

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

129476

YOĞUŞMALI KAZANLARIN TÜRKİYE' DEKİ İKLİM
BÖLGELERİNE ve ISITMA SİSTEMLERİNE GÖRE
ANALİZİ

Makine Mühendisi Sedat AKARYILDIZ

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

129476

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İsmail TEKE

Prof. Dr. Hasan HEPERKAN

Doç. Dr. Uğur KESGİN

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 2002

İÇİNDEKİLER	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 Doğal Gaz.....	3
2.1.1 Dünyada ve Türkiye’ de Doğal Gaz Kullanımı.....	3
2.1.2 Doğal Gazın Yapısı.....	4
2.1.3 Doğal Gazın Özellikleri.....	5
2.1.3.1 Doğal Gaz Zehirsizdir.....	5
2.1.3.2 Doğal Gaz Havadan Hafiftir.....	5
2.1.3.3 Doğal Gaz Kuru Bir Gazdır.....	6
2.1.3.4 Doğal Gazın Isıl Değeri.....	6
2.1.3.5 Doğal Gaz Çevreye Kirlenmeyen Yakıttır.....	6
2.1.3.6 Doğal Gaz Temiz Bir Yakıttır.....	6
2.1.3.7 Doğal Gazın Yakılması İçin Ön Hazırlama ve Depolama Gerekmez.....	7
2.1.3.8 Otomatik Kontrola Uygunudur.....	7
2.1.3.9 Doğal Gaz Kazanları Yüksek Verimlidir.....	7
2.1.3.10 Doğal Gaz Ekonomiktir.....	7
3. YANMA OLAYI.....	9
3.1 Yanma Isısı.....	9
3.2 Yakıt Isıl Değerinin Ölçülmesi.....	10
3.3 Alt ve Üst Isıl Değerler.....	11
3.4 Yoğuşmalı Kazanlarda Suyun Analizi.....	12
4. FARKLI SU SICAKLIKLARINA GÖRE KAZAN TİPLERİ.....	15
4.1 Standart Kazanlar.....	15
4.2 Düşük Sıcaklık Kazanları.....	16
4.2.1 Konstrüktif Önlemler.....	16
4.3 Yoğuşmalı Kazanlar.....	16
4.4 Yoğuşmalı Kazan Tipleri.....	20
4.4.1 Yer Tipi Yoğuşmalı Kazanlar.....	21
4.4.1.1 Düşük Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar.....	21
4.4.1.2 Orta Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar.....	22

4.4.1.3	Yüksek Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar.....	22
4.4.2	Bileşik Kazanlı Sistemler.....	23
4.4.3	Kaskad Sistem.....	30
4.4.3.1	Kazan Verimi.....	30
4.4.3.2	Yakıt Tüketimi.....	30
4.4.3.3	Baca Bağlantısı.....	32
4.4.3.4	Ses Seviyesi.....	32
4.4.3.5	Düşük Gaz Basıncında Çalışabilme.....	32
4.4.3.6	Yedekleme Olanğı.....	32
4.4.3.7	Çatı Kazan Dairesine Uygunluk.....	33
4.4.3.8	Kazan Dairesi Boyutu.....	33
4.4.3.9	Kaskad Sistem Çalışma Prensibi ve Kumandası.....	33
5	SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİ.....	37
5.1	Kısmi Yük Kavramı.....	37
5.2	Farklı Tip Sıcak Su Kazanlarının Kısmi Yükteki Davranışları.....	38
5.3	Sıcaklık Aralığı Yöntemi.....	39
6	SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİ İLE YILLIK YAKIT TÜKETİMİ HESABI.....	42
7	TÜRKİYE'DE FARKLI ŞEHİRLERDE , AYNI ISITMA KAPASİTELERİNDE FARKLI ISITMA SİSTEMLERİNİN ELDE EDİLEN YOĞUŞMA MİKTARLARI ve ELDE EDİLEN ISI GERİ KAZANIMI CİNSİNDEN KARŞILAŞTIRILMASI.....	46
8	KÜTLE KORUNUMUNA GÖRE DOĞAL GAZIN YANMA DENKLEMİ.....	59
8.1	Doğal Gazın Yanma Entalpisinin Hesaplanması.....	60
9	DÖRT FARKLI İLDEKİ MAKSİMUM ISI KAYIPLARI AYNI OLAN FARKLI EVLERDEKİ YOĞUŞMALI KAZANLARDA OLAN YOĞUŞMA MİKTARLARININ HESAPLANMASI.....	62
9.1	Dört Farklı Şehirimizin Aylara Göre Isıtma Günleri Sıcaklık Ortalamaları.....	62
9.2	Dış Hava Sıcaklıklarına Göre Yoğuşan Su Miktarlarının Bulunması.....	63
10	KLASİK KOMBİ VE KAZANA GÖRE YOĞUŞMALI DUVAR TİPİ KAZANLARIN VERİMLİLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	66
11	FARKLI ISITMA SİSTEMLERİNİN MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	69
11.1	Radyatör Maliyetlerinin Yoğuşmalı Kazan Tasarruf Miktarlarına Eklenmesi ve Geri Ödeme Sürelerinin Hesaplanması.....	70
11.1.1	75/60 C Sistemin Maliyet Analizi.....	71
11.1.2	65/50 C Sistemin Maliyet Analizi.....	72
11.1.3	40/30 C Sistemin Maliyet Analizi.....	73
12	52.000 KCal/h ISI KAYBI OLAN DÖRT AYRI ŞEHİRDEKİ EVLERDE MALİYET ANALİZİNİN İNCELENMESİ.....	75
12.1.1	75/60 C Sistemin Maliyet Analizi.....	75

12.1.2	65/50 C Sistemin Maliyet Analizi.....	76
12.1.3	40/30 C Sistemin Maliyet Analizi.....	77
	SONUÇ.....	116
	KAYNAKLAR.....	117



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 ısısı
r	Su buharının gizli ısısı
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
v_b	Su buharı özgül hacmi
v	Su buharı özgül hacmi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1	CO ₂ oranına göre su buharı çığ nokta sıcaklıkları.....	11
Şekil 3.2	Yoğuşma Suyu pH değerleri.....	13
Şekil 4.1	Duvar tipi bi yoğuşmalı kazanın eşanjör kesiti.....	18
Şekil 4.2	60 kW kapasitede bir yoğuşmalı kazan.....	20
Şekil 4.3	2 adet 60 kW ve bir adet 29 kW 'lık duvar tipi yoğuşmalı kazandan oluşan kaskad sistem.....	21
Şekil 4.4	Bileşik kazanlı sistemin kış işletmesi rejimine göre prensip şeması.....	28
Şekil 4.5	Bileşik kazanlı sistemin yaz işletmesine göre prensip şeması.....	29
Şekil 4.6	Yoğuşmasız durumdaki, kısmi ve tam yoğuşmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri (tek kademeli brülörde).....	31
Şekil 4.7	Yoğuşmasız durumdaki, kısmi ve tam yoğuşmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri (modülasyonlu brülörde).....	31
Şekil 4.8	Kaskad sistemde ilk çalıştırma sırasında sıcaklık değişimi.....	33
Şekil 4.9	Kazanların ısıtma durumundaki davranışları.....	34
Şekil 4.10	Kaskad sistemin kapanma davranışı.....	35
Şekil 4.11	Kapanma sırasında denge kabındaki sıcaklık değişimi.....	36
Şekil 5.1	Farklı tip kazanların kısmi yüklerdeki verim davranışları.....	38
Şekil 6.1	T-s diyagramında su buharının yoğuşma durumunun incelenmesi.....	42
Şekil 11.1	10.000 KCal/h kapasitede 75/60 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	110
Şekil 11.2	10.000 KCal/h kapasitede 65/50 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	111
Şekil 11.3	10.000 KCal/h kapasitede 40/30 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	112
Şekil 12.1	52.000 KCal/h kapasitede 75/60 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	113
Şekil 12.2	52.000 KCal/h kapasitede 65/50 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	114
Şekil 12.3	52.000 KCal/h kapasitede 40/30 sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması.....	115

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Ülkelerdeki doğal gaz rezervleri.....	4
Çizelge 2.2	Rusya ve Cezayir gazlarının hacimsel analizi.....	5
Çizelge 3.1	Yanma denklemleri.....	10
Çizelge 3.2	Yoğuşma suyu analiz değerleri.....	14
Çizelge 4.1	Çeşitli yakıtların üst ısıl değer/alt ısıl değer oranı.....	17
Çizelge 4.2	1999 yılında İstanbul Göztepe İstasyonu için bulunan bin değerleri.....	19
Çizelge 4.3	Baca gazının sıcaklığının yüke bağlılığı.....	20
Çizelge 5.1	Ankara için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri.....	40
Çizelge 5.2	Antalya için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri.....	40
Çizelge 5.3	İstanbul için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri.....	41
Çizelge 5.4	İzmir için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri.....	41
Çizelge 7.1	Ankara ' da 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	48
Çizelge 7.2	Ankara ' da 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	49
Çizelge 7.3	Ankara ' da 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	50
Çizelge 7.4	Antalya' da 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	51
Çizelge 7.5	Antalya' da 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	52
Çizelge 7.6	Antalya' da 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	53
Çizelge 7.7	İstanbul' da 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	54
Çizelge 7.8	İstanbul' da 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	55
Çizelge 7.9	İstanbul' da 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	56
Çizelge 7.10	İzmir' de 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	57
Çizelge 7.11	İzmir' de 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	58
Çizelge 7.12	İzmir' de 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	59
Çizelge 9.1	Dört Farklı şehrimizin Aylara Göre Sıcaklık Ortalamaları.....	63
Çizelge 9.2	Ankara ' da 10.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	78
Çizelge 9.3	Ankara ' da 10.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	79
Çizelge 9.4	Ankara ' da 10.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	80
Çizelge 9.5	Antalya' da 10.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	81
Çizelge 9.6	Antalya' da 10.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	82
Çizelge 9.7	Antalya' da 10.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	83
Çizelge 9.8	İstanbul' da 10.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	85

Çizelge 9.9	İstanbul’ da 10.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	85
Çizelge 9.10	İstanbul’ da 10.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	86
Çizelge 9.11	İzmir’ de 10.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	87
Çizelge 9.12	İzmir’ de 10.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	88
Çizelge 9.13	İzmir’ de 10.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	89
Çizelge 9.14	Ankara ‘ da 52.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	90
Çizelge 9.15	Ankara ‘ da 52.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	91
Çizelge 9.16	Ankara ‘ da 52.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	92
Çizelge 9.17	Antalya’ da 52.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	93
Çizelge 9.18	Antalya’ da 52.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	94
Çizelge 9.19	Antalya’ da 52.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	95
Çizelge 9.20	İstanbul’ da 52.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	96
Çizelge 9.21	İstanbul’ da 52.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	97
Çizelge 9.22	İstanbul’ da 52.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	98
Çizelge 9.23	İzmir’ de 52.000 KCal/h 75/60 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	99
Çizelge 9.24	İzmir’ de 52.000 KCal/h 65/50 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	100
Çizelge 9.25	İzmir’ de 52.000 KCal/h 40/30 °C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri.....	101
Çizelge 11.1	Ankara’ da 10.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kombi Karşılaştırılması.....	102
Çizelge 11.2	Antalya’ da 10.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kombi Karşılaştırılması.....	103
Çizelge 11.3	İstanbul’ da 10.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	104
Çizelge 11.4	İzmir’ de 10.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	105
Çizelge 12.1	Ankara’ da 52.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	106
Çizelge 12.2	Antalya’ da 52.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	107
Çizelge 12.3	İstanbul’ da 52.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	108
Çizelge 12.4	İzmir’ de 52.000 KCal/h ‘lik Isıtmada Farklı Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Kombi ile Yoğuşmalı Kazan Karşılaştırılması.....	109

ÖNSÖZ

Son yıllarda yakıt fiyatlarının ulaştığı değerler artık, sistem kurarken ilk yatırım maliyetinden ziyade işletme maliyetlerini göz önünde tutmamız gerektiğini göstermektedir. Önceki yıllarda pahalı olduklarından dolayı tercih edilmeyen yüksek verimli sistemler artık yavaş yavaş bir zorunluluk haline gelmektedir. Gelişmiş batı ülkelerinde tesisat sektöründe, çevreci temiz bir sistem kurma kaygısıyla beraber yükselen yakıt fiyatlarından dolayı kendini bir kaç yılda amorti edecek yüksek verimli sistemler ve dışarıya çok az enerji kaçıran ısı yalıtımlı binalar yapılmaktadır.

Ülkemizde ise enerji savurganlığına daha tam bir çözüm bulunamamış, ilk alımda ucuz ama yıllar geçtikçe kullananın belini büken düşük verimli sistemler iyileştirelememiştir. Bunun yanında genelde tercih edilen düşük verimli sistemlerle şehirlerimiz bir duman bulutu altına gömülmüştür.

Yüksek lisans tez çalışmamı , ülkemizde yapılan yakıt savurganlığını küçük bir ölçekte de olsa azaltmak adına, çevre dostu, modern sistemler olan yoğunlaşmalı kazanları tanıtmak amacıyla hazırlamış bulunmaktayım. Yaptığım hatalara iyi niyetle yaklaşılmasını umar, bu konudaki çalışmaların ise değerli meslektaşlarım tarafından sürdürülmesini dilerim; çünkü ancak böyle yılda milyonlarca dolarlık yakıt tutarlarını atmosfere atmaktan kurtulabiliriz.

Tez çalışmamda bana desteğini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. İsmail Teke' ye ,çok sevdiğim aileme ve değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Saygılarımla,

Sedat Akaryıldız

ÖZET

Yüksek verimli ve enerji kayıplarını azaltan yoğuşmalı kazanlar tanıtılmış ve ekonomiklikleri incelenmiştir. Yoğuşmalı kazanlar klasik yer tipi kazanlarla karşılaştırılmıştır. Yoğuşmalı kazanlarda en çok kullanılan yakıt olan doğal gaz anlatılmıştır. Alt ve üst ısı değer kavramlarından bahsedilmiş, yoğuşma olayı anlatılmıştır. Sıcaklık aralıkları yöntemi ve bin metodu anlatılmış, bu metod kullanılarak Türkiye' nin değişik iklimlerindeki ısı kayıpları aynı olan evlerde, değişik ısıtma sistemlerinde oluşan enerji kazanım değerleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yoğuşmalı kazanlar, alt ve üst ısı değer, doğal gaz, enerji kazanım sistemleri, bin metodu



ABSTRACT

The high efficiency fuel saving condensing boilers are introduced and the feasibility of the condensing boilers is investigated. The condensing boilers are compared to the classic boilers. The natural gas which is the heighest used fuel in condensing boilers are introduced. The high and low heating values of different type of fuels and the condensing incident is introduced. The bin method is introduced and the energy saving value of sample houses with same amounts of heat losses in different climates and with different heating systems are calculated by using the bin method.

Keywords : Condensing boilers,high and low heating values, natural gas, energy saving systems, the bin method



1. GİRİŞ

Günümüzde enerji maliyetlerindeki son yıllarda önemli oranda artmıştır. Birkaç yıl öncesine kadar varili 9 \$ olan petrol fiyatları bugün 30 \$ mertebelerine gelmiştir. Diğer yakıt fiyatlarının da petrol fiyatları ile aynı çizgi de gittiğini düşünürsek işletme maliyetlerinin sistemlerin en büyük özelliği haline geldiğini söyleyebiliriz. (Küçükçalı R. , 2001) Geçmişte pahalılıkları nedeniyle tercih edilmeyen sistemler şimdilerde hızlı amortisman süreleri ile ekonomik hale gelmiştir.

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

Yoğuşmalı kazan sistemlerinde kazan verimine etki eden en önemli nokta doğru sistem seçimidir. Örneğin geçmiş yıllarda kullanılan 90 – 70 °C olarak tasarlanan sistemler yoğuşmalı kazan kullanımında bile düşük verim de kalmaktadır. Bunun sebebi yoğuşmalı 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 ısınım 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. İkinci bölümünde yoğuşmalı kazanlarda en fazla kullanılan yakıt olan doğal gaz anlatılmıştır.

Yanma ve yoğuşma 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. Bu çalışmada sıcaklık aralıkları yöntemiyle 4 farklı şehirdeki ortalama dış hava sıcaklıkları yardımıyla, kazan su sıcaklık hesaplanmış ve buna bağlı olarak da yılda oluşabilecek yoğuşma miktarları farklı ısıtma sistemlerinde bulunmuş ve ısı geri kazanımından olan işletme kazancını hesaplanmıştır. Sonuçlar ekteki tablolarda verilmiştir.



2 YAKIT TİPLERİ

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 yoğunlaşmalı kazanlarda gaz yakıt kullanıldığı için ve en yaygın kullanılan gaz yakıt olması sebebiyle burada sadece doğal gazı inceleyeceğiz.

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 İ.H.,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 İ.H.,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.(YAHŞİ O.S.,2002)

Halen dünyada 2001 yılı itibarıyla 100 trilyon m³ 'lük bir doğal gaz rezervi mevcuttur. (AKÇAY İ.H.,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 İ.H.,2001)

Çizelge 2.1 : Ülkelerdeki doğal gaz rezervleri

<u>ÜLKE</u>	<u>DOĞAL GAZ REZERV MİKTARI</u>
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. (YAHŞİ O. S.,2002)

Bugünkü şartlarda 2000 yılına kadar sınırlanmış 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 bes 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.(ISISAN ÇALIŞMALARI,2000)

BOTAŞ , bu miktarın 2020 yılında 80 milyar m³'ün üstüne çıkmasını beklemektedir.(YAHŞİ O. S.,2002)

2.2.2 Doğal Gazın Yapısı

Türkiye'ye gelen doğal gazın yapısındaki maddeleri Çizelge 2.2 de görebiliriz (İgdaş 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 mertebelindedir. (YAHŞİ O. S.,2002)

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

Çizelge 2.2 : Rusya ve Cezayir Gazlarının hacimsel analizleri

<u>MADDE</u>	<u>RUSYA</u>	<u>CEZAYİR</u>
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
Karbondioksit (CO ₂)	% 0,03	% 0,0
Azot (N ₂)	% 081	% 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 dişli bağlantılarda kurumayan sızdırmazlık malzemeleri kullanılmalıdır.

2.2.3.4 Doğal gazın ısıl değeri:

Dođal gazın ısıl değeri hava gazına göre daha fazla, tüp gaza göre daha dūřüktür. 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 ısıl 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 (NOx). Azotoksitler fiziksel rahatsızlıklara, gözlerde yanmaya ve yüksek dozda bulunduğunda boğulma hissine neden olur. Yanma ürünleri içinde NOx oluşumunun ana nedenlerinden biri yanma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Doğal gaz ocak sıcaklıkları yüksek olup, NOx emisyonu da, eğer önlem alınmazsa, diğer yakıtlara göre daha az olmakla birlikte yine de önemli mertebededir. Bu yüzden bazı atmosferik yakıcı doğal gaz kazanlarında NOx 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 için 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 kontrole 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 alınırsa, 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 verimlerindeki 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 bulunsada bileşiklerinin korozyon 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 karışıma 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 CO₂ 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 üretilebilmektedir.

Çizelge - 3.1 : Yanma Denklemleri

Yakıt	Mol. Küt.	Reaksiyon	Reaksiyon Isısı Kj / kg	Reaksiyon Isısı kJ / Nm 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.

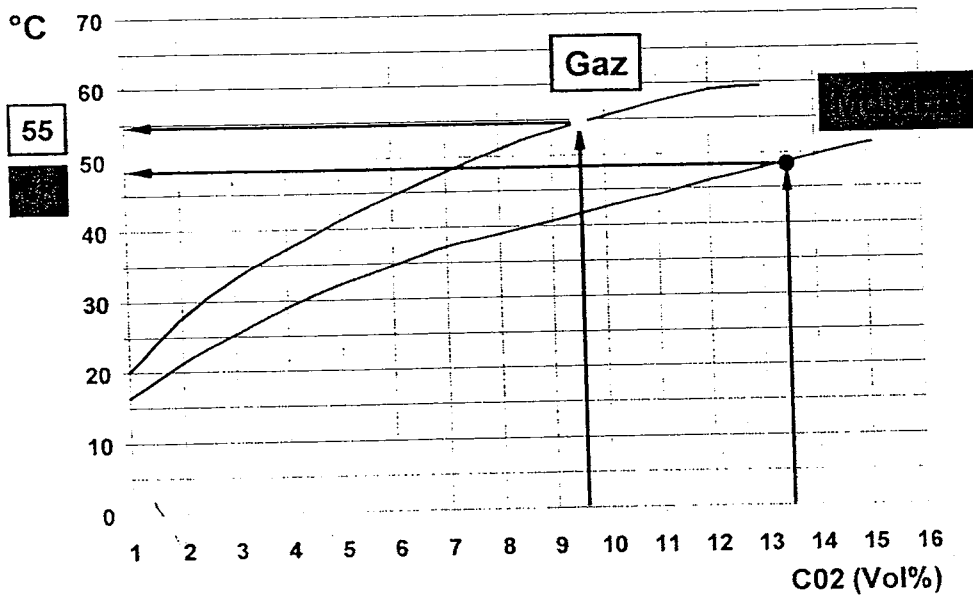
Yakıt ısı değeri genellikle kalorimetrede yanma sırasında ortaya çıkan ısının doğrudan ölçülmesi ile belirlenir. Katı ve sıvı yakıtlar için çoğunlukla bomba kalorimetresi kullanılır ve yanma sabit hacimde meydana gelir. Gaz yakıt kalorimetreleri ise daha ziyade sürekli akış biçimindedir ve yanma sabit basınçta olur. Pratikte yoğuşmalı 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 yoğuşmuş olarak sıvı fazında mı bulunduğuyla ilgili olarak değişir. Kalorimetre deneylerinde yanma ürünleri başlangıç sıcaklığına kadar soğutulduğundan bütün su buharı yoğuşmuş haldedir. Bu durumda suyun gizli buharlaşma ısını da içeren yakıtın üst ısı değeri ölçülmüş olur. Halbuki bütün yanma ürünleri gaz fazında ise yani duman gazı içerisindeki su buharı fazında ise burada yakıtın alt ısı değeri söz konusudur ve bu değer, üst ısı değerinden mevcut su buharının gizli buharlaşma ısı 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 ısıdır. (ONAT K., GENÇELİ O.F., ARISOY A. , 1996)



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

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

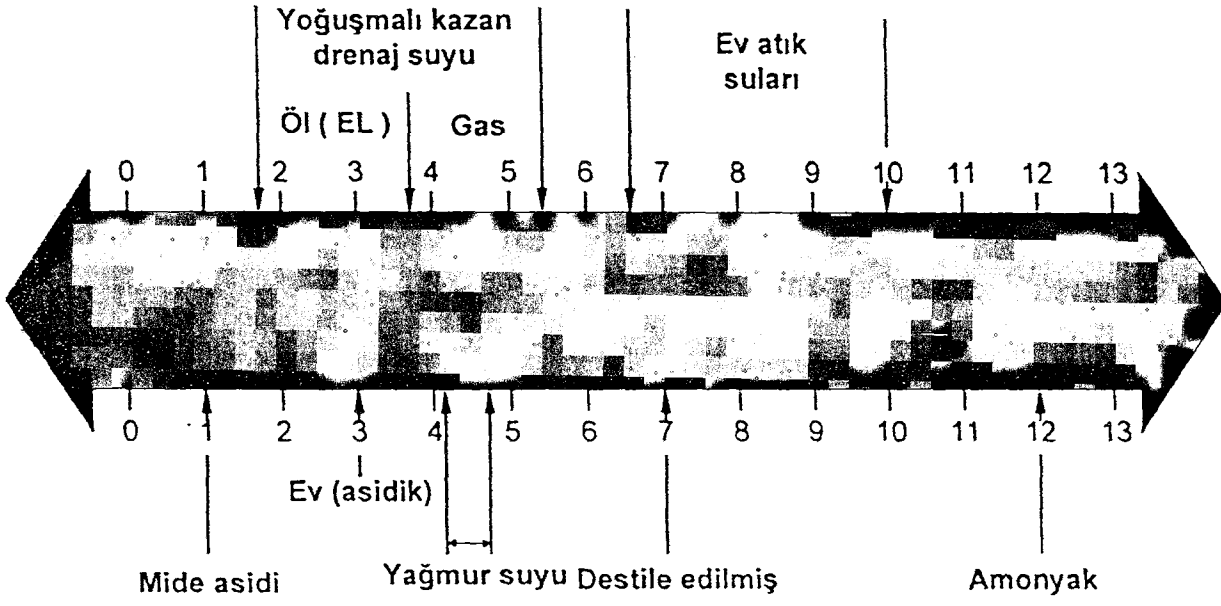
Yukarıda da görülebileceği gibi yakıt olarak motorin kullanımında baca gazındaki su buharının çığ nokta sıcaklıkları gaz yakıtlara göre daha düşük kalmaktadır. Bu da yoğuşma işini zorlaştırmaktadır, yoğuşmalı kazanlarda sıvı yakıtların tercih edilmeme sebeplerinden bir tanesini oluşturmaktadır.

