1	10,612
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	1,224721448	1,224721448	0,920980263	0,731213532	0,650750872	0,650750872			0,650750872	1,09315131	1,296082749
Yakıt Miktarı kmol/h	0,026626051	0,026857581	0,022921557	0,017364816	0,014354914	0,013660322			0,015744099	0,020374717	0,02384768
Toplam Yakıt Miktarı kmol	19,80978164	18,04829475	17,05363811	12,50266724	10,68005619	9,835431559			11,71361001	14,66979622	17,74267399
Toplam Isı kCal	4.458.250	4.060.000	3.836.250	2.812.500	2.402.500	2.212.500			2.635.000	3.300.000	3.991.250
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	0,965278552	0,965278552	1,269019737	1,458786468	1,539249128	1,539249128			1,539249128	1,09684869	0,893917251
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	17,37501394	17,37501394	22,84235527	26,25815643	27,70648431	27,70648431			27,70648431	19,74327641	16,09051053
Topl Yoğ. Su Ml kg	344,1952322	313,5893729	389,5452604	328,2969921	295,9068092	272,5052301			324,542952	289,6298418	285,4886826
Isı geri Kazanımı Kcal	196.673	179.185	223.692	189.257	170.916	157.399			187.456	165.506	162.957
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	7.814.498	7.119.632	8.888.067	7.519.814	6.791.069	6.254.002			7.448.289	6.576.123	6.474.837

Çizelge 9.12 İzmir'de 10.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
65-50 C/10.000 kCal/h	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Dış Hava Sic. C											
İsı İhtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000			3261	4391	5217
Dönüş Su Sic. C	27,5	27,5	26	24,5	23	23			24	25,5	26
Baca Gazı Sic. C	32,5	32,5	31	29,5	28	28			29	30,5	31
Buh. Kıs. Bas. kPa	4,891	4,891	4,491	4,123	3,778	3,778			4,004	4,366	4,491
Su Buharı Miktarı Kmöl/ Kmöl yak.	0,561835655	0,561835655	0,513751211	0,469863848	0,429020868	0,429020868			0,45574319	0,498806372	0,513751211
Yakıt Miktarı kmöl/h	0,028186569	0,02939516	0,02617225	0,019328197	0,014294716	0,013891852			0,015100444	0,020333041	0,024157931
Toplam Yakıt Miktarı kmöl	20,97080711	19,75354742	19,47215406	13,91630214	10,63526886	10,00213379			11,23473008	14,63978982	17,97350101
Toplam Isı kCal	4.717.425	4.443.600	4.380.300	3.130.500	2.392.425	2.250.000			2.527.275	3.293.250	4.043.175
Yoğuşan Su Miklt kmöl /kmöl yakıt	1,628164345	1,628164345	1,676248789	1,720136152	1,760979132	1,760979132			1,73425681	1,691193628	1,676248789
Yoğuşan Su Miklt kg/kmöl yakıt	29,30695822	29,30695822	30,1724782	30,96245073	31,69762437	31,69762437			31,21662258	30,44148531	30,1724782
Topl Yoğ. Su Ml kg	614,5905676	578,916389	587,5231439	430,8828195	337,1127573	317,0438797			350,7103286	445,6569467	542,3050675
Isı geri Kazanımı Kcal	356.032	335.366	340.775	250.235	196.031	184.361			203.763	258.597	314.548
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmöl	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	14.146.382	13.325.249	13.540.164	9.942.701	7.788.985	7.325.294			8.096.190	10.274.940	12.488.060

Çizelge 9.13 İzmir'de 10.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
40-30 C/10.000 KCal/h											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Isı ihtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000			3261	4391	5217
Dönüş Su Sic. C	23,25	23,25	22,75	22,25	21,5	21,75			22	22,5	22,75
Baca Gazı Sic. C	28,25	28,25	27,75	27,25	26,5	26,75			27	27,5	27,75
Buh. Kıs. Bas. kPa	3,835	3,835	3,747	3,618	3,462	3,513			3,564	3,671	3,747
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,435748859	0,435748859	0,425365093	0,41017732	0,391864319	0,39784482			0,403831575	0,41641239	0,425365093
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028186569	0,02939516	0,02617225	0,019328197	0,014294716	0,013891852			0,015100444	0,020333041	0,024157931
Toplam Yakıt Miktarı kmol	20,97080711	19,75354742	19,47215406	13,91630214	10,63526886	10,00213379			11,23473008	14,63978982	17,97350101
Toplam Isı kCal	4.717.425	4.443.600	4.380.300	3.130.500	2.392.425	2.250.000			2.527.275	3.293.250	4.043.175
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,754251141	1,754251141	1,764634807	1,77982268	1,798135681	1,79215518			1,786168425	1,77356761	1,764634907
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	31,57652054	31,57652054	31,76342832	32,03680825	32,36644225	32,25879324			32,15103165	31,92457698	31,76342832
Topl Yoğ. Su Mi kg	662,1851213	623,748296	618,5023698	445,8339033	344,2258153	322,6567658			361,2081622	467,3690971	570,9000112
Isı geri Kazanımı Kcal	384,978	362,632	359,736	259,308	200,425	187,827			210,223	271,892	332,050
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	15.296.489	14.408.597	14.293.560	10.303.200	7.963.590	7.462.992			8.352.885	10.803.199	13.193.472

Çizelge 9.14 Ankara'da 52.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANKARA 75-60 C/60 KW											
Dış Hava Sic. C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Dönüş Su Sic. C	51	47	40	38	35	32	31	31,5	36,5	41	50
Baca Gazı Sic. C	56	52	45	43	40	37	36	36,5	41,5	46	55
Buh. Kis. Bas. kPa	16,594	13,7	9,593	8,709	7,384	6,33	5,979	6,155	8,047	10,144	15,914
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	2,170146233	1,73234786	1,156581969	1,04175453	0,870772928	0,738176063	0,69467125	0,716445423	0,95571961	1,232549698	2,06460374
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052665314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289644	93,0420712	81,17256126	55,79056865	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9394258	59,90753583	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	0,019853767	0,45765214	1,031418031	1,14824547	1,319227072	1,451823937	1,49532875	1,473554577	1,23428039	0,957450302	0,12539626
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	0,357367807	8,237738522	18,56552455	20,66841847	23,7460873	26,13283087	26,9159175	26,52398239	22,21704703	17,23410543	2,257132681
Topl Yoğ. Su MI kg	39,21359937	766,456254	1507,011179	1153,10282	1090,324708	920,1764822	904,119108	1006,145518	1330,968541	1307,198531	222,4000937
Isı geri Kazanımı kCal	22.195	435.194	862.010	660.866	626.719	530.482	521.677	580.304	763.923	748.502	125.923
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	881.879	17.291.742	34.250.623	26.258.479	24.901.677	21.077.855	20.728.002	23.057.483	30.353.264	29.740.541	5.003.349

Çizelge 9.15 Ankara'da 52.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA 66 - 50 C / 60 KW Dış Hava Sic. C	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Kazan Kapasitesi Kcal/h	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Dönüş Su Sic. C	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Baca Gazı Sic. C	36,5	35	31	28	25	24	23	24	25,5	29,5	32,5
Buh. Kıs. Bas. kPa	7,9875	7,375	5,94	5,029	4,241	4,004	3,778	4,004	4,366	5,47	6,449
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmöl yak.	0,948046781	0,869628073	0,699857192	0,578517684	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,45574319	0,498806372	0,632150408	0,752998796
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052685314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289644	93,0420712	81,17256126	55,79056685	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9334258	59,90753563	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,73425681	1,691193828	1,557849592	1,437001204
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	22,35515795	23,76669469	27,00257054	29,00668168	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,21662258	30,44148531	28,04129265	25,86602168
Topl Yoğ. Su Mi kg	2453,008331	2211,3025	2191,867811	1618,299266	1410,070266	1099,184474	1064,739029	1184,153436	1823,674372	2126,918435	2548,634244
Isı geri Kazanımı Kcal	1.407.929	1.271.057	1.264.708	936.995	818.546	637.527	619.146	686.809	1.056.205	1.227.870	1.468.523
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	55.941.824	50.503.432	50.251.167	37.230.029	32.523.626	25.331.130	24.600.780	27.289.272	42.046.118	48.787.478	58.349.447

Çizelge 9.16 Ankara'da 52.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA 40-30 C / 60 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Dönüş Su Sic. C	25,5	25	24	23	22,5	22	21,5	22	22,5	24	24,5
Baca Gazı Sic. C	30,5	30	29	28	27,5	27	26,5	27	27,5	29	29,5
Buh. Kıs. Bas. kPa	4,366	4,241	4,004	3,778	3,671	3,564	3,462	3,564	3,671	4,004	4,1225
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,498806372	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,45574319	0,469804445
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052685314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289844	93,0420712	81,17256126	55,79056865	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9334258	59,90753583	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,691193628	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135881	1,786168425	1,77358761	1,73425681	1,720195555
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	30,44148531	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225	32,15103165	31,92457698	31,21662258	30,96351999
Topl Yoğ. Su Mi kg	3340,312657	2857,303222	2533,933209	1768,428489	1465,84802	1132,08643	1087,204956	1219,598773	1912,522739	2367,765669	3050,901617
Isı geri Kazanımı Kcal	1.938.216	1.658.665	1.469.681	1.024.804	852.757	657.742	631.394	708.587	1.112.610	1.373.304	1.770.286
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	77.011.972	65.904.418	58.395.467	40.718.983	33.882.958	26.134.349	25.087.456	28.154.582	44.207.807	54.566.072	70.339.508

Çizege 9.17 Antaiya'da 52.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANTALYA 75-60 C/ 60 KW											
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Kazan Kapasitesi Kcal/h	33342,4	32422	26915,2	20800	18964,4				19271,2	23857,6	29978
Dönüş Su Sic. C	39	40	35	33	31				31	32	38
Baca Gazi Sic. C	44	45	40	38	36				36	37	43
Buh. Kıs. Bas. kPa	9,1	9,582	7,375	6,624	5,94				5,94	6,274	8,639
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	1,09315131	1,157114367	0,869628073	0,774864764	0,689857192				0,689857192	0,731213532	1,032598936
Yakıt Miktarı kmol/h	0,154395901	0,15013388	0,124633996	0,096316844	0,087816882				0,089237556	0,11047542	0,138816651
Toplam Yakıt Miktarı kmol	114,8705502	100,8899676	92,72769302	69,3481276	65,33576052				66,39274156	79,54230236	103,2795885
Toplam Isı kCal	25.840.360	22.695.400	20.859.280	15.600.000	14.697.410				14.935.180	17.893.200	23.232.950
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,09684869	1,032885633	1,320371927	1,415135236	1,500142808				1,500142808	1,458786468	1,157401064
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	19,74327641	18,59194139	23,76669469	25,47243426	27,00257054				27,00257054	26,25815643	20,83321916
Topl Yoğ. Su Mi ----kg	2267,921024	1875,740365	2203,830769	1766,465621	1764,233482				1792,774687	2088,634218	2151,646302
Isı gerl Kazanımı Kcal	1.295.981	1.072.923	1.266.762	1.017.343	1.017.963				1.034.431	1.210.447	1.233.152
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	51.493.752	42.630.922	50.332.787	40.422.515	40.447.143				41.101.484	48.095.205	48.997.331

Çizelge 9.18 Antalya'da 52.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANTALYA 65 - 50 C / 60 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Kazan Kapasitesi Kcal/h	33342,4	32422	26915,2	20800	18964,4				19271,2	23857,6	29978
Dönüş Su Sic. C	27	28	25,5	24	23				23	25	26
Baca Gazı Sic. C	32	33	30,5	29	28				28	30	31
Buh. Kis. Bas. kPa	4,753	5,029	4,366	4,004	3,778				3,778	4,241	4,491
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,545201412	0,578517684	0,498806372	0,45574319	0,429020868				0,429020868	0,483900105	0,513751211
Yakıt Miktarı kmol/h	0,154395901	0,15013398	0,124633996	0,096316844	0,087816882				0,089237556	0,11047542	0,138816651
Toplam Yakıt Miktarı kmol	114,8705502	100,8899676	92,72769302	69,3481276	65,33576052				66,39274156	79,54230236	103,2795885
Toplam Isı kCal	25.840.360	22.695.400	20.859.280	15.600.000	14.697.410				14.935.180	17.893.200	23.232.950
Yoğuşan Su Miktt kmol /kmol yakıt	1,644798588	1,611482316	1,691193628	1,73425681	1,760979132				1,760979132	1,706099895	1,676248789
Yoğuşan Su Miktt kg/kmol yakıt	29,60637459	29,00668168	30,44148531	31,21662258	31,69762437				31,69762437	30,7097981	30,1724782
Topl Yoğ. Su Mi kg	3400,900538	2926,483176	2822,768704	2164,814326	2070,988395				2104,492183	2442,728046	3116,201134
Isı gerl Kazanımı Kcal	1.970.958	1.685.420	1.637.912	1.255.592	1.204.280				1.223.762	1.418.004	1.807.459
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/KCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	78.312.903	66.967.513	65.079.831	49.888.980	47.850.156				48.624.261	56.342.137	71.816.532

Çizelge 9.19 Antalya'da 52.000 KCal/h 40/30 C sistemi için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANTALYA 40-30 C / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Kazan Kapasitesi Kcal/h	33342,4	32422	26915,2	20800	18964,4				19271,2	23857,6	29978
Dönüş Su Sic. C	23	23	22,5	22	21,5				21,5	22,25	22,75
Baca Gazı Sic. C	28	28	27,5	27	26,5				26,5	27,25	27,75
Buh. Kıs. Bas. kPa	3,778	3,778	3,671	3,564	3,462				3,462	3,618	3,725
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,429020868	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319				0,391864319	0,41017732	0,422772084
Yakıt Miktarı kmol/h	0,154395901	0,15013388	0,124633996	0,096316844	0,087816882				0,089237556	0,11047542	0,138816651
Toplam Yakıt Miktarı kmol	114,8705502	100,8899676	92,72769302	69,3481276	65,33576052				66,39274156	79,54230236	103,2795885
Toplam Isı kCal	25.840.360	22.695.400	20.859.280	15.600.000	14.697.410				14.935.180	17.893.200	23.232.950
Yoğuşan Su Miktl kmol/kmol yakıt	1,760979132	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135681				1,798135681	1,77982268	1,767227916
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	31,69762437	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225				32,36644225	32,03680825	31,81010249
Topl Yoğ. Su Mi kg	3641,12355	3197,972297	2960,292374	2229,613945	2114,68612				2148,898836	2548,281488	3285,334286
Isı geri Kazanımı Kcal	2.117.313	1.859.621	1.722.150	1.297.635	1.231.276				1.251.195	1.480.233	1.910.833
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	84.128.106	73.889.103	68.426.917	51.559.490	48.922.809				49.714.267	58.814.724	75.923.918

Çizelge 9.20 İstanbul'da 52.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL											
75-60 C/ 60 KW											
Diş Hava Sic.											
C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Kazan Kapasitesi											
Kcal/h	31652,4	33009,6	29390,4	21704,8	16052,4	15600		13338	16957,2	22833,2	27128,4
Dönüş Su Sic.											
C	40	42	39	34	32	32		31	32,5	35	38
Baca Gazı Sic.											
C	45	47	44	39	37	37		36	37,5	40	43
Buh. Kıs. Bas.											
kPa	9,582	10,612	9,1	6,991	6,274	6,274		5,94	6,449	7,375	8,639
Su Buharı Miktarı											
Kmol/ Kmol yak.	1,157114367	1,296082749	1,09315131	0,820984912	0,731213532	0,731213532		0,689857192	0,752998796	0,869628073	1,032598936
Yakıt Miktarı											
kmol/h	0,146570157	0,152854831	0,1360957	0,100506627	0,074332524	0,072237633		0,061763176	0,078522307	0,105731815	0,125621244
Toplam Yakıt Miktarı											
kmol	109,0481969	102,7184466	101,2552011	72,36477115	55,30339806	52,0110957		44,46948882	58,42059639	76,12690707	93,46220527
Toplam Isı											
Kcal	24.530.610	23.106.720	22.777.560	16.278.600	12.440.610	11.700.000		10.003.500	13.141.830	17.124.900	21.024.510
Yoğuşan Su Miktl											
kmol/ kmol yakıt	1,032885633	0,893917251	1,09684869	1,369015088	1,458786468	1,458786468		1,500142808	1,437001204	1,320371927	1,157401064
Yoğuşan Su Miktl											
kg/kmol yakıt	18,59194139	16,09051053	19,74327641	24,64227159	26,25815643	26,25815643		27,00257054	25,86602168	23,76669469	20,83321916
Topl Yoğ. Su Mi											
kg	2027,417686	1652,792246	1999,109424	1783,232344	1452,165277	1365,715487		1200,790455	1511,108413	1809,284958	1947,118605
Isı gerl Kazanımı											
Kcal	1.159.683	943.414	1.144.610	1.024.003	837.144	787.308		692.904	870.701	1.039.977	1.115.933
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı											
TL	46.078.171	37.485.060	45.479.276	40.687.157	33.262.606	31.282.428		27.531.452	34.595.918	41.321.845	44.339.822

Çizelge 9.21 İstanbul'da 52.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL 65 - 50 C / 60 KW Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31652,4	33009,6	29390,4	21704,8	16052,4	15600		13338	16957,2	22833,2	27128,4
Dönüş Su Sic. C	30	30,5	29	26	24	24		23	22	26	28
Baca Gazı Sic. C	35	35,5	34	31	29	29		28	27	31	33
Buh. Kıs. Bas. kPa	5,622	5,781	5,318	4,491	4,004	4,004		3,778	3,564	4,4491	5,029
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yakıt	0,650750872	0,670271417	0,613608978	0,513751211	0,45574319	0,45574319		0,429020888	0,403831575	0,508737394	0,578517684
Yakıt Miktarı kmol/h	0,146570157	0,152854831	0,1360957	0,100506627	0,074332524	0,072237633		0,061763176	0,078522307	0,105731815	0,125621244
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,0481999	102,7184466	101,2552011	72,36477115	55,30339806	52,0110957		44,46948692	58,42059639	76,12690707	93,46220527
Toplam Isı kCal	24.530.610	23.106.720	22.777.560	16.278.600	12.440.610	11.700.000		10.003.500	13.141.830	17.124.900	21.024.510
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,539249128	1,519728593	1,576391022	1,676248789	1,734256681	1,734256681		1,760979132	1,786168425	1,681262606	1,611482316
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	27,70648431	27,3551145	28,37503839	30,1724782	31,21662258	31,21662258		31,69762437	32,15103165	30,26272691	29,00668168
Topl Yoğ. Su Mi kg	3021,342157	2809,874868	2873,120218	2183,42448	1726,385305	1623,610745		1409,577099	1878,282444	2303,807799	2711,028438
Isı geri Kazanımı Kcal	1.745.127	1.622.197	1.660.893	1.266.430	1.003.030	943.318		819.689	1.093.160	1.336.255	1.569.848
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	69.339.878	64.455.437	65.992.977	50.319.593	39.853.809	37.481.246		32.568.258	43.435.003	53.093.969	62.375.439

Çizeige 9.22 İstanbul'da 52.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İSTANBUL 40-30 C / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31652,4	33009,6	29390,4	21704,8	16052,4	15600		13338	16957,2	22833,2	27128,4
Dönüş Su Sic. C	23,75	24	23,5	22,5	22	22		21,5	22	22,5	23,5
Baca Gazı Sic. C	26,75	29	26,5	27,5	27	27		26,5	27	27,5	28,25
Buh. Kıs.-Bas. kPa	3,948	4,004	3,891	3,671	2,642	2,642		3,462	3,564	3,671	3,835
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,449110144	0,45574319	0,442366498	0,41641239	0,296557866	0,296557866		0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,435748859
Yakıt Miktarı kmol/h	0,146570157	0,152854831	0,1360957	0,100506627	0,074332524	0,072237633		0,081763176	0,078522307	0,105731815	0,125621244
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,0481969	102,7184466	101,2552011	72,36477115	55,30339806	52,0110957		44,46948682	58,42059639	76,12690707	93,46220527
Toplam Isı kCal	24.530.610	23.106.720	22.777.560	16.278.600	12.440.610	11.700.000		10.003.500	13.141.830	17.124.900	21.024.510
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,740889856	1,73425681	1,747633502	1,77358761	1,893442134	1,893442134		1,798135681	1,786168425	1,77356761	1,754251141
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	31,33601742	31,21662256	31,45740304	31,92457698	34,08195842	34,08195842		32,36644225	32,15103165	31,92457698	31,57652054
Topl Yoğ. Su Mi kg	3417,136199	3206,52298	3185,225671	2310,214707	1884,848113	1772,640001		1439,319077	1878,282444	2430,319305	2951,211245
Isı geri Kazanımı Kcal	1.985.783	1.862.990	1.852.209	1.343.987	1.096.982	1.031.676		838.044	1.093.160	1.413.838	1.715.760
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259		39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	78.901.966	74.022.963	73.594.592	53.400.425	43.586.834	40.992.038		33.298.338	43.435.003	56.176.633	68.173.035

Çizeğe 9.23 İzmir'de 52.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
76-60 C/ 60 KW											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Kazan Kapasitesi Kcal/h	29900	30160	25740	19500	16120	15340			17680	22880	26780
Dönüş Su Sic. C	41	41	36	32	30	30			30	39	42
Baca Gazı Sic. C	46	46	41	37	35	35			35	44	47
Buh. Kis. Bas. kPa	10,086	10,086	7,777	6,274	5,622	5,622			5,622	9,1	10,612
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yakıt	1,224721448	1,224721448	0,920980263	0,731213532	0,650750872	0,650750872			0,650750872	1,09315131	1,296082749
Yakıt Miktarı kmol/h	0,138455463	0,139659424	0,119192094	0,090297041	0,074645554	0,071033672			0,081869317	0,105948528	0,124007937
Toplam Yakıt Miktarı kmol	103,0108645	93,85113269	88,67891817	65,01386963	55,53629219	51,14424411			60,91077208	76,28294036	92,26190476
Toplam Isı kCal	23.172.500	21.112.000	19.948.500	14.625.000	12.493.000	11.505.000			13.702.000	17.160.000	20.754.500
Yoğuşan Su Mikti kmol /kmol yakıt	0,965278552	0,965278552	1,269019737	1,458786468	1,539249128	1,539249128			1,539249128	1,09684869	0,893917251
Yoğuşan Su Mikti kg/kmol yakıt	17,37501394	17,37501394	22,84235527	26,25815643	27,70648431	27,70648431			27,70648431	19,74327641	16,09051053
Topl Yoğ. Su Mi kg	1789,815208	1630,664739	2025,635354	1707,144359	1538,715408	1417,027197			1687,623351	1506,075177	1484,54115
Isı geri Kazanımı Kcal	1.022.700	931.762	1.163.201	984.135	888.762	818.475			974.771	860.632	847.376
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	40.635.388	37.022.087	46.217.951	39.103.035	35.313.557	32.520.809			38.730.998	34.195.839	33.669.152

Çizelge 9.24 İzmir'de 52.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
65 - 50 C / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Kazan Kapasitesi Kcal/h	29900	30160	25740	19500	16120	15340			17680	22880	28780
Dönüş Su Sic. C	27,5	27,5	26	24,5	23	23			24	25,5	26
Baca Gazı Sic. C	32,5	32,5	31	29,5	28	28			29	30,5	31
Buh. Kis. Bas. kPa	4,891	4,891	4,491	4,123	3,778	3,778			4,004	4,366	4,491
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,561835655	0,561835655	0,513751211	0,469863848	0,429020868	0,429020868			0,45574319	0,498806372	0,513751211
Yakıt Miktarı kmol/h	0,138455463	0,139659424	0,119192094	0,090297041	0,074645554	0,071033672			0,081869317	0,105948528	0,124007937
Toplam Yakıt Miktarı kmol	103,0108645	93,85113269	88,67891817	65,01388663	55,53629219	51,14424411			60,91077208	76,28294036	92,26190476
Toplam Isı kCal	23.172.500	21.112.000	19.948.500	14.625.000	12.493.000	11.505.000			13.702.000	17.160.000	20.754.500
Yoğuşan Su Miktl kmol/ kmol yakıt	1,628164345	1,628164345	1,676248789	1,720136152	1,760979132	1,760979132			1,734256681	1,691193628	1,676248789
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	29,30695822	29,30695822	30,1724782	30,96245073	31,69762437	31,69762437			31,21662258	30,44148531	30,1724782
Topl Yoğ. Su Mi kg	3018,935103	2750,491224	2675,662725	2012,988735	1760,368529	1621,151038			1901,428583	2322,166008	2783,77031
Isı geri Kazanımı Kcal	1.748.869	1.593.360	1.551.938	1.169.043	1.023.654	942.699			1.104.730	1.347.460	1.614.642
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	69.488.555	63.309.629	61.663.804	46.450.088	40.673.289	37.456.671			43.894.704	53.539.199	64.155.271