3.4 Yoğuşmalı Tip Kazanlarda Yoğuşma Suyu Analizi

Yoğuşma sonunda ortaya çıkan suyun asitlik derecesi (pH) değeri önemlidir. Eğer yoğuşma suyu aktifliği ise örneğin içinde hidrojen-sülfür bulunduruyorsa bu kazana zarar verir. Ama doğal gaz ve LPG gibi içinde sülfür içermeyen bir yakıt kullanılıyorsa (baca gazı ürünleri içinde hidrojen-sülfür 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 koroziv 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 kontrolu 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 pompaya 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-3.2 'de de görülebileceği gibi yağmur suyunun pH 'ı 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 miktarlarında kayda değer bir artış



Şekil-3.2 : Yoğuşma suyu pH değeri.

olmaz. 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 –3.2: Yoğuşma suyu analiz değerleri

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

4 FARKLI SU SICAKLIKLARINA GÖRE KAZAN TIPLERİ

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 %89.1 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 yoğuşur 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 değer 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 alınan 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 suyuna 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 YOĞUŞMALI KAZANLAR (YK)

Yoğuşmalı tip kazanlarda baca gazları içindeki su buharının yoğuşturulması sonucu yanma ürünlerinin (duman gazlarının) gizli ısısından da (yoğuşma sonucu ortaya çıkan ısı) kısmen yararlanabilmektedir. Bu nedenle kazan verimi klasik şekilde yakıtın alt ısıl 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 ısıl 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 Şekil -4.1 'de 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

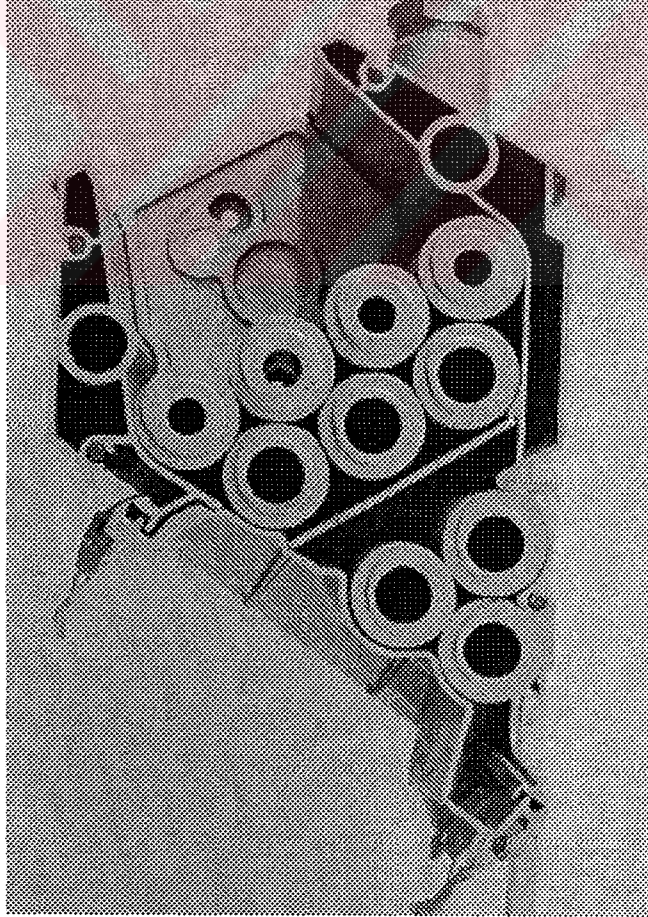
Çizelge-4.1 : Çeşitli yakıtların Üst Isıl Değer / Alt Isıl Değer Oranı

YAKIT ÖZELLİKLERİ	YAKIT				
	Doğal Gaz L	Doğal Gaz H	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	25,88 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.



Şekil 4.1 : Duvar tipi bir yoğuşmalı kazanın eşanjör kesiti

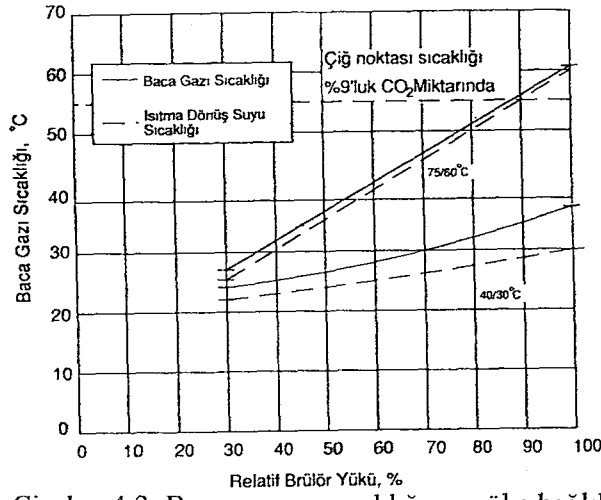
Almanya' daki yeni yönetmeliklerde radyatörlü sistemlerde optimum sistem dizayn sıcaklığı 55/45 °C olarak verilmektedir. Bu yeni yönetmeliklerde amaç duman gazlarının üst ısı değerinden yararlanmak olduğu kadar , aynı zamanda konforlu bir ısıtma sağlamaktır. Yine Almanya' daki yönetmeliklere göre uygun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

Tabloda 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 Çizelge-4.3 'de görüldüğü gibi duman sıcaklığı, çığ noktası sıcaklığı altına düştüğü için yoğuşma olmaktadır. Kısmi yüklerde çalışma halinde, dış sıcaklığa ve ısıtma eğrisinin ayarına göre, ısıtma gidiş 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 yoğuşma 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

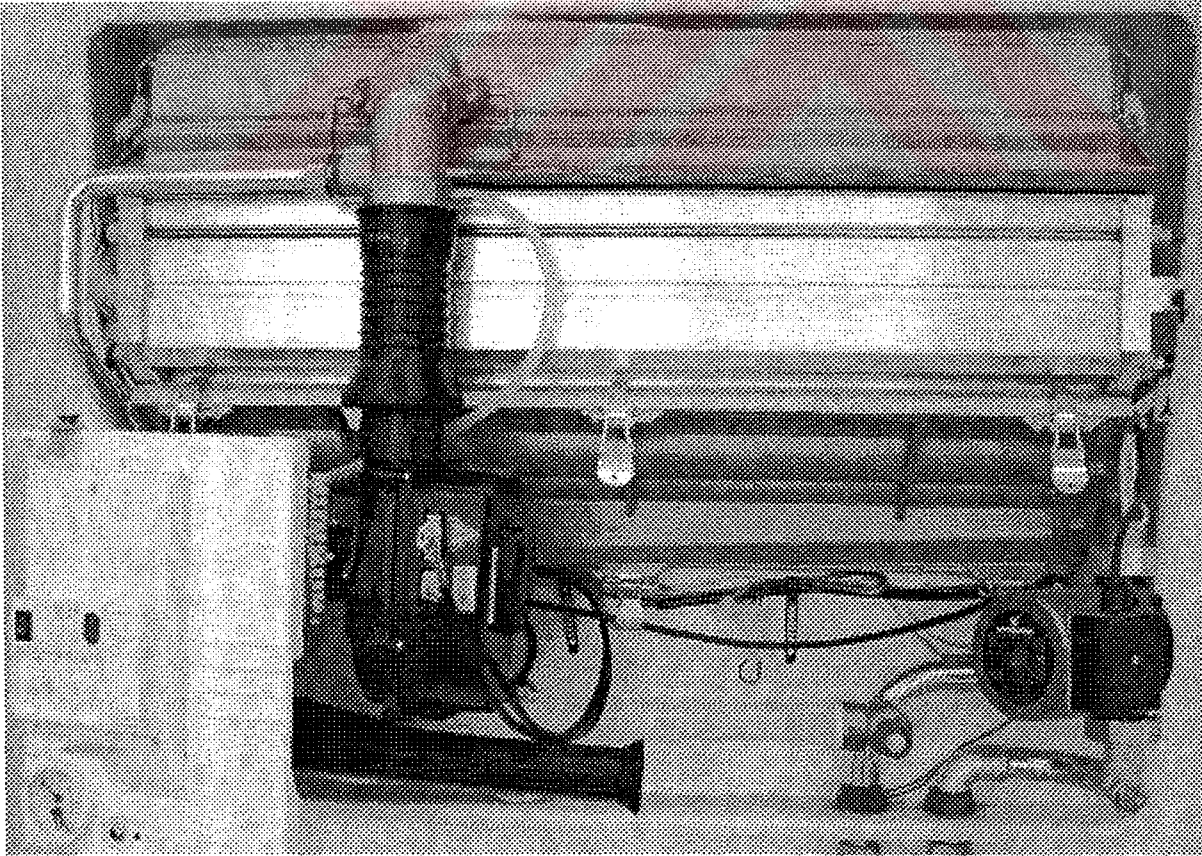


Çizelge-4.3: Baca gazının sıcaklığının yüğe bağılılığı.

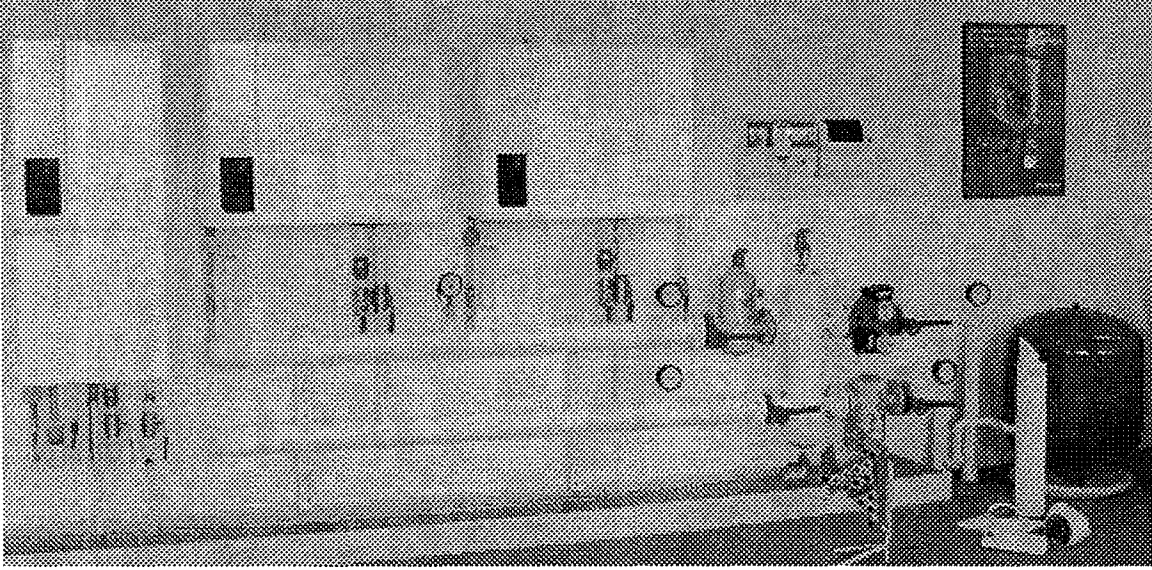
→ Çizelge yazılacak
işte olur.

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-4.2: 60 kW kapasitede duvar tipi yoğuşmalı kazan



Şekil-4.3 : 2 adet 60 kW ve bir adet 29 kW 'lık duvar tipi yoğuşmalı kazandan oluşan kaskad sistem.

4.4.1 Yer Tipi Yoğuşmalı Kazanlar

Yer tipi yoğuşmalı kazanlar düşük, orta ve yüksek kapasiteli olmak üzere üçe ayrılmaktadır:

4.4.1.1 Düşük Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar

Bu seri kazanlar 40 ile 170 kW arasında bulunmaktadır. Bu kazanlar 110 kW kapasiteye kadar iki kademeli seramik ön karışimli atmosferik brülörlü döküm kazanlardır; daha yüksek kapasitede olanlar ise iki kademeli üflemlü brülörlü döküm kazanlardır. Ön karışimli doğal gaz brülöründe "LCS" sistemi ile yakma havası otomatik olarak sürekli optimum değerde üflenmektedir. Bu kazanların yanma odası ve yoğuşmalı ısı geçiş yüzeyleri paslanmaz çeliktir. Yoğuşma doğrudan kazan içindeki ısıtıcı yüzeylerde meydana gelmektedir. Bu nedenle yüzey korozyona dayanıklı paslanmaz çelikten oluşturulmaktadır. Gaz ve suyun akışı ters yöndedir. Gaz, su sıcaklığının en düşük olduğu noktada sistemden dönen en soğuk su ile karşılaşmaktadır. Kazana iki ayrı dönüş suyu giriş ağızı vardır. Böylece iki farklı dönüş suyu sıcaklığı olan iki ayrı devreyi aynı kazan bağlamak mümkündür. En soğuk dönüş suyu sıcaklığını daha yüksek sıcaklıkta dönen sulara karıştırma yapmaksızın yoğuşturucu yüzeylere doğrudan göndermek ve böylece sistem etkinliğini artırmak mümkündür.

Bu yolla yakıt giderlerinde tek giriş devresine göre işletme koşullarına bağlı olarak yaklaşık % 4 mertebelerine kadar tasarruf yapmak mümkündür. (Isısan Çalışmaları No:265, Isıtma Tesisatı,2000)

4.4.1.2 Orta Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar

Bu seri kazanlar 200- 650 kW güç aralığında kazanlardan oluşmaktadır. Bu tiplerin hepsinde iki kademeli gaz brülörü kullanılmaktadır.

Bu kazanların yanma odası ve ve yoğuşmalı ısı geçiş yüzeyleri paslanmaz çeliktir. Yoğuşma doğrudan kazan içindeki ısıtıcı yüzeylerde meydana gelmektedir. Gaz ve suyun akışı ters yöndedir. Gaz , sıcaklığın en düşük olduğu noktada sistemden dönen en soğuk su ile karşılaşmaktadır. Kazana iki ayrı dönüş suyu giriş ağzı vardır. Böylece iki farklı dönüş suyu sıcaklıkları olan iki devreyi (örnek olarak 90 – 70 °C çalışan radyatör devresi ile 40 – 30 °C su sıcaklıklarında çalışan yerden ısıtma devresini) , bu tiplerde de aynı kazana bağlamak mümkündür.(Küçükçalı R., 2000)

Bu kazanlarda yeni geliştirilen Turbo-yoğuşmalı ısı geçiş yüzeyleri kullanılmaktadır. Bu yüzeyin özellikleri şöyledir:

Tüm ısı eşanjörü kanatlı boru bloku şeklinde imal edilmektedir. Duman gazları eşanjörden çapraz zıt yönlü akım şeklinde geçmektedir. Kanatların kendileri radyal olarak yapılmıştır ve bu şekilde oluşturulan her bir müstakil eleman eğik şekilde durmaktadır. Kondens önce küçük , sonra adhezyon kuvveti yenilinceye ve damla kanat aralarından aşağı düşünceye kadar sürekli büyüyen damla şeklinde oluşmaktadır. Bu damla yolu üzerindeki diğer daha küçük damlaları da sürüklemekte, bunların kendileri diğer kanat elemanlarının üzerine düşmekte ve böylece kalınlaşan bir su filmi mekanik şekilde önlenmektedir.

Kayma ve yüzey elemanları ile çok sayıdaki temas damlaların iyi bir şekilde soğumasını da sağlamaktadır; burada düşük bir duman gazı sıcaklığının oluşmasının yanı sıra meydana gelen kondens ısı çekilmesi de önemlidir. ((Isısın Çalışmaları No:265, Isıtma Tesisatı,2000)

4.4.1.3.Yüksek Kapasiteli Yoğuşmalı Kazanlar

800 – 1500 kW kapasite aralığında yoğuşmalı sistem DSK (düşük sıcaklık kazanı) teknolojisine sahip kazanla çıkışına bağlanan yoğuşma eşanjörü kombinasyonundan oluşur. Bu kombinasyon sistem olarak ele alınmak suretiyle çözülmüştür. Bu durumda verim kendi üzerinde yoğuşma eşanjörü ile üretilmiş kazana göre verim değeri az da olsa düşse bile yine de çok yüksek yakıt tasarrufu değerlerine ulaşabilmektedir.

Bu sistemde duman gazlarındaki ısının büyük kısmı yoğuşmanın olmadığı emniyetli kazan su sıcaklıklarında ve düşük duman gazı sıcaklıklarında yüksek yoğuşma oranlarıyla kullanılmaktadır. Baca gazı dönüş suyu sıcaklığının 4-5 °C üstüne kadar soğutulabilir. Eğer dönüş suyu sıcaklığı 30 °C ise baca gazı sıcaklığı yaklaşık 35 °C'dir.

DSK kazanı karşı basınçlı çelik kazan biçiminde olup , duman boruları çok katlı kompozit yapıdadır. İki katlı çelik boru arasında bulunan ve iki borunun temas yüzeylerini oluşturan spiral band hatvesinin ayarlanması ile boru boyunca değişen ısı geçiş sayısı yaratılmasına imkan tanımaktadır. Buna göre düşük dönüş suyu sıcaklıklarında bile ısı geçiş yüzeylerinde kondensasyon meydana gelmemektedir.

Yoğuşmalı ısı geçiş yüzeylerinde ısı geçişini optimize etmek üzere Drallrohr ısı geçiş yüzeyleri kullanılmaktadır. Burada film oluşmasının önleyecek yapı bulunduğu gibi oval formdaki borular gaz geçiş kesitini aşağıdan yukarı genişletmektedir. Böylece düşük basınç kaybı ile eşit yüksek ısı geçişini bütün yüzeyler boyunca mümkün kılan sabit hızlar elde edilmektedir. Isı geçiş yüzeylerinin düşey yapısı kondens akışını da mümkün kılmaktadır. Bu yüzeylerde kondens oluşumunu ve kondens akışını kolaylaştıran ters akış prensibi uygulanmaktadır. Aşağıya doğru soğuyarak inen gazlar daha soğuk su ile karşılaşmakta , bir yandan yoğuşma artarken bir yandan da kondens daha soğuk olan alt toplanma bölgesine sürüklenmektedir. Burada da kazanda eşanjörde alçak ve yüksek sıcaklıkta iki devre oluşturma imkanı tanımak üzere çift dönüş ağızı bulunmaktadır.

Bu kazanlardan daha yüksek kapasitede olan çelik kazanlarda kazana yoğuşma eşanjörünü monte ederek entegre yoğuşma eşanjörlü kazan üretilebilmektedir. Bu kazanların standart yüksek kapasiteli yer tipi kazanlara göre farkı gaz tarafında , hidrolik olarak kazandan ayrı giriş ve çıkış flanşlarına sahip entegre bir yoğuşma eşanjörü içermeleridir. 1000 ile 9300 kW kapasite aralığına sahip bu kazanlarda birden çok entegre yoğuşma eşanjörü kullanılabilir. İsteğe göre dört adet yoğuşma eşanjörü kullanılabilir. Uygulamada dört eşanjörlü bir kazanın baca sıcaklığı 50 °C'nin altında gerçekleşirken verim alt ısı değerine göre hesaplandığında %108 'e kadar çıkmaktadır.(Isısan Çalışmaları No:265, Isıtma Tesisatı,2000)



4.4.2 Bileşik Kazanlı Sistemler

Yüksek kapasiteli ısıtma sistemlerinde toplam ihtiyacın birden fazla kazana pay edilmesi söz konusudur. Böylelikle kazanlardan biri bakıma girdiğinde sistem ihtiyacının bir bölümü

karşılanabilirken , bu sistemin bir başka faydası da düşük yüklerde kazanların sadece birinin devrede kalması ve bu şekilde kazan şalt sayısının düşmesidir. Bu gibi çok kazanlı sistemlerde yoğunmalı kazan kullanılmak istenirse kazanlardan sadece biri yoğunmalı kazan seçilebilir. Bu şekilde daha önceden de görülebildiği gibi kazan çalışma süresinin büyük bir bölümü düşük yüklerde gerçekleşmektedir. Düşük yüklerde kazan gidiş su sıcaklığı ve buna bağlı olarak da dönüş suyu sıcaklığı düştüğü için gerçekleşen yoğunlaşma miktarı da daha fazla olacaktır. Yükün artması sonucu kazan suyu sıcaklığı da artacağı için ikinci kazanın devreye girdiği sürelerde zaten yoğunlaşma olmayacaktır. .Bu yüzden ikinci kazanın yoğunmalı olması hem verim değerinde çok önemli bir artış sağlamayacağı için hem de ilk yatırım maliyetinin çok artması yüzünden tavsiye edilmemektedir. Bunun gibi biri yoğunmalı diğeri (veya diğerleri) yoğunlaşmaz kazan olan sistemlere bileşik kazanlı sistem denmektedir.

Bileşik kazanlı bir kalorifer tesisatında , iki adet klasik kazalı sisteme göre % 15 ile % 20 arasında bir enerji ekonomisi sağlanmasına olanak vardır. Hatta eski tip iki kazanın biri yoğunmalı olmak koşuluyla iki yeni kazanla değiştirilmesi halinde bu enerji kazancının % 50 oranına kadar erişmesi , belki de bu sınırı aşması bile mümkün olabilmektedir. Bu ise günümüz koşullarında hiç de göz ardı edilecek bir durum değildir. Böyle bir tesisat yapılan ek yatırımı çok kısa sürede (6 ay ile 1,5 yıl arasında)

Bu tip sistemlerin temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

Dış ortam sıcaklığı düştükçe ısıtılan yapı iç hacimlerinde oluşan ısı kayıpları artmakta ve bu nedenle kazan dairesinde daha büyük ölçekli bir ısıtma gücünün üretilmesine gerek duymaktadır.

Dış ortam sıcaklığının ısı kayıplarının hesaplanması sırasında dikkate alınan projesel nitelikli temel dış ortam sıcaklığı düzeyine kadar düşmesi halinde üretilen ısıtma gücünün tamamına gereksinim duyulduğu halde aynı sıcaklığın örneğin 18 °C düzeyine kadar yükselmesi durumunda yapı iç hacimlerinin ısıtılmasına artık gerek kalmamaktadır.