Çizelge 9.25 İzmir'de 52.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İZMİR 40-30 C / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Kazan Kapasitesi Kcal/h	29900	30160	25740	19500	16120	15340			17680	22880	26780
Dönüş Su Sic. C	23,25	23,25	22,75	22,25	21,5	21,75			22	22,5	22,75
Baca Gazı Sic. C	28,25	28,25	27,75	27,25	26,5	26,75			27	27,5	27,75
Buh. Kis. Bas. kPa	3,835	3,835	3,747	3,618	3,462	3,513			3,564	3,671	3,747
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmöl yak.	0,435748859	0,435748859	0,425365093	0,41017732	0,391864319	0,39784482			0,403831575	0,41641239	0,425365093
Yakıt Miktarı kmol/h	0,138455463	0,139659424	0,119192094	0,090297041	0,074645554	0,071033672			0,081869317	0,105948528	0,124007937
Toplam Yakıt Miktarı kmol	103,0108645	93,85113269	88,67891817	65,01386963	55,53629219	51,14424411			60,91077208	76,28294036	92,26190476
Toplam Isı kCal	23.172.500	21.112.000	19.946.500	14.625.000	12.493.000	11.505.000			13.702.000	17.160.000	20.754.500
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,754251141	1,754251141	1,764634907	1,77982268	1,798135681	1,79215518			1,786168425	1,77358761	1,764634907
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	31,57652054	31,57652054	31,76342832	32,03680825	32,36644225	32,25879324			32,15103165	31,92457698	31,76342832
Topl Yoğ. Su Mi kg	3252,72468	2963,492219	2816,746461	2082,836875	1797,512194	1649,651596			1958,344161	2435,300602	2930,554399
Isı geri Kazanımı Kcal	1.891.053	1.722.900	1.638.290	1.211.430	1.046.601	960.420			1.139.756	1.416.736	1.704.484
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	75.138.000	68.456.725	65.094.875	48.134.260	41.565.059	38.160.768			45.286.419	56.291.775	67.724.971

Çizelge 9.26 Erzurum'da 10.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM 75 - 60 C / 10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	5,2	10,7	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
Isı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Dönüş Su Sic. C	51	47	40	38	35	32	31	31,5	36,5	41	50
Baca Gazı Sic. C	56	52	45	43	40	37	36	36,5	41,5	46	55
Buh. Kis. Bas. kPa	16,594	13,7	9,593	8,709	7,384	6,33	5,979	6,155	8,047	10,144	15,914
Su Buharı Miktarı Kmoll / Kmoll yak.	2,170146233	1,73234786	1,158681969	1,04175453	0,870772928	0,738176063	0,69467125	0,716445423	0,95571961	1,232549698	2,06460374
Yakıt Miktarı kmoll/h	0,028362532	0,026626051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,008682408	0,010131791	0,015484785	0,020258952	0,025468396
Toplam Yakıt Miktarı kmoll	21,10172392	17,892706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294889576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam Isı kCal	4,746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Miktt kmoll /kmoll yakıt	0,019853767	0,45765214	1,031418031	1,14824547	1,319227072	1,451823937	1,49532875	1,473554577	1,23428039	0,957450302	0,125399626
Yoğuşan Su Miktt kg/kmoll yakıt	0,357367807	8,237738522	18,56552455	20,66841847	23,7460873	26,13283087	26,9159175	26,52398239	22,21704703	17,23410543	2,257132681
Topl Yoğ. Su Mi kg	7,541076802	147,3954335	289,8098422	221,7505422	209,6778284	176,9570158	173,8690592	193,4895227	255,9554886	251,3843329	42,76924879
Isı geri Kazanımı Kcal	4,268	83,691	165,771	127,090	120,523	102,016	100,322	111,597	146,908	143,943	24,216
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmoll	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560	8,072,560
Yakıt Birim Fiyatı TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	200,125	4,025,150	7,856,400	6,512,200	5,300,812	4,928,400	4,850,630	5,004,740	7,120,300	7,009,400	1,453,000

Çizelge 9.27 Erzurum'da 10.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM 65 - 50 C / 10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	5,2	10,7	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
İsli İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Dönüş Su Sic. C	36,5	35	31	28	25	24	23	24	25,5	29,5	32,5
Baca Gazı Sic. C	41,5	40	36	33	30	29	28	29	30,5	34,5	37,5
Buh. Kis. Bas. kPa	7,9875	7,375	5,94	5,029	4,241	4,004	3,778	4,004	4,366	5,47	6,449
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,948046781	0,869628073	0,689857192	0,578517684	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,45574319	0,498806372	0,632150408	0,752998796
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028362532	0,026628051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,008682408	0,010131791	0,015484785	0,020258952	0,025466396
Toplam Yakıt Miktarı kmol	21,10172392	17,892706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294889576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam Isı kCal	4.746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Mikt kmol /kmol yakıt	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,73425681	1,691193628	1,557849592	1,437001204
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	22,35515795	23,76669469	27,00257054	29,00668168	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,21662258	30,44148531	28,04129265	25,86602168
Topl Yoğ. Su Mi kg	471,7323713	425,2504807	421,5130406	311,2113973	271,1673589	211,3816296	204,7575057	227,7218147	350,7066099	409,022776	490,12197
İsli geri Kazanımı Kcal	270.756	244.434	243.213	180.191	157.413	122.601	119.066	132.079	203.501	236.129	282.408
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	12.800.720	9.712.198	9.663.686	7.159.621	6.254.543	4.871.371	4.730.919	5.247.937	8.085.792	9.382.207	13.760.300

Çizelge 9.28 Erzurum'da 10.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğunlaşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM 40-30 C / 10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ektm	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	5,2	10,7	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
İsı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Döndüş Su Sic. C	25,5	25	24	23	22,5	22	21,5	22	22,5	24	24,5
Baca Gazı Sic. C	30,5	30	29	28	27,5	27	26,5	27	27,5	29	29,5
Buh. Kıs. Bas. kPa	4,366	4,241	4,004	3,778	3,671	3,564	3,462	3,564	3,671	4,004	4,1225
Su Buharı Miktarı Kmöl/ Kmöl yak.	0,498806372	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,45574319	0,469804445
Yakıt Miktarı kmöl/h	0,028362532	0,026626051	0,020981328	0,014901327	0,011868273	0,009404784	0,006682408	0,010131791	0,015484785	0,020258952	0,025468396
Toplam Yakıt Miktarı kmöl	21,10172392	17,892706	15,61010793	10,72895551	8,829994843	6,771444575	6,459711405	7,294899576	11,52067997	14,58644511	18,94848679
Toplam Isı kCal	4.746.875	4.025.000	3.511.525	2.413.500	1.986.325	1.523.250	1.453.125	1.641.000	2.591.600	3.281.250	4.262.500
Yoğuşan Su Miklt kmöl /kmöl yakıt	1,691193628	1,706099895	1,73425681	1,760879132	1,77358761	1,786168425	1,798135681	1,786168425	1,77358761	1,73425681	1,720195555
Yoğuşan Su Miklt kg/kmöl yakıt	30,44148531	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,3664225	32,15103165	31,92457698	31,21662258	30,96351999
Topl Yoğ. Su Mi kg	642,3678187	549,4813888	487,2948478	340,0824017	281,8938501	217,7089288	209,0778762	234,5382256	367,7928344	455,3395517	586,7118494
İsı geri Kazanımı Kcal	372.734	318.974	282.631	197.078	163.992	126.489	121.422	136.267	213.963	264.097	340.440
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmöl	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	17.853.500	12.673.927	11.229.897	7.830.574	6.515.953	5.025.836	4.824.511	5.414.343	8.501.501	10.493.475	15.145.660

Çizelge 9.29 Erzurum'da 52.000 KCal/h 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğunlaşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM 75-60 C/ 60 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	5,2	10,7	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Dönüş Su Sic. C	51	47	40	38	35	32	31	31,5	36,5	41	50
Baca Gazı Sic. C	56	52	45	43	40	37	36	36,5	41,5	46	55
Buh. Kis. Bas. kPa	16,594	13,7	9,593	8,709	7,384	6,33	5,979	6,155	8,047	10,144	15,914
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol.yak.	2,170146233	1,73234786	1,158581969	1,04175453	0,870772928	0,738176063	0,69457125	0,716445423	0,95571961	1,232549698	2,06460374
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,0526885314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289844	93,0420712	81,17256126	55,79058865	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9334258	59,90753583	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	0,019853767	0,45765214	1,031418031	1,14824547	1,319227072	1,451823937	1,49532875	1,473554577	1,23428039	0,957450302	0,12539626
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	0,357367807	8,237738522	18,56552455	20,66841847	23,7460873	26,13283087	26,9159175	26,52398239	22,21704703	17,23410543	2,257132681
Topl Yoğ. Su Mi kg	39,21369937	766,456254	1507,011179	1153,10282	1090,324708	920,1764822	904,119108	1006,145518	1330,968541	1307,198531	222,4000937
Isı geri Kazanımı Kcal	22.195	435.194	862.010	660.866	626.719	530.482	521.677	580.304	763.923	748.502	125.923
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	1.286.900	17.291.742	34.250.623	26.258.479	24.901.677	21.077.855	20.728.002	23.057.483	30.353.264	29.740.541	6.400.250

Çizelge 9.30 Erzurum'da 52.000 KCal/h 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM 65 - 50 C / 60 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	5,2	10,7	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Dönüş Su Sic. C	36,5	35	31	28	25	24	23	24	25,5	29,5	32,5
Baca Gazi Sic. C	41,5	40	36	33	30	29	28	29	30,5	34,5	37,5
Buh. Kis. Bas. kPa	7,9875	7,375	5,94	5,029	4,241	4,004	3,778	4,004	4,366	5,47	6,449
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yakıt	0,948046781	0,869628073	0,689857192	0,578517684	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,45574319	0,498806372	0,632150408	0,752998796
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052685314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289644	93,0420712	81,17256126	55,79056865	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9334258	59,90753563	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Miktl kmol /kmol yakıt	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706099895	1,734256881	1,760979132	1,734256881	1,691193628	1,557849592	1,437001204
Yoğuşan Su Miktl kg/kmol yakıt	22,35515795	23,76669469	27,00257054	29,00668168	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,21662258	30,44148531	28,04129265	25,86602168
Topl Yoğ. Su Mi kg	2453,008331	2211,3025	2191,867811	1618,299266	1410,070266	1099,184474	1064,739029	1184,153436	1823,674372	2126,918435	2548,634244
Isı geri Kazanımı Kcal	1.407.929	1.271.057	1.264.708	936.995	818.546	637.527	619.146	686.809	1.058.205	1.227.870	1.468.523
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	63.853.210	50.503.432	50.251.167	37.230.029	32.523.626	25.331.130	24.600.780	27.289.272	42.046.118	48.787.478	65.740.440

Çizelge 9.31 Erzurum'da 52.000 KCal/h 40/30 C sistem için bulunan yıllık yağışma Miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ERZURUM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
40-30 C / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	-8,7	-7,2	-2,6	10,7	5,2	14,4	19,3	14,9	8,3	1,4	-5
Kazan Kapasitesi Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Dönüş Su Sic. C	25,5	25	24	23	22,5	22	21,5	22	22,5	24	24,5
Baca Gazı Sic. C	30,5	30	29	28	27,5	27	26,5	27	27,5	29	29,5
Buh. Kıs. Bas. kPa	4,366	4,241	4,004	3,778	3,671	3,564	3,482	3,564	3,671	4,004	4,1225
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yak.	0,498806372	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,41641239	0,403831575	0,391864319	0,403831575	0,41641239	0,45574319	0,469804445
Yakıt Miktarı kmol/h	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052685314	0,080520881	0,105346548	0,13243566
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,7289644	93,0420712	81,17256126	55,79056865	45,91597319	35,21151179	33,59049931	37,9334258	59,90753583	75,84951456	98,5321313
Toplam Isı kCal	24.683.750	20.930.000	18.259.930	12.550.200	10.328.890	7.920.900	7.556.250	8.533.200	13.476.320	17.062.500	22.165.000
Yoğuşan Su Miktlı kmol /kmol yakıt	1,691193628	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135681	1,786168425	1,77358761	1,73425681	1,720195555
Yoğuşan Su Miktlı kg/kmol yakıt	30,44148531	30,7097981	31,21662258	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225	32,15103165	31,92457698	31,21662258	30,96351999
Topl Yoğ. Su Mi kg	3340,312657	2857,303222	2533,933209	1768,428489	1465,84802	1132,08643	1087,204956	1219,598773	1912,522739	2367,765669	3050,901617
Isı geri Kazanımı Kcal	1.938.216	1.658.665	1.469.681	1.024.804	852.757	657.742	631.394	708.587	1.112.610	1.373.304	1.770.286
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Tasarruf Miktarı TL	84.004.320	65.904.418	58.395.467	40.718.983	33.882.958	26.134.349	25.087.456	28.154.582	44.207.807	54.566.072	79.420.550

Çizelge 11.1 Ankara'da 10.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğunlaşmalı kazan karşılaştırılması

ANKARA/24 kW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic.	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Isı İhtiyacı	Kcal/h	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Yakıt Miktarı	kmol/h	0,03110077	0,024507407	0,017405614	0,01386283	0,01098533	0,010141556	0,011834519	0,018087126	0,02386363	0,029748563
Top.Yak. Mik.	kmol	24,64803664	18,23351086	12,53204191	10,31394578	7,90943975	7,301920005	8,520853851	13,45682196	17,03781334	22,13293086
Toplam Isı	kCal	5.007.692	3.704.466	2.546.110	2.095.464	1.606.945	1.483.516	1.731.165	2.733.996	3.461.538	4.496.703
Yakıt Birim Fiyatı	TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı	TL/Kcal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,7334226	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı	TL	198.972.755	147.191.110	101.165.660	83.259.946	63.849.427	58.945.187	68.785.104	108.631.003	137.538.770	178.669.412
75/60 Yoğ.Tas. Tut.	TL	169.592	6.586.658	5.049.708	4.788.784	4.053.434	3.986.154	4.434.131	5.837.166	5.719.335	962.183
75/60 Yoğ. Yakıt Tut.	TL	188.439.998	132.938.248	90.846.908	74.134.707	56.470.502	51.888.971	59.365.380	97.253.803	129.413.110	168.401.531
75/60 Top. Tas. Tut.	TL	10.532.756	14.252.862	10.318.752	9.125.239	7.378.925	7.056.216	9.419.724	11.377.200	8.125.660	10.267.881
65/50 Yoğ.Tas. Tut.	TL	10.758.043	9.712.198	7.159.621	6.254.543	4.871.371	4.730.919	5.247.937	8.085.792	9.382.207	11.221.047
65/50 Yoğ. Yakıt Tut.	TL	177.851.547	129.861.221	88.736.994	72.668.947	55.652.565	51.144.206	59.954.610	94.887.346	120.993.086	158.142.666
65/50 Top. Tas. Tut.	TL	21.121.207	18.499.398	17.329.890	10.590.999	8.196.862	7.800.981	8.830.494	13.743.667	16.545.685	20.526.746
40/30 Yoğ. Tas. Tut.	TL	14.809.995	12.673.927	11.229.897	7.830.574	5.025.836	4.824.511	5.414.343	8.501.501	10.493.475	13.526.829
40/30 Yoğ. Yakıt Tut.	TL	173.799.596	147.253.099	88.066.042	72.407.537	55.498.100	51.050.615	59.788.204	94.471.637	119.881.818	155.836.885
40/30 Top. Tas. Tut.	TL	25.173.159	21.461.126	18.896.101	10.852.409	8.351.327	7.894.573	8.996.900	14.159.366	17.656.953	22.832.527

Çizelge 11.2 Antalya'da 10.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

	Ocak	Şubat	Marif	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Antalya/24 kW											
Dış Hava Sic. C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Isı İhtiyacı											
Kcal/h	6412	6235	5176	4000	3647				3706	4588	5765
Yakıt Miktarı	0,034681416	0,033724053	0,027896102	0,021635319	0,019726002				0,020045123	0,02481571	0,031181903
Toplam Yakıt Miktarı	25,80297321	22,66256346	20,82910002	15,57742934	14,67614524				14,91357123	17,86731146	23,18933571
Toplam Isı	5.242.338	4.604.308	4.231.807	3.164.835	2.981.723				3.029.960	3.630.066	4.713.363
Yakıt Birim Fiyatı	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı TL	208.296.049	182.944.903	168.144.160	125.749.733	118.474.063				120.390.699	144.234.944	187.278.029
75/60 Yoğ. Tas. Tut. TL	9.902.645	8.198.254	9.679.382	7.773.560	7.778.297				7.904.132	9.249.078	9.422.564
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	187.544.652	165.218.269	149.707.269	111.426.707	104.525.242				106.216.218	127.473.629	168.101.402
75/60 Top. Tas. Tut. TL	20.751.397	17.726.635	18.436.890	14.323.026	13.948.821				14.174.480	16.761.315	19.176.628
65/60 Yoğ. Tas. Tut. TL	15.060.174	12.878.368	12.515.352	9.594.035	9.201.953				9.350.819	10.835.026	13.810.871
65/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	182.387.123	160.538.155	146.871.299	109.606.233	103.101.586				104.769.530	125.887.681	163.713.094
65/60 Top. Tas. Tut. TL	25.908.926	22.406.748	21.272.861	16.143.500	15.372.477				16.621.168	18.347.263	23.564.935
40/30 Yoğ. Tas. Tut. TL	16.178.482	14.209.443	13.159.023	9.915.287	9.408.233				9.560.436	11.310.524	14.600.753
40/30 Yoğ. Yakıt Tut. TL	181.268.815	159.207.080	146.227.629	109.284.981	102.895.306				104.559.914	125.412.183	162.923.212
40/30 Top. Tas. Tut. TL	27.027.234	23.737.823	21.916.531	16.464.752	15.578.757				15.930.785	18.822.760	24.354.817

Çizelge 11.3 İstanbul'da 10.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yağuşmalı kazan karşılaştırılması

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İstanbul/24 KW											
Dış Hava Sic. C	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Isı ihtiyacı Kcal/h	6087	6348	5652	4174	3087	3000		2565	3261	4391	5217
Yakıt Miktarı kmol/h	0,032923546	0,034335251	0,030570705	0,022576455	0,016697057	0,01622649		0,013873648	0,017638193	0,023750171	0,028217864
Toplam Yakıt Miktarı kmol	24,49511821	23,07328834	22,74460458	16,25504752	12,42261047	11,683072		9,989026566	13,12281591	17,10012306	20,99409096
Toplam Isı kCal	4.976.624	4.687.754	4.620.976	3.302.505	2.523.877	2.373.626		2.029.451	2.666.136	3.474.198	4.265.327
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957		9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278		45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278
Toplam Yakıt Tutarı TL	225.868.432	212.757.800	209.727.021	149.887.094	114.548.357	107.729.105		92.108.384	121.004.921	157.679.499	193.585.610
75/60 Yoğ. Tas. Tut. TL	8.861.187	7.208.665	8.746.015	7.824.453	6.396.655	6.015.852		5.294.510	6.653.061	7.946.509	8.526.889
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	205.243.264	194.467.999	190.057.724	134.256.021	102.185.642	96.102.362		82.016.563	108.049.521	141.520.517	174.976.137
75/60 Top. Tas. Tut. TL	20.625.168	18.289.801	19.669.297	15.631.073	12.362.715	11.626.742		10.091.822	12.955.401	16.158.983	18.609.473
65/50 Yoğ. Tas. Tut. TL	13.334.592	12.395.276	12.690.957	9.676.845	7.664.194	7.207.932		6.263.127	8.352.885	10.210.379	11.995.277
65/50 Yoğ. Yakıt Tut. TL	200.769.859	189.281.388	186.112.781	132.403.630	100.918.103	94.910.282		81.047.946	106.349.696	139.256.647	171.507.749
65/50 Top. Tas. Tut. TL	25.098.573	23.476.412	23.614.239	17.483.464	13.630.254	12.818.823		11.060.498	14.655.225	18.422.853	22.077.861
40/30 Yoğ. Tas. Tut. TL	15.173.455	14.235.185	14.152.806	10.269.312	8.382.083	7.883.084		6.403.527	8.352.885	10.803.199	13.110.199
40/30 Yoğ. Yakıt Tut. TL	198.930.996	187.441.479	184.650.932	131.811.162	100.200.213	94.235.130		80.907.546	106.349.696	138.663.827	170.392.827
40/30 Top. Tas. Tut. TL	26.937.436	25.316.321	25.076.089	18.075.932	14.348.144	13.493.975		11.200.838	14.655.225	19.015.673	23.192.783

Çizelge 11.4 İzmir'de 10.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yoğunlaşmalı kazan karşılaştırılması

İzmir/24 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
İsı ihtiyacı Kcal/h	5750	5600	4950	3750	3100	2950			3400	4400	5150
Yakıt Miktarı kmol/h	0,03110077	0,031371212	0,026773707	0,020283111	0,016767372	0,01595605			0,018390021	0,02379885	0,027855473
Toplam Yakıt Miktarı kmol	23,13897317	21,08145438	19,91963777	14,60384001	12,47492467	11,4883541			13,68217544	17,13517228	20,72447162
Toplam İsı kCal	4.701.089	4.283.077	4.047.033	2.967.033	2.534.505	2.334.066			2.779.780	3.481.319	4.210.549
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957	9.220.957			9.220.957	9.220.957	9.220.957
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278	45,38587278			45,38587278	45,38587278	45,38587278
Toplam Yakıt Tutarı TL	213.363.477	194.391.184	183.678.123	134.661.381	115.030.744	105.933.620			126.162.751	158.002.687	191.099.462
75/60 Yoğ. Tas. Tut. TL	7.814.498	7.119.632	8.888.067	7.519.814	6.791.089	6.254.002			7.448.269	6.576.123	6.474.837
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	194.436.288	177.147.011	165.223.487	120.127.953	102.248.491	94.162.242			112.143.506	143.197.257	174.671.528
75/60 Top. Tas. Tut. TL	18.927.179	17.244.173	18.454.636	14.533.428	12.782.263	11.771.378			14.019.245	14.805.429	16.427.934
65/50 Yoğ. Tas. Tut. TL	14.146.382	13.325.249	13.540.164	9.942.701	7.788.985	7.325.294			8.096.190	10.274.940	12.498.060
65/50 Yoğ. Yakıt Tut. TL	188.104.413	170.941.394	160.571.390	117.705.066	101.250.574	93.090.949			111.495.585	139.498.440	168.648.305
65/50 Top. Tas. Tut. TL	25.259.064	23.449.790	23.106.733	16.956.314	13.780.170	12.842.670			14.667.166	18.504.247	22.451.157
40/30 Yoğ. Tas. Tut. TL	15.296.489	14.408.597	14.293.560	10.303.200	7.963.590	7.462.992			8.352.885	10.803.199	13.193.472
40/30 Yoğ. Yakıt Tut. TL	186.954.307	169.858.046	159.817.994	117.344.567	101.075.969	92.953.251			111.238.889	138.970.182	167.952.893
40/30 Top. Tas. Tut. TL	26.409.170	24.533.138	23.860.129	17.316.814	13.954.775	12.980.368			14.923.852	19.032.505	23.146.569

Çizelge 12.1 Ankara'da 52.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ANKARA/60 kW											
Dış Hava Sic.											
C	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
İsı İhtiyacı											
Kcal/h	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Yakıt Miktarı											
kmol/h	0,172271224	0,161724006	0,127438517	0,090509192	0,072086718	0,05712373	0,052736089	0,0615395	0,094053057	0,123050874	0,154692528
Top. Yak. Mik.	128,1697905	108,6785321	94,81425646	65,16661792	53,63251806	41,1290867	37,96998402	44,30844	69,9754742	88,59662939	115,0912405
Toplam İsı											
kCal	26.040.000	22.080.000	19.263.223	13.239.771	10.896.411	8.356.114	7.714.286	9.002.057	14.216.777	18.000.000	23.382.857
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,7334226	39,73342259	39,7334226	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı											
TL	1.034.656.324	877.313.971	765.393.774	526.061.433	432.951.720	332.017.020	306.514.974	357.682.541	584.881.214	715.201.607	929.080.944
75/60 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	881.879	17.291.742	34.250.623	26.258.479	24.901.677	21.077.855	20.728.002	23.057.483	30.353.264	29.740.541	5.003.349
75/60 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	979.887.991	814.328.793	691.278.892	472.403.921	385.500.475	293.646.612	269.822.651	315.995.758	505.107.054	648.210.981	875.687.963
75/60 Top. Tas. Tut.											
TL	54.770.334	62.985.178	74.114.882	53.657.512	47.451.245	38.370.408	36.692.323	41.686.782	59.774.160	66.990.625	53.392.982
65/60 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	55.941.824	50.503.432	50.251.167	37.230.029	32.523.626	25.331.130	24.600.780	27.289.272	42.046.118	48.787.478	58.349.447
65/60 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	924.828.045	781.117.103	675.278.349	461.432.371	377.878.525	289.393.337	265.949.873	311.763.970	493.414.199	629.164.045	822.341.865
65/60 Top. Tas. Tut.											
TL	109.830.279	96.196.888	90.115.426	64.629.062	55.073.195	42.623.683	40.565.101	45.918.571	71.467.015	86.037.562	106.739.079
40/30 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	77.011.972	65.904.418	58.395.467	40.718.983	33.882.958	26.134.349	25.087.456	28.154.582	44.207.807	54.566.072	70.339.508
40/30 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	903.757.898	765.716.116	667.134.048	457.943.417	376.519.194	288.590.118	265.463.197	310.898.659	491.252.510	623.385.451	810.351.803
40/30 Top. Tas. Tut.											
TL	130.900.426	111.597.854	98.259.726	68.118.016	56.432.526	43.426.903	41.051.777	46.783.881	73.628.704	91.816.155	118.729.141