Mevcut ısıtma sistemlerinin bi çoğu zaten çift kazanla donatılmış bulunmakta , kazanlardan birinin arızalanması halinde diğer kazanın devreye girmesi kaygısından kaynaklanan bu gibi sistemlerde kazanlardan her biri gerekli ısıtma gücünün 2/3 oranını tek başına karşılayabilecek yeterlilikte ön görülmektedir. İşte bu düşüncelere dayanılarak tek kazanlı sistemler yerine biri klasik diğeri ısı kazanımlı yoğunmalı tip ön görülen bileşik çift kazanlı ısıtma sistemlerinin gerçekleşmesi yeğ tutulmaktadır. Normal olarak ısınma gereksinimi yoğunmalı kazan tarafından karşılanmakta , ancak ısıtma gücünün yeterli olmaması

durumunda klasik kazan da devreye sokulmaktadır. Yapılan araştırmaların ortaya koyduğuna göre bir ısıtma mevsimi süresince yoğuşmalı kazanın toplam ısı gereksiniminin % 95 oranındaki bölümü karşılayabildiği , buna karşılık klasik kazanın bu ihtiyacın sadece % 5 oranındaki bölümünün karşılanmasında kullanıldığı anlaşılmaktadır. Böylece yatırım harcamaları diğerine oranla fazla olmakla birlikte ısı kazanımlı ve yüksek verimli olması ayrıca uzun süre tek başına çalışması nedeniyle yoğuşmalı kazanın kendisini çok kısa bir sürede (2 ay ile 2 yıl arasında) amorti ettiği görülmekte , iki kazan birden yatırım yapıldığı halde sistemin daha ekonomik çalıştığı gözlemlenmektedir. İkinci kazanın keza yoğuşmalı tip olarak n görülebileceği akla gelse de buna hiç gerek yoktur. Daha önceden de bahsedildiği gibi kazan koskoca bir ısıtma mevsiminin ancak % 5 oranındaki bölümünün karşılanması amacıyla kısa bir süre için kullanılmakta ,ve sistem dış hava kompanzasyonlu ise zaten ikinci kazanın devreye girdiği durumlarda kazan su sıcaklığı yoğuşma sıcaklığı değerinin üzerinde kaldığı için yoğuşma olmamaktadır. Bunun için ikinci kazanın yoğuşmalı tip alınıp ilk yatırım maliyetinin artırılmasına hiç gerek yoktur:

Kondansörün soğutulması amacıyla kullanılan akışkanın sıcaklığı ne denli düşük olursa kazanın veriminin de o denli yükseleceği için ısı kazanılmasına olanak veren bu kondanserin olabildiğince düşük sıcaklıklı bir çevrim aracılığı ile soğutulması gerekir. Soğuk kaynak olarak ısıtma tesisatı dönüş suyu ile sıcak kullanma suyu tesisatı dönüş debisinden yararlanabileceği gibi doğrudan doğruya sıcak kullanma suyu gidiş debisi olan şehir şebeke suyundan da yararlanılabilir. Çünkü böyle yapılırsa bu suyun tesisata gönderilmeden önce kondansör içinden geçirilmek yoluyla birn ısıtma işlemine tabi tutulması olanağı elde edilir. Kısmen ısıtılmasının sağlanması amacıyla yönelik olarak bir yüzme havuzunun suyu da soğutucu akışkan olarak kullanılabilir. İklimlendirme santrallerinde n görülen soğutma bataryalarına ilişkin glikollü veya glikolsz soğuk su çevrimlerinden yararlanabilmesi de olanaklıdır. Çalışma önceliğinin ısı kazanımlı yoğuşmalı kazanlara verilmesinden dolayı klasik kazanların az süreyle kullanılacağı açıktır. Sistemde oluşan ısı kayıplarının azaltılması amacıyla bu kazanların hidrolik bakımdan tesisatın diğer kesimlerinden ayrılarak tam anlamıyla soyutlanması çok uygun olur. Bunun için çalışması kazan paneli denetiminde olan iki yollu bir motorlu vananın kullanılması genellikle yeterlidir. Bu iki yollu vana mkemmek bir sızdırmazlık özelliğine sahip olmalıdır. Zira küçücük bir asalak debinin oluşması bile önemli düzeylere erişen yk kayıplarının oluşmasına neden olabilir. Klasik tip bütün kazanların iki yollu motorlu ayırma vanalarıyla donatılması halinde birincil nitelikli devreye ait ana çevrim pompasının zarara uğramasının önlenmesi amacıyla sisteme presostat denetimli bir by pass devresinin eklenmesi gerekir. Pompanın çalışmasına son verilmesi düşüncesi akla

gelirse de bu ağıtların sık sık durdurulması genellikle pek tavsiye edilmemektedir. Çalışma önceliğine sahip olduğu ve bundan dolayı zaten az süre ile faaliyetten alı konulduğu için ısı kazanımlı yoğuşmalı kazanın iki yollu bir ayırma vanası ile donatılması gerekli değildir.

Bileşik kazanlı bir sıcak su üretim santralinde kazanların sadece ısıtma veya hem ısıtma ve hem de sıcak kullanma suyu üretimi işiyle yükümlü olması durumuna bağlı olarak değişik biçimlerde montaj olanaklarının varlığı söz konusudur. Bir örnek olması bakımından birisi ısıtma diğeri sıcak kullanma suyu devresinde olmak üzere iki ayrı ısı reküperatörü 'ne yani iki ayrı ısı kazanım eşanjörüne sahip olan bileşik kazanlı bir sıcak su üretim sistemini tarif edelim. Büyük oranda bir işletme ekonomisi gerçekleşmesine olanak veren bu tip bir sıcak su üretim merkezinde yoğuşmalı kazana ilişkin verim oranı teorik olarak üst ısıl güce oranla % 98 , alt ısıl güce oranla % 108 düzeyine kadar erişebilmektedir. Bu tip sistemler yanma gazlarının sıcaklığı 15 °C ' den daha düşük olan şehir suyu aracılığıyla devamlı olarak soğutulması esasını uyarınca çalışır. Ancak şehir suyunun bu amaçla kullanılabilmesi için aşağıda açıklanan iki önlemin alınmasına gerek vardır:

4.4.2.1. Sıcak kullanma suyu düzgün dağılımlı olarak tüketilmediği için reküperatör adıyla anılan yoğuşmalı tip ısı kazanım eşanjörü' nün tüketim yapılmayan dönemlerde bile düşük sıcaklık koşullarında uygun bir verimle çalışabilmesi amacıyla bir yedek su deposunun ön görülmesi zorunludur.

4.4.2.2. Sıcak kullanma suyu tüketiminin genellikle ısı kazanım eşanjöründen tam olarak yararlanabilmesinin sağlanmasına yetecek kadar fazla olmaması nedeniyle yanma gazlarının ilkin bir başka ısı kazanım eşanjörü içinde ısıtma tesisatı dönüş suyu debisi aracılığı ile soğutulması , bu reküperatörden çıkan gazların ikinci bir ısı kazanım eşanjörüne alınarak bu reküperatör içinde sıcak kullanma suyuna ait yedek su deposundan çekilen soğuk şehir suyuyla yeni bir soğutma işleminden geçirilmesi gerekliliği söz konusudur. Böyle bir yöntemin uygulanması yanma gazlarından maksimal düzeyde ısı kazanılabilmesi olanağını sağlar. Çift ısı kazanım eşanjörlü bileşik kazanlı bir sıcak su üretim merkezinin prensip şeması Şekil-4.4 de tanıtılmıştır. Kış işletmesi rejimine ilişkin olan bu tesisatta yoğuşmalı kazan aşağıda açıklanan görevleri yapmakla yükümlüdür:

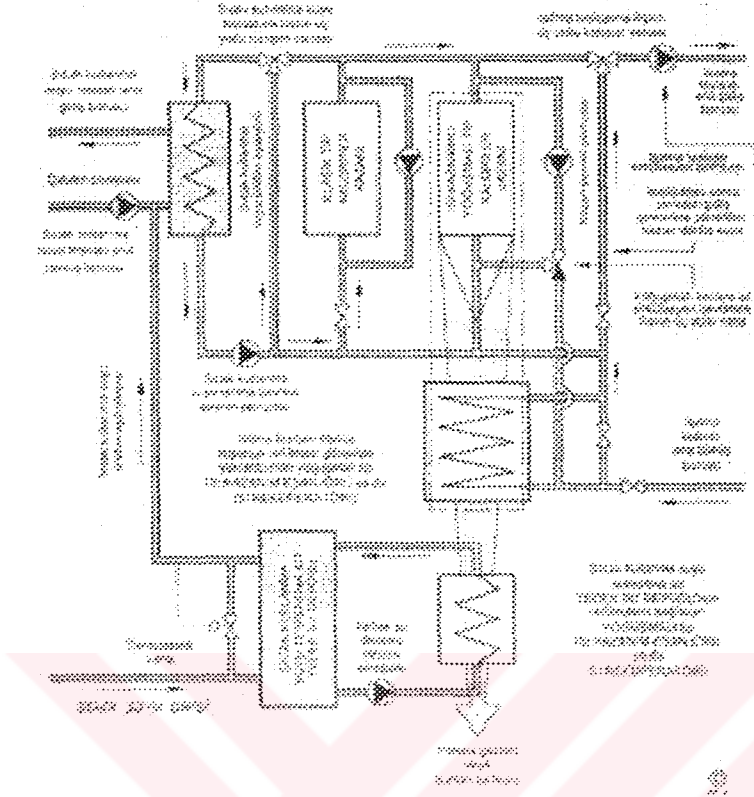
4.4.2.2.1. Yoğuşmalı kazanın klasik bölümü tıpkı diğer klasik kazan gibi yüksek sıcaklık gidiş çevrimlerine bağlıdır. Sıcak su üretim tesisatının bu klasik bölümü üç yollu karışım vanaları aracılığıyla ısıtma ve sıcak kullanma suyu tesislerine ait gidiş suyu debilerinin ıcaklık derecelerini ayarlamakla görevlidir.

4.4.2.2.2. Yoğuşmalı kazana ait yanma gazlarının çıkışında bulunan ilk ısı kazanım eşanjörü ısıtma tesisatı dönüş suyu debisinin ısıtılması görevini üstlenmektedir.

4.4.2.2.3. Yoğuşmalı kazana ait yanma gazlarının çıkışında bulunan ikinci ısı kazanım eşanjörü sıcak kullanma suyu yedek deposundan alınan su debisinin ön ısıtma işleminden geçirilmesi göreviyle yükümlüdür.

Bu tip tesisatın olabildiğince yüksek verimle çalışabilmesi için aynı zamanda bir kondansör olarak görev yapan birinci ısı kazanım eşanjörüne ilişkin ısı iletim alanının kazan eşanjörü ısı iletim alanına eşit olması gerekir. Daha somut bir anlatımla bu reküperatöre ait ısı iletim alanı kW güç başına yaklaşık 0,07 m²/kW değerine eşit olmalıdır. İkinci reküperatör için kW güç başına 0,05 m²/kW düzeyinde bir eşanjör alanının ön görülmesi yeterlidir. Öte yandan sıcak kullanma suyu tesisatına ait yedek su deposu ile ikinci ısı kazanım eşanjör arasında bulunan çevrim pompası tarafından 1 saatlik zaman süresinde basılan su debisinin depo hacmi seviyesinde olması gereklidir. Bu da yaklaşık olarak 150 kW' lık kazan ısıtma gücü başına 500 ile 750 l 'lik bir hacim kapasitesine karşılık gelir. Kış işletmesi rejiminde ısıtma tesisatından gelen dönüş suyu birinci ısı kazanım eşanjöründen geçirilerek ısıtıldığı için yoğuşmalı kazanın sirkulasyon çevrimine ait su debisinin üç yollu vana aracılığıyla bu reküperatöre gönderilmesine gerek yoktur. (Şekil-4.4) de tanıtılan prensip şemasında üç yollu vananın bu yolunun kapalı durumda olduğu görülmektedir.

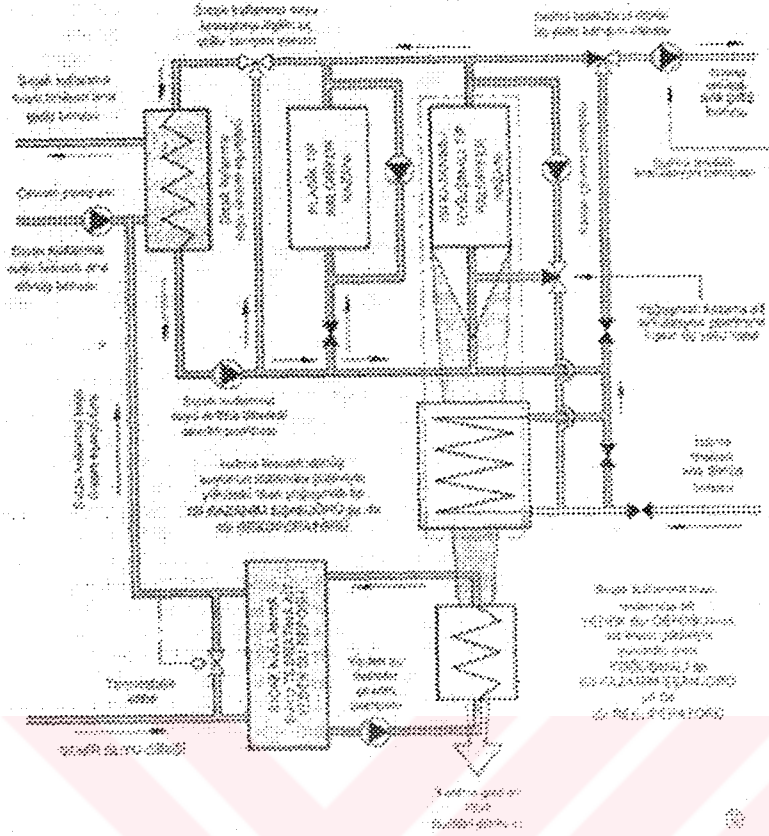
Şekil-4.5 'de tanıtılan yaz işletmesi rejimine ilişkin prensip şemasında gösterildiği gibi ısıtma tesisatı çevrim pompası çalıştırılmadığı için bu tesisata ait dönüş suyu debisinin birinci ısı kazanım eşanjörüne bağlanmasını sağlayan iki yollu vanadan ayrı olarak üç yollu vanaya ait çevrim yolunun da kapatılması suretiyle yoğuşmalı kazanın sirkulasyon çevrimi iptal edilerek bu çevrimdeki su debisinin söz konusu ısı reküperatörüne gönderilmesi sağlanmıştır



Şekil 4.4 : Bileşik kazanlı sistemin kış işletmesi rejimine göre prensip şeması

Bu koşullarda yoğuşmalı kazanın sadece sıcak kullanma suyu tesisatını beslemesi söz konusu olduğu için ikinci ısı kazanım eşanjörü sanki bedava bir ısı vanası gibi yanma gazlarından yararlanarak bol bol ısı üretecek ve tesisatın yaz işletmesi rejimine ilişkin verim oranı üst ısı güce oranla % 80 , alt ısı güce oranla % 90 düzeyine kadar yükselecektir. Bu denli verimli bir çalışma özelliğinin gerçekten sağlanabilmesi için ısıtma tesisatında her türlü doğal sirkülasyon tehlikesinin el komutalı ayırma vanaları kullanımı yoluyla kesinlikle önlenmesi ve çalıştırılmayan klasik tip kazanın hidrolik bakımdan yani su debisi ilişkisi bakımından sistemin diğer kesimlerinden iyice ayrılarak etkin bir şekilde soyutlanması gerekir.

Şekil-4.4 ve Şekil-4.5 'de tanıtılan prensip şemalarına uygulanan montaj sistemleri için klasik tip tesislere oranla fazladan hiçbir ayarlama donatımı ön görülmesine gerek olmaması ilginçtir. Sadece kış ve yaz işletme rejimleri arasında gerçekleşmesi gereken dönüşüm işleminin otomatik olarak yapılabilir.



Şekil-4.5 : Bileşik kazanlı sistemin yaz işletmesine göre prensip şeması

Yedek su deposuna paralel bağlı olan termostatik vananın görevi depo dönüş suyuna şehir suyu karıştırılması yoluyla sıcak kullanma suyu besleme devresi sıcaklığının 55 veya 60 °C düzeyinde sınırlandırılması sağlamasıdır. Böylece depo sıcaklığı sıcak kullanma suyu tesisatına oranla daha yüksek düzeylere erişmiş olsa bile bu yolla kazanılmış olan ısı miktarlarının sıcak kullanma suyu tesisatı devresinde boşa harcanması önlenmiş olur.(KÖKTÜRK U. , 1999)

4.4.3. Kaskad Sistem

Bu tip sistemde tek bir tip döşeme tipi düşük sıcaklık kazanı yerine sistem birden fazla duvar tipi yoğuşmalı kazanla çözümlenmektedir. Hatta bu şekilde bir yatırım işletme maliyeti açısından daha ekonomik olduğu gibi ilk yatırım maliyeti açısından da belirli kapasitelere

kadar daha uygun olabilmektedir (Örneğin, 80 kW kapasitede atmosferik brülörlü düşük sıcaklık kazanı yerine 2 adet 43 kW 'lık duvar tipi yoğuşmalı kazan daha ekonomik olmaktadır.)

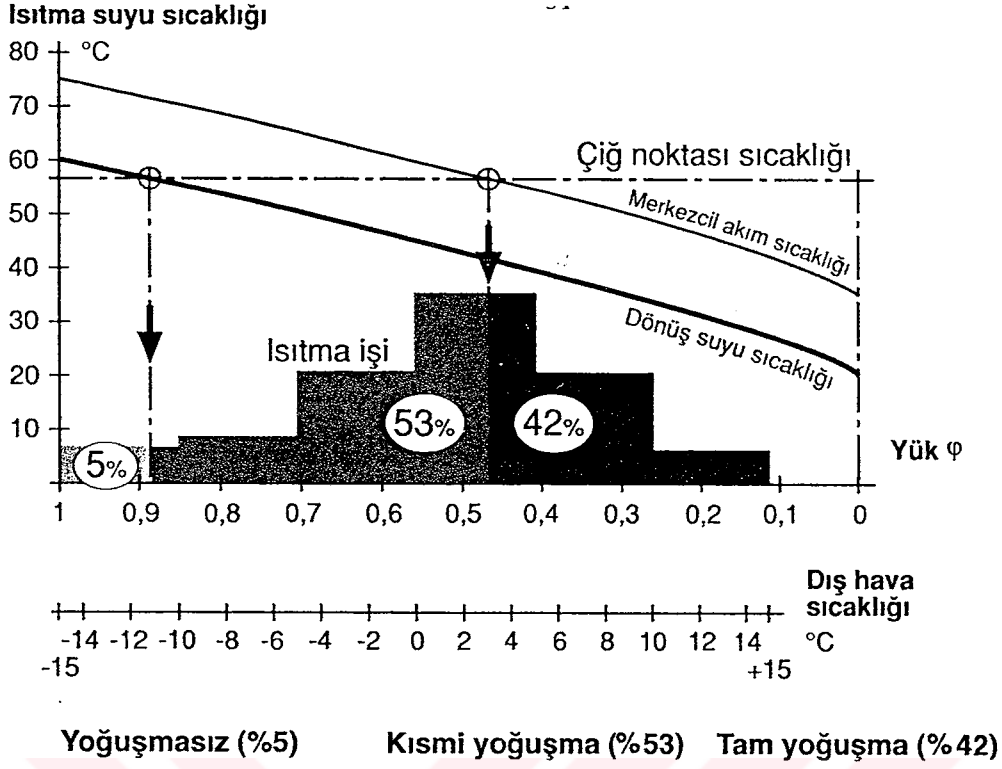
Kaskad duvar tipi sistemin klasik döşeme tipinde kazanlarla oluşturulan sistemlere karşı diğer avantajları aşağıdaki gibidir:

4.4.3.1 Kazan Verimi

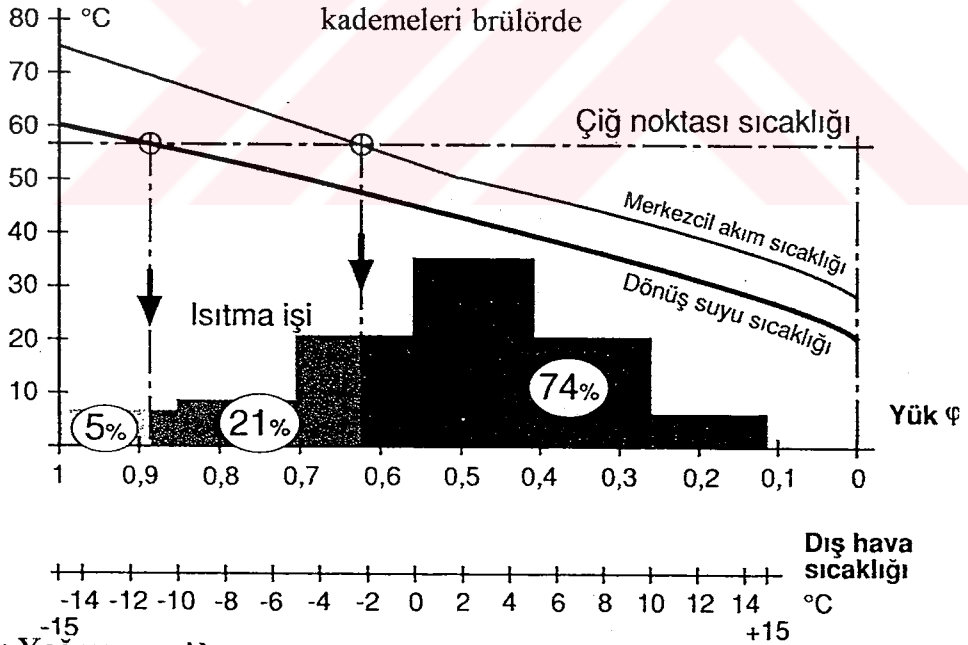
Klasik tip kazanlar yoğuşma suyunun asit etkisine karşı dayanıksız olduğu için bu tip kazanlarda yoğuşma istenmez . Bundan dolayı herhangi bir ısı kazanım donanımı bulunmayan klasik yer tipi kazanların verimi yoğuşmalı tip kazanlara göre daha azdır. Bu tip kazanlarda önlem alınmaz ve yoğuşmaya izin verilirse kazanlar çok kısa sürede hurda olmaktadır.

4.4.3.2 Yakıt Tüketimi

Kazanlarda brülör her devreye girdiğinde kötü yanma oluşur ve yakıt sarfiyatı artar. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlardaki modülasyon (kapasite ayarlama) özellikleri sayesinde ise kazan o anki ihtiyaca göre kapasitesini %100 ile %30 arasında değiştirebilmektedir. Bu şekilde çalışmada kazanın dur kalk (şalt) sayısı en aza indiği için yoğuşmalı kazanların dur kalk kaybı çok düşüktür. Aynı zamanda kazanın kötü yanma sayısı azaldığı için yanma esnasında kurum oluşma miktarı da en az seviyededir. Bundan dolayı çevre kirliliği de en az seviyededir. Modülasyonlu brülör kullanımında tam yoğuşma miktarı tek kademeli brülör kullanımına göre yaklaşık %76 daha fazladır. (Bkz. Şekil-4.6 ve Şekil-4.7)



Şekil-4.6: Yoğuşmasız Durumdaki, kısmi ve tam yoğuşmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri tek



Şekil-4.7: Yoğuşmasız Durumdaki, kısmi ve tam yoğuşmadaki ısıtma zamanı yüzdeleri modülasyonlu brülörde

4.4.3.3 Baca Bağlantısı

Kaskad sistemde kazanlar birbirinden bağımsız hermetik veya bacalı olarak çalıştırılabilir veya ortak bir kollektör yaparak oraya bağlanabilir. Döşeme tipi kazanlarda ise gerekli baca

çekişini verebilecek baca bağlantısı şarttır. Kaskad sistemin baca bağlantısında önemli olan nokta bacada oluşan yoğuşma suyunun drene edilebilmesidir. Baca paslanmaz çelik, cam, vb. yoğuşmadan etkilenmeyecek malzemedir yapılmalıdır. Gerekli baca kesiti klasik sistemlerle aynı veya bir az daha küçük olabilir. Kaskad sistemlerde hermetik baca uygulaması yapılabildiği için yanma havası da ortamdan değil dışarıdan alınır. Bu şekilde ortam havası tüketilmemiş olur. Hermetik baca bağlantısı yüksek binaların arasındaki veya düşük kottaki bir binanın baca bağlantısı için idealdir.