Çizelge 12.2 Antalya'da 52.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

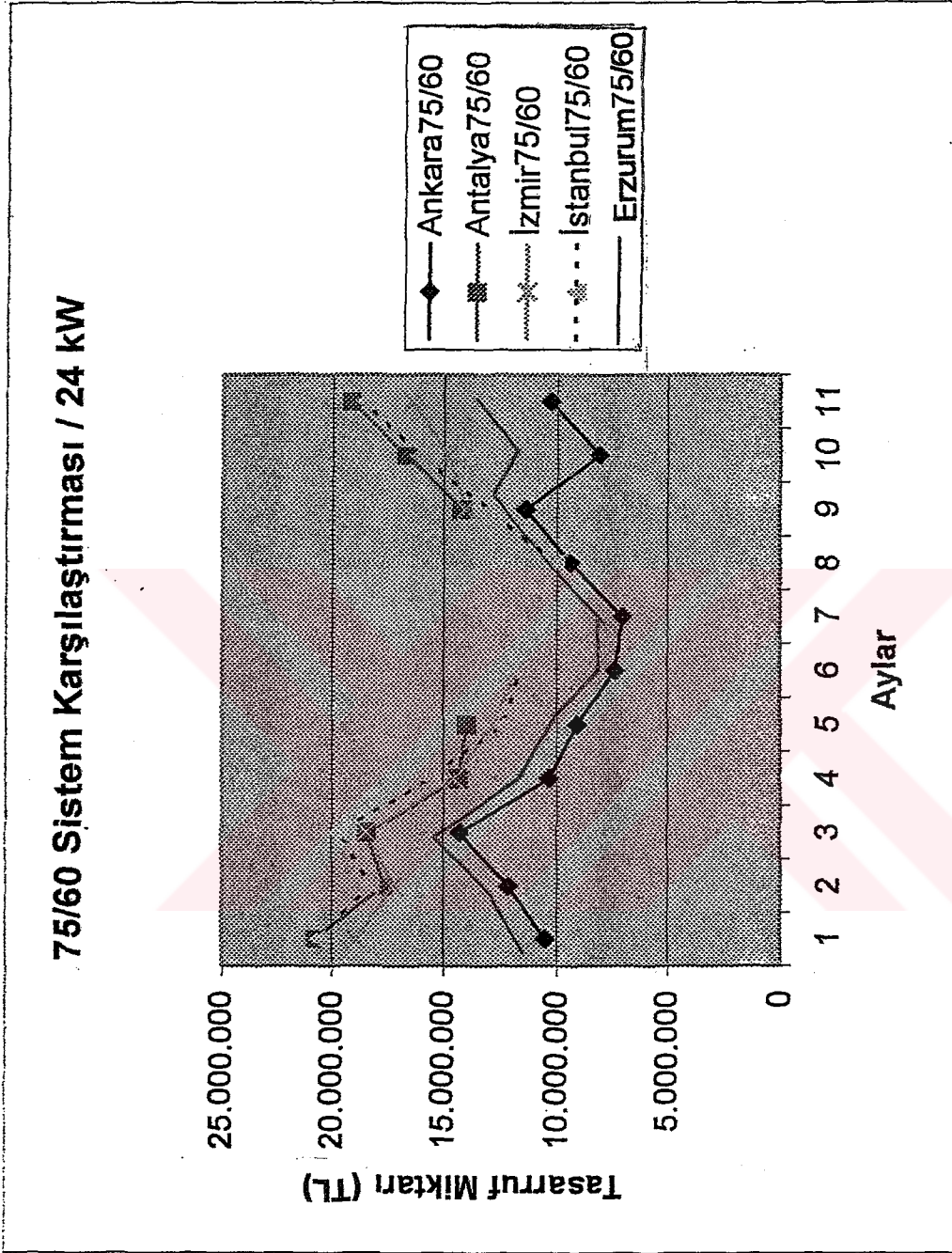
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Antalya/60 kW											
Dış Hava Sic.											
C	9,1	9,4	11,2	13,2	13,8				13,7	12,2	10,2
Isı ihtiyacı											
Kcal/h	33342,4	32422	26915,2	20800	18964,4				19271,2	23857,6	29978
Yakıt Miktarı											
kmol/h	0,180343361	0,175365074	0,145579731	0,112503656	0,102575209				0,104234638	0,129041694	0,162145895
Toplam Yakıt Miktarı	134,1754607	117,84533	108,3113201	81,00263259	76,31595527				77,55057039	92,91001958	120,6365457
Toplam ısı											
kCal	27.260.160	23.942.400	22.005.394	16.457.143	15.504.960				15.755.794	18.876.343	24.509.486
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560				8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259				39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı											
TL	1.083.139.457	951.313.497	874.349.630	653.898.612	616.065.128				626.031.633	750.021.708	973.845.753
75/60 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	51.493.752	42.630.922	50.332.787	40.422.515	40.447.143				41.101.484	48.095.205	48.997.331
75/60 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	975.232.191	859.134.997	778.477.800	579.418.878	543.531.260				552.324.335	662.862.872	874.127.289
75/60 Top. Tas. Tut.											
TL	107.907.266	92.178.500	95.871.830	74.479.734	72.533.888				73.707.298	87.158.836	99.718.464
65/60 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	78.312.903	66.967.513	65.079.831	49.888.980	47.850.156				48.624.261	56.342.137	71.816.532
65/60 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	948.413.041	834.798.406	763.730.756	569.952.413	536.128.246				544.801.558	654.615.940	851.308.089
65/60 Top. Tas. Tut.											
TL	134.726.416	116.515.091	110.618.875	83.946.199	79.936.882				81.230.075	95.405.768	122.537.665
40/30 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	84.128.106	73.889.103	68.426.917	51.559.490	48.922.809				49.714.267	58.814.724	75.923.918
40/30 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	942.597.838	827.876.816	760.383.670	568.281.902	535.055.593				543.711.551	652.143.353	847.200.703
40/30 Top. Tas. Tut.											
TL	140.541.619	123.436.681	113.965.960	85.616.709	81.009.535				82.320.081	97.878.354	126.645.051

Çizelge 12.3 İstanbul'da 52.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

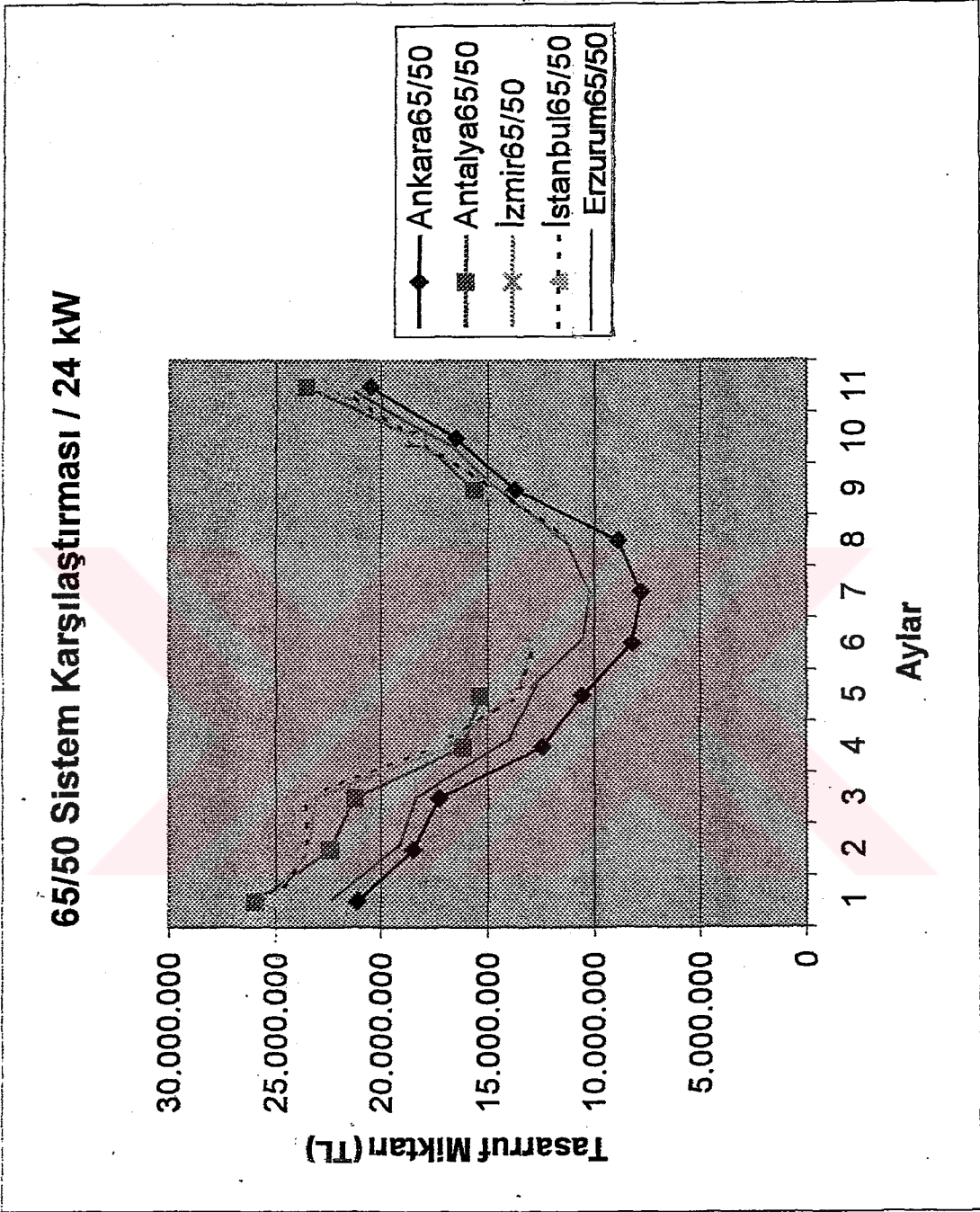
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İstanbul / 60kW											
Diş Hava Sıc.	6	5,4	7	10,4	12,9	13,1		14,1	12,5	9,9	8
Isı İhtiyacı											
Kcal/h	31652,4	33009,6	29390,4	21704,8	16052,4	15600		13338	16957,2	22833,2	27128,4
Yakıt Miktarı											
kmol/h	0,171202439	0,178543303	0,158967666	0,117397565	0,086824687	0,08437774		0,07214297	0,091718606	0,123500889	0,146732894
Toplam Yakıt Miktarı											
kmol	127,3746147	119,9810994	118,2719438	84,5262471	64,59757442	60,7519744		51,9429381	68,23864276	88,92063992	109,169273
Toplam Isı											
kCal	25.878.446	24.376.320	24.029.074	17.173.029	13.124.160	12.342.857		10.553.143	13.863.909	18.065.829	22.179.703
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560		8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı											
TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,7334226		39,7334226	39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı											
TL	1.028.239.219	968.554.624	954.757.363	682.343.201	521.467.795	490.423.959		419.312.485	550.860.538	717.817.201	881.275.506
75/60 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	46.078.171	37.485.060	45.479.276	40.687.157	33.262.606	31.282.428		27.531.452	34.595.918	41.321.845	44.339.822
75/60 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	928.606.922	880.624.011	859.551.140	606.117.335	461.045.409	433.598.616		369.941.840	487.573.967	639.109.043	791.035.918
75/60 Top. Tas. Tut.											
TL	99.632.297	87.930.613	95.206.222	76.225.866	60.422.387	56.825.343		49.370.644	63.286.571	78.708.158	90.239.588
65/50 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	69.339.878	64.455.437	65.992.977	50.319.593	39.853.809	37.481.246		32.568.258	43.435.003	53.093.969	62.375.439
65/50 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	905.345.216	853.653.633	899.037.440	596.484.900	454.454.205	427.399.798		364.905.035	478.734.882	627.336.920	773.000.301
65/50 Top. Tas. Tut.											
TL	122.894.004	114.900.991	115.719.923	85.858.301	67.013.590	63.024.161		54.407.450	72.125.656	90.480.281	108.275.205
40/30 Yoğ. Tas. Tut.											
TL	78.901.966	74.022.963	73.594.592	53.400.425	43.586.834	40.992.038		33.298.338	43.435.003	56.176.633	68.173.035
40/30 Yoğ. Yakıt Tut.											
TL	895.783.127	844.086.107	831.435.825	593.404.068	450.721.181	423.889.007		364.174.955	478.734.882	624.254.256	767.202.706
40/30 Top. Tas. Tut.											
TL	132.456.092	124.468.516	123.321.538	88.939.133	70.746.615	66.534.952		55.137.530	72.125.656	93.562.945	114.072.800

Çizelge 12.4 İzmir'de 52.000 KCal/h'lik ısıtmada farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ve kombi ile yağışmalı kazan karşılaştırılması

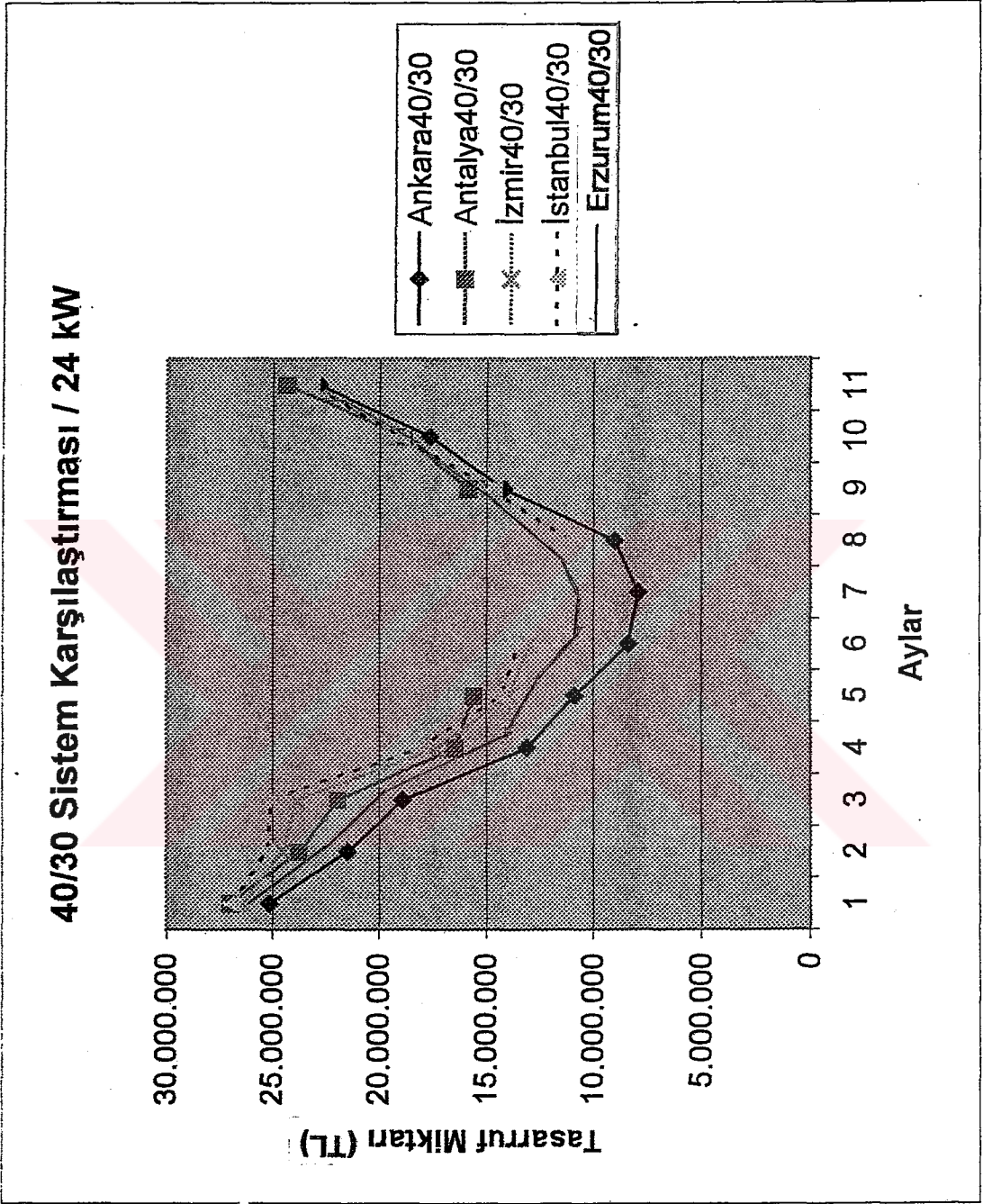
İzmir / 60 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ektm	Kasım	Aralık
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Isı ihtiyacı Kcal/h	29900	30160	25740	19500	16120	15340			17680	22880	26780
Yakıt Miktarı kmol/h	0,161724006	0,163130302	0,139223275	0,105472178	0,087190334	0,08297145			0,095628108	0,123754022	0,144848458
Toplam Yakıt Miktarı kmol	120,3226605	109,6235628	103,582,1164	75,93996805	64,86960826	59,7394415			71,14731229	89,10289584	107,7672524
Toplam Isı kCal	24.445.714	22.272.000	21.044.571	15.428.571	13.179.429	12.137.143			14.454.857	18.102.857	21.894.857
Yakıt Birim Fiyatı TL/kmol	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560	8.072.560			8.072.560	8.072.560	8.072.560
Yakıt Birim Fiyatı TL/kCal	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,73342259	39,7334226			39,73342259	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı TL	971.311.896	884.942.788	836.172.850	613.029.948	523.663.805	482.250.226			574.340.947	719.288.473	869.957.611
75/60 Yoğ. Tas. Tut. TL	40.635.388	37.022.087	46.217.951	39.103.035	35.313.557	32.520.809			38.730.996	34.195.839	33.669.152
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	880.087.347	801.829.931	746.404.230	541.998.270	461.076.091	424.612.217			505.696.356	647.629.693	750.978.167
75/60 Top. Tas. Tut. TL	91.224.549	83.112.857	89.768.620	71.031.678	62.587.713	57.638.009			68.644.589	71.658.780	78.979.444
65/50 Yoğ. Tas. Tut. TL	69.488.555	63.309.629	61.663.804	46.450.088	40.673.289	37.456.671			43.894.704	53.539.199	64.155.271
65/50 Yoğ. Yakıt Tut. TL	851.234.180	775.542.389	730.958.376	534.651.218	455.716.360	419.676.356			500.532.652	628.286.332	760.492.048
65/50 Top. Tas. Tut. TL	120.077.716	109.400.399	105.214.473	78.378.731	67.947.445	62.573.870			73.808.285	91.002.141	109.465.563
40/30 Yoğ. Tas. Tut. TL	75.138.000	68.456.725	65.094.875	48.134.260	41.585.059	38.160.768			45.286.419	56.291.775	67.724.971
40/30 Yoğ. Yakıt Tut. TL	845.584.734	770.395.292	727.527.305	532.967.045	454.804.590	418.972.259			499.140.938	625.533.756	756.922.348
40/30 Top. Tas. Tut. TL	125.727.162	114.547.495	108.645.545	80.062.903	68.859.215	63.277.967			75.200.010	93.754.716	113.035.263



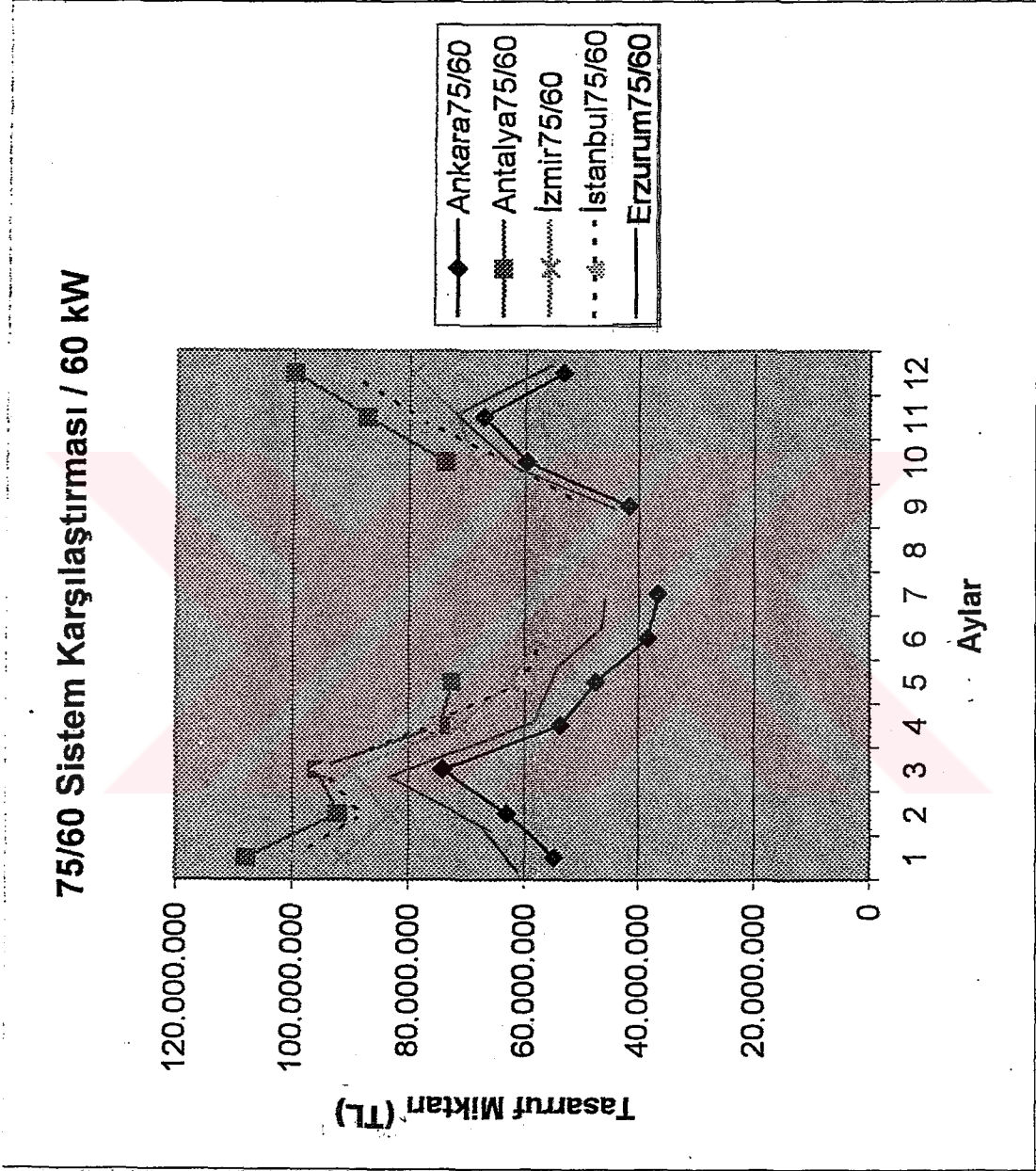
Şekil 11.1 10.000 Kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



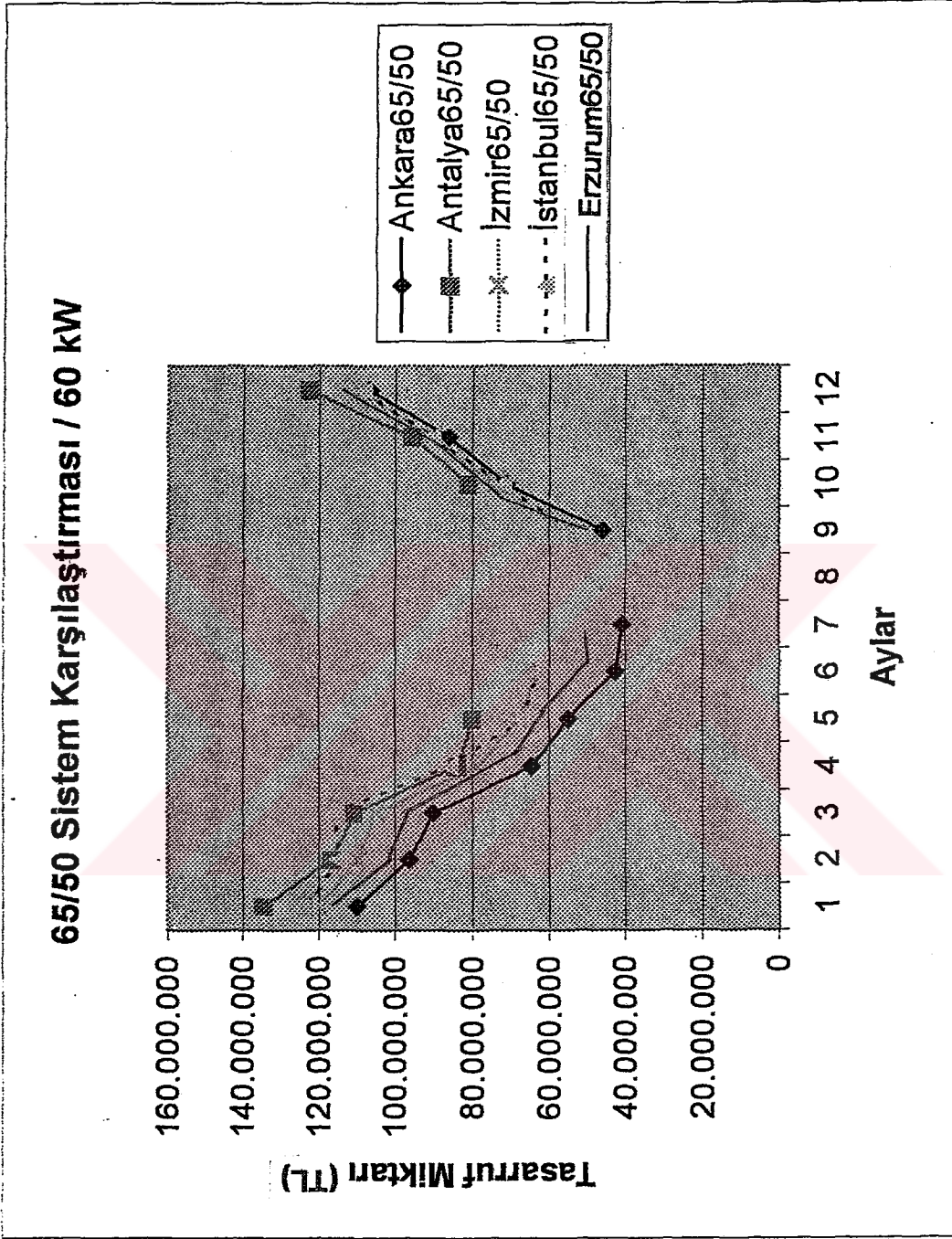
Şekil 11.2 10.000 Kcal/h kapasitede 65/50 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