4.4.3.4 Ses Seviyesi

Duvar tipi yoğuşmalı kazanların ses seviyeleri atmosferik brülörlü kazanlarla karşılaştırıldığında dahi daha düşüktür. Ses seviyeleri tam kapasitede 38 dBA , ara kapasitede 23 dBA değerindedir.

4.4.3.5 Düşük Gaz Basıncında Çalışabilme

Klasik yer tipi üflemlili brülörlü kazanlar 21 mbar gaz basıncında çalışırlar. Gaz basıncı 17 mbar' ın altına düştüğünde yanma havası fazla geldiği için alevi koparır. Bu duruma pik kullanım olan anlarda rastlanabilir. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ise gaz basıncı 7 mbar seviyesine düşünceye kadar çalışabilirler.

4.4.3.6 Yedekleme Olanığı

Kaskad sistemde kazanların herhangi biri bakıma girdiğinde ,diğer kazanlar kesintiye uğramaksızın çalışmaya devam edebilmektedirler.

4.4.3.7. Çatı Kazan Dairesine Uygunluk

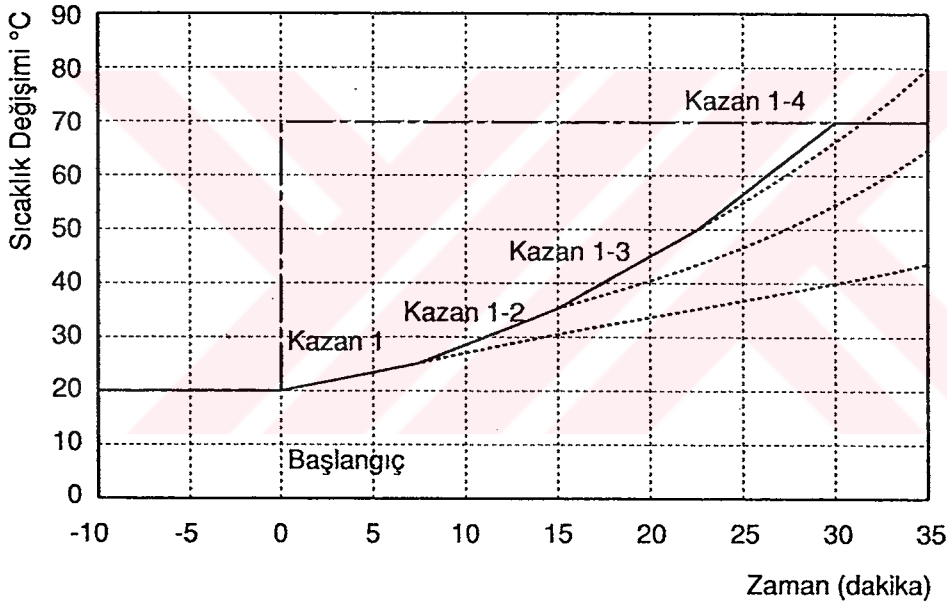
Kaskad sistemler özellikle hafif yapılarından, sessiz çalışma yeteneklerinden ve hermetik veya bacalı olarak çalışabilmelerinden ötürü çatı kazan dairelerine uygundur. Yer tipi üflemlili brülörlü kazanlar ise sesli çalıştıklarından dolayı çatı kazan dairelerinde tercih edilmezler. Çelik kazanlar ağır olduklarından ve dilimler halinde taşınmadıkları için çatı kazan dairelerine uygun değildir.

4.4.3.8 Kazan Dairesi Boyutu

Kaskad sistemler klasik sistemlere göre oldukça az yer işgal ettiklerinden dolayı yer maliyetleri yer tipi kazanlara göre çok daha azdır.

4.4.3.9 Kaskad Sistem Çalışma Prensipli ve Kumandası

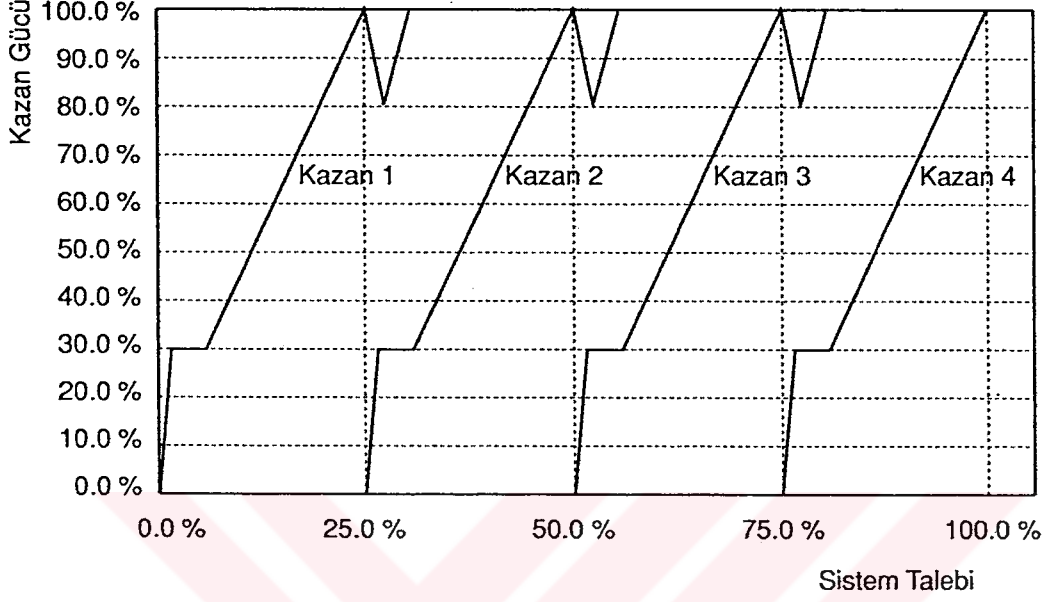
Kaskad sistemde tek panel kullanarak dört kazana kadar kumanda etmek mümkündür. Yardımcı bir panel kullanımında ise bu sayı sekize kadar yükselmektedir. Şekil-4.8 'da dörtlü kaskad sistemde ilk çalıştırma sırasındaki sıcaklık değişimleri görülmektedir.



Şekil-4.8 : Kaskad sistemde ilk çalıştırma sırasında sıcaklık değişimi

İstenen oda sıcaklığında bir değişim görüldüğünde ilk önce bir numaralı kazan devreye girer ve % 100 kapasite ile çalışmaya başlar. Panel, servis bölümünde girilmiş olan sıcaklığa ulaşma süresine bakar. Yine servis bölümünde girilmiş hedef süresi ile (fabrika ayarı 30 dakikadır) kıyaslar ve mevcut kazan kapasitesinin bu sürede olması gereken sıcaklığa ulaşip ulaşmayacağını hesaplar. Eğer yetmeyeceğine karar verirse diğer kazanı devreye sokar. Bu işlemi tesisatı istenilen sıcaklığa belirlenen sürede ulaştıracak şekilde ısı ihtiyacını karşılayıncaya kadar devam ettirir. Şekil-4.9 'da dört kazanlı sistemin çalıştırılması durumunda davranışlarını göstermektedir. Kazanların çalışmaları tesisatın ısı ihtiyacına göre

değişmektedir. İstenilen oda sıcaklığında bir düşme meydana geldiğinde aşağıdaki yol izlenmektedir:



Şekil-4.9: Kazanların ısıtma durumunda davranışları

Birinci kazan çalışmaya başlar ve kapasitesini %100'e çıkarır.

İkinci kazan minimum kapasitede devreye girer.

Birinci kazan modülasyon yaparak kapasitesini bir miktar geriye çeker. Bu geri çekme ikinci kazanın devreye girerken getireceği ek enerji ile aynı orandadır. Ardından tekrar %100 kapasiteye çıkmaktadır.

İkinci kazan kapasitesini %100'e doğru çıkarmaya başlar.

Daha sonra diğer kazanlar da devreye girerken aynı yolu izler.

Bir önceki kazanın , diğer kazan devreye girdiğinde kapasitesini düşürme sebebi , bir anda oda sıcaklığında ani bir değişime sebep olmamak içindir. Şekil-4.10 'de dörtlü kaskad yapan bir sistemin kapanırken izlediği yol görülmektedir. Kazanların davranışları tesisat yükü ile değişmektedir. Oda sıcaklığında bir değişme meydana geldiğinde ,

Dördüncü kazan minimum kapasiteye ulaşınca kadar modülasyonu gerçekleştirir.

Üçüncü kazan da minimum kapasiteye ulaşıncaya kadar modülasyon gerçekleştirir.

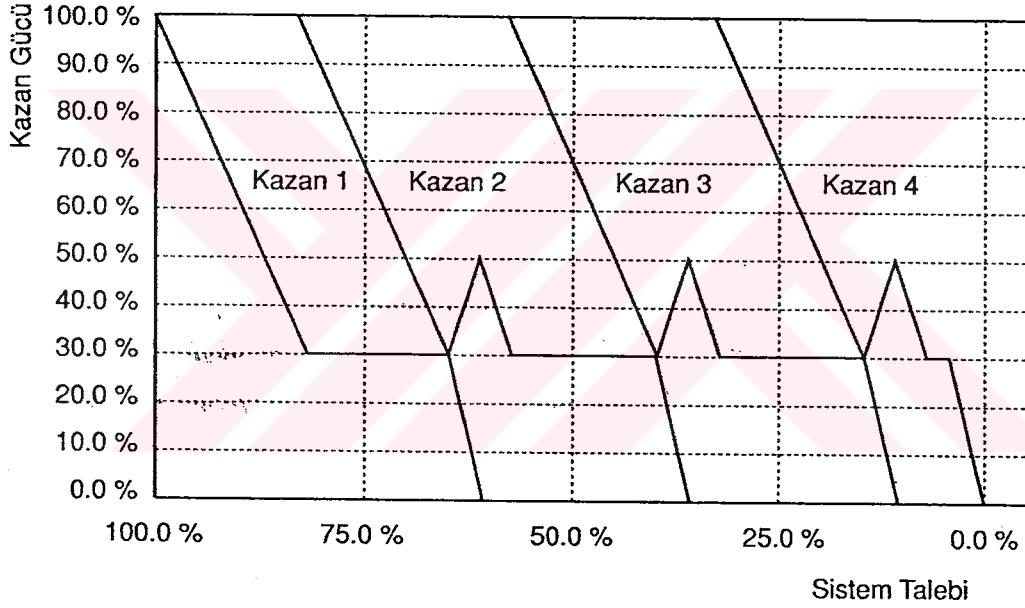
Dördüncü kazan kapanır.

Üçüncü kazan, dördüncü kazanın kapanmasından kaynaklanacak ısı farkını karşılayacak şekilde kapasitesini artırır. Ardından yavaş yavaş minimum kapasiteye kadar yine kendisini düşürür.

İkinci kazan kapasitesini modülasyon ile minimum kapasiteye kadar düşürür.

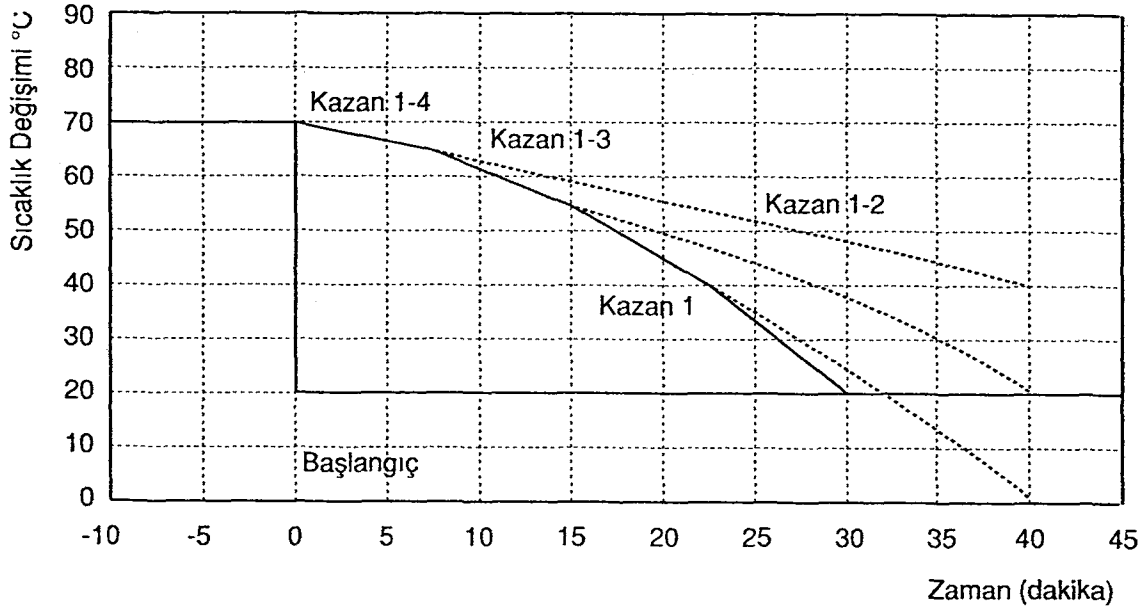
Üçüncü kazan kapanır.

Diğer kazanlar da aynı davranışı sergileyerek sıra ile kapanır.



Şekil-4.10: Kaskad sistemin kapanma davranışı

Kapasite azaltarak kapama yapılması ve diğer kazanın ısı miktarını karşılaması oda sıcaklığındaki oynamaları önlemeye yöneliktir. Şekil-4.11' de denge kabında kapama işlemi sırasındaki sıcaklık değişimleri görülmektedir. Sıcaklık değişiminde önce dördüncü kazan panel tarafından kapatılır ve üçüncü kazanın modülasyonu serbest bırakılır.



Şekil-4.11 : Kapanma sırasında denge kabındaki sıcaklık değişimi

Hafızasındaki soğuma süresine göre mevcut soğuma süresini kontrol eder. Eğer hafızasındakinden (fabrika ayarı 30 dakikadır.) daha düşükse diğer kazanı devre dışı bırakır. Çalışan kazana modülasyon yaptırır. Daha sonra bu işlem tesisatın ihtiyacı sıfıra inene kadar devam eder.

5 SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİ

Yıllık yakıt tüketimini belirlemek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin verdiği sonuçların doğruluğu ve gerçeklere uygunluğu karmaşıklık derecelerine bağlıdır. Bir başka önemli nokta ise her yöntemin kendine uygun dış sıcaklık verilerine gereksinim gösteresidir. Türkiye 'de yakıt tüketiminin belirlenmesi amacıyla daha çok derece gün veya modifiye edilmiş derece gün yöntemleri kullanılmaktadır. Elle hesap için bu yöntemler uygundur. Ancak bu yöntemlerle kazan ısı performansını göz önüne almak mümkün değildir. Daha önce de değinildiği gibi sıcak su kazanlarının ve dolayısıyla yoğuşma kazanlarının ısı verimleri kısmi yüke bağlı olarak değişmektedir. Farklı kazanların gün veya mevsim boyunca farklı dış hava sıcaklıklarına göre verim değişimlerini bulmak hem tahmini yakıt tüketimi konusunda bir ipucu verebileceği gibi farklı sistenlerin performanslarını da karşılaştırabilmemize yol açar. Derece gün yöntemlerinde ise bu mümkün değildir.

5.1 Kısmi Yük Kavramı

Kısmi yük herhangi bir anda kazanın verdiği ısı güç ile kazanın anma kapasitesi arasındaki orandır. Örneğin İstanbul' da dış hava sıcaklığı +5 °C iken 60 kW anma kapasiteli bir kazan , 24 kW 'lık ısıtma yapıyorsa kazanın o andaki kısmi yükü 1.1 denklemine göre,

$$\theta = Q_{\text{kısmi yük}} / Q_{\text{anma}} \quad (5.1.)$$

$$\theta = 24 \text{ (kW) } / 60 \text{ (kW) }$$

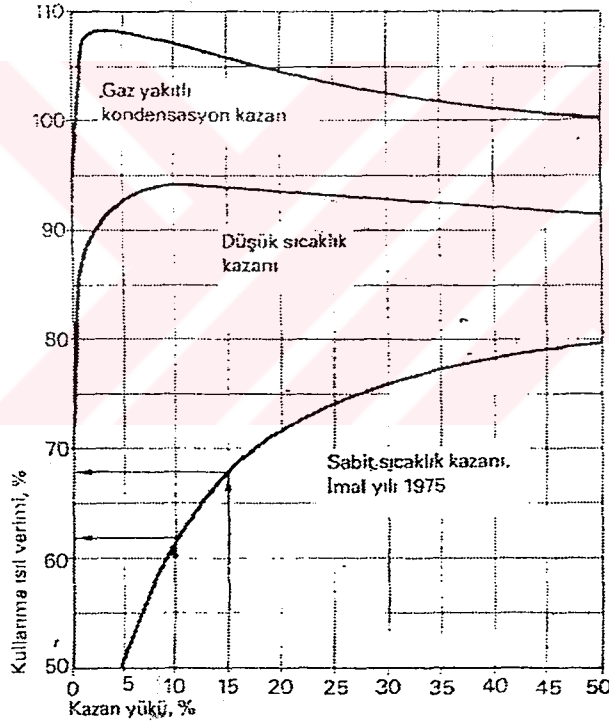
$$\theta = 0,4$$

olmaktadır

Isıtma amacıyla kullanılan sıcak su kazanlarında dış hava sıcaklığı düştükçe tam yüke ($\theta = 1,0$) yaklaşılır. Bunun tersi olarak da havalar ısındıkça kazan kapasitesi düşeceğinden kısmi yük değeri azalmaktadır. Kısmi yükün (θ)0,4 olması normaldir. Duvar tipi yoğuşmalı kazanlarda modülasyon ile kısmi yük değeri 0,3 değerine kadar inebilmektedir. Ancak kazanların gereğinden büyük kapasitede seçilmesi ile kısmi yük değeri bazı kazanlarda 0,25 değerine kadar düşmektedir.

5.2 Farklı Tip Sıcak Su :Kazanlarının Kısmi Yükteki Davranışları

Sıcak su kazanlarını kısmi yükteki davranışları bakımından üç ana grupta toplamak mümkündür. Bu üç davranış şekli Şekil-5.1 ' de görülebilmektedir. Birinci grupta konvansiyonel kazanlar bulunmaktadır. Bu gruptaki kazanlar da kısmi yüklerde kazan verimi düşmektedir. Bunun sebebi bu tip kazanlarda modülasyon özelliği olmadığı için durma esnasında ortaya çıkan ısı kayıpları ve durup kalkma süresince oluşan kötü yanmadır. Bundan dolayı konvansiyonel ya da klasik tip diyebileceğimiz bu kazanları kısmi yüklerde çalıştırmamız için önlem almamız zorunludur. Bunun için de bu kazanları mümkün olduğu kadar ihtiyaç duyulan ısıtma ihtiyacın yakın anma kapasitelerinde seçmemiz gereklidir.



Şekil-5.1: Farklı tip kazanların kısmi yüklerdeki verim davranışları

İkinci grupta modern diyebileceğimiz düşük sıcaklık kazanları (DSK) bulunmaktadır. Bu tip kazanlarda aşağıdaki de görülebileceği gibi büyük bir kısmi yük aralığında verim azalması yaşanmaz. Ancak çok küçük kısmi yüklerde ($\theta < 0,1$) verim değerinde ciddi bir

bir azalma gözlenir. Bu tip kazanlarda düşük kısmi yüklerde çalışma fazla sakıncalı değildir.

Üçüncü grupta ise yoğuşmalı kazanlar bulunmaktadır. Bu kazanlarda diğer kazanların tam tersine kısmi yük değeri düştükçe kazan verim değeri de artmaktadır. Bunun sebebi ise daha sonradan örnekle de ispatlanacağı gibi düşük dönüş suyu sıcaklıklarında baca gazı sıcaklıklarının da düşmesi, dolayısıyla da yoğuşma miktarının yani ısı geri kazanım özelliğinin artmasıdır. Bu yüzden dolayı yoğuşmalı kazanlar mümkün olduğunca kısmi yüklerde ve düşük su sıcaklıklarında çalıştırılmalıdırlar.

Kısmi yüklerdeki kazan davranışlarında , kazan cinsi kadar brülör tipi de rol oynar. Yukarıda da değinildiği gibi tek kademli dur-kalk çalışan brülörler kısmi yüklerde çalışmada dezavantaj oluşturur ve ısı verimi düşürür. Buna karşılık oransal brülör kısmi yüklerde çalışmaya daha uygundur ve genellikle kısmi yüklerde verimi artırma yönünde etki yapmaktadır. Şekil-5.1 ' deki diyagramda konvansiyonel kazanların verim değeri hesaplanırken kazan-brülör kombinasyonunun toplam sistem verimi dikkate alınmış ve,

$$\eta = 0,602 + 0,574 \cdot \theta - 0,356 \cdot \theta \quad (5.2)$$

bağıntısı ile hesaplanmıştır

5.3 Sıcaklık Aralığı Yöntemi

Sistemin kısmi yükteki davranışlarını bulmak için sıcaklık aralığı yöntemi kullanılarak mümkündür. Bu yöntemle göz önüne alınan şehir için , dış sıcaklıkların belirli sıcaklık aralıklarında yılda (ısıtma mevsimi boyunca) kaç saat meydana geldiği belirlenir.

Türkiye için Ankara, Antalya, Bursa, İstanbul ve İzmir için saatlik verilerden yola çıkılarak hesaplanan dış sıcaklıklar verilmiştir. Örneğin İstanbul için Göztepe İstasyonu esas alınarak İstanbul İli için referans yıl boyunca dış hava sıcaklıkları her saat ölçülmüş ve buradan da ısıtma mevsimi boyunca 2 °C aralıklarla belirlenen sıcaklık aralıklarında kaç saat kaldığı hesaplanmıştır. (Arısoy A., Demirçivi T. , TorosH., Şen O., Şylan L.,1999)

Türkiye' de ki beş ayrı için bahsedilen sıcaklık aralıkları oluşum frekansları, iç ortam - dış ortam sıcaklık farkları ve ısıtma ihtiyacını maksimum yüke olan oranı aşağıdaki çizelgelere verilmiştir*.

*Burada iç ortam sıcaklığı 20°C olarak kabul edilmiştir.