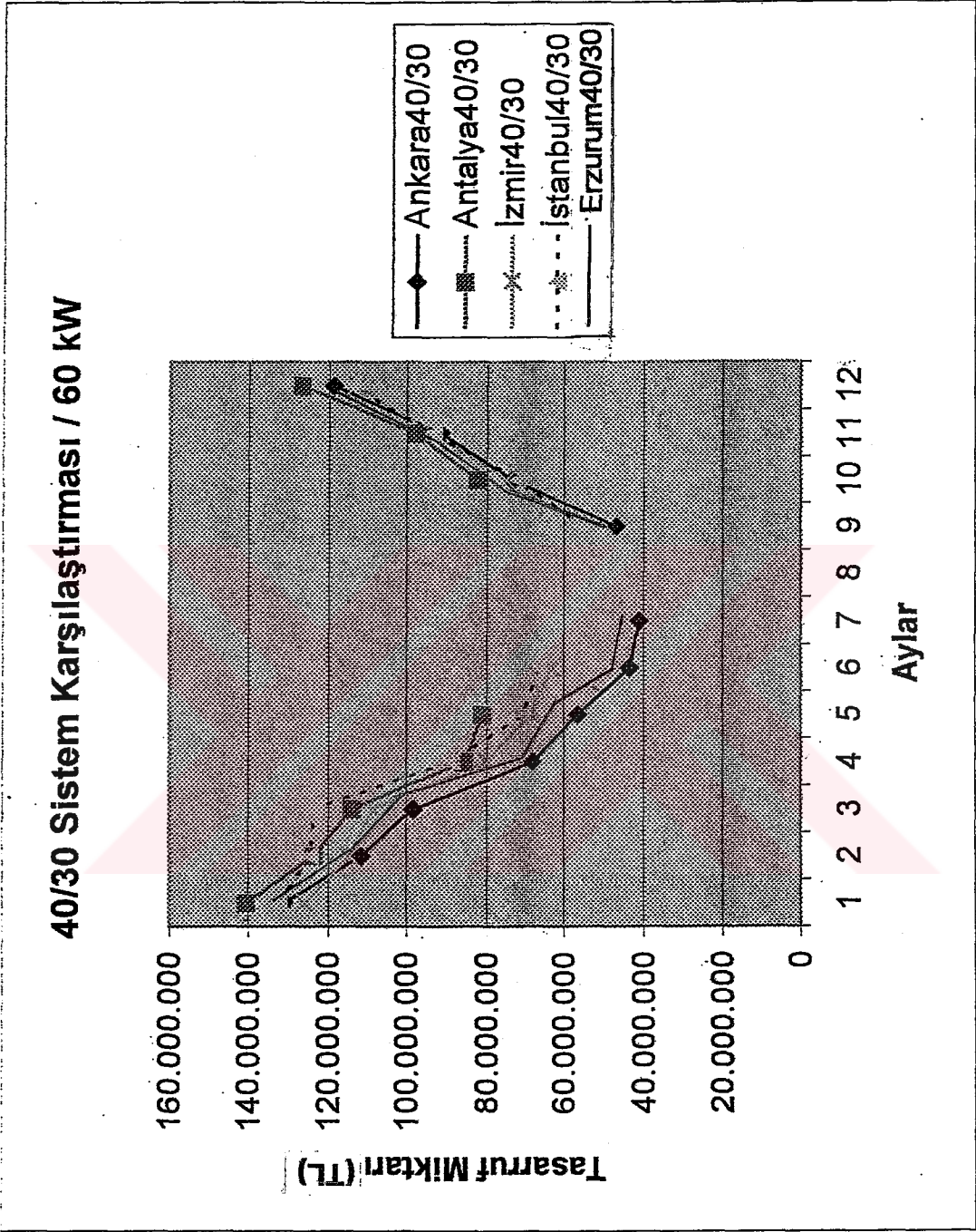
Şekil 11.3 10.000 Kcal/h kapasitede 40/30 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



Şekil 12.1 52.000 Kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



Şekil 12.2 52.000 Kcal/h kapasitede 65/50 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.



Şekil 12.3 52.000 Kcal/h kapasitede 40/30 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması

SONUÇ

Günümüzde enerji maliyetleri çok büyük önem kazanmıştır. Fizibilite hesaplarında ilk yatırım maliyetlerinin yanı sıra işletme maliyetleri de göz önüne alınmaktadır. Zira ısıtma sistemlerinde doğru bir tip yoğuşmalı kazan seçildiğinde , yakıttan elde edilen karlılık yatırım maliyetlerindeki fark ile karşılaştırıldığında, yoğuşmalı kazan ile yoğuşmasız kazan seçiminde oluşacak yatırım maliyeti farkının geri ödeme süresinin 3 ay ile 3 yıl arasında değiştiği görülmektedir. Yakıt olarak LPG kullanımında ; LPG'nin maliyeti doğalgaza göre daha pahalı olduğundan amortisman süresi daha da kısa olmaktadır.

Yoğuşmalı kazanların yapılan bu ekonomiklik incelemesinde, İstanbul, Ankara, Antalya, İzmir, Erzurum illeri arasında bu tip kazanların en ekonomik biçimde kullanılabilceği ilin İstanbul olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi, İstanbul'da ısıtma süresinin İzmir ve Antalya'ya göre daha fazla olması, dış hava sıcaklığının ise Ankara ve Erzurum'daki kadar düşmemesidir.

Baca gazı sıcaklığının yoğuşma üzerinde etkisi vardır. Buna bağlı olarak ısıtma sistemlerindeki gidiş – dönüş suyu sıcaklıkları çok önemlidir. Sistemin çalışma sıcaklıklarının düşmesi ile yoğuşmalı kazanın çalışma veriminin artacağı belirlenmiştir.

Büyük yapıların projelerinde düşük sıcaklıktaki dönüşler ayrı olarak toplanmalı ve yoğuşmalı kazandan geçirilmelidir, toplam ısıtma ihtiyacı ikiye bölünerek, yarı kapasitede (veya 2/3 kapasitede) iki adet kazan (biri mutlaka yağuşmalı) seçilmelidir.

Sonuçta yoğuşmalı kazan seçilmesi durumunda yıllık %8 ile %12 arasında yakıt tasarrufu yapılabildiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akaryıldız, S., (2002), Yoğuşmalı Kazanların Türkiye'deki İklim Bölgelerine ve Isıtma Sistemlerine Göre Analizi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Akçay, L. H. , (28-29 Eylül 2001), Çevre ve Cep Dostu Doğal Gaz, Doğalgaz & Enerji Yönetimi Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Gaziantep

Arısoy A., Demirçivi T., Toros H., Şayian L., Şen O., (1999) Sıcaklık Aralığı Yöntemi ile Yıllık Yakıt Tüketiminin Hesabı, Tesisat Dergisi

Arısoy A., Onat K., Genceli O. F., (Eylül 1996) ,Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları Genişletilmiş 2. Baskı, İstanbul

Basu P., Kefa C., Jestin L., (2000), Boilers and Burners Design and Theory

Isısan, (1998), Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler, Isısan Çalışmaları No:177, İstanbul

Isısan, (1993), Kalorifer Tesisatı, Isısan Çalışmaları No:70, İstanbul

Kakaç S. , (1991), Boilers Evaporators and Consensers

Köktürk U., (1999), Isıtma Tekniği Cilt I, Isıtma Sistemlerinin Tasarımı ve Isıtma Sistemlerine İlişkin Temel Hesaplar, İstanbul

Küçükçahı R., Arısoy A., (2000), Isısan Çalışmaları, 265: 33-69, 150-274, İstanbul

Küçükçahı R., (2000 - 2001), Isısan Çalışmaları, 127, 130, 143, 149, 155, 166, 220, İstanbul

Onat, K.O., F.Genceli, O.,(1999), Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları, İstanbul

Schmidt, E.,(1963), Thermodynamik, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1963

Viessmann, (2003), Üst Isıl Değer Tekniği , Mesleki Yayınlar Serisi No:1, İstanbul

Viessmann, (2003), Pratikte Üst Isıl Değerden Faydalanma , Mesleki Yayınlar Serisi No:9, İstanbul

Viessmann, (2003), Orta ve Büyük Güç Kazanları , Mesleki Yayınlar Serisi No:2, İstanbul

Yahşi O. S.,Doğal Gaz ve Türkiye, (Nisan 2002) , Doğal Gaz 2 Enerji Dergisi

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.mmo.org.tr/istanbul/tesisat/tes68/modern.htm>

[2] <http://www.ashrae.org>

[3] <http://www.natenergy.org.uk/boiler.htm>

[4] <http://www.eduvinet.de/servitec/brennee.htm>

[5] <http://www.braintree.gov.uk/planning/3.2.5.htm>

EKLER

- Ek 1 Yakıt Fiyatları Karşılaştırma Tablosu
- Ek 2 Su Buharı İçin Mollier Diyagramı
- Ek 3 Sıcaklığa Göre Doymuş Su Buharı Tablosu



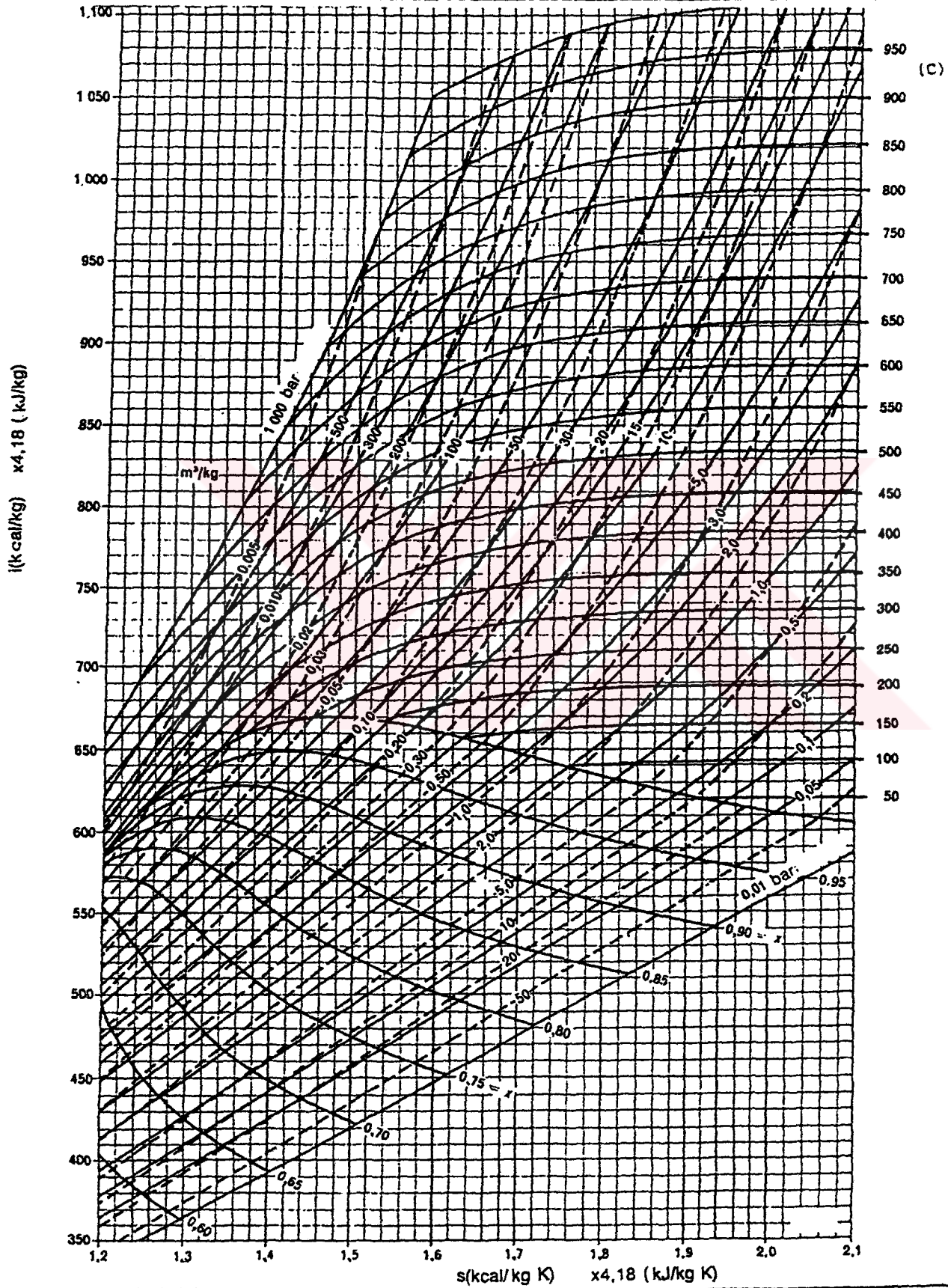
YAKIT FİYATLARININ KARŞILAŞTIRILMA TABLOSU (KONUTLAR İÇİN)
MAYIS 2002 TARİHİNDE BELİRLENMİŞ OLAN FİYATLARLA

KİT	ISIL DEĞERİ	BİRİM FİYATI	ORTALAMA VERİM	TL/1000 kcal	TL/1000 kcal	* YILLIK FİYAT ARTIŞI	Ucuzluk Sıralaması	En Pahalıya Göre Oran %
algaz lı Kazan ile (şehir)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 104	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	38.200	% 39	1	15
algaz lı Kazan ile (mit)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 104	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	38.200	% 24	1	15
algaz lı Kazan ile (ursa)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 104	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	38.200	% 39	1	15
algaz lı Kazan ile (kara)	8.250 kcal/m ³	333.764 TL/m ³	% 104	$\frac{333.764 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	38.900	% 28	2	15
algaz lı Kazan ile (mbul)	8.250 kcal/m ³	335.566 TL/m ³	% 104	$\frac{335.566 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	39.110	% 28	3	15
algaz sız Kazan ile (şehir)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 91	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	43.657	% 39	4	17
algaz sız Kazan ile (mit)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 91	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	43.657	% 24	4	17
algaz sız Kazan ile (ursa)	8.250 kcal/m ³	327.757 TL/m ³	% 91	$\frac{327.757 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	43.657	% 39	4	17
algaz sız Kazan ile (kara)	8.250 kcal/m ³	333.764 TL/m ³	% 91	$\frac{333.764 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	44.457	% 16	5	17
algaz sız Kazan ile (mbul)	8.250 kcal/m ³	335.566 TL/m ³	% 91	$\frac{335.566 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	44.697	% 28	6	18
Kömür (mbul)	6.000 kcal/kg	175.000 TL/kg	% 65	$\frac{175.000 \times 1.000}{6.000 \times 0,65}$	44.872	% 15	7	18
Kömürü (mbul)	5.500 kcal/kg	150.000 TL/kg	% 60	$\frac{150.000 \times 1.000}{5.500 \times 0,60}$	45.455	% 27	8	18
Resmî Daire siz Kazan ile (kara)	8.250 kcal/m ³	402.091 TL/m ³	% 104	$\frac{402.091 \times 1.000}{8.250 \times 1,04}$	46.864	% 8	9	18
Kömür (ursa)	6.000 kcal/kg	185.000 TL/kg	% 65	$\frac{185.000 \times 1.000}{6.000 \times 0,65}$	47.436	% 27	10	19
Kömür (kara)	6.000 kcal/kg	199.000 TL/kg	% 65	$\frac{199.000 \times 1.000}{6.000 \times 0,65}$	51.026	% 22	11	20
Resmî Daire siz Kazan ile (kara)	8.250 kcal/m ³	402.091 TL/m ³	% 91	$\frac{402.091 \times 1.000}{8.250 \times 0,91}$	53.559	% 8	12	21
Resmî Daire siz Kazan ile (mbul)	9.700 kcal/kg	603.000 TL/kg	% 81	$\frac{603.000 \times 1.000}{9.700 \times 0,81}$	76.747	% 44	13	30
IX Dökme siz Kazan ile	11.000 kcal/kg	1.102.000 TL/kg	% 101	$\frac{1.102.000 \times 1.000}{11.000 \times 1,01}$	99.190	% 27	14	39
Propan sız Kazan ile	11.100 kcal/kg	1.119.820 TL/kg	% 101	$\frac{1.119.820 \times 1.000}{11.100 \times 1,01}$	99.886	% 20	15	39
IX Dökme sız Kazan ile	11.000 kcal/kg	1.102.000 TL/kg	% 91	$\frac{1.102.000 \times 1.000}{11.000 \times 0,91}$	110.090	% 27	16	43
PROPAN sız Kazan ile	11.100 kcal/kg	1.119.820 TL/kg	% 91	$\frac{1.119.820 \times 1.000}{11.100 \times 0,91}$	110.862	% 20	17	43
2-kg Tüp sız Kazan ile (mbul)	11.000 kcal/kg	1.284.167 TL/kg	% 101	$\frac{1.284.167 \times 1.000}{11.000 \times 1,01}$	115.587	% 25	18	45
2-kg Tüp sız Kazan ile (mbul)	11.000 kcal/kg	1.284.167 TL/kg	% 91	$\frac{1.284.167 \times 1.000}{11.000 \times 0,91}$	128.288	% 25	19	50
10-tonn (mbul)	10.200 kcal/kg	1.235.052 TL/kg	% 85	$\frac{1.235.052 \times 1.000}{10.200 \times 0,85}$	142.451	% 47	20	56
yağı (mbul)	10.400 kcal/kg	1.271.250 TL/kg	% 85	$\frac{1.271.250 \times 1.000}{10.400 \times 0,85}$	143.807	% 31	21	56
50 Kw Altı (mbul)	860 kcal/kwh	144.963 TL/kwh	% 99	$\frac{144.963 \times 1.000}{860 \times 0,99}$	170.264	% 43	22	67
100 Kw Üstü (mbul)	860 kcal/kwh	217.444 TL/kwh	% 99	$\frac{217.444 \times 1.000}{860 \times 0,99}$	255.396	% 43	23	100

Yıllık dolar artışı % 27 olmuştur.

Bu Tablo Isısan Isıtma ve Klima San. A.Ş.'nin katkılarıyla düzenlenmiştir.

SUBUHARI İÇİN (i,s) MOLLIER DİYAGRAMI



SICAKLIĞA GÖRE DOYMUŞ SUBUHARI TABLOSU

T: Sıcaklık (C,K)

p: Basınç (bar)

v: Özgül hacim (m³/kg)g: Yoğunluk (kg/m³)

i: Özgül entalpi (kJ/kg)

i_{sb}: Gizli buharlaşma ısısı

s: Özgül entropi (kJ/kgK)

s': Su için değer

s'': Doymuş buhar için değer

T	T	P	v'	v''	g''	i'	i''	i _{sb}	s'	s''
C	K	bar	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg K	kJ/kg K
0,00	273,15	0,006108	0,0010002	206,3	0,004847	-0,04	2501,6	2501,6	-0,0002	9,1577
0,01	273,16	0,006112	0,0010002	206,2	0,004851	0,00	2501,6	2501,6	0,0000	9,1575
1	274,15	0,006366	0,0010001	192,6	0,005192	4,17	2503,4	2499,2	0,0152	9,1311
2	275,15	0,007055	0,0010001	179,9	0,005558	8,39	2505,2	2496,8	0,0306	9,1047
3	276,15	0,007575	0,0010001	168,2	0,005946	12,60	2507,1	2494,5	0,0459	9,0785
4	277,15	0,008129	0,0010000	157,3	0,006358	16,80	2508,9	2492,1	0,0611	9,0526
5	278,15	0,008718	0,0010000	147,2	0,006795	21,01	2510,7	2489,7	0,0762	9,0269
6	279,15	0,009345	0,0010000	137,8	0,007258	25,21	2512,6	2487,4	0,0913	9,0015
7	280,15	0,010012	0,0010001	129,1	0,007748	29,41	2514,4	2485,0	0,1063	8,9762
8	281,15	0,010720	0,0010001	121,0	0,008267	33,60	2516,2	2482,6	0,1213	8,9513
9	282,15	0,011472	0,0010002	113,4	0,008816	37,80	2518,1	2480,3	0,1361	8,9265
10	283,15	0,012270	0,0010003	106,4	0,009396	41,99	2519,9	2477,9	0,1510	8,9020
11	284,15	0,013116	0,0010003	99,91	0,01001	46,19	2521,7	2475,5	0,1658	8,8776
12	285,15	0,014014	0,0010004	93,84	0,01066	50,38	2523,6	2473,2	0,1805	8,8536
13	286,15	0,014965	0,0010006	88,18	0,01134	54,57	2525,4	2470,8	0,1952	8,8297
14	287,15	0,015973	0,0010007	82,90	0,01206	58,75	2527,2	2468,5	0,2098	8,8060
15	288,15	0,017039	0,0010008	77,98	0,01282	62,94	2529,1	2466,1	0,2243	8,7826
16	289,15	0,018168	0,0010010	73,38	0,01363	67,13	2530,9	2463,8	0,2388	8,7593
17	290,15	0,019362	0,0010012	69,09	0,01447	71,31	2532,7	2461,4	0,2533	8,7363
18	291,15	0,02062	0,0010013	65,09	0,01536	75,50	2534,5	2459,0	0,2677	8,7135
19	292,15	0,02196	0,0010015	61,34	0,01630	79,68	2536,4	2456,7	0,2820	8,6908
20	293,15	0,02337	0,0010017	57,84	0,01729	83,86	2538,2	2454,3	0,2963	8,6684
21	294,15	0,02485	0,0010019	54,56	0,01833	88,04	2540,0	2452,0	0,3105	8,6462
22	295,15	0,02642	0,0010022	51,49	0,01942	92,23	2541,8	2449,6	0,3247	8,6241
23	296,15	0,02808	0,0010024	48,62	0,02057	96,41	2543,6	2447,2	0,3389	8,6023
24	297,15	0,02982	0,0010026	45,93	0,02177	100,59	2545,5	2444,9	0,3530	8,5806
25	298,15	0,03166	0,0010029	43,40	0,02304	104,77	2547,3	2442,5	0,3670	8,5592
26	299,15	0,03360	0,0010032	41,03	0,02437	108,95	2549,1	2440,2	0,3810	8,5379
27	300,15	0,03564	0,0010034	38,81	0,02576	113,13	2550,9	2437,8	0,3949	8,5168
28	301,15	0,03778	0,0010037	36,73	0,02723	117,31	2552,7	2435,4	0,4088	8,4959
29	302,15	0,04004	0,0010040	34,77	0,02876	121,48	2554,5	2433,1	0,4227	8,4751
30	303,15	0,04241	0,0010043	32,93	0,03037	125,66	2556,4	2430,7	0,4365	8,4546
31	304,15	0,04491	0,0010046	31,20	0,03205	129,84	2558,2	2428,3	0,4503	8,4342
32	305,15	0,04753	0,0010049	29,57	0,03382	134,02	2560,0	2425,9	0,4640	8,4140
33	306,15	0,05029	0,0010053	28,04	0,03566	138,20	2561,8	2423,6	0,4777	8,3939
34	307,15	0,05318	0,0010056	26,60	0,03759	142,38	2563,6	2421,2	0,4913	8,3740
35	308,15	0,05622	0,0010060	25,24	0,03961	146,56	2565,4	2418,8	0,5049	8,3543
36	309,15	0,05940	0,0010063	23,97	0,04172	150,74	2567,2	2416,4	0,5184	8,3348
37	310,15	0,06274	0,0010067	22,76	0,04393	154,91	2569,0	2414,1	0,5319	8,3154
38	311,15	0,06624	0,0010070	21,63	0,04624	159,09	2570,8	2411,7	0,5453	8,2962
39	312,15	0,06991	0,0010074	20,56	0,04865	163,27	2572,6	2409,3	0,5588	8,2772
40	313,15	0,07375	0,0010078	19,55	0,05116	167,45	2574,4	2406,9	0,5721	8,2583
41	314,15	0,07777	0,0010082	18,59	0,05379	171,63	2576,2	2404,5	0,5854	8,2395
42	315,15	0,08198	0,0010086	17,69	0,05652	175,81	2577,9	2402,1	0,5987	8,2209
43	316,15	0,08639	0,0010090	16,84	0,05938	179,99	2579,7	2399,7	0,6120	8,2025
44	317,15	0,09100	0,0010094	16,04	0,06236	184,17	2581,5	2397,3	0,6252	8,1842
45	318,15	0,09582	0,0010099	15,28	0,06546	188,35	2583,3	2394,9	0,6383	8,1661

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	30.09.1976	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1987 - 1994	Kocaeli Anadolu Lisesi
Lisans	1995 - 1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü, Isı Proses Pr.
Yüksek Lisans	1999 - 2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü, Isı Proses Pr.
Çalıştığı Kurumlar	2000 - Devam Ediyor	Bilge Isı