Çizelge-5.1 : Ankara için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri

Şehir	ANKARA		
	Dış Hava Sıcaklık Aralığı (°C)	İç-Dış Hava Sıcaklık Farkı (°C)	Süre (Saat)
15 ile 11	7	841	0,23
11 ile 7	11	1085	0,35
7 ile 3	15	1080	0,48
3 ile -1	19	1059	0,61
-1 ile -5	23	517	0,74
-5 ile -9	27	253	0,87
-9 ile -13	31	122	1,00

Çizelge-5.2: Antalya için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri

Şehir	ANTALYA		
	Dış Hava Sıcaklık Aralığı (°C)	İç-Dış Hava Sıcaklık Farkı (°C)	Süre (Saat)
15 ile 11	7	1632	0,37
11 ile 7	11	1380	0,58
7 ile 3	15	566	0,79
3 ile -1	19	34	1,00

Çizelge-5.3 : İstanbul için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri

Şehir	İSTANBUL		
Dış Hava Sıcaklık Aralığı (°C)	İç-Dış Hava Sıcaklık Farkı (°C)	Süre (Saat)	Isıtma İhtiyacının Maks. Yüke Oranı (θ)
15 ile 11	7	1335	0,30
11 ile 7	11	1720	0,48
7 ile 3	15	1517	0,65
3 ile -1	19	343	0,83
-1 ile -5	23	16	1,00

Çizelge-5.4: İzmir için dış hava sıcaklık aralıkları süreleri

Şehir	İZMİR		
Dış Hava Sıcaklık Aralığı (°C)	İç-Dış Hava Sıcaklık Farkı (°C)	Süre (Saat)	Isıtma İhtiyacının Maks. Yüke Oranı (θ)
15 ile 11	7	1284	0,37
11 ile 7	11	1191	0,58
7 ile 3	15	885	0,79
3 ile -1	19	242	1,00

6 SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİYLE YILLIK YAKIT TÜKETİMİ HESABI

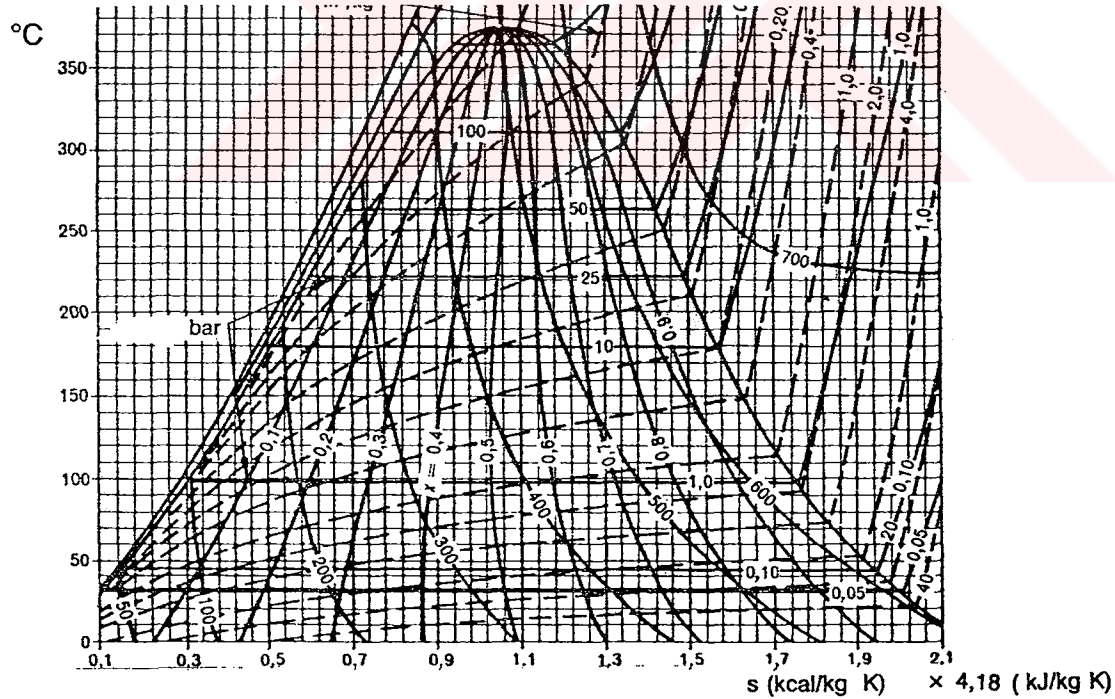
Bu çalışmada yoğuşmalı kazanlar da oluşan yoğuşma miktarını ve dolayısıyla da yapılan ısı geri kazanımını hesaplayıp yoğuşmalı sistemin kendini ne kadar bir zaman zarfında amorti edeceğini bulmaya çalışacağız. Daha sonra burada açıklanan hesaplama sistemini kullanarak Türkiye’deki beş ayrı ilde aynı kapasitede kazanla ısınan evlerin değişik ısıtma sistemleri kullanırlarsa elde edecekleri tasarruf miktarlarını bulacağız.

Yoğuşmalı kazanlarda bacadaki duman gazlarını ideal gaz kabul edersek, duman gazlar için,

$$X_p = X_v = X_n = P_b / P = N_b / N = V_b / V \quad (6.1)$$

Bağıntısını yazabiliriz.

Burada yanmanın deniz seviyesinde olduğunu ve yanma içindeki CO₂ oranının % 9,6 olduğunu kabul edersek duman gazı içindeki su buharının çiğ nokta sıcaklığı Şekil-6.1’ e göre 55 °C olduğunu bulabiliriz.



Şekil-6.1 : h-s diyagramında su buharının yoğuşma durumunun incelenmesi

Buradan da görülebileceği gibi oluşan yoğuşma suyu miktarı direk olarak baca gazı sıcaklığına , dolayısıyla da dönüş suyu sıcaklığına bağlıdır. Duvar tipi yoğuşmalı

kazanlarda baca gazı sıcaklıkları dönüş suyu sıcaklığından 5°C fazla alınabilir. Bu durumda farklı dönüş suyu sıcaklıkları olan sistemlerin, verimi de farklı olacaktır.

Doymuş buhar tablosuna göre atmosferik basınçta gerçekleşen yanmada duman gazı içindeki su buharının doyma durumundaki kısmi basıncı 0,1574 'dür. (Ek 1)

Buna göre 7.1 bağıntısından bulunabileceği gibi su buharının kısmi hacim oranı :

$$X_v = X_p = P_b / P \quad (6.2)$$

$$P = 1 \text{ bar}$$

$$P_b = 0,1574 \text{ için}$$

$$X_p = 0,1574 / 1 = 0,1574 = X_v \text{ olmaktadır.}$$

$V = 1 \text{ m}^3$ hacimindeki duman gazındaki su buharının doyma durumundaki kısmi hacmi ise

$$V_b = X_v \cdot V \quad (6.3)$$

7.3 bağıntısına göre

$$V_b = 0,1574 \cdot 1 = 0,1574 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ duman gazı}$$

olmaktadır.

Doymuş durumda yani çığ nokta sıcaklığında bulunan su buharı miktarı ise

$$m)_{55^\circ\text{C}} = v_b / v_b \quad (6.4)$$

$m)_{55^\circ\text{C}}$: 55 °C deki su buharı miktarı (kg/m³ duman gazı)

v_b : duman gazı içindeki su buharı kısmi hacmi (m³/ m³ duman gazı)

$v_b = 9,583 \text{ m}^3/\text{kg}$ (: 55 °C 'deki su buharının özgül hacmi)

1.4 bağıntısından hesaplanacak olursa,

$$m)_{55^\circ\text{C}} = 0,1574 / 9,583$$

$m)_{55^\circ\text{C}} = 0,0164 \text{ kg/m}^3$ duman gazı olarak bulunur.

Aynı şekilde kazan dönüş suyu sıcaklığı 35 °C olduğunu farz edersek ,

$$T_{\text{duman}} = T_{\text{dönüş}} + 5 (^\circ\text{C}) \quad (6.5)$$

olacağından,

$T_{\text{duman}} = 35 + 5 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak bulunur.

$40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki 1 m^3 duman gazı içindeki su buharı miktarı 6.4 bağıntısına göre,

$$m)_{40 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,07374 / 19,56$$

$m)_{40 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,0037 \text{ kg/m}^3$ duman gazı olarak bulunur. Burada,

$$v_b = 0,07374 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ duman gazı}$$

$v_b = 19,56 \text{ m}^3/\text{kg}$ (: $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki su buharının özgül hacmi) olmaktadır.

$40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklığındaki 1 m^3 duman gazı içindeki yoğuşan su buharı miktarı (Δm_b) ise,

$$\Delta m_b = m)_{55 \text{ }^{\circ}\text{C}} - m)_{40 \text{ }^{\circ}\text{C}} \quad (6.6)$$

7.6 bağıntısından hesaplanabilir.

$$\Delta m_b = 0,0164 - 0,0037$$

$\Delta m_b = 0,0127 \text{ kg/ m}^3$ duman gazı olarak bulunur.

Yoğuşan su buharı miktarınının 1 normal m^3 duman gazında ($\text{Nm}^3 \text{ du. g}$) ne olduğunu bulmak için,

$$M_b = \Delta m_b \cdot (T_{\text{duman}} + 273) / 273 \text{ (kg su buharı/ Nm}^3 \text{ du. g)} \quad (6.7)$$

6.7 bağıntısı yardımıyla

1 m^3 duman gazının içinde yoğuşan su buharının verdiği gizli ısı ($Q_{\text{yoğ}}$) ise,

$$Q_{\text{yoğ}} = M_b \cdot \tau \text{ (kJ/Nm}^3 \text{ duman gazı)} \quad (6.8)$$

7.8 bağıntısından bulunabilir. Burada τ (kJ/kg) su buharının özgül gizli ısıdır ve

$$\tau = (\tau)_{55 \text{ }^{\circ}\text{C}} + (\tau)_{40 \text{ }^{\circ}\text{C}} / 2 \quad (6.9)$$

bağıntısından hesaplanmaktadır. Yukardaki örnekte 1 N m^3 duman gazı içindeki yoğuşan su buharının özgül gizli ısı ,

$$\tau = 2370,1 + 2406,2 / 2$$

$$\tau = 2388,15 \text{ kJ/kg}$$

ve 1 m³ duman gazındaki su buharının yoğuşması sonucu açığa çıkan gizli ısı miktarı ise 6.8 bağıntısına göre,

$$q_{yoğ} = 0,0127 \text{ (kg/ Nm}^3\text{ duman gazı)} \cdot 2388,15 \text{ (kJ/kg)}$$

$$q_{yoğ} = 30,33 \text{ kJ/Nm}^3 \text{ duman gazı}$$

Toplam duman gazı miktarını bulmak için önce harcanan doğal gaz miktarını bulmalıyız.

$$M_{do. g} = Q_{kaz} / 0,95 \cdot H_o \quad (6.10)$$

6.10 bağıntısında kazan verimi 0,95 alınmış ve yoğuşma gizli ısındanyararlanıldığı için yakıt hesabında alt ısı değer yerine üst ısı değer kullanılmıştır.

Ek-2 deki şemaya göre, alt ısı değer 9,3 kWh/Nm³ ve hava fazlalık katsayısı 1.2 olduğuna göre bir saatte ortaya çıkan toplam duman gazı miktarı ($V_{du. g}$, Nm³/h) olarak bulunur.

Bir saatlik zamanda kazanılan toplam gizli ısı değeri ,

$$Q_{yoğ} = q_{yoğ} \cdot V_{du. g} \quad (6.11)$$

6.11 bağıntısı yardımıyla bulunur.

Bir mevsimde toplam yoğuşma miktarı ($Q_{yoğ}/yıl$) ise,

$$Q_{yoğ}/yıl = h \cdot Q_{yoğ} \quad (6.12)$$

6.12 bağıntısı yardımıyla hesaplanır.

Yapılan yoğuşma ile elde edilen yıllık tasarruf değeri ise

$$\text{Yıllık Tasarruf} = \text{Yakıt birim bedeli (TL/Nm}^3\text{)} \cdot Q_{yoğ}/yıl \text{ (kJ/yıl)} / H_u \text{ (kJ/Nm}^3 \text{)} \quad (6.13)$$

Olarak hesaplanır.

7 TÜRKİYE'DE FARKLI ŞEHİRLERDE, AYNI ISITMA KAPASİTELERİNDE FARKLI ISITMA SİSTEMLERİNİN ELDE EDİLEN YOĞUŞMA MİKTARLARI VE ELDE EDİLEN ISI GERİ KAZANIMI CİNSİNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Burada İstanbul, Ankara, İzmir ve Antalya'da ısı kayıpları aynı olan dört farklı ev ele alınmıştır. Evlerin her birinin ısı ihtiyacı tam kapasitede 60 kW olarak kabul edilmiştir. Evler 60 kW kapasitede duvar tipi yoğuşmalı kazan kullanılarak ısıtılmaktadır.

Örnekte evler üç farklı ısıtma sistemi ile ısıtılsaydı, yoğuşma miktarını artıracak, ısı geri kazanımı en fazla olan sistem hangisi diye bir karşılaştırma yapılmıştır. Isıtma sistemi olarak radyatörlü 75-60 °C ve 65 –50 °C sistemler seçilmiştir. 90 – 70 °C 'lik sistemin seçilmemesinin sebebi bu sistemde yoğuşmanın çok az olması ve pratikte artık kullanılmamasıdır.

Evlerde kullanılan yakıt doğal gaz olarak kabul edilmiştir. Şu an İzmir ve Antalya' da doğal gaz olmamasına karşın yakın gelecekte bu illerimizde de doğal gaz kullanılması yüksek bir olasılıktır.

Evlerde 60 kW kapasitede duvar tipi yoğuşmalı kazan kullanılmıştır. Kazan kataloğundaki nominal verim değeri % 109 dur. Burada kazanın yoğuşma olmadığı durumundaki (alt ısıl değere göre) verimi %95 olarak kabul edilmiştir.

Hesaplama daha önce anlatılan sıcaklık aralığı yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalarda aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

Kazandaki hava fazlalık katsayısı $\lambda=1,2$ olarak alınmıştır. Önce 1 Nm³ duman gazında yoğuşma ile oluşan ısı geri kazanımı hesaplanmış. Daha sonra Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları (Arısoy A., Genceli O. F., Onat K.;, 1996) Kitabında yakıt alt ısıl değerine göre yakılan birim Nm³ doğal gaz başına ortaya çıkan duman gazı miktarları bulunmuştur.(Ek-2)

Şehirlerde yakıt fiyatı olarak güncel doğal gaz fiyatları kullanılmıştır (Doğal Gaz Dergisi ,Mayıs 2002). Antalya ve İzmir' de İstanbul'un yakıt fiyatları alınmıştır.

Kullanılan doğal gazın L tipi olduğu kabul edilmiştir. L tipi doğal gazın alt ısıl değeri : 9,3 kWh/m³ , değeri ise : 10,3 kWh/m³ 'dür.

alınmıştır.75/60 °C çalışma sıcaklığında kazan gidiş ve dönüş su sıcaklıkları Ek-3 'e göre alınmış ve baca gazı sıcaklığı ise daha önceden de bahsedildiği gibi dönüş suyu sıcaklığı+5 °C olarak kabul edilmiştir.

65/50 °C ve 40/30 °C sistemlerinde ise gerekli dış hava sıcaklıklarına göre gidiş dönüş suyu eğrileri bulunamadığından , dış hava sıcaklıklarına göre kazan dönüş suyu ve baca gazı sıcaklıkları eğrisi kullanılmıştır (Isısan Çalışmaları, No:265, Isıtma Tesisatı, 2000) (Ek-3)



Çizelge 7.1 : Ankara' da 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

*Time's
Aller
Ranve*

Tdiş	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13	48	34	39	841	0,23	13,8	0,070234
9	52	39	44	1085	0,35	21	0,091396
5	54	42	47	1080	0,48	28,8	0,106822
1	60	45	50	1059	0,61	36,6	0,12334

4065

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
20,7	0,003392947	0,016425	0,0130321	0,014893775	2370,1	2408,6	2389,35
16,136	0,005664105	0,016425	0,0107609	0,012495252	2370,1	2396,6	2383,35
16,572	0,006445933	0,016425	0,0099791	0,011697075	2370,1	2389,4	2379,75
12,05	0,010235685	0,016425	0,0061893	0,00732289	2370,1	2382,2	2376,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
35,58644	1,410321921	16,2187021	577,16589	485396,5141	333764	4.838.945
29,78056	2,146142054	24,6806336	735,00304	797478,2956	333764	7.950.106
27,83611	2,943280531	33,8477261	942,18917	1017564,303	333764	10.144.156
17,40028	3,740419009	43,0148186	748,47006	792629,7982	333764	7.901.771

Genel Toplam: 30.834.978 TL

YÜKSEKTEKİN MÜHÜRLEME MERKEZİ
YÜKSEKTEKİN MÜHÜRLEME MERKEZİ
T.C. YÜKSEKTEKİN MÜHÜRLEME MERKEZİ

Çizelge 7.2 : Ankara' da 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdış	Tgidış	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m ³ /m ³ du.g.
13		24	29	841	0,23	13,8	0,04026
9		27	32	1085	0,35	21	0,04793
5		31	36	1080	0,48	28,8	0,05972
1		35	40	1059	0,61	36,6	0,07374
-3		40	45	517	0,74	44,4	0,09581
-7		45	50	253	0,87	52,2	0,12334
-11		50	55				

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	m	r)55	r)tduman	r
m ³ /kg	kg/m ³ du.g.	kg/m ³ du.g.	kg/m ³ du.g.	kg/Nm ³ du.g.	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
35,034	0,001149169	0,0164	0,0152508	0,016870882	2370,1	2432,3	2401,2
29,868	0,001604727	0,0164	0,0147953	0,016529517	2370,1	2425,1	2397,6
24,12	0,002475954	0,0164	0,013924	0,015760184	2370,1	2415,6	2392,85
19,56	0,003769939	0,0164	0,0126301	0,01448062	2370,1	2406,2	2388,15
15,28	0,006270288	0,0164	0,0101297	0,011799445	2370,1	2394,2	2382,15
12,05	0,010235685	0,0164	0,0061643	0,007293311	2370,1	2382,2	2376,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm ³ du.g	Nm ³ /h	Nm ³ /h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m ³	TL/Yıl
40,51036	1,410321921	16,2187021	657,0255	552558,4451	333764	5.508.486
39,63117	2,146142054	24,6806336	978,12238	1061262,784	333764	10.579.788
37,71176	2,943280531	33,8477261	1276,4572	1378573,811	333764	13.743.080
34,58189	3,740419009	43,0148186	1487,5338	1575298,313	333764	15.704.237

Genel Toplam: 45.535.592 TL

Çizelge 7.3 : Ankara' da 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

*Rpant
Hmes New
Reme*

Tdiş	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3du.g.
13		22	24	841	0,23	13,8	0,030002
9		23	25	1085	0,35	21	0,03166
5		24	26	1080	0,48	28,8	0,03381
1		25	28	1059	0,61	36,6	0,03811
-3		27	31	517	0,74	44,4	0,04517
-7		28	34	253	0,87	52,2	0,05345
-11		30	38	122	1	60	0,066728

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
46,296	0,000648047	0,0164	0,015752	0,01713674	2370,1	2444	2407,05
43,41	0,000729325	0,0164	0,0156707	0,017105718	2370,1	2441,7	2405,9
41,316	0,000818327	0,0164	0,0155817	0,017065642	2370,1	2439,3	2404,7
37,128	0,001026449	0,0164	0,0153736	0,016950325	2370,1	2434,6	2402,35
31,404	0,001438352	0,0164	0,0149616	0,01666059	2370,1	2427,5	2398,8
26,796	0,001994701	0,0164	0,0144053	0,016199366	2370,1	2420,4	2395,25
21,84	0,003055311	0,0164	0,0133447	0,015202191	2370,1	2410,9	2390,5

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
41,24899	1,410321921	16,2187021	669,00507	562633,2631	333764	5.608.923
41,15465	2,146142054	24,6806336	1015,7228	1102059,227	333764	10.986.490
41,03775	2,943280531	33,8477261	1389,0345	1500157,243	333764	14.955.152
40,72061	3,740419009	43,0148186	1751,5898	1854933,636	333764	18.491.938
39,96542	4,537557486	52,1819111	2085,4722	1078189,105	333764	10.748.528

Genel Toplam: 60.791.030 TL

→ TİNES
Kazan Roman

Çizelge 7.4 : Antalya' da 75/60 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdiş	Tgidış	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13	48	34	39	1632	0,37	22,2	0,070234
9	52	39	44	1380	0,58	34,8	0,091396
5	54	42	47	566	0,79	47,4	0,106822
1	60	45	50	34	1	60	0,12334

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
20,7	0,00339295	0,0164	0,013007	0,0148652	2370,1	2408,6	2389,35
16,136	0,00566411	0,0164	0,010736	0,01246622	2370,1	2396,6	2383,35
16,572	0,00644593	0,0164	0,009954	0,01166777	2370,1	2389,4	2379,75
12,05	0,01023568	0,0164	0,006164	0,00729331	2370,1	2382,2	2376,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
35,5181742	2,26877874	26,0909555	926,7031	1512379,47	335566	15.158.397
29,7113709	3,55646398	40,8993357	1215,175	1676941,96	335566	16.807.787
27,7663779	4,84414921	55,7077159	1546,801	875489,646	335566	8.774.927
17,3300005	6,13183444	70,5160961	1222,044	41549,4954	335566	416.446

Genel Toplam: 41.157.556 TL

Çizelge 7.5 : Antalya' da 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdiş	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		24	29	1632	0,37	22,2	0,04026
9		27	32	1380	0,58	34,8	0,04793
5		31	36	566	0,79	47,4	0,05972
1		35	40	34	1	60	0,07374

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
35,034	0,00114917	0,0164	0,015251	0,01687088	2370,1	2432,3	2401,2
29,868	0,00160473	0,0164	0,014795	0,01652952	2370,1	2425,1	2397,6
24,12	0,00247595	0,0164	0,013924	0,01576018	2370,1	2415,6	2392,85
19,56	0,00376994	0,0164	0,01263	0,01448062	2370,1	2406,2	2388,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
40,5103624	2,26877874	26,0909555	1056,954	1724949,03	335566	17.288.956
39,6311698	3,55646398	40,8993357	1620,889	2236826,16	335566	22.419.439
37,7117573	4,84414921	55,7077159	2100,836	1189073,1	335566	11.917.936
34,5818921	6,13183444	70,5160961	2438,58	82911,721	335566	831.014

Genel Toplam: 52.457.345 TL

Çizelge 7.6 : Antalya' da 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdış	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		22	24	1632	0,37	22,2	0,030002
9		23	25	1380	0,58	34,8	0,03166
5		24	26	566	0,79	47,4	0,03381
1		25	28	34	1	60	0,03811

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
46,296	0,00064805	0,0164	0,015752	0,01713674	2370,1	2444	2407,05
43,41	0,00072933	0,0164	0,015671	0,01710572	2370,1	2441,7	2405,9
41,316	0,00081833	0,0164	0,015582	0,01706564	2370,1	2439,3	2404,7
37,128	0,00102645	0,0164	0,015374	0,01695033	2370,1	2434,6	2402,35

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
41,2489893	2,26877874	26,0909555	1076,226	1756400,09	335566	17.604.186
41,154648	3,55646398	40,8993357	1683,198	2322812,92	335566	23.281.274
41,0377489	4,84414921	55,7077159	2286,119	1293943,5	335566	12.969.040
40,7206143	6,13183444	70,5160961	2871,459	97629,5974	335566	978.530

Genel Toplam: 54.833.029 TL

Çizelge 7.7 : İstanbul' da 75/60 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdış	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13	48	34	39	1335	0,3	18	0,070234
9	52	39	44	1720	0,48	28,8	0,091396
5	54	42	47	1517	0,65	39	0,106822
1	60	45	50	343	0,83	49,8	0,12334
-3	65	50	55	16	1	60	0,1574

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
20,7	0,00339295	0,0164	0,013007053	0,0148652	2370,1	2408,6	2389,35
16,136	0,00566411	0,0164	0,010735895	0,01246622	2370,1	2396,6	2383,35
16,572	0,00644593	0,0164	0,009954067	0,01166777	2370,1	2389,4	2379,75
12,05	0,01023568	0,0164	0,006164315	0,00729331	2370,1	2382,2	2376,15
9,583	0,01642492	0,0164	-2,49191E-05	-2,994E-05	2370,1	2370,1	2370,1

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
35,5181742	1,83955033	21,154829	751,3808951	1003093,49	335566	10.053.885
29,7113709	2,94328053	33,847726	1005,662343	1729739,23	335566	17.336.968
27,7663779	3,98569239	45,835462	1272,684773	1930662,8	335566	19.350.800
17,3300005	5,08942259	58,52836	1014,296506	347903,702	335566	3.486.997

Genel Toplam: 50.228.650 TL

Çizelge 7.8 : İstanbul' da 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdış	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		24	29	1335	0,3	18	0,04026
9		27	32	1720	0,48	28,8	0,04793
5		31	36	1517	0,65	39	0,05972
1		35	40	343	0,83	49,8	0,07374
-3		40	45	16	1	60	0,09581

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
35,034	0,00114917	0,0164	0,015250831	0,01687088	2370,1	2432,3	2401,2
29,868	0,00160473	0,0164	0,014795273	0,01652952	2370,1	2425,1	2397,6
24,12	0,00247595	0,0164	0,013924046	0,01576018	2370,1	2415,6	2392,85
19,56	0,00376994	0,0164	0,012630061	0,01448062	2370,1	2406,2	2388,15
15,28	0,00627029	0,0164	0,010129712	0,01179944	2370,1	2394,2	2382,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
40,5103624	1,83955033	21,154829	856,989782	1144081,36	335566	11.466.989
39,6311698	2,94328053	33,847726	1341,424981	2307250,97	335566	23.125.298
37,7117573	3,98569239	45,835462	1728,535836	2622188,86	335566	26.281.883
34,5818921	5,08942259	58,52836	2024,021424	694239,348	335566	6.958.277

Genel Toplam: 67.832.447 TL

Çizelge 7.9 : İstanbul' da 40/30 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdış	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		22	24	841	0,3	18	0,030002
9		23	25	1085	0,48	28,8	0,03166
5		24	26	1080	0,65	39	0,03381
1		25	28	1059	0,83	49,8	0,03811
-3		27	31	517	1	60	0,04517

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
46,296	0,00064805	0,0164	0,015751953	0,01713674	2370,1	2444	2407,05
43,41	0,00072933	0,0164	0,015670675	0,01710572	2370,1	2441,7	2405,9
41,316	0,00081833	0,0164	0,015581673	0,01706564	2370,1	2439,3	2404,7
37,128	0,00102645	0,0164	0,015373551	0,01695033	2370,1	2434,6	2402,35
31,404	0,00143835	0,0164	0,014961648	0,01666059	2370,1	2427,5	2398,8

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bedeli	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
41,2489893	1,83955033	21,154829	872,6153075	733869,474	335566	7.355.485
41,154648	2,94328053	33,847726	1392,991255	1511395,51	335566	15.148.535
41,0377489	3,98569239	45,835462	1880,984197	2031462,93	335566	20.361.108
40,7206143	5,08942259	58,52836	2383,31076	2523926,1	335566	25.297.007
39,9654231	6,13183444	70,516096	2818,205617	1457012,3	335566	14.603.459

Genel Toplam: 82.765.593 TL

Çizelge 7.10 : İzmir' de 75/60 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdiş	Tgidış	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13	48	34	39	1284	0,37	22,2	0,070234
9	52	39	44	1191	0,58	34,8	0,091396
5	54	42	47	885	0,79	47,4	0,106822
1	60	45	50	242	1	60	0,12334

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g	kg/m3du.g	kg/m3du.g	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
20,7	0,003393	0,0164	0,013007	0,0148652	2370,1	2408,6	2389,35
16,136	0,005664	0,0164	0,010736	0,01246622	2370,1	2396,6	2383,35
16,572	0,006446	0,0164	0,009954	0,01166777	2370,1	2389,4	2379,75
12,05	0,010236	0,0164	0,006164	0,00729331	2370,1	2382,2	2376,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
35,51817419	2,268779	26,09096	926,7031	1189886,79	335566	11.926.092
29,71137086	3,556464	40,89934	1215,175	1447273,82	335566	14.505.851
27,76637794	4,844149	55,70772	1546,801	1368919,32	335566	13.720.513
17,33000055	6,131834	70,5161	1222,044	295734,644	335566	2.964.113

Genel Toplam: 43.116.568 TL

Çizelge 7.11 : İzmir' de 65/50 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdiş	Tgidiş	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		24	29	1284	0,37	22,2	0,04026
9		27	32	1191	0,58	34,8	0,04793
5		31	36	885	0,79	47,4	0,05972
1		35	40	242	1	60	0,07374

ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g	kg/m3du.g	kg/m3du.g	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
35,034	0,001149	0,0164	0,015251	0,01687088	2370,1	2432,3	2401,2
29,868	0,001605	0,0164	0,014795	0,01652952	2370,1	2425,1	2397,6
24,12	0,002476	0,0164	0,013924	0,01576018	2370,1	2415,6	2392,85
19,56	0,00377	0,0164	0,01263	0,01448062	2370,1	2406,2	2388,15

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
40,5103624	2,268779	26,09096	1056,954	1357129,02	335566	13.602.340
39,6311698	3,556464	40,89934	1620,889	1930478,23	335566	19.348.950
37,7117573	4,844149	55,70772	2100,836	1859239,74	335566	18.634.936
34,58189215	6,131834	70,5161	2438,58	590136,367	335566	5.914.866

Genel Toplam: 57.501.092 TL

Çizelge 7.12 : İzmir' de 40/30 C sistem için bulunan yıllık yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

Tdiş	Tgidış	Tdönüş	Tbaca	Süre	Kaz.Yükü	Qkaz	vb
C	C	C	C	h	%	kW	m3/m3 du.g.
13		22	24	1284	0,37	22,2	0,030002
9		23	25	1191	0,58	34,8	0,03166
5		24	26	885	0,79	47,4	0,03381
1		25	28	242	1	60	0,03811

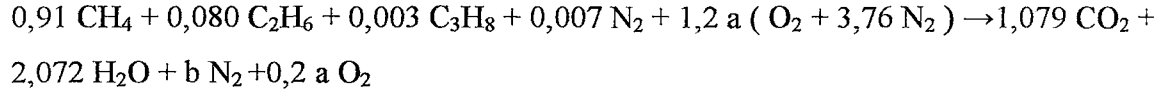
ub	m)tduman	m)55	myoğ.	mb	r)55	r)tduman	r
m3/kg	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/m3du.g.	kg/Nm3du.g	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
46,296	0,000648	0,0164	0,015752	0,01713674	2370,1	2444	2407,05
43,41	0,000729	0,0164	0,015671	0,01710572	2370,1	2441,7	2405,9
41,316	0,000818	0,0164	0,015582	0,01706564	2370,1	2439,3	2404,7
37,128	0,001026	0,0164	0,015374	0,01695033	2370,1	2434,6	2402,35

qyoğ	m do.gaz	Vg	Qyoğ	Qyoğ/yıl	Yakıt Bed	Yıllık Tasarruf
kJ/Nm3du.g	Nm3/h	Nm3/h	kJ/h	kJ/yıl	TL/m3	TL/Yıl
41,24898929	2,268779	26,09096	1076,226	1381873,6	335566	13.850.352
41,15464803	3,556464	40,89934	1683,198	2004688,54	335566	20.092.751
41,03774887	4,844149	55,70772	2286,119	2023215,54	335566	20.278.445
40,72061426	6,131834	70,5161	2871,459	694893,017	335566	6.964.829

Genel Toplam: 61.186.378 TL

8 Kütle Korunumuna Göre Doğal Gazın Yanma Denklemi

Daha önceden de incelediğimiz gibi doğal gaz çıkarıldığı yerlere göre kimyasal analizi değişen ama genel olarak metan gazı ağırlıklı olan bir tür gazdır. Örnek olarak yapısı %91 Metan (CH₄), %8,0 Etan (C₂H₆), %0,3 Propan (C₃H₈) ve %0,7 Nitrojen (N₂) den oluşan Cezayir doğal gazının yanma denklemi Formül 9.1 Deki gibidir.



Formül 9.1 : Cezayir Gazının Yanma Denklemi

Bu yanma işleminde %20 fazla hava kullanıldığı kabul edilmiştir. Yanma denklemi ilk anda kolaylık olsun diye kuru hava kullanılarak hesaplanmıştır. Kullanılan hava miktarı O₂ 'nin kütle korunumuna göre 8.1 denklemi yardımıyla hesaplanabilir:

$$1,2 a = 1,079 + 2,072 / 2 + 0,2 a \quad (8.1)$$

$$a = 2,115$$

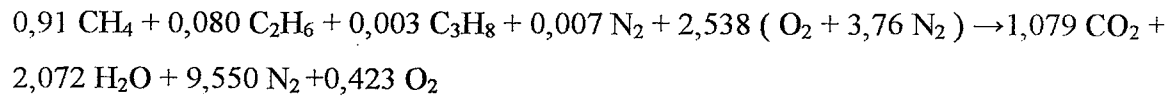
ve N₂ miktarı da

$$0,007 + 1,2 a 3,76 = b \text{ N}_2 \quad (8.2)$$

$$b = 9,550$$

olarak bulunabilir.

B durumda yanma denkleminiz Formül 8.2 deki gibi olacaktır.



Formül 8.2 : Cezayir Gazının Yanma Denklemi

Yanmanın 20 °C sıcaklıkta ve %50 bağıl nemde gerçekleştiğini kabul edersek, yanma havası içindeki su buharının kısmi basıncı 8.3 denklemi ile hesaplanabilir:

$$P_{V,hava} = \phi_{hava} P_{doyma,20^\circ \text{C}} \quad (8.3)$$

$$P_{v,hava} = 0,50 \cdot 2,339$$

$$P_{v,hava} = 1,170 \text{ kPa}$$

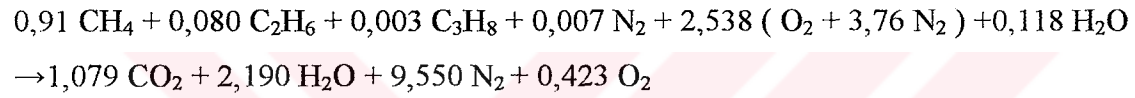
Havadaki su buharının mol miktarı $n_{v,hava}$ 8.4 denklemi yardımıyla:

$$n_{v,hava} = (P_{v,hava} / P_{v,toplam}) n_{toplam} \quad (8.4)$$

$$n_{v,hava} = (1,170 / 101,325) (10,067 + n_{v,hava})$$

$$n_{v,hava} = 0,118 \text{ kmol olarak bulunur.}$$

Havadaki su buharı miktarı yanma denklemine eklenirse :



Formül 8.3 : Cezayir Gazının Nemli Havayla Yanma Denklemi

Yukardaki denkleme göre yanma sonu ürünlerinin çığ nokta sıcaklığı 8.4 denlemine göre hesaplanabilir :

$$P_{v,ysü} = (n_{v,ysü} / n_{ysü}) 101,325 \quad (8.4)$$

$$P_{v,ysü} = (2,190 / 11,228) 101,325$$

$$P_{v,ysü} = 19,763 \text{ kPa}$$

Buna göre yanma sonu ürünleri çığ nokta sıcaklığı : $T_{çn} = 59,6 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak bulunur.

8.1 Doğal Gazın Yanma Entalpisinin Hesaplanması

Yukarda incelen Cezayir gazının yanması sonucu açığa çıkan yanma entalpisi 8.5 denlemine göre hesaplanabilir:

$$H_c = H_{yic} + H_{yig} \quad (8.5)$$

$$= \sum n_{yic} h_{f,yic} - \sum n_{yig} h_{f,yig}$$

$$= ((nh_f)_{\text{CO}_2} + (nh_f)_{\text{H}_2\text{O}}) - ((nh_f)_{\text{CH}_4} + (nh_f)_{\text{C}_2\text{H}_6} + (nh_f)_{\text{C}_3\text{H}_8})$$

$$H_{c,\text{üst}} = ((1,079 \text{ kmol}) (-393.520 \text{ kJul/kmol}) + (2,190 \text{ kmol}) (-285.830 \text{ kJul/kmol})) - \\ ((0,91 \text{ kmol}) (-74.850 \text{ kJul/kmol}) + (0,080 \text{ kmol}) (-84.680 \text{ kJul/kmol}) + \\ (0,003 \text{ kmol}) (-103.850 \text{ kJul/kmol}) + (0,118 \text{ kmol}) (-285.830 \text{ kJul/kmol}))$$

$$H_{c,\text{üst}} = 941.648 \text{ kJul / kmol yakıt} = 224.952 \text{ kCal / kmol yakıt}$$

8.5 denkleminde yanma sonunda açığa çıkan suyun tamamının yoğuştuğu kabulü yapılmıştır. Buna göre yukarıda hesaplanan değer Cezayir gazının üst ısıl değeridir.

Cezayir gazının alt ısıl değerini hesaplayacak olursak:

$$H_{c,\text{alt}} = ((1,079 \text{ kmol}) (-393.520 \text{ kJul/kmol}) + (2,190 \text{ kmol}) (-241.820 \text{ kJul/kmol})) - \\ ((0,91 \text{ kmol}) (-74.850 \text{ kJul/kmol}) + (0,080 \text{ kmol}) (-84.680 \text{ kJul/kmol}) + \\ (0,003 \text{ kmol}) (-103.850 \text{ kJul/kmol}) + (0,118 \text{ kmol}) (-241.820 \text{ kJul/kmol}))$$

$$H_{c,\text{alt}} = 850.460 \text{ kJul / kmol yakıt} = 203.168 \text{ kCal / kmol yakıt} \quad (8.6)$$

9 DÖRT FARKLI İLDEKİ MAKSİMUM ISI KAYIPLARI AYNI OLAN FARKLI EVLERDEKİ YOĞUŞMALI KAZANLARDA OLUŞAN YOĞUŞMA MİKTARLARININ HESAPLANMASI

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 kayıplarının 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 Ortalamal
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°C dış hava sıcaklığında baca gazı sıcaklığımız 56 °C, bu değere karşılık gelen su buharının doyma basıncı ise 16,594 kPa olmaktadır. Baca gazının toplam mol sayısı yoğuşma olmadığı anda 13,242 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.

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

$$n_{H_2O,s} = 0,01985 \text{ kmol H}_2\text{O/ kmol yakıt}$$

$$m_{H_2O} = 18 \cdot 0,01985 = 0,3573 \text{ kg H}_2\text{O/kmol yakıt}$$

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:

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

$$N_{H_2O} = 0,3573 \cdot 21.099 = 7,539 \text{ kg H}_2\text{O} / \text{Ocak}$$

$M_{H_2O} = 7,539 \text{ kg H}_2\text{O}$ yoğuşmuş olur.

Yoğuşan suyun gizli ısınısını 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/ m^3 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 Klasik Kombi ve Kazana Göre Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazanların Verimliliklerinin Karşılaştırılması

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 'lik 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 denklemini 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.

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

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

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 tablolarında gösterilmiştir. (Bkz. Çizelge 10.5 – Çizelge 10.8)

11 Farklı Isıtma Sistemlerinin Maliyetlerinin Karşılaştırılması

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,

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

Sözü edilen radyatör ortalama sıcaklığı,

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

Olarak bulunur. Bu sıcaklıktaki radyatörün verdiği ısı miktarı ,

$$Q_{\text{rad}} = K \cdot A \cdot (T_{\text{rad}90/70} - T_{\text{oda}}) \quad (11.4)$$

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 denklemini kullanılabilir.

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

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

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,

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

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 genişleme 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 .Isı Kaybı Olan Dört Ayrı Şehirdeki Evlerde Maliyet Analizinin İncelenmesi

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,

$$52000 \text{ Kcal/h} = L_{90/70} \cdot 2200 \text{ Kcal/h.m}$$

$L_{90/70} = 23,64$ 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 'dır. 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 'dır. 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 'dır. 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 masrafı çok artmaktadır. Bu durumda 40/30 °C sistemden kaçınmak gereklidir.

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

Çizelge 9.2 : Ankara' da 10.000 Kcal/h 'lık 75/60 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA 76 - 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
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 Kmol/ Kmol yak.	2,170146233	1,73234786	1,158581969	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	0,020258952	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 Miklt 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 Miklt 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	7,541076802	147,3954335	289,8098422	221,7505422	209,6776284	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/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 'lik 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
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	0,869628073	0,689857192	0,578517684	0,483900105	0,45574319	0,429020868	0,45574319	0,498806372	0,632150408	0,752998796
Yakıt Miktarı kmol/h	0,028362532	0,026626051	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	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706098995	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 'lık 40/30 C sistem için bulunan yıllık

yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA 40-30 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
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	4,1225
Su Buharı Miktarı Kmol/ Kmol yakıt	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	0,0254868396
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 Mikti 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 Mikti 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 'lik 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
ANTALYA 75-60 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	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	6,624	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	0,029691519	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	1,09684869	1,032885633	1,320371927	1,415135236	1,500142808				1,500142808	1,458786468	1,157401064
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	19,74327641	18,59194139	23,76669469	25,47243426	27,00257054				27,00257054	26,25815643	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 'lik 65/50 C sistem için bulunan yıllık yağışma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
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 Kmoll /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	0,0239968076	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	4.989.300	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	1,644798588	1,611482316	1,691193628	1,73425681	1,760979132				1,760979132	1,706099895	1,676248789
Yoğuşan Su Miktl 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 'lik 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
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
Isı 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	12,56456933				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	1,760979132	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135681				1,798135681	1,77982268	1,767227916
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	31,69762437	31,69762437	31,92457698	32,15103165	32,36644225				32,36644225	32,03680825	31,81010249
Topl Yoğ. Su Mi kg	700,2160674	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 'lik 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. 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	0,028186569	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 Miktt 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 Miktt 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	196.924	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 'lik 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
Buh. Kis. 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 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 kKcal	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 Miktt kmol /kmol yakıt	1,539249128	1,519728583	1,576391022	1,676248789	1,734256681	1,734256681		1,760979132	1,786168425	1,681262606	1,611482316
Yoğuşan Su Miktt kg/kmol yakıt	27,70648431	27,3551145	28,37503839	30,1724782	31,21662258	31,21662258		31,69762437	32,15103165	30,26272691	29,006668168
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 'lik 40/30 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İSTANBUL 40-30 C/10.000 kCal/h	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
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 yakıt	1,740889856	1,73425681	1,747633502	1,77358761	1,893442134	1,893442134		1,798135681	1,786168425	1,77358761	1,754251141
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	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	381.881	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 'lik 75/60 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	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
Isı 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	4.456.250	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 Mikti kmol /kmol yakıt	0,965278552	0,965278552	1,269019737	1,458786468	1,539249128	1,539249128			1,539249128	1,09884869	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	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			7.448.269	6.576.123	6.474.837

Çizelge 9.12 : İzmir'de 10.000 Kcal/h'lık 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											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Isı 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 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	0,028186569	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	1,628164345	1,628164345	1,676248789	1,720136152	1,760979132	1,760979132			1,73425681	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	614,5905676	578,916389	587,5231439	430,8828195	337,1127573	317,0438797			350,7103286	445,6569467	542,3050675
Isı geri Kazanımı Koal	356.032	335.366	340.775	250.235	196.031	184.361			203.763	258.597	314.548
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	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

Çizelge 9.13 : İzmir'de 10.000 Kcal/h'lik 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 İhtiyacı 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. 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/ 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	1,764634907	1,77982268	1,798135581	1,79215518			1,786168425	1,77358761	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 'lik 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 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 yakıt	2,170146233	1,73234786	1,158581969	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	0,052885314	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	59,907535583	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	2,257192681
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 'lık 65/50 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
66 - 50 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	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. 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/ 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	0,147485167	0,138455463	0,109102905	0,077486901	0,061715018	0,048904877	0,045148521	0,052686314	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 Mikt kmol /kmol yakıt	1,241953219	1,320371927	1,500142808	1,611482316	1,706099895	1,73425681	1,760979132	1,73425681	1,691193528	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	1.058.205	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	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 'lik 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 / 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	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	4,1225
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 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	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

Çizelge 9.17 : Antalya' da 52.000 Kcal/h 'lık 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
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 Gazı 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 geri 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 'lik 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 / 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	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	0,15013388	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 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	3400,900538	2926,483176	2822,768704	2164,814326	2070,988395				2104,492183	2442,728046	3116,201134
Isı geri 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 'lik 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
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 Mikt. kmol /kmol yakıt	1,760979132	1,760979132	1,77358761	1,786168425	1,798135681				1,798135681	1,77982268	1,767227916
Yoğuşan Su Mikt. 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	2229,613845	2114,68612				2148,896836	2548,281488	3285,334296
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 'lik 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											
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	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 kml/h	0,146570157	0,152854831	0,1360957	0,100508627	0,074332524	0,072237633		0,061763176	0,078522307	0,105731815	0,125621244
Toplam Yakıt Miktarı kml	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 Miktd kml /kmol yakıt	1,032885633	0,893917251	1,09684869	1,369015088	1,458786468	1,458786468		1,500142808	1,437001204	1,320371927	1,157401064
Yoğuşan Su Miktd 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 Ml kg	2027,417686	1652,792246	1999,109424	1783,232344	1452,165277	1365,715487		1200,790455	1511,108413	1809,284958	1947,118605
Isı geri 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 'lık 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 Gazi Sic. C	35	35,5	34	31	29	29		28	27	31	33
Buh. Kis. 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 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	0,146570157	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		44,46948682	58,42059639	76,12690707	93,46220527
Toplam Isı kKcal	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 Miklt 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 Miklt 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		1409,577089	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		819.669	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

Çizelge 9.22 : İstanbul' da 52.000 Kcal/h 'lık 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 / 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	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 yakıt	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		0,061763176	0,078522307	0,105731815	0,125621244
Toplam Yakıt Miktarı kmol	109,0481969	102,7184466	101,2552011	72,36477115	55,3039806	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	1,77358761	1,754251141
Yoğuşan Su Mikt kg/kmol yakıt	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	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	1.343.967	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

Çizelge 9.23 : İzmir' de 52.000 Kcal/h 'lik 75/60 C sistem için bulunan yıllık yağuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
75-60 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. Kıs. 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	93,85113289	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 Mikt kmol /kmol yakıt	0,965278552	0,965278552	1,269019737	1,458786468	1,539249128	1,539249128			1,539249128	1,09684869	0,893917251
Yoğuşan Su Mikt 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	1484,541115
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'lik 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 / 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	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	4,991	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	65,01386963	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 Mikt kmol/kmol yakıt	1,628164345	1,628164345	1,676248789	1,720136152	1,760979132	1,760979132			1,73425681	1,691193628	1,676248789
Yoğuşan Su Mikt 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 'lik 40/30 C sistem için bulunan yıllık
yoğuşma miktarı ve elde edilen tasarruf değerleri

İZMİR 40-30 C / 60 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
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/ Kmol yak.	0,435748859	0,435748859	0,425365093	0,41017732	0,391864319	0,39784482			0,403831575	0,41641239	0,425365093
Yakıt Miktarı kmol/h	0,138455463	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 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	32,03880825	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	1649,851596			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	41.585.059	38.160.768			45.286.419	56.291.775	67.724.971

Çizelge 11.1 : Ankara 'da 10.000 Kcal/h 'lik farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

ANKARA/24 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
Isı İhtiyacı Kcal/h	6125	5750	4531	3218	2563	2031	1875	2188	3344	4375	5500
Yakıt Miktarı kmol/h	0,033129082	0,03110077	0,024507407	0,017405614	0,01386283	0,01098553	0,010141556	0,011834519	0,018087126	0,02366363	0,029748563
Top.Yak. Mik. kmol	24,64803664	20,8997177	18,23351086	12,53204191	10,31394578	7,90943975	7,301920005	8,520853851	13,45682196	17,03781334	22,13293086
Toplam Isı kCal	5.007.692	4.246.154	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	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	39,73342259	39,73342259
Toplam Yakıt Tutarı TL	198.972.755	168.714.225	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	3.325.335	6.586.658	5.049.708	4.788.784	4.053.434	3.988.154	4.434.131	5.837.166	5.719.335	962.183
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	188.439.998	156.601.691	132.938.248	90.846.908	74.134.707	56.470.502	51.898.971	59.365.380	97.253.803	129.413.110	168.401.531
75/60 Top. Tas. Tut. TL	10.532.756	12.112.534	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	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
65/50 Yoğ. Yakıt Tut. TL	177.851.547	150.214.827	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	12.428.666	10.590.999	8.186.862	7.800.981	8.890.494	13.743.657	16.545.685	20.526.746
40/30 Yoğ. Tas. Tut. 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	10.483.475	13.526.829
40/30 Yoğ. Yakıt Tut. TL	173.799.596	147.253.099	128.295.009	88.066.042	72.407.537	55.488.100	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	13.099.618	10.852.409	8.351.327	7.894.573	8.996.900	14.159.366	17.656.953	22.832.527

Çizelge 11.3 : İstanbul 'da 10.000 Kcal/h 'lık farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğunluşmalı kazan karşılaştırılması

İstanbul/24 KW	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
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
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		11.060.438	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 farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğuşmalı 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
Isı İhtiyacı Kcal/h	5750	5800	4950	3750	3100	2950			3400	4400	5150
Yakıt Miktarı kmol/h	0,03110077	0,031371212	0,026773707	0,020283111	0,016767372	0,015956605			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 Isı kCal	4.701.099	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	6.791.069	6.254.002			7.448.269	6.576.123	6.474.837
75/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	194.436.298	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	12.782.253	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			14.923.862	19.032.505	23.146.569

Çizelge 12.1 : Ankara 'da 52.000 Kcal/h 'lik 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.	0,4	1,6	5,5	9,7	11,8	13,5	14	13	10,7	6	2,4
Isı İhtiyacı	31850	29900	23561,2	16733,6	13327,6	10561,2	9750	11377,6	17388,8	22750	28600
Yakıt Miktarı	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 Isı	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	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
TL/kmol	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	1.034.658.324	877.313.971	765.393.774	526.061.433	432.951.720	332.017.020	306.514.974	357.682.541	564.881.214	715.201.607	929.080.944
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. Tas. Tut.	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
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
65/50 Yoğ. Tas. Tut.	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
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
65/50 Yoğ. Yakıt Tut.	109.830.279	96.196.868	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
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. Tas. Tut.	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
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 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 İhtiyacı 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 kmol	134,1754607	117,84533	108,3113201	81,00263259	76,31595527				77,55057039	92,91001958	120,6365457
Toplam Isı 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
65/50 Yoğ.Tas. Tut. TL	78.312.903	66.987.513	65.079.831	49.888.980	47.850.156				48.624.261	56.342.137	71.816.532
65/50 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
65/50 Top. Tas. Tut. TL	134.728.416	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	126.645.061

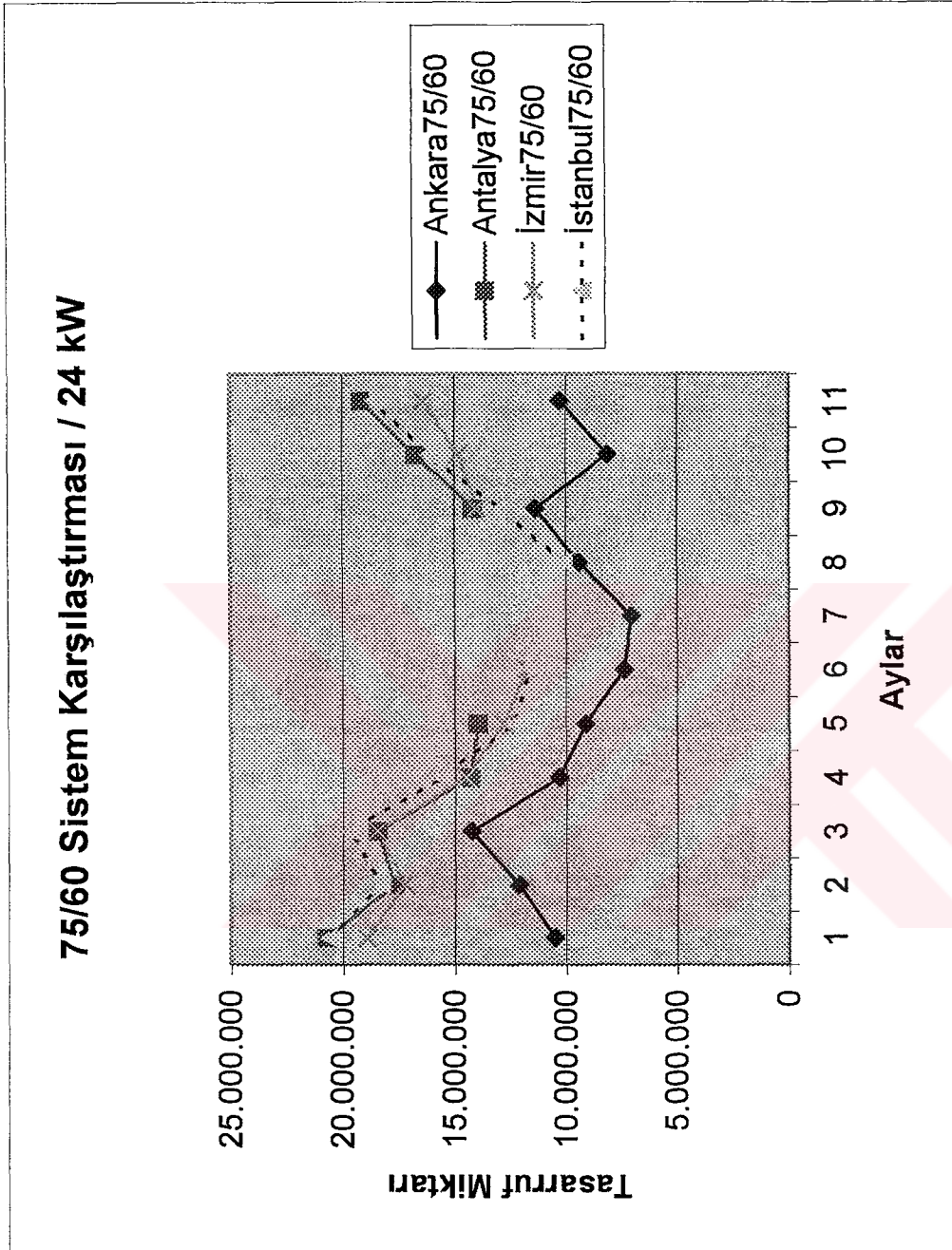
Çizelge 12.3 : İstanbul 'da 52.000 Kcal/h 'lık farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İstanbul / 60kW											
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	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	0,086824697	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
65/60 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
65/60 Yoğ. Yakıt Tut. TL	905.345.216	853.653.633	839.037.440	596.484.900	454.454.205	427.399.798		364.905.035	478.734.882	627.336.920	773.000.301
65/60 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

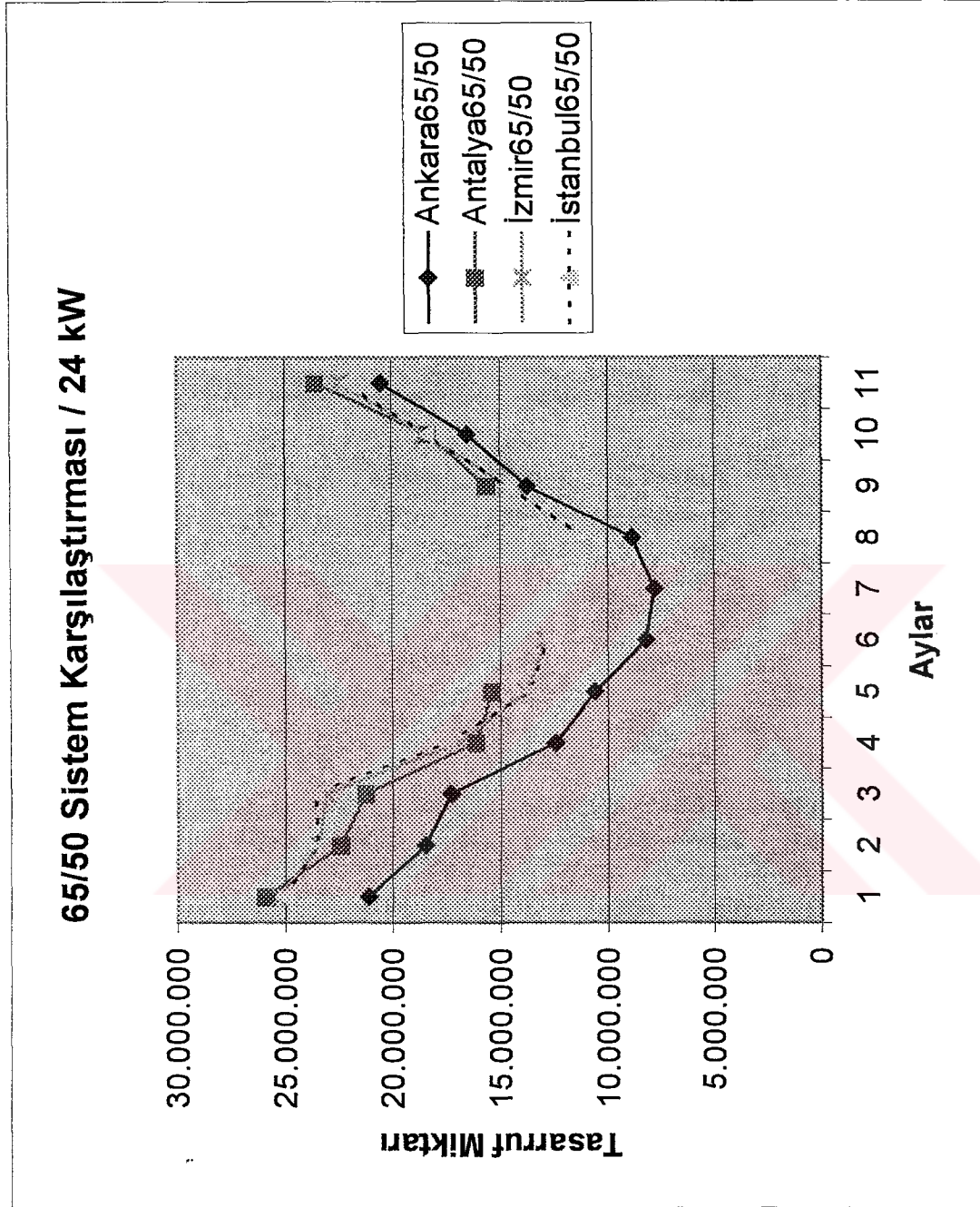
Çizelge 12.4 : İzmir 'de 52.000 Kcal/h 'lik farklı ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması
ve kombi ile yoğunmalı kazan karşılaştırılması

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İzmir / 60 KW											
Dış Hava Sic. C	8,5	8,4	10,1	12,5	13,8	14,1			13,2	11,2	9,7
Isı İhtiyacı 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	103,5821164	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			38.730.998	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			505.696.358	647.629.693	790.978.167
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	71.668.780	78.979.444
65/60 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
65/60 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
65/60 Top. Tas. Tut. TL	120.077.716	109.400.399	105.214.473	78.378.731	67.947.445	62.573.870			73.808.295	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

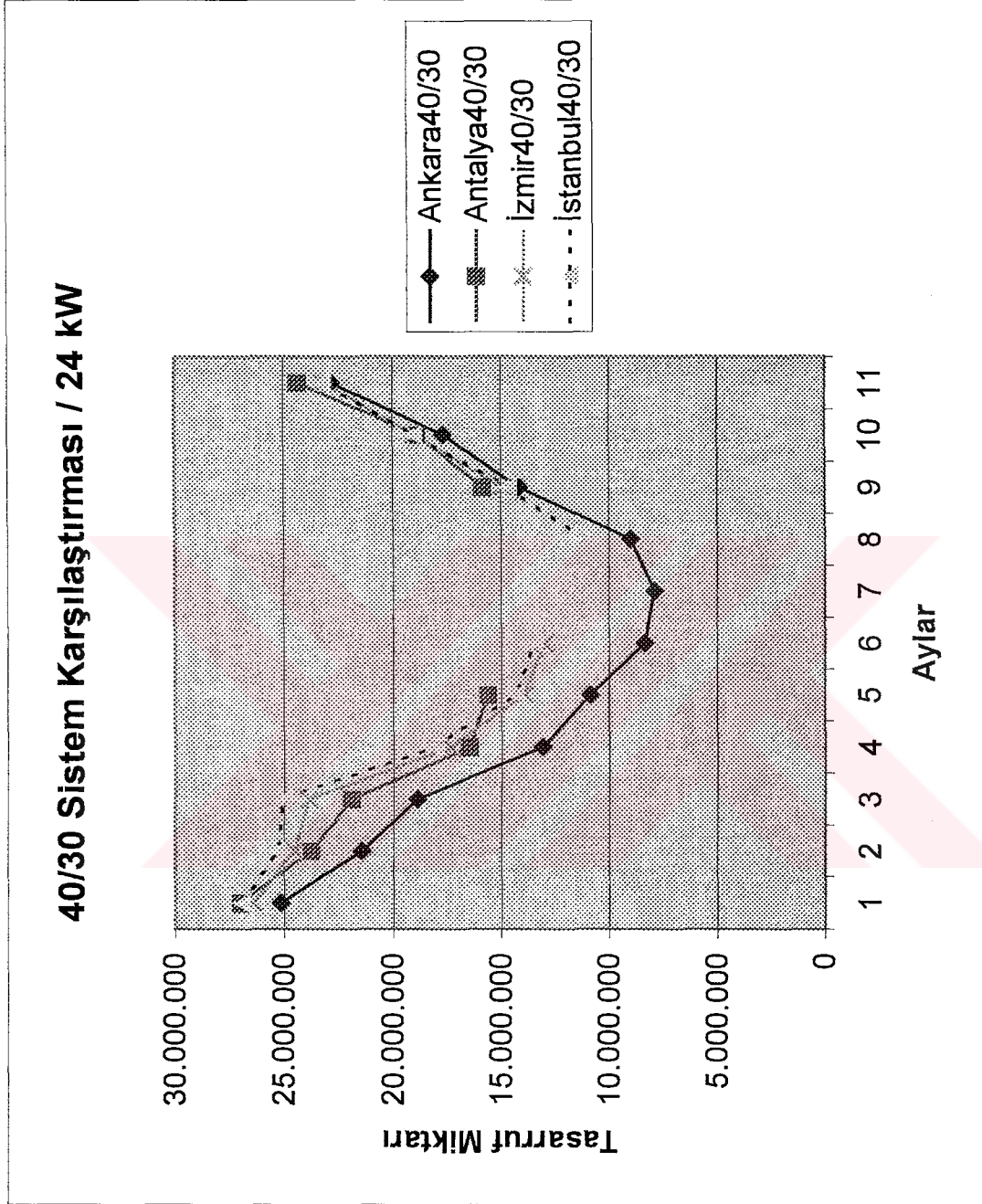
Şekil 11.1 : 10.000 Kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



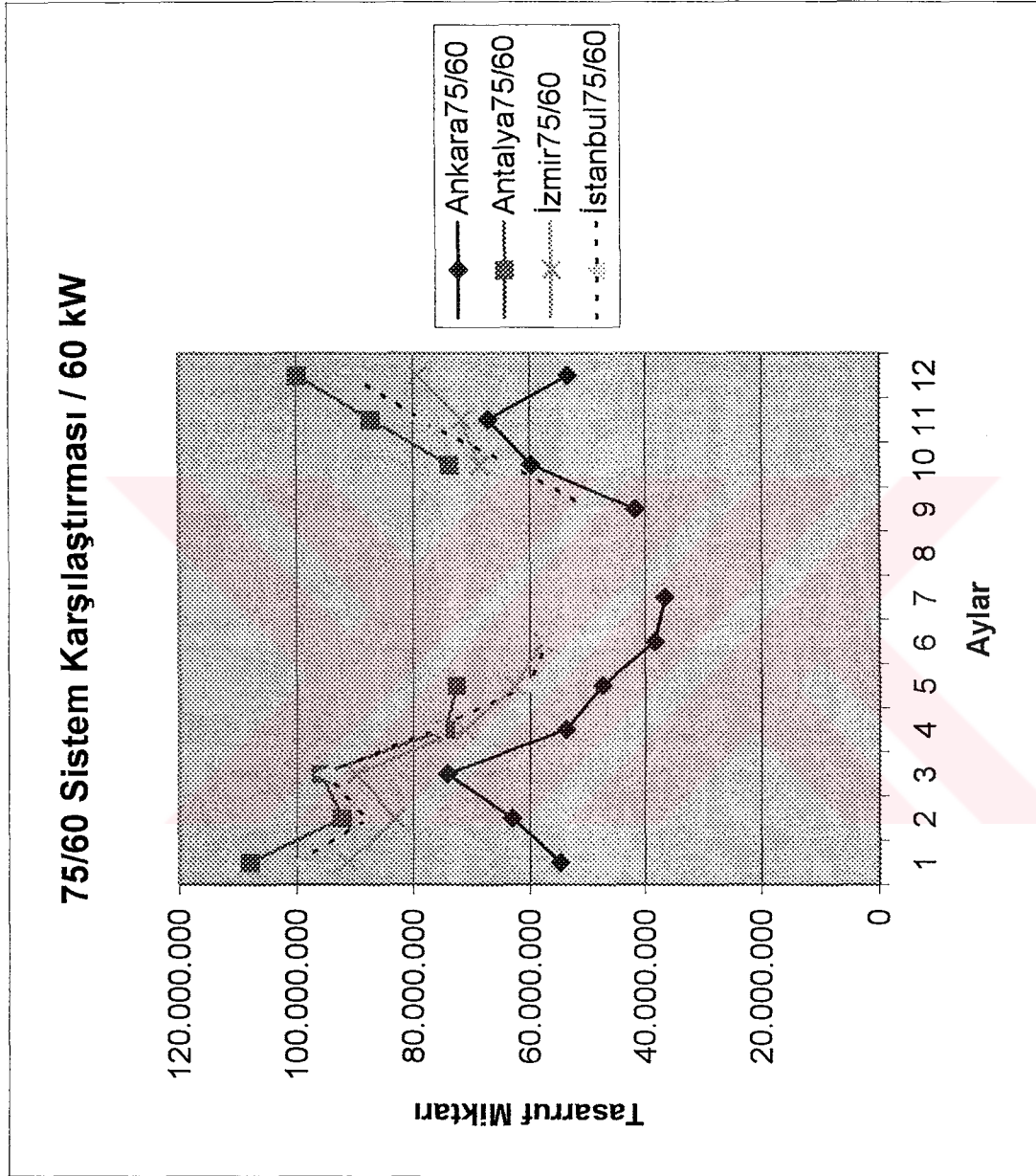
Şekil 11.2 : 10.000 Kcal/h kapasitede 65/50 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



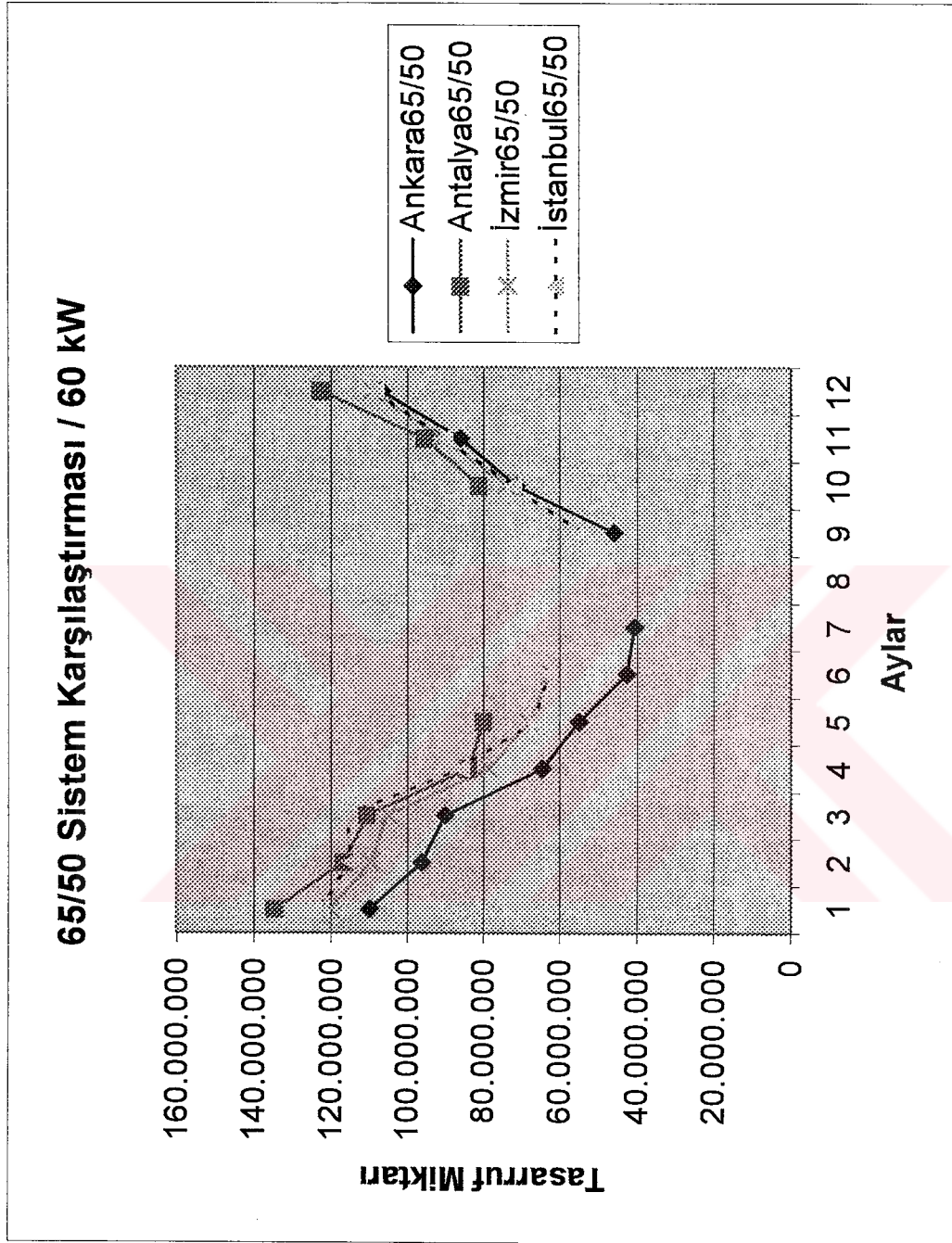
Şekil 11.3 : 10.000 Kcal/h kapasitede 40/30 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



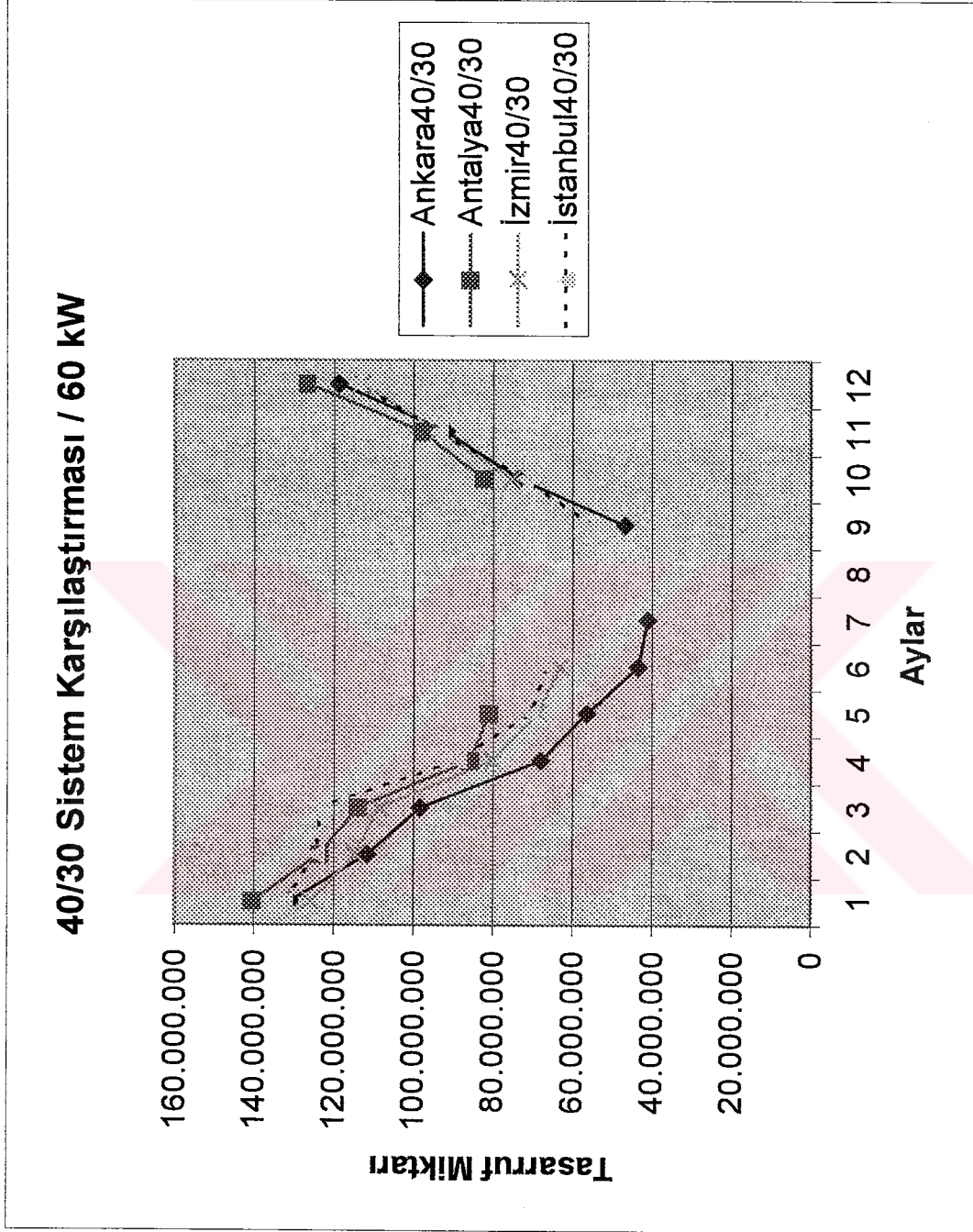
Şekil 12.1 : 52.000 Kcal/h kapasitede 75/60 C sisteme göre farklı şehirlerdeki tasarruf miktarlarının kombiye göre karşılaştırılması



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 Türkiye' nin en önemli sorunlarından biri enerji kayıplarından dolayı oluşan israftır.

Yoğuşmalı kazanlar yüksek enerji geri kazanımları ile bu israfi önleyebilmektedirler.

Sıcaklık aralıkları ile yapılan ekonomiklik incelemesinde yoğuşmalı kazanların en ekonomik olarak kullanıldığı ilimiz İstanbul olarak bulunmuştur. Bunun sebebi karşılaştırılan diğer illerden Ankara gibi dış hava sıcaklıklarının çok alçak değerlerde seyretmememesi, buna karşın İstanbul ilindeki ısıtma sürelerinin Antalya veya İzmir gibi çok az olmamasıdır.

Yoğuşmalı kazanlar ortalama uzunluktaki bir ısıtma mevsiminde ve ortalama sıcaklıktaki bir şehirde daha ekonomik olarak çalışmaktadır.

Yoğuşmalı kazanların verimlerine sistemin çalışma şeklinin (gidiş ve dönüş suyu sıcaklıklarının) da çok büyük etkisi vardır. Bunun nedeni sıcaklık aralıkları yöntemi kullanılarak hesapta yoğuşma miktarlarının baca gazı sıcaklıkları ile değiştiği bulunmuştur. Baca gazı sıcaklıklarını belirleyen en önemli nokta ise dış havaya duyarlı olan sistem dönüş suyu sıcaklığıdır. Sistem çalışma sıcaklıklarını ne kadar düşürürsek , yoğuşma gizli ısısından o kadar faydalanırız.

Yoğuşmalı kazanlar kompakt yapıları nedeniyle az yer kaplamakta, düşük su hacimleri ile çalıştıklarından hemen devreye girmekte, ve su sıcaklıklarının düşük olmasından ve yine düşük su hacimleri yüzünden kazan ışıınım ve durma kayıpları en alt düzeyde olmaktadır.

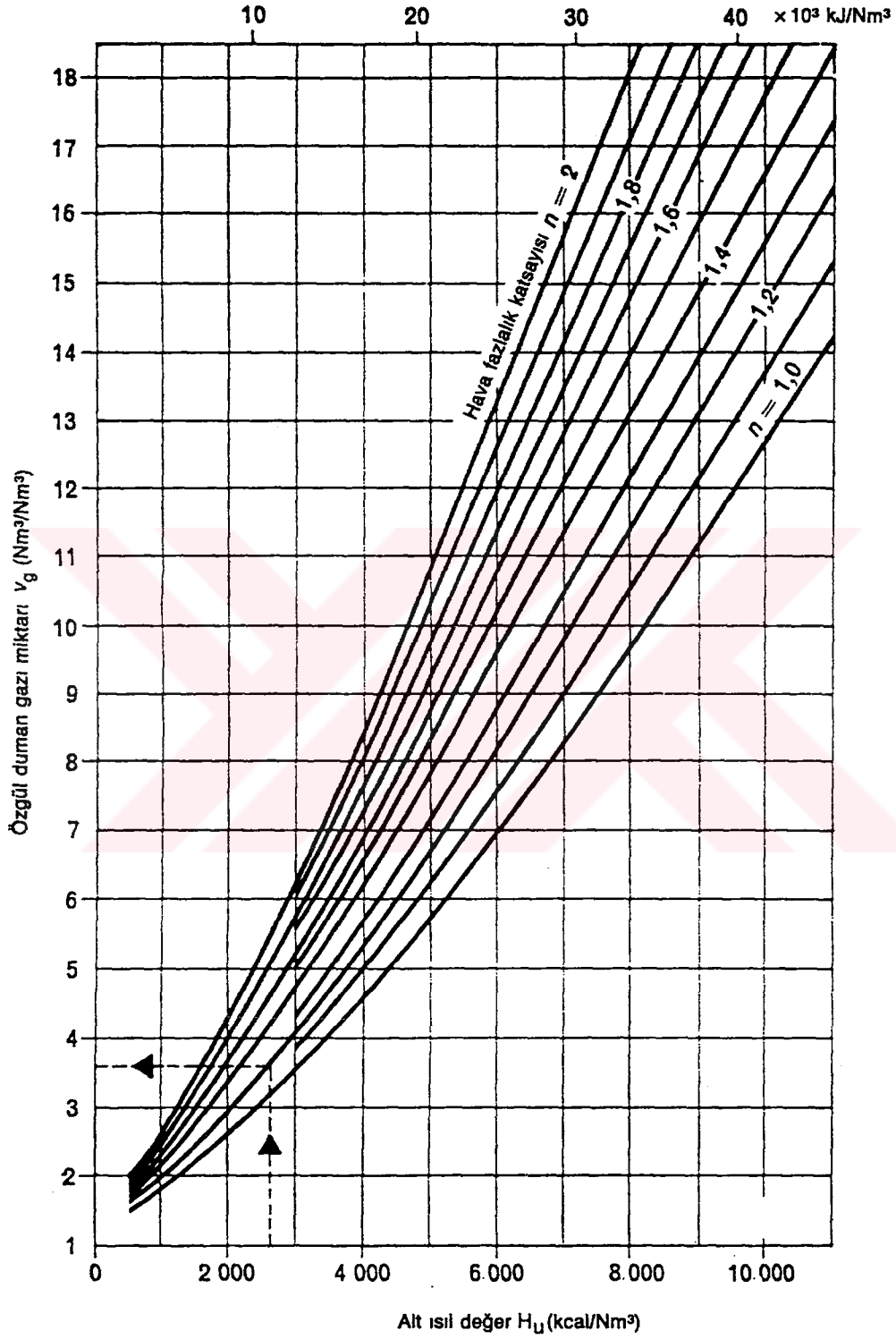
KAYNAKLAR

- Akçay, İ. H. (2001), Çevre ve Cep Dostu Doğal Gaz, Doğalgaz & Enerji Yönetimi Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 28-29 Eylül, Gaziantep
- Arısoy A., Demirçivi T., Toros H., Şaylan L., Şen O., (1999), Sıcaklık Aralığı Yöntemi ile Yıllık Yakıt Tüketiminin Hesabı, Tesisat Dergisi, 39 : 102-105
- Arısoy A., Onat K., Genceli O. F., (1996), Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları Genişletilmiş 2. Baskı, Eylül 1996, İstanbul, 27-33, 287-289, 311
- Köktürk U., (1999) Isıtma Tekniği Cilt 1, Isıtma Sistemlerinin Tasarımı ve Isıtma Sistemlerine İlişkin Temel Hesaplar, İstanbul, 137-148
- Küçükçalı R., Arısoy A., (2000), Isısan Çalışmaları, 265: 33-69, 150-274, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 127, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 130, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 143, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 149, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 155, İstanbul
- Küçükçalı R., (2000), Isısan :Çalışmaları, 166, İstanbul
- Schmidt, E., (1963), Thermodynamik, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1963, 514-515
- Yahşi O. S., Doğal Gaz ve Türkiye, Doğal Gaz 2 Enerji Dergisi, Nisan 2002

EKLER

- Ek 1 Gaz Yakacaklar İçin Özgöl Duman Gazı Miktarı
- Ek 2 Yakıt Fiyatları Karşılaştırma Tablosu
- Ek 3 Su Buharı İçin Mollier Diyagramı
- Ek. 4 Sıcaklığa Göre Doymuş Su Buharı Tablosu





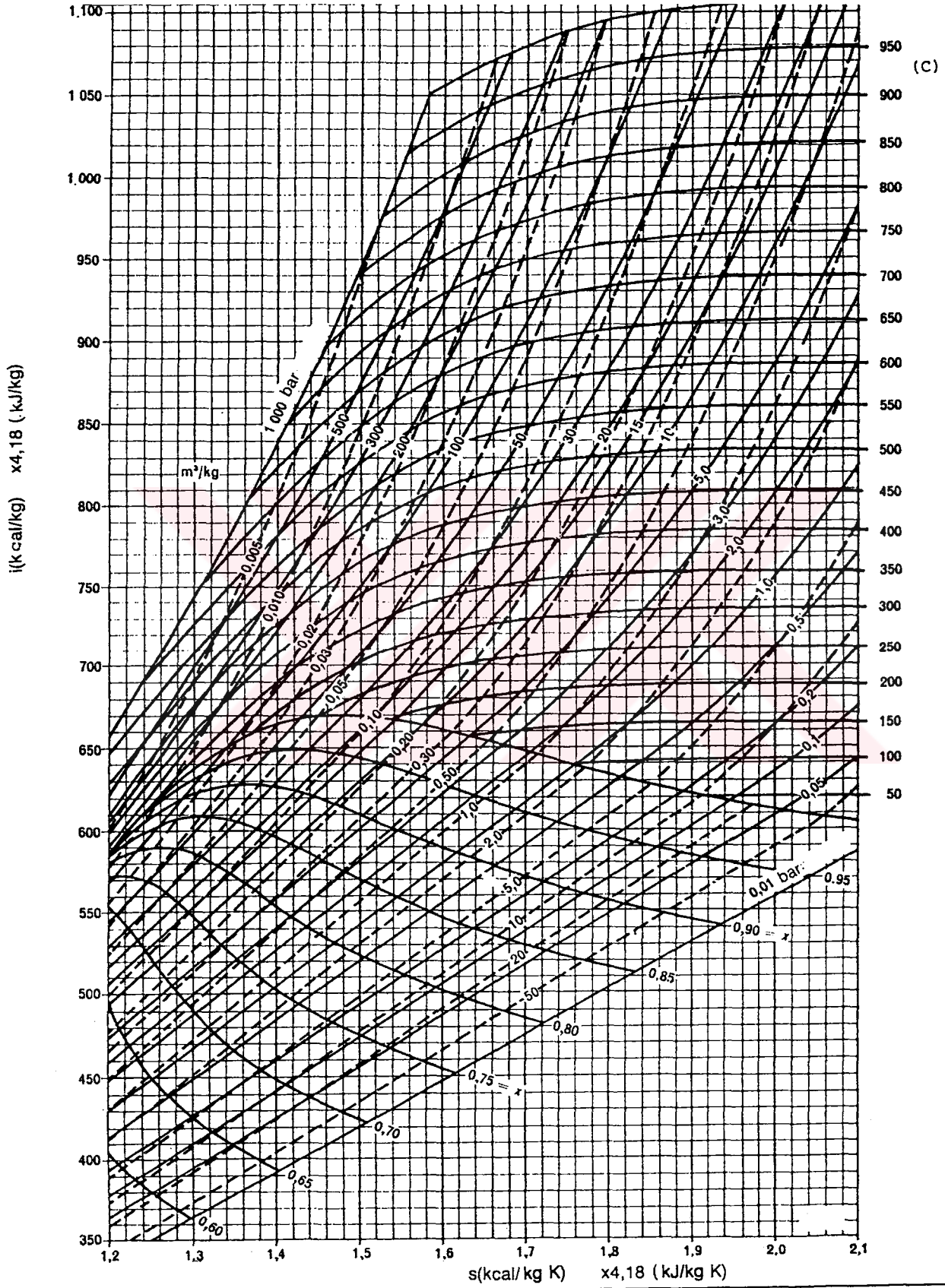
Örnek: $H_u = 2\,600$ kcal/Nm³; $n = 1,2$

Özgül duman gazı $v_g = 3,56$ Nm³/Nm³ gaz

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

YAKIT	ISIL DEĞERİ	BİRİM FİYATI	ORTALAMA VERİM	TL/1000 kcal	TL/1000 kcal	* YILLIK FİYAT ARTIŞI	Ucuzluk Sıralaması	En Pahalıya Göre Oran %
Doğalgaz Yoğuşmalı Kazan ile (Eskişehir)	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
Doğalgaz Yoğuşmalı Kazan ile (İzmit)	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
Doğalgaz Yoğuşmalı Kazan ile (Bursa)	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
Doğalgaz Yoğuşmalı Kazan ile (Ankara)	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
Doğalgaz Yoğuşmalı Kazan ile (İstanbul)	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
Doğalgaz Yoğuşmaz Kazan ile (Eskişehir)	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
Doğalgaz Yoğuşmaz Kazan ile (İzmit)	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
Doğalgaz Yoğuşmaz Kazan ile (Bursa)	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
Doğalgaz Konut İş Yen- Yoğuşmaz Kazan ile (Ankara)	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
Doğalgaz Yoğuşmaz Kazan ile (İstanbul)	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
İthal Kömür (İstanbul)	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
Soma Kömürü (İstanbul)	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
Doğalgaz Resmi Daire Yoğuşmalı Kazan ile (Ankara)	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
İthal Kömür (Bursa)	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
İthal Kömür (Ankara)	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
Doğalgaz Resmi Daire Yoğuşmaz Kazan ile (Ankara)	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
Fuel-Öl Kalorifer Yakıtı (No.4) (İstanbul)	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
LPG-MIX Dökme Yoğuşmalı 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
LPG- Propan Yoğuşmalı 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
LPG-MIX Dökme Yoğuşmaz 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
LPG-PROPAN Yoğuşmaz 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
LPG 12-kg Tüp Yoğuşmalı Kazan ile (İstanbul)	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
LPG 12-kg TUP Yoğuşmaz Kazan ile (İstanbul)	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
Motorin (İstanbul)	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
Gazyağı (İstanbul)	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
Elektrik - 150 Kw Altı - (İstanbul)	860 kcal/kwh	144.963 TL/kwh	% 99	$\frac{144.963 \times 1.000}{860 \times 0,99}$	170.264	% 43	22	67
Elektrik - 150 Kw Üstü - (İstanbul)	860 kcal/kwh	217.444 TL/kwh	% 99	$\frac{217.444 \times 1.000}{860 \times 0,99}$	255.396	% 43	23	100

Son bir yıllık dolar artışı % 27 olmuştur.



SICAKLIĞA GÖRE DOYMUŞ SUBUHARI TABLOSU

T: Sıcaklık (C,K)

p : Basınç (bar)

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

i: Özgül antalpi (kJ/kg)

i_{sb}: Gizli buharlaşma ısısı

s : Özgül entropi (kJ/kgK)

': Su için değer

'': Doymuş buhar için değer

T	T	P	v'	v''	q''	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	9,1377
0,01	273,16	0,006112	0,0010002	206,2	0,004851	0,00	2501,6	2501,6	0,0000	9,1375
1	274,15	0,006366	0,0010001	192,6	0,005192	4,17	2503,4	2499,2	0,0152	9,1311
2	275,15	0,007035	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

T (C)	T (K)	P	v'	v''	ρ''	i'	i''	i _{sb}	s'	s''
45	318,15	0,09582	0,0010099	15,28	0,06546	188,35	2583,3	2394,9	0,6383	8,1661
46	319,15	0,10086	0,0010103	14,56	0,06869	192,53	2585,1	2392,5	0,6514	8,1481
47	320,15	0,10612	0,0010107	13,88	0,07206	196,71	2586,9	2390,1	0,6645	8,1302
48	321,15	0,11162	0,0010112	13,23	0,07557	200,89	2588,6	2387,7	0,6776	8,1125
49	322,15	0,11736	0,0010117	12,62	0,07922	205,07	2590,4	2385,3	0,6906	8,0950
50	323,15	0,12335	0,0010121	12,05	0,08302	209,26	2592,2	2382,9	0,7035	8,0776
51	324,15	0,12961	0,0010126	11,50	0,08697	213,44	2593,9	2380,5	0,7164	8,0603
52	325,15	0,13613	0,0010131	10,98	0,09108	217,62	2595,7	2378,1	0,7293	8,0432
53	326,15	0,14293	0,0010136	10,49	0,09535	221,80	2597,5	2375,7	0,7422	8,0262
54	327,15	0,15002	0,0010140	10,02	0,09979	225,98	2599,2	2373,2	0,7550	8,0093
55	328,15	0,15741	0,0010145	9,579	0,1044	230,17	2601,0	2370,8	0,7677	7,9926
56	329,15	0,16511	0,0010150	9,159	0,1092	234,35	2602,7	2368,4	0,7804	7,9759
57	330,15	0,17313	0,0010156	8,760	0,1142	238,53	2604,5	2365,9	0,7931	7,9595
58	331,15	0,18147	0,0010161	8,381	0,1193	242,72	2606,2	2363,5	0,8058	7,9431
59	332,15	0,19016	0,0010166	8,021	0,1247	246,91	2608,0	2361,1	0,8184	7,9269
60	333,15	0,19920	0,0010171	7,679	0,1302	251,09	2609,7	2358,6	0,8310	7,9108
61	334,15	0,2086	0,0010177	7,353	0,1360	255,28	2611,4	2356,2	0,8435	7,8948
62	335,15	0,2184	0,0010182	7,044	0,1420	259,46	2613,2	2353,7	0,8560	7,8790
63	336,15	0,2286	0,0010188	6,749	0,1482	263,65	2614,9	2351,3	0,8685	7,8633
64	337,15	0,2391	0,0010193	6,469	0,1546	267,84	2616,6	2348,8	0,8809	7,8477
65	338,15	0,2501	0,0010199	6,202	0,1612	272,02	2618,4	2346,3	0,8933	7,8322
66	339,15	0,2615	0,0010205	5,948	0,1681	276,21	2620,1	2343,9	0,9057	7,8168
67	340,15	0,2733	0,0010211	5,706	0,1752	280,40	2621,8	2341,4	0,9180	7,8015
68	341,15	0,2856	0,0010217	5,476	0,1826	284,59	2623,5	2338,9	0,9303	7,7864
69	342,15	0,2984	0,0010223	5,256	0,1903	288,78	2625,2	2336,4	0,9426	7,7714
70	343,15	0,3116	0,0010228	5,046	0,1982	292,97	2626,9	2334,0	0,9548	7,7565
71	344,15	0,3253	0,0010235	4,846	0,2063	297,16	2628,6	2331,5	0,9670	7,7417
72	345,15	0,3396	0,0010241	4,656	0,2148	301,35	2630,3	2329,0	0,9792	7,7270
73	346,15	0,3543	0,0010247	4,474	0,2235	305,55	2632,0	2326,5	0,9913	7,7124
74	347,15	0,3696	0,0010253	4,300	0,2326	309,74	2633,7	2324,0	1,0034	7,6979
75	348,15	0,3855	0,0010259	4,134	0,2419	313,94	2635,4	2321,5	1,0154	7,6835
76	349,15	0,4019	0,0010266	3,976	0,2515	318,13	2637,1	2318,9	1,0275	7,6693
77	350,15	0,4189	0,0010272	3,824	0,2615	322,33	2638,7	2316,4	1,0395	7,6551
78	351,15	0,4365	0,0010279	3,680	0,2718	326,52	2640,4	2313,9	1,0514	7,6410
79	352,15	0,4547	0,0010285	3,541	0,2824	330,72	2642,1	2311,4	1,0634	7,6271
80	353,15	0,4736	0,0010292	3,409	0,2933	334,92	2643,8	2308,8	1,0753	7,6132
81	354,15	0,4931	0,0010299	3,283	0,3046	339,11	2645,4	2306,3	1,0871	7,5995
82	355,15	0,5133	0,0010305	3,162	0,3163	343,31	2647,1	2303,8	1,0990	7,5858
83	356,15	0,5342	0,0010312	3,046	0,3283	347,51	2648,7	2301,2	1,1108	7,5722
84	357,15	0,5557	0,0010319	2,935	0,3407	351,71	2650,4	2298,7	1,1225	7,5588
85	358,15	0,5780	0,0010326	2,829	0,3535	355,92	2652,0	2296,5	1,1343	7,5454
86	359,15	0,6011	0,0010333	2,727	0,3667	360,12	2653,6	2293,1	1,1460	7,5321
87	360,15	0,6249	0,0010340	2,630	0,3803	364,32	2655,3	2290,9	1,1577	7,5189
88	361,15	0,6495	0,0010347	2,536	0,3942	368,53	2656,9	2288,4	1,1693	7,5058
89	362,15	0,6749	0,0010354	2,447	0,4087	372,73	2658,5	2285,8	1,1809	7,4928
90	363,15	0,7011	0,0010361	2,361	0,4235	376,94	2660,1	2283,2	1,1925	7,4799
91	364,15	0,7281	0,0010369	2,279	0,4388	381,15	2661,7	2280,6	1,2041	7,4670
92	365,15	0,7561	0,0010376	2,200	0,4545	385,36	2663,4	2278,0	1,2156	7,4543
93	366,15	0,7849	0,0010384	2,125	0,4707	389,56	2665,0	2275,4	1,2271	7,4416
94	367,15	0,8146	0,0010391	2,052	0,4873	393,78	2666,6	2272,8	1,2386	7,4291
95	368,15	0,8453	0,0010399	1,982	0,5045	397,99	2668,1	2270,2	1,2501	7,4166
96	369,15	0,8769	0,0010406	1,915	0,5221	402,20	2669,7	2267,5	1,2615	7,4042
97	370,15	0,9094	0,0010414	1,851	0,5402	406,42	2671,3	2264,9	1,2729	7,3919
98	371,15	0,9430	0,0010421	1,789	0,5589	410,63	2672,9	2262,2	1,2842	7,3796
99	372,15	0,9776	0,0010429	1,730	0,5780	414,85	2674,4	2259,6	1,2956	7,3675
100	373,15	1,0133	0,0010437	1,673	0,5977	419,06	2676,0	2256,9	1,3069	7,3554
101	374,15	1,0500	0,0010445	1,618	0,6180	423,28	2677,6	2254,3	1,3182	7,3434
102	375,15	1,0878	0,0010453	1,566	0,6388	427,50	2679,1	2251,6	1,3294	7,3315
103	376,15	1,1267	0,0010461	1,515	0,6601	431,73	2680,7	2248,9	1,3406	7,3196
104	377,15	1,1668	0,0010469	1,466	0,6821	435,95	2682,2	2246,3	1,3518	7,3078
105	378,15	1,2080	0,0010477	1,419	0,7046	440,17	2683,7	2243,6	1,3630	7,2962

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	23.05.1977	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1989-1995	Kadıköy Anadolu Lisesi
Lisans	1995-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Böl.
Yüksek Lisans	2000-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurumlar

2001-Devam ediyor Isısan Isıtma ve Klima A.Ş:

