T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# DOĞAL GAZ YAKITLI ISITMA TESİSATLARINDA EMNİYET VE YAKIT TASARRUFU SAĞLAYACAK OTOMATİK KONTROL DÜZENEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE TEORİK VE DENEYSEL ARAŞTIRMA

MAK. MÜH. ERHAN ŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ YÖNETİCİSİ: YRD. DOÇ. DR. HİLMİ KUŞÇU

OCAK-2010

EDİRNE

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# DOĞAL GAZ YAKITLI ISITMA TESİSATLARINDA EMNİYET VE YAKIT TASARRUFU SAĞLAYACAK OTOMATİK KONTROL DÜZENEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE TEORİK VE DENEYSEL ARAŞTIRMA

MAK. MÜH. Erhan ŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 27 Ocak 2010 tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

| | | |
|---|---|---|
| Yrd.Doç.Dr. | Doç.Dr. | Yrd.Doç.Dr. |
| Hilmi KUŞÇU | Yılmaz ÇAN | Aydın CARUS |
| Jüri Başkanı (Danışman) | Üye | Üye |

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Doğal Gaz Yakıtlı Isıtma Tesisatlarında Emniyet ve Yakıt Tasarrufu Sağlayacak Otomatik Kontrol Düzeneğinin Geliştirilmesi Üzerine Teorik ve Deneysel Araştırma

Trakya Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Ülkemizde kullanımı giderek yaygınlaşan ve 2009 yılı itibariyle Trakya bölgesinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanan doğal gaz yakıtının Türkiye açısından önemi fazladır. Doğal gazın kullanımında dikkat edilmesi gereken iki önemli konu vardır. Bu konulardan ilki emniyet ve ikincisi de verimliliktir.

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezinde, ilgili yasa ve şartnameler nezdinde doğal gaz yakıtlı ısıtma ve sıhhi sıcak su tesisatlarında enerji verimliliğini sağlayacak sistemlerin tasarımı ve uygulama esasları ile kurulması gereken emniyet otomasyonlarından bahsedilmiştir. Ayrıca kaskad sistemleri, kalorimetreler, daire giriş sıcak su istasyonları, sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazları, gaz kaçaklarını algılayan otomatik gaz kesme cihazları kurulumları ve çalışma prensipleri incelenmiştir.

2010, 102 Sayfa.

Anahtar Kelimeler: Doğal gaz, kaskad sistemleri, kalorimetreler, daire giriş kat istasyonları, gaz alarm cihazları, otomatik gaz kesme cihazları

# ABSTRACT

Master of Science Thesis

The Experimental and Theoretical Researching Relating to İmprove Safety and Productivitiy of The Automatic Control Mechanism for Natural Gas Heating System

Trakya University

Institute of Science

Main Department of Mechanical Engineering

The natural gas , with its expanding usage in our country and Thrace in 2009, is paramount important for Turkey. There are two important factors in using natural gas. First is safety and the second is productivity.

This master thesis includes the heating with natural gas under the relevant law and spesifications and the design of systems that enable energy productivity in warm water installations and application Essentials with the safety automations required installation. Also, cascade systems, calorimeters, heating substations, automatic earthquake gas shut-off devices, automatic gas leak shut-off devices have been reviewed.

2010, 102 sheet.

Key words: Natural gas, cascade systems, calorimeters, heating substation, gas leak detectors, the automatic gas shut-off devices

# ÖNSÖZ

Günümüzde doğal gaz yakıt ve hammadde olarak çeşitli alanlarda kullanılabilmektedir. Doğal gaz, diğer fosil yakıtlar gibi milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan fosillerinden oluşmuştur. Yeryüzü kabukları arasına gömülen bu fosiller, basınç ve ısı etkisiyle, kimyasal değişikliklere uğrayarak doğal gazı meydana getirmiştir.

Dünya ölçeğinde fosil enerji kaynaklarıyla birlikte yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha etkin kullanma yönünde çalışmalar sürmektedir. Fosil enerji kaynağı olan ancak diğer fosil yakıtlara kıyasla daha yüksek yanma verimi, daha az salınım, katı atıksız olması, otomatik kontrol ve emniyet sistemlerine uygun olması gibi birçok nedenle doğal gaza talep de hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Doğal gaz kullanımına olan bu talep artışıyla beraber, doğal gaz tesisatları ve yakıcı cihazların emniyet ve verim arttırma amaçlı otomasyon sistemleri çalışmaları başlamıştır.

Bu konuda çalışmam da etkili olan ve bu tezin hazırlanması boyunca yol gösterici olan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU hocama saygılarımı sunar ve teşekkürü borç bilirim. Ayrıca bugüne kadar eğitim hayatım boyunca, bilgileriyle bana yol gösteren tüm değerli hocalarıma ve beni her zaman destekleyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Erhan ŞIK

Ocak 2010

# İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGELER DİZİNİ ix
ÇİZELGELER DİZİNİ xi
ŞEKİLLER DİZİNİ xii

BÖLÜM-1 GİRİŞ 1
1.1. Doğal Gaz 1
1.2. Doğal Gazın Kısa Tarihçesi 3
1.3. Dünyada Doğal Gaz Rezervler, Üretim ve Tüketimi 5
1.4. Türkiye'de Doğal Gaz 8
1.5. Türkiye’de Rezervler, Üretim, Tüketim ve Keşifler 10
1.6. Türkiye’de Doğal Gaz Kullanımı 10

BÖLÜM-2 LİTARATÜR TARAMASI 13

BÖLÜM-3 DOĞALGAZ YAKICI CİHAZLARI 16
3.1. Mutfak Cihazları 16
3.2. Sıcak Su Sağlayan Cihazlar 16
3.3. Bireysel Isıtma Cihazları 18
3.3.1. Kombiler 18
3.3.1.1. Bacalı Kombiler 20
3.3.1.2. Hermetik Kombiler 20
3.3.1.3. Yoğuşmalı Kombiler 28
3.3.2. Kombi Seçim Kıstasları 31
3.3.3. Kombilerin Avantajları ve Dezavantajları 33
3.3.4. Kat Kaloriferleri 35
3.3.4.1. Sobalar 35
3.3.4.2. Şömineler 36
3.4. Merkezi Isıtma Cihazları 36
3.4.1. Kalorifer Kazanları 36
3.4.2. Doğalgaz Brülörleri 39
3.4.3. Kaskad Sistemleri 40

BÖLÜM-4 ISITMA TESİSATINDAKİ GELİŞMELER 43
4.1. Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik 43
4.1.1. Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmeliğin Mevzuatları 43
4.1.2. Isınma Ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılması 44
4.2. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği 45
4.2.1. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine Göre Isıtma Sistemleri Tasarım Ve Uygulama Esasları 45
4.3. Isıtma Sistemindeki Yeni Elemanlar 47
4.3.1. Termostatik Radyatör Vanaları 47
4.3.2. Kalorimetre 48
4.3.3. Isı Payölçer 52
4.3.4. Daire Giriş Sıcak Su İstasyonu 53
4.3.4.1. Daire Giriş Sıcak Su İstasyonu Çalışma Prensibi 55
4.3.4.2. Isıtma Kontrolleri 58
4.3.4.3. Boyutlandırma 58
4.3.4.4. Isıl Debi Miktarı 59

BÖLÜM-5 DOĞAL GAZ İÇ TESİSATLARINDA OTOMATİK KONTROL 61
5.1. Doğal gaz İç Tesisatlarında Uygulanan Otomatik Kontrol İşlemleri 61
5.2. Sismik Hareketi Algılayan Cihaz 61
5.2.1. Cihazın Çalışma Prensibi 62
5.2.2. Algılama Tertibatı ve Özellikleri 63
5.3. Gaz Alarm Cihazları 64
5.3.1. Algılayıcı Sensor 65
5.3.2. Elektronik Değerlendirme / Gösterge / Kontrol Panosu 66
5.3.3. Sesli / Işıklı Uyarı Düzenekleri 67
5.4. Solenoid Vana 68
5.5. Doğalgaz Tesisatlarında Uyulması Gereken Güvenlik Önlemleri 70

BÖLÜM-6 DOĞAL GAZ YAKITLI ISITMA TESİSATI TASARIMI VE MALİYET KARŞILAŞTIRMASI 71
6.1 Yapı Bilgileri 71
6.2. Bina Yapı Bileşenleri 76

6.3. Isı Kaybı ve Radyatör Teferruatı 77
6.4. Isıtma Tesisatı Tasarımı 78
6.4.1. Duvar Tipi Kaskad Sistemleri İle Klasik Kazan Sistemlerinin Karşılaştırılması 79
6.4.2.Kullanım Sıcak Su Isı Kapasitesi 80
6.4.3. Kazan Sistemi ve Kapasitesi Seçimi 82
6.4.4. Kapalı Genleşme Kabı Hesabı 83
6.4.5. Denge Kabı Tasarımı 84
6.4.6. Dolaşım Pompası Hesabı 85
6.4.7. Otomatik Kontrol 85
6.4.7.1. Kontrol Paneli 86
6.4.7.2. Kontrol Paneli Aksesuar ve Modülleri 86
6.4.7.3. Üç Yollu Vana 89
6.4.7.4. Dış Hava Sıcaklık Duyar Elemanı 90
6.4.8. Baca Hattı 90
6.4.9. Kazan Dairesi Havalandırması Hesabı 92
6.5. Doğalgaz Tesisat Hattı Tasarımı 95
6.6. Ön Yatırım ve İşletme Maliyeti Açısından Karşılaştırması 97

BÖLÜM-7 SONUÇ VE ÖNERİLER 98

KAYNAKLAR 100
ÖZGEÇMİŞ 102

EK-1 DOĞALGAZ TESİSATLARINDA EMNİYET AMAÇLI HAZIRLANAN OTOMATİK KONTROL TEST DÜZENEĞİ RESİMLERİ

EK-2 DOĞAL GAZ YAKITLI ISITMA TESİSATI PROJESİ

# SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---|---|
| c | : Suyun özgül ısısı |
| $CH_4$ | : Metan |
| $C_2H_6$ | : Etan |
| $C_3H_8$ | : Propan |
| CO | : Karbon monoksit |
| $CO_2$ | : Karbondioksit |
| f | : Evsel sıcak su için eşdeğer faktörü |
| k | : Kayıp zammı |
| L | : Toplam baca uzunluğu |
| n | : Evsel sıcak su kullanılan daire sayısı |
| N | : Toplam daire sayısı |
| $N_2$ | : Azot |
| $O_2$ | : Oksijen |
| $Q_{ısıtma}$ | : Her bir daire için sıcak su ısıl debisi |
| $Q_{sıcaksu}$ | : Her bir daire için sıcak su ısıl debisi |
| $Q_{toplam}$ | : Tesisattaki toplam ısıl debi |
| $P_{açma}$ | : Açma basıncı |
| $P_e$ | : Emniyet basıncı |
| $P_{statik}$ | : Statik basınç |
| $Q_k$ | : Kazan kapasitesi |
| r | : Suyun yoğunluğu |
| $S_a$ | : Alt havalandırma kesit alanı |
| $S_ü$ | : Üst havalandırma kesit alanı |
| $T_ç$ | : Eşanjör su çıkış sıcaklığı |
| $T_g$ | : Eşanjör su giriş sıcaklığı |
| $V$ | : Genleşme tankının nominal hacmi |
| $V_e$ | : Genleşen su hacmi |
| $V_v$ | : Tanktaki su miktarı |
| $\Delta P_{sıcaksu}$ | : Sıcak su hattı basınç kaybı farkı |
| $\Delta P_{ısıtma}$ | : Isıtma hattı basınç kaybı farkı |

$\Delta t$ : Sıcaklık farkı

$\mu$ : Kazan verimi

# KISALTMALAR DİZİNİ

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AKV : Ana Kesme Vanası

BK : Bodrum Kat

BOTAŞ : Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi

CNG : Sıkıştırılmış Doğal Gaz

EPDK : Enerji Piyasası Denetleme Kurulu

İGDAŞ : İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi

İZGAZ : İzmit Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi

LNG : Sıvılaştırılmış Doğal Gaz

LPG : Sıvı Petrol Gazı

MMO : Makine Mühendisleri Odası

MÖ : Milattan Önce

NK : Normal Kat

SSCB : Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği

TESKON : Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi

TPAO : Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

ZK : Zemin Kat

# ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa No

**Çizelge 1.1.** Fosil yakıtların elektrik üretiminde $CO_2$ salınımları 2

**Çizelge 1.2.** 2006 dünya doğal gaz tüketim dengesi (milyar m ) 7

**Çizelge 1.3.** Avrupa'nın 2030 yılına kadar ilave doğal gaz ithalat İhtiyacının muhtemel temin kaynakları 8

**Çizelge 6.1.** Bina yapı elamanları 76

**Çizelge 6.2.** Isı kaybı ve teferruatı çizelgesi 77

**Çizelge 6.3.** Bir daire için gerekli kullanım sıcak su kapasitesi 80

**Çizelge 6.4.** Domestik sıcak su eşdeğer kullanım faktörleri 81

**Çizelge 6.5.** Denge kabı ısı kapasitesi-çap tablosu 85

**Çizelge 6.6.** Baca basınç kaybı çizelgesi 90

**Çizelge 6.7.** Doğalgaz tesisatı boru çapı hesabı 95

**Çizelge 6.8.** Kullanım sıcak su üretiminde boyler ve sıcak su kat istasyonu kurulumunun maliyet açısından karşılaştırması 97

# ŞEKİLLER DİZİNİ


SAYFA NO

**Şekil 1.1.** Doğal gaz ve boru hatları haritası 12
**Şekil 3.1.** Doğal gaz 16
**Şekil3.2.** Şofbenin elemanları 17
**Şekil3.3.** Kapalı balkon kombi montaj resmi 19
**Şekil3.4.** Hermetik kombinin ana elemanları 21
**Şekil3.5.** Hermetik kombinin elemanı fan resmi 22
**Şekil3.6.** Hermetik kombinin elemanı genleşme tankı resmi 23
**Şekil 3.7.** Hermetik kombinin elemanı İyonizasyon elektrotu resmi 23
**Şekil 3.8.** Hermetik kombinin elemanı brülör resmi 24
**Şekil 3.9.** Hermetik kombinin elemanı ateşleme elektrotu resmi 24
**Şekil 3.10.** Hermetik kombinin elemanı pompa resmi 25
**Şekil 3.11.** Hermetik kombinin elemanı emniyet ventili resmi 25
**Şekil 3.12.** Hermetik kombinin elemanı gaz valfı resmi 26
**Şekil 3.13.** Hermetik kombinin elemanı plakalı eşanjör resmi 26
**Şekil3.14.** Hermetik kombinin elemanı 3 yollu vana motoru resmi 27
**Şekil3.15.** Yoğuşmalı kombi şematik gösterimi 29
**Şekil3.16.** Yoğuşma eşanjörü şematik resmi 29
**Şekil 3.17.** Dökme dilimli kazan resmi 27
**Şekil 3.18.** Çelik kazan resmi 28
**Şekil 3.19.** Üflemeli brülör 40
**Şekil 3.20.** Kaskad sistemi 41
**Şekil 3.21.** Kaskad şeması 42
**Şekil 4.1.** Isınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılması 44
**Şekil 4.2**. Termostatik radyatör vanası elemanları 47
**Şekil 4.3**. Kalorimetre ana elemanları 49
**Şekil 4.4**. Kalorimetre işlemci çalışma formülü 49
**Şekil 4.5.** Kalorimetrenin şematik gösterimi 50
**Şekil 4.6.** Manüel okumalı kalorimetre resmi 51
**Şekil 4.7.** Kablolu okumalı kalorimetre çalışma prensibi 51

**Şekil 4.8.** Telsiz frekanslı kalorimetrelerin çalışma prensibi 52
**Şekil 4.9.** Isı payölçer montaj resmi 53
**Şekil 4.10.** Daire giriş sıcak su istasyonu resmi 54
**Şekil 4.11.** Daire giriş sıcak su istasyonu elemanları 57
**Şekil 5.1.** Sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazları montaj şeması 63
**Şekil 5.2.** Gaz alarm cihazı montaj şekli 64
**Şekil 5.3.** Gaz alarm cihazı ve solenoid vananın projede gösterimi 65
**Şekil 5.4.** Gaz kaçaklarını algılayan otomatik gaz kesme cihazları 66
**Şekil 5.5.** Sesli uyarı elemanları 67
**Şekil 5.6.** Solenoid vana tesisat bağlantı şeması 68
**Şekil 6.1.** Denge kabı ve tasarımı 84
**Şekil 6.2.** Logamatic kontrol paneli 86
**Şekil 6.3.** MEC 2 kumanda ünitesi 87
**Şekil 6.4.** BFU uzaktan kumanda 88
**Şekil 6.5.** FM 442 üç yollu vana kontrol modülü 88
**Şekil 6.6.** Baca ve havalandırma detayı 91
**Şekil 6.7**. Kazan dairesi tesisat şeması 93
**Şekil 6.8**. Kalorifer tesisatı kolon şeması 94
**Şekil 6.9**. Doğalgaz tesisatı kolon şeması 96

# 1. GİRİŞ

Geleneksel olarak enerji kaynakları ikiye ayrılır. Bunlardan ilki kaynağından çıktığı gibi tüketilen kömür, doğal gaz ve petrol gibi kaynaklar olup birincil enerji kaynağı olarak adlandırılır. Birincil enerji kaynağının dönüşümünden elde edilen elektrik, kok, havagazı vb. enerji kaynakları ise, ikincil enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadır.

Dünyadaki enerji türlerinin kökeni olarak güneş enerjisi gösterilmekte, diğer enerjiler ise güneş enerjisi kökenli, dönüşüm enerjileri olarak tanımlanır. Tüm yenilenebilir enerjiler ve hatta fosil yakıtlar enerjilerini güneşten almaktadır. Enerji kaynaklarını üç ana başlıkta toplamak mümkündür. Birincisi yerin altında kalan bitkilerin ve canlıların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğramasıyla meydana gelen fosil yakıtlardır. İkincisi potansiyeli mevcut olan ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanımı artan yeni enerji kaynaklarıdır. Üçüncüsü ise tükenmeyen, eksilmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır [Onbaşıoğlu, 2005].

## 1.1.Doğal Gaz

Doğal gaz fosil yakıtlar içerisinde yer almaktadır. Doğal gaz, organik maddelerin yeryüzünün alt katmanlarında milyonlarca yıl süren doğal dönüşümü sonucunda oluşmuş olup kaynağından çıkarıldığı haliyle, herhangi bir işlemden geçirilmeksizin kullanılabilmektedir.

Temel olarak metan ($CH_4$) (% 90 ve üzeri) ve daha düşük oranlarda etan ($C_2H_6$), propan ($C_3H_8$) ve daha ağır hidrokarbonları içeren doğal gaz, düşük oranlarda azot ($N_2$), oksijen ($O_2$), karbondioksit ($CO_2$), kükürtlü bileşikler ve su gibi safsızlıklar içerebilir. En önemli özelliği en temiz fosil yakıt olmasıdır. Gaz halinde olması nedeniyle hava ile daha iyi bir karışım oluşturarak kolay yanar, tam yandığında mavi bir alev oluşturur. Gaz halinde olması nedeniyle daha hassas kontrol edilebilme olanağı bulunmaktadır.

Doğal gaz renksiz, kokusuz, zehirli olmayan ve havadan hafif bir yakıttır. Kokusuz olması nedeniyle sızıntısı fark edilemeyeceğinden, özel olarak

kokulandırılmaktadır.

Doğal gaz, diğer fosil enerji kaynaklarına göre çevreye daha uyumlu, karbon salınımları diğer fosil yakıtlara göre daha düşük olan bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz, yandığı zaman havayı kirletici kükürt oksitleri ve karbon tanecikleri gibi atık maddeler meydana getirmemektedir. Ayrıca sera gazları üretimi açısından da önemli avantaja sahiptir. Örneğin doğal gaz elektrik üretiminde en düşük $CO_2$ miktarına sahiptir [MMO,2008].

Çizelge 1.1. Fosil yakıtların elektrik üretiminde $CO_2$ salınımları [MMO, 2008]

| Elektrik Üretiminde Kullanılan Yakıt | Salınım Faktörü Kg $CO_2$/KWh |
|---|---|
| Taşkömürü | 0.97 – 0.98 |
| Linyit | 0.98 – 1.14 |
| Fuel Oil | 0.85 – 0.91 |
| Doğal Gaz | 0.46 – 0.56 |

Dünyada kullanımı hızla yaygınlaşan doğal gaz, yüksek ısıl değeri ve diğer nitelikleriyle önemli ölçüde tercih edilmektedir. Doğal gaz atmosferik basınçta yaklaşık olarak -164°C'nin altında soğutulduğu zaman sıvılaşmakta ve hacmi 600 kere daha küçülmektedir. Sıvı hale gelen doğal gaz sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak adlandırılır. Sıvılaştırılan doğal gaz özel tanklarda depolanabilir ve taşınabilir. Ülkemizde, 2007 yılı sonu itibariyle ithal edilen doğal gazın yaklaşık %16.09'u LNG olarak Cezayir, Nijerya ve spot piyasadan temin edilmiştir. Doğal gazın kompresörler ile basınçlandırılarak sıkıştırılmış haline ise sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) denir [Onbaşıoğlu, 2005].

Doğal gaz, optimum hava yakıt oranının homojen bir şekilde sağlanabilmesi nedeniyle yanma verimi en yüksek olarak sağlanabilen fosil yakıttır. Yakma esnasında otomatik kontrole daha uygun olması nedeni ile enerji daha verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle içinde kükürt olmaması nedeniyle baca ve atık gaz sıcaklıklarının, çekiş probleminin halledilebildiği noktalarda korozyon problemi olmadan 80–90°C'ye kadar düşürülebilmesi önemli bir enerji verimliliği artışı sağlamaktadır. Hava ile karıştırıldığında yanma limitleri hacimce %5 ile %15

arasındadır. Doğal gazın yanması için hava ile karışımının uygun bir oranda olması gerekmektedir. En iyi yanma karışımı % 9 doğal gaz ve % 91 havadır. Doğal gazın tutuşma sıcaklığı 650°C'dir. Tam yanma anında mavi bir alevle yanar. Doğal gaz karbon monoksit (CO) içermediğinden zehirleyici değildir. Ancak havadan daha hafif bir gaz olduğundan sızma halinde kapalı alanlarda yukarılarda toplanır. Diğer fosil yakıtlarda da olduğu gibi, tam yanma sağlanamadığında doğal gazın yanması sonucu karbon monoksit oluşabilir, karbon monoksitin kapalı mahalde birikmesi ölümlere neden olabilir. Bu nedenle özellikle yanma havasının ortamdan sağlandığı atmosferik brülörlü sistemlerin kullanıldığı cihaz ortamlarının mutlaka havalandırılması gerekmektedir.

Doğal gaz, konutlarda başlıca ısıtma ve soğutma, sıcak su elde etme, pişirme amaçlı kullanılır. Küçük sanayide, atölye ve fırınlarda üretim amaçlı olarak kullanılır. Demir-çelik, çimento, kimya sanayinde, cam ve kiremit imalatında da yararlanılan doğal gaz, tekstil ve seramik sektörü için de önemli bir enerji kaynağıdır. Otomobil ve araçlarda CNG olarak kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Doğal gaz aynı zamanda değerli bir sanayi hammaddesidir. Bu nedenle rezervlerin yakıt olarak kullanılmaması, hammadde olarak ileriye doğru saklanmasına yönelik görüş bildiren çevreler bulunmaktadır. Bileşiminde bulunan hidrokarbonlar nedeniyle birçok sanayi sürecinde, amonyak, metanol, hidrojen ve petrokimya ürünlerinin sentezinde, mürekkep, zamk, sentetik lastik, fotoğraf filmi, plastik, gübre vb. maddelerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır [MMO, 2008].

## 1.2. Doğal Gazın Kısa Tarihçesi

İlk kez M.Ö.50'de Roma'da yararlanıldı. Uesta Tapınağı'ndaki aşk tanrıçası heykelinin doğal gazdan elde edilen sürekli alev ile aydınlatıldığı bilinmektedir. M.S.150'de Çin Sichuan'da tuzun çökertilmesi işleminde, yakıt olarak kullanılmak için yeraltı rezervuarlarından sızan doğal gazın bambu borularla taşındığı kayıtlara geçmiştir. Marco Polo, gezileri sırasında Bakü'deki Zoroastrian ateş tapınağında yüzyıllardan beri yanmakta olan doğal gaz alevlerini tespit etmişti. Avrupa'da 1659'da İngiltere'de bulunan doğal gaz 1790'da yaygın kullanıma girdi. Amerika'da ilk gaz sahası keşfi 1815 yılında West Virginia'daki Charleston bölgesinde bir tuz madeni

civarında olmuştur. Bundan beş yıl sonra da, ilk ticari gaz işletmeciliği 1820 yılında William Hart tarafından New York eyaletinde yapılmıştır. Sokakların ve evlerin aydınlatılmasında, içten yanmalı motorların çalıştırılmasında büyük ölçüde doğal gazdan yararlanıldı.

1900'lü yılların ortalarında Almanya, İtalya, Fransa ve Avusturya kendi mevcut doğal gaz potansiyelini kullanıyordu. Hollanda'daki Gromngen sahasının gelişmesi (1959) ile buradaki potansiyelin bir kısmı komşu ülkelere ihraç edilmeye başlandı. Almanya 1964'te Gromngen gaz sistemine bağlandı. Ancak artan enerji talebi, gerek iç kaynaklardan ve gerekse komşu ülkelerden karşılanamaz hale gelince bu defa Cezayir, Libya, Nijerya'dan ve bilahare Orta Doğudan doğal gazın sıvılaştırılarak tankerler ile nakline başlanıldı. Bu şekilde Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri geniş ölçülerde doğalgaz transferi gerçekleştirdiler. Sovyet Rusya doğal gazı da 1974'te Almanya'dan başlamak sureti ile Batı Avrupa sistemine bağlandı. 1970 yılından sonra yaşanan petrol krizi, doğal gaz talebinde geniş ölçüde artışlara sebep olmuş ve hemen sonrasında dünya doğal gaz üretimi yedi, sekiz misline çıkmıştır.

Doğal gazın A.B.D.'de 19. yüzyılın ortalarından itibaren enerji kaynağı olarak tüketildiği bilinmekle beraber, çok değil elli yıl öncesine kadar petrolle birlikte üretilen gaz gereksiz bir ürün sayılmaktaydı ve dünyada geniş bir kullanıma sahip değildi. Ancak, özellikle 1973'teki ilk petrol krizinden sonra gittikçe önem kazandı, doğal gaz aramaları hızlandı ve günümüzde yetmişten fazla ülkede doğal gaz üretilmektedir.

1920'lerde boru hattı taşımacılığı yöntemlerinin uygulamaya konulmasıyla hızla artan doğal gaz kullanımı, II. Dünya Savaşı'ndan sonra sürekli olarak gelişmiş ve bunun yanı sıra boru imalat ve kaynak teknolojilerinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

Milattan önceki yüzyıllarda da bilinen ve kullanılan petrol ve doğal gaz, özellikle petrol, içten patlamalı motorların icadından sonra, sanayi devrimiyle birlikte ekonomik ve stratejik bir madde haline geldi. Teknolojik gelişmeyle birlikte kullanımı da artan doğal gaz, çevresel faktörlerin de etkisiyle, petrolden daha fazla kullanılma eğilimine girmiştir [Mazak, 2004].

## 1.3.Dünyada Doğal Gaz Rezervleri, Üretimi Ve Tüketimi

Dünyada tüketilen birincil enerjinin 2006 yılı sonu itibariyle büyük çoğunluğu petrol (% 35.8), doğal gaz (% 23.7) ve kömürdür (% 28.4). Stratejik bir birincil enerji kaynağı olarak, dünyada ve ülkemizde kullanımı hızla yayılmakta olan doğal gaz, diğer fosil enerji kaynaklarının yerini hızlı bir şekilde almaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın yaptığı çalışmalara ve referans senaryoya göre, her yıl ortalama % 2,1 oranında artan dünya doğal gaz tüketiminin 2015 yılında 3.68 trilyon $m^3$'e, 2030 yılında ise 4.78 trilyon $m^3$'e ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Dünyanın değişik bölgelerinde çıkartılan petrolün rezerv olarak ağırlıklı bir kısmı ülkemizin komşu olduğu bölgelerde bulunmaktadır. 2006 yılı sonu itibariyle rezerv sıralamasında 264.3 milyar varille (% 22) Suudi Arabistan başı çekmekte, onu 137.5 milyar varille İran (% 11.4), 115 milyar varille (% 9.5) Irak, 101,5 milyar varille (% 8.4) Kuveyt ve diğer petrol ihracatçısı ülkeler izlemektedir. Genel olarak ifade edilirse, Ülkemizin doğusunda bulunan Ortadoğu ve Avrasya bölgesi dünyadaki mevcut bilinen rezervin yaklaşık % 74'üne sahiptir. Dünyada bilinen toplam petrol rezervi 1208.2 milyar varil olup, bu rezervin yaklaşık 40,5 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir.

2006 yılı itibarıyla dünyada doğal gaz üretimi 2865.3 milyar $m^3$, tüketimi ise 2850.8 milyar $m^3$ olarak gerçekleşmiştir. 2006 sonu itibariyle varlığı kanıtlanmış dünya doğal gaz rezervleri 181.5 trilyon $m^3$ olarak tahmin edilmektedir. Mevcut rezerv ve üretim seyrine göre dünya doğal gaz rezervleri için öngörülen ömür yaklaşık 63.3 yıldır. Dünyada doğal gazın bölgesel ömrü ise Orta Doğu 100 yıldan fazla, Afrika 78.6 yıl, Rusya Cumhuriyeti 74.6 yıl, Orta ve Güney Amerika 47.6 yıl, Asya-Pasifik 39.3 yıl, Avrupa 21 yıl, Kuzey Amerika 10.6 yıl, Avrupa ve Avrasya 59.8 yıl olarak tahmin edilmektedir.

Petrol rezervi yönünden zengin olan ülkelerin, aynı zamanda doğal gaz rezervi yönünden de zengin olduğunu söylemek yanlış olmaz. Ancak doğal gaz kaynaklarının bölgesel dağılımına bakıldığında rezervlerinin petrole göre daha geniş bir alana dağıldığı görülmektedir. Ortadoğu bölgesi, dünyadaki petrol rezervlerinin % 62'sine sahip olduğu halde, doğal gaz rezervlerinin % 40.5'ine sahip bulunmaktadır. Ortadoğu bölgesi dünyanın birinci büyük doğal gaz rezerv alanıdır. İran, Katar ve Birleşik Arap Emirlikleri önemli rezervlere sahiptir.

Avrasya bölgesi ise dünyanın ikinci büyük doğal gaz rezerv alanıdır. Başta Rusya Federasyonu olmak üzere, eski SSCB'de bulunan doğal gaz rezervleri, toplam dünya doğal gaz rezervlerinin yaklaşık % 31,9'unu oluşturmaktadır. Bu ülkelerdeki toplam doğal gaz rezervlerinin yaklaşık % 84'ü de Rusya Federasyonu'nda bulunmaktadır.

Orta Asya Cumhuriyetleri arasında en büyük doğal gaz rezervlerine ve yıllık üretim kapasitesine sahip olan ülke Türkmenistan'dır. Türkmenistan'ın tespit edilen toplam doğal gaz rezervleri yaklaşık 2.9 trilyon $m^3$ civarındadır. Özbekistan ve Kazakistan zengin doğal gaz rezervleriyle dikkat çekmektedir.

Rusya Federasyonu dünya doğal gaz ticaretinde % 28.2 payla hâkim durumda olup, boru hatları vasıtasıyla Avrupa ülkelerine 2005 yılında 151.2 milyar $m^3$, 2006 yılında ise 151.5 milyar $m^3$ doğal gaz ihracatı gerçekleştirmiştir.

Azerbaycan doğal gaz rezervlerinin 707.9 milyar $m^3$ olduğu tahmin edilmektedir. 2020 yılına kadar eski Sovyet Cumhuriyetleri'nin tüketiminin yıllık % 2.1, diğer Doğu Avrupa ülkelerinin ise % 5.6 oranında artması beklenmektedir.

Tüketimi hızla artan doğal gazın enerji kaynakları içindeki payı da bu nedenle yükselmektedir. 2030 yılına kadar doğal gaz tüketiminin 4.78 trilyon $m^3$'e yükselmesi beklenmektedir. Doğal gazın elektrik üretiminde kullanımı yıllar itibarıyla artan bir seyir izlemektedir.

Orta ve Güney Amerika bölgesindeki gaz rezervleri dünya rezervlerinin % 4'üne karşılık gelmekte olup, oldukça az seviyededir. Bu nedenle, 2020 yılında tüketimin % 5 oranında artması beklenmektedir. Bölgedeki en büyük gelişme Brezilya'da yaşanmaktadır. Asya'da doğal gaz tüketiminin 2020 yılına kadar, yıllık % 5.6 oranında artarak 891 milyar $m^3$'e ulaşması beklenmektedir.

ABD ayrıca, ucuzlaması nedeniyle sıvılaştırılmış doğal gaz ithaline de ağırlık vermeye başlamıştır. İthalat genellikle Cezayir, Mısır ve Nijerya'dan yapılmaktadır. 2006 yılında ABD bu ülkelerden 6.4 milyar $m^3$ LNG ithal etmiştir.

Çizelge 1.2. 2006 dünya doğal gaz tüketim dengesi (Milyar $m^3$ ) [Cedigaz, 2007]

| ÜLKELER | ÜRETİM | | İHRACAT | | İTHALAT | | TÜKETİM | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Milyar $m^3$ | % | Milyar $m^3$ | % | Milyar $m^3$ | % | Milyar $m^3$ | % |
| Kuzey Amerika | 754.0 | 25.7 | 120.8 | 13.6 | 137.5 | 15.5 | 770.7 | 26.3 |
| Latin Amerika | 143.3 | 4.9 | 33.2 | 3.7 | 16.9 | 1.9 | 127.0 | 4.3 |
| Avrupa | 291.9 | 10.0 | 169.6 | 19.1 | 419.6 | 47.4 | 541.9 | 18.5 |
| Orta Avrupa | 14.3 | 0.5 | - | 0.0 | 12.9 | 1.5 | 27.2 | 0.9 |
| Eski SSCB | 830.9 | 28.4 | 290.4 | 32.8 | 128.1 | 14.5 | 668.6 | 22.8 |
| Afrika | 190.5 | 6.5 | 104.7 | 11.8 | 1.5 | 0.2 | 87.3 | 3.0 |
| Orta Doğu | 328.2 | 11.2 | 66.5 | 7.5 | 18.8 | 2.1 | 280.6 | 9.6 |
| Asya | 377.0 | 12.9 | 101 | 11.4 | 150.8 | 17.0 | 426.7 | 14.6 |
| **Toplam Dünya** | **2930.1** | **100** | **886.2** | **100** | **886.1** | **100** | **2930.0** | **100** |

Japonya dünyadaki en büyük ve önemli sıvı doğal gaz ithalatçısı konumundadır. Endonezya, Avustralya, Malezya, Japonya'ya sıvı doğal gaz ihracat yapan ülkeler arasındadır. Avustralya'nın doğal gaz rezervi 2.46 trilyon $m^3$ civarındadır. Avustralya doğal gaz üreticisi olup, bunun yanında sıvı doğal da gaz ihraç etmektedir.

Afrika'daki rezervler dünyadaki toplam rezervlerin yaklaşık % 8'i civarındadır. Afrika'nın gaz tüketiminin % 70'i ile üretimin % 80'inden fazlası Cezayir ve Mısır tarafından gerçekleştirilmektedir. Cezayir üretiminin % 70'ini boru hattı ve sıvılaştırılmış doğal gaz tankerleri ile ihraç etmektedir.

Dünya doğal gaz rezervleri ile üretim ve tüketim tablolarına baktığımızda rezervler konusunda Asya ve Ortadoğu'nun dünya doğal gazının büyük bölümünü barındırdığını açıkça görmekteyiz.

Çizelge 1.3. Avrupa'nın 2030 yılına kadar ilave doğal gaz ithalat ihtiyacının muhtemel temin kaynakları. [MMO, 2008]

| Avrupa'nın 2030 Yılına Kadar İlave Doğal Gaz İthalat İhtiyacının Muhtemel Temin Kaynakları | (milyar $m^3$/yıl) |
|---|---|
| Rusya | 73 |
| Orta Asya | 51 |
| Orta Doğu | 157 |
| Batı ve Kuzey Afrika | 136 |
| ABD | 18 |

Doğal gaz tüketiminde Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya bölgesinde bulunan gelişmiş ülkeler, dünya tüketiminin % 70'ini gerçekleştirmektedirler. Bu bölgelerde doğal gaz tüketim artışının nedenleri arasında, diğer fosil yakıtların çevreye vermiş olduğu zararlar, doğal gazın çevreye daha az zarar vermesi, taşınabilir oluşu ve kolay kullanımı sayılabilir.

Sonuç olarak dünyada doğal gaz kullanımının önümüzdeki 20 yılda artacağı, tüketim artışının özellikle gelişmekte olan ülkelerde olacağı, doğal gazın elektrik üretiminde daha fazla kullanılacağı ve ülkelerin ithal ve ihraç kaynaklarını çeşitlendirme çalışmalarında önem kazanacağı anlaşılmaktadır [MMO, 2008].

## 1.4. Türkiye'de Doğal Gaz

1970 yılında Hamitabat ve Kumrular doğal gaz sahasında TPAO tarafından keşfedilen doğal gazın. 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikasına, 1975 yılında Çamurlu doğal gaz sahasında bulunan doğal gazın da, Mardin Çimento Fabrikasına satılması ile ülkemizde ilk defa doğal gaz kullanımına başlanmıştır.

Türkiye'nin ekonomik gelişimine paralel olarak artan sanayileşme, kentleşme ve bununla beraber ortaya çıkan çevre ve hava kirliliği yanı sıra 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'yi de alternatif enerji kaynakları aramaya

yöneltmiştir [Mazak,2004].

BOTAŞ 15 Ağustos 1974 tarihinde Irak petrolünün Ceyhan'a taşınmasını gerçekleştirmek üzere, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'na (TPAO) Bağlı Ortaklık olarak kurulmuştur. Faaliyetlerini 1995 yılma kadar bu konumda sürdüren BOTAŞ, aynı yıl Kamu İktisadi Teşekkülü olarak yeniden yapılandırılmıştır. Faaliyetlerine boru hattı yoluyla ham petrol taşımacılığı ile başlayan BOTAŞ, 1987 yılından itibaren doğal gaz taşımacılığı ve ticareti ile iş kapsamını genişletmiştir. Hizmet fonksiyonlarının yanı sıra ticari bir hüviyet de kazanmıştır. 1980'li yılların ilk yansında BOTAŞ tarafından doğal gaz talep tahmini ve doğal gaz temin planlamasıyla ilgili ilk çalışmalar yapılmıştır. 9 Şubat 1990 tarih ve 397 Sayılı, Doğal Gazın Kullanımı ile ilgili Kanun ile doğal gazın ithali, dağıtımı (şehir içi dağıtımı hariç), satışı ve fiyatlandırılmasında tekel konumuna getirilen BOTAŞ'ın bu konumu, 2 Mayıs 2001 tarihinde yasalaşan 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu ile sona ermiştir.

18 Eylül 1984 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti ile Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği Hükümeti arasında doğal gaz nakline ilişkin bir anlaşmanın imzalanması ile doğal gaz ithalatı ilk kez ülkemizin gündemine girmiştir. Enerji arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi amacıyla 14 Şubat 1986'da Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği ile imzalanan, yılda 6 milyar $m^3$ gaz alımına yönelik bir anlaşma yapılmıştır. Türkiye'nin doğal gaz kullanımı 1987'de 520 milyon $m^3$ olarak gerçekleşmiş olup, 2007 yılında ise 35.066 milyar $m^3$ BOTAŞ satışları ve 0.907 milyar $m^3$ yerli üretimle 35.971 milyar $m^3$ 'e ulaşmıştır. 20 yılda tüketim 69.17 kat artmıştır.

Doğal gaz ithalinde kaynak çeşitlemesi kapsamında, 1988 yılında yapılan anlaşma ile 1994 yılında Cezayir'den LNG alımına başlanmış, bunu 1995 yılında yapılan alım anlaşması ile 1999 yılında Nijerya'dan yapılan LNG alımları izlemiştir.

BOTAŞ, LNG olarak deniz yoluyla taşınan gazı Marmara Ereğlisi'nde bulunan ve 685.000 $m^3$/saat kapasiteye sahip Gazlaştırma Terminali'nde işletime sokarak ana iletim hattına ilave etmektedir.

Doğal gazın talep noktalarına ulaştırılması için yapılmış olan yatırım planları gerçekleştirilmektedir. Bugün Bulgaristan sınırından ülkemize giren ve 1988 yılından bu yana işletilmekte olan 842 km'lik ana hattın yanı sıra Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı da tamamlanarak 2001 yılının sonunda işletmeye alınmıştır.

Karadeniz bölgesinde yapımı süren Trabzon-Gümüşhane-Bayburt, Çankırı-Kastamonu-Tosya, Eskipazar-Karabük, Zonguldak-Çaycuma-Bartın, Bolu-Düzce boru

hatları ile bölgedeki illerde doğal gaz kullanılacaktır. Ana hat Karadeniz'den gelen Samsun-Ankara Hattı ile Ankara'da birleştirilmiştir. Ege Bölgesinde son kullanıcı noktası olarak belirlenen İzmir'e Karacabey üzerinden ulaşan hat ile birlikte Konya'dan da bir bağlantı hattının yapılması ile Batı Anadolu ana iletim şebekesinin tamamlanması öngörülmüştür. Konya-Seydişehir-Isparta-Denizli güzergâhı ile Nazilli'ye ulaşan mevcut hat, yapımı aşamasında olan Nazilli-İzmir Hattı ile İzmir'e ulaşacaktır. Çukurova bölgesi ise, Malatya-Gaziantep-İskenderun-Adana-Mersin güzergâhıyla sisteme bağlanmıştır. Güneydoğu Anadolu bölgesini de sisteme bağlayacak olan Adıyaman-Şanlıurfa-Elazığ-Diyarbakır boru hattı da sonuçlanma aşamasındadır. Kilis boru hattının da yapımına başlanacaktır [MMO, 2008].

## 1.5. Türkiye'de Rezervler, Üretim, Tüketim ve Keşifler

Ülkemizde görünür doğal gaz rezervleri ve üretimi sınırlıdır. TPAO son zamanlarda arama ve üretim faaliyetlerine önem vermeye başlamıştır. Ancak bu çalışmaları daha da geliştirilmesi gerekmektedir. TPAO tarafından 1No'lu Marmara Petrol Bölgesinde İncilibayır ve Mesutlu sahaları 2006 yılında keşfedilmiştir. Ülkemizde 2006 yılı sonuna kadar 103 adet petrol ve 35 adet doğal gaz sahası keşfedilmiştir [MMO,2008].

## 1.6. Türkiye'de Doğal Gaz Kullanımı

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun 10.01.2008 tarih ve 1457–2 sayılı Kurul Kararında 2008 yılı ulusal doğal gaz tüketim tahmini, doğal gazın 9155 kcal/$m^3$ üst ısıl değeri esas alınarak 37.5 milyar $m^3$ olarak belirlenmiştir. 2007 yılında tüketilen doğal gazın 30.58 milyar $m^3$ 'ü boru gazı ve 5.87 milyar $m^3$ 'ü LNG olarak temin edilmiştir

2007 yılı sonu itibariyle Rusya Federasyonu'ndan 13.8 Milyar $cm^3$, Mavi Akım kapsamında 9.3 Milyar $cm^3$, Nijerya'dan 1.4 Milyar $cm^3$, Cezayir'den 4.2Milyar $cm^3$ ve

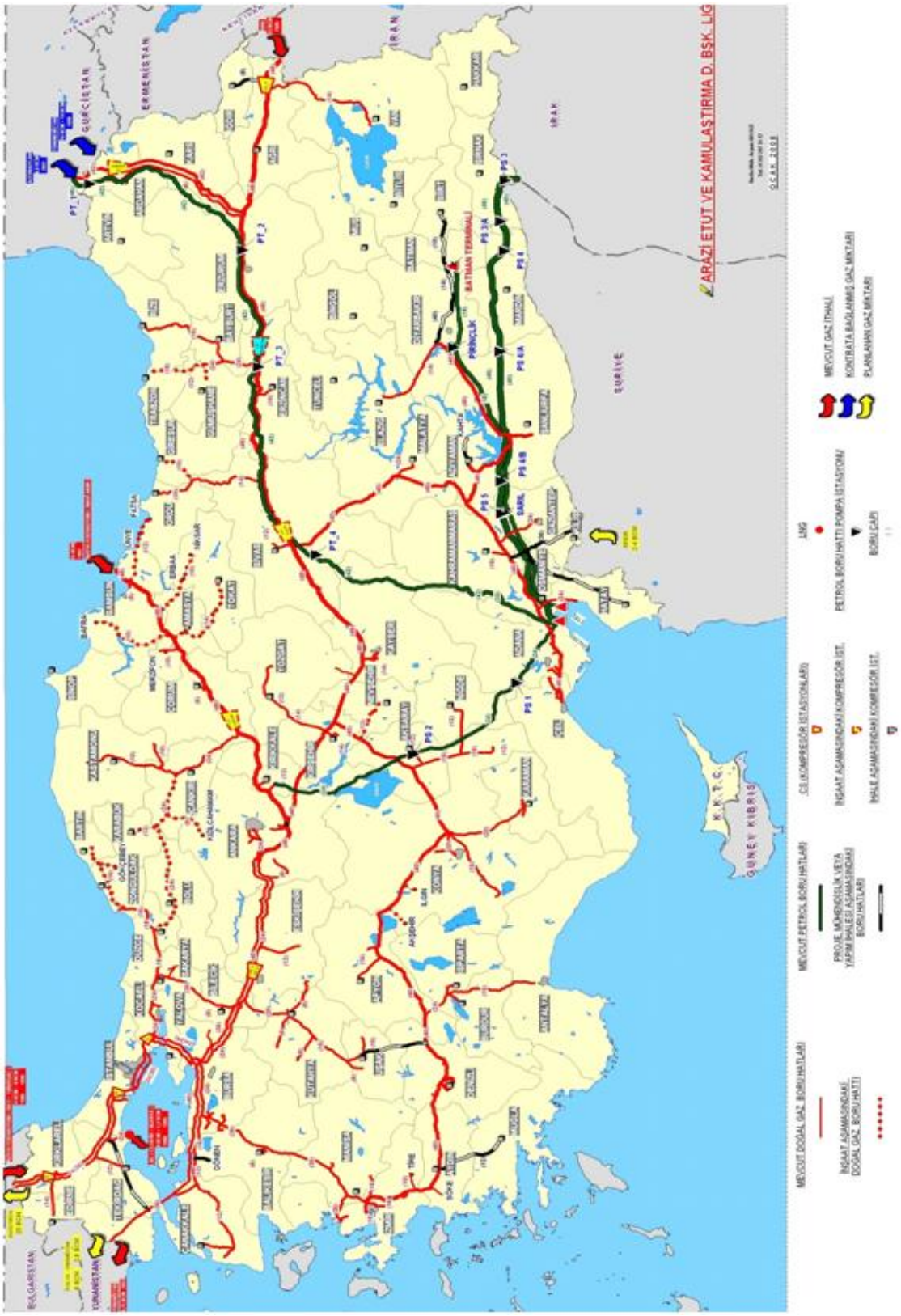
İran'dan 6.1 Milyar $cm^3$ olmak üzere, toplam 36,5 Milyar $cm^3$ gaz ithal edilmiş olup, doğal gaz satış miktarı 35 Milyar $cm^3$ olmuştur. 1987 yılında Rusya Federasyonu ile başlatılan ilk anlaşmayı doğal gazın tüketiminin artmasına paralel olarak Rusya Mavi Akım, İran boru hattı ile Cezayir ve Nijerya ile LNG anlaşmaları takip etmiştir. 1998 yılında LNG ithalatının toplam doğal gaz ithalatı içinde %36 olan payı 2007 yılında %16'ya düşmüştür.

Türkiye'de doğal gaz yaygın olarak, 1987 yılında Hamitabat Doğal Gaz Santrali'nde ithal gazın kullanımıyla başlanmıştır. Konutlarda kullanımı ise 1988 yılında Ankara'da EGO ile başlamış, 1992 yılında İstanbul'da İGDAŞ ve Bursa'da BOTAŞ ile devam etmiştir. Daha sonra Eskişehir'de BOTAŞ, İzmit'te İZGAZ'ın sektöre girmesi ile doğal gazın konut sektöründeki pazarı genişlemiştir.

4646 sayılı yasanın hazırlık döneminin sona erdiği 2 Kasım 2002'den bu yana doğal gaz kullanımını tüm ülkeye yaygınlaştırmak amacıyla, doğal gaz dağıtım şebekesi bulunmayan şehirlerin, şehir içi doğal gaz dağıtım lisansı ihale çalışmaları EPDK tarafından sürdürülmektedir.

1980'li yıllarda doğal gaz teminine yönelik olarak yapılan planlama ve anlaşmalarda, yıllık olarak Rusya'dan azami 6 milyar $m^3$, Cezayir'den de LNG olarak tankerlerle 2 milyar $m^3$ olmak üzere toplam 8 milyar $m^3$ doğal gaz ithalatı öngörülmekteydi. Bugün konuşulan tüketim miktarlarının çok gerisinde kalan bu kabuller, boru hattı tasarımında ve Marmara Ereğlisi LNG Terminalinin kapasite seçiminde etkin olmuştur.

Doğal gazın elektrik enerjisi üretiminde ve doğal gaz kullanımına yeni geçecek çok sayıda kent ve sanayide daha yaygın bir biçimde kullanımının planlanmasından ötürü, önümüzdeki yıllarda doğal gaz talebinin hızlı bir şekilde artması beklenmektedir [BOTAŞ, 2009].




Şekil 1.1. Doğal Gaz ve Boru Hatları Haritası [BOTAŞ, 2009]

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Birkan AKAY (2005), tez çalışmasında şehir içi dağıtım şebeke hattı boruları üzerindeki emniyet sistemleri ve otomatik kontrolü ve bina içi doğal gaz tesisatının emniyet ve otomatik kontrol sistemlerinin incelenmesi ve geliştirilmesi konuları yer almaktadır.

Önder KIRATLILAR, Yücel YORULMAZ (1997), 97' TESKON Program Bildirileri kitabında yayınlanan Binalarda Doğalgaz Tesisatı ve Yapılan Hatalar adlı makalelerinde, doğalgaz kolon ve iç tesisat imalatında yapılan hatalar ve doğalgaz tesisatının diğer tesisatlarla olan ilişkileri, emniyet tedbirleri değerlendirilmiştir.

Rüknettin KÜÇÜKÇALI (Aralık 2000), Isısan çalışmaları için hazırladığı ısıtma tesisatı kitabında sistem çözümleri, örnek projeler, pratik bilgiler ısıtma sistem seçim kıstasları ve sistem karşılaştırma tabloları, hesap yöntemleri, proje ve uygulamalarda kullanılabilecek bilgiler yer almaktadır. Isıtma sistemlerindeki gelişmeler adlı kitabında ise yoğuşmalı kazan sistemleri ve kaskad sistemleri başlığında konular yer almaktadır.

Tarık DEMİRAY (Aralık 2005), MMO için hazırladığı kitapta talimatlar, yer altı boru hatları, iç tesisat teknik şartnamesi, büyük tüketimli tesisler ve/veya konutlardaki merkezi ısıtmaların dönüşüm şartnamesi, gaz tesisatlarının testi ve işletmeye alınması başlığında konular yer almaktadır.

Mete KALYONCU (2007), MMO Yayınlarından çıkan 'yapılarda Doğalgaz Dönüşümü ve Denetimi' adlı kitabında doğalgazın tercih sebepleri, doğalgaz kullanımının getirdiği avantajlar ve dezavantajları, merkezi doğalgaz ısıtma sistemleri, brülörler, kullanılan cihazlar, emniyet sistemleri, ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu, denetim konuları yer almaktadır.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2007) incelendi. Isıtma tesisatlarında getirdiği zorunluluklar hakkında bilgi edildi.

Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği (2007) incelendi. Doğalgaz tesisatı ile ilgili olan maddeler analiz edildi.

Türkiye'nin Doğal gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi MMO (2008) adlı raporda doğal gazın dünyadaki ve Türkiye'deki konumuyla ilgili birçok kaynak bilgi verilmiştir.

Kemal ÇOMAKLI, Şükran EFE (2008), Tesisat Mühendisliği dergisi 106. Sayısında yayınlanan 'Doğalgaz Yakıtlı Merkezi ve Bireysel Isıtma Sistemlerinin Karşılaştırılması' adlı makalelerinde Isıtma sistemlerinde yapılan yanlışlıkları araştırılmıştır. Isıtma sistemi olarak doğal gazlı bireysel, doğalgazlı merkezi ısıtma sistemi incelenmiştir. Çalışmada Yıllık eşdeğer maliyet metodu kullanılarak sistemler ekonomik analiz yapılmıştır.

Trakya Doğal Gaz Dağıtım A.Ş.- Doğal Gaz İç Tesisat Yönetmeliği ve Teknik Şartnamesi incelendi. Gaz tesisatı proje ve imalat yapım aşamalarında uyulması gereken kurallar hakkında bilgi edinildi.

Süleyman Nihat KIZILOĞLU, İGDAŞ İç Tesisat Müdürlüğü, Sertifikalandırma ve Belgelendirme Şefliği bünyesinde verilen seminer notlarında, doğal gaz tesisatlarında emniyet açısından uygulanması gereken sistemlerden bahsedilmiştir.

DANFOSS firmasından Seçil Kızanlık İSKENDER ile temasa geçilmiş ve daire giriş sıcak su istasyonu ve elemanları hakkında teknik bilgiler alınmıştır.
ALARKO CARRİER firmasından Barkın PERÇİN ile temasa geçilmiş ve yoğuşmalı kazan, kaskad sistemleri hakkında teknik bilgiler alınmıştır.

ISISAN firmasının ürün katalogları incelenmiş özellikle kaskad sistemleri hakkında bilgi edinilmiştir.

CALEFFİ firmasının internet sitesinden ‘‘satalite’’ adı ile geçen daire giriş sıcak su istasyonlarının ve elemanlarının katalogları incelenmiş ve sistemin çalışması hakkında bilgi edinilmiştir.

# 3. DOĞALGAZ YAKICI CİHAZLARI

## 3.1. Mutfak Cihazları

Doğal gazın mutfakta kullanımı LPG ya da havagazına göre hem ekonomiktir, hem de sürekliliği vardır. Örneğin tüp gaz, evde yakıt depolamak anlamına geldiği için tehlikelidir ve tüp bittiğinde yenisini almak gerekir. Doğal gaz ise temiz, bitme sorunu olmayan, mutfakta güvenle kullanılabilen bir enerji olarak tercih edilmektedir.

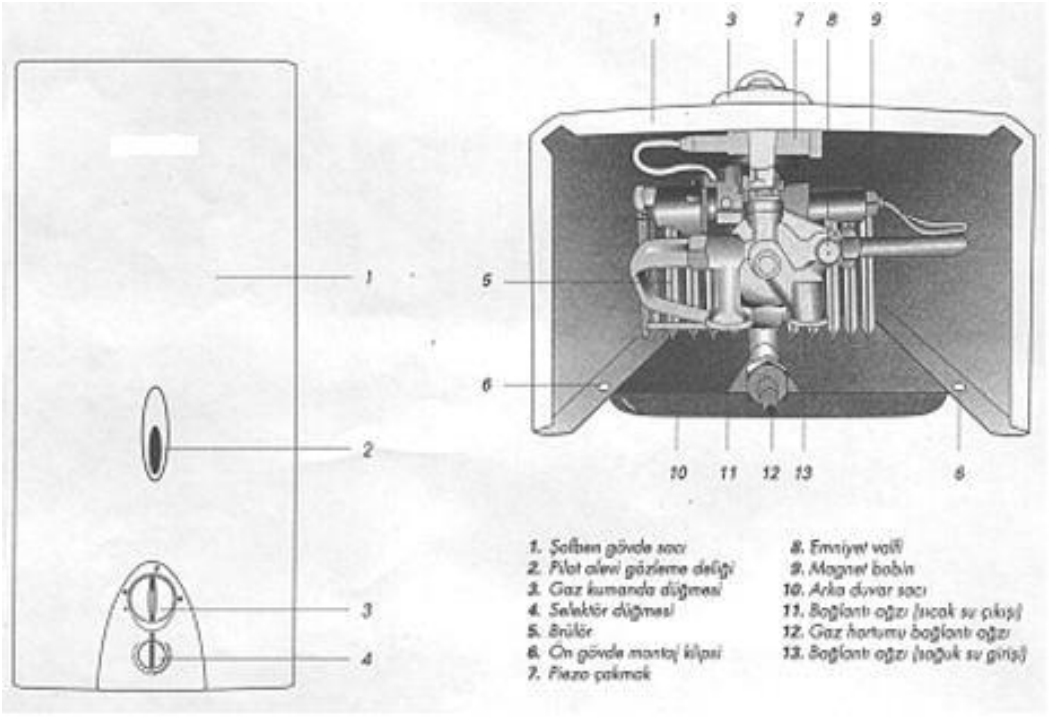


Şekil 3.1. Doğalgaz [DGD, 2009]

## 3.2. Sıcak Su Sağlayan Cihazlar

Sıcak su gereksinimlerinin karşılanmasında kullanılan tüp gaz, havagazı, sıvı ya da katı yakıtlar ile elektrikten yararlanmak gibi yöntemler zahmetli, pahalı ve temizlik açısından dezavantajlar içerirler.

Doğal gaz kullanımıyla birlikte bu sorunlar ortadan kalkar. İstenildiğinde her an kolayca sıcak su elde edilebilir. Doğal gazla sıcak su elde etmek için şofben kullanılır [DGD, 2009].




Şekil3.2. Şofbenin elemanları [MEGEP, 2007]

Şofbenin elemanları;

1°) Şofbenin gövde sacı: Şofbenin dışını örten sac kısımdır.

2°) Pilot alevi gözleme deliği: Pilotun yanıp yanmadığını görmek için açılmış kısımdır.

3°) Gaz kumanda düğmesi: Şofbene giren gazın miktarını ayarlayan kısımdır. Ayrıca çakmağın yanmasını ve şofbenin açılıp kapatılmasını da sağlayan düğmedir.

4°) Selektör düğmesi: Şofbenden geçen suyun debisini ayarlayan düğmedir. Dolayısıyla suyun sıcaklığını da ayarlayabiliriz. Düğmeyi sağa-sola döndürmek suretiyle dakikada 4 ile 10 litre arasında su geçişi sağlayabiliriz.

5°) Brülör: Yanmanın olduğu yerdir. Yani gazın tutuşarak alev aldığı yerdir.

6°) Ön gövde bağlantı vidaları: Cihazın ön gövdesinin tutturulduğu yerdir.

7°) Piezo çakmak: Kibrite gerek kalmadan pilotu tutuşturmak için konulan kısımdır.

8°) Emniyet valfi: Suyun aşırı basıncına karşı şofbeni koruyan elemandır. Ayrıca donma tehlikesine karşı su boşaltma tapası olarak da görev yapar.

9°) Magnet bobin: Bacanın az çekmesi ya da hiç çekmemesi durumunda gazı keserek zehirlenmeye karşı koruyan elemandır. Bu parça şofben içindeki ısının etkisi ile elektrik üreterek baca sensoruna gönderir. Bacanın çekişi yetersizse baca sensorunun bulunduğu ortamın sıcaklığı 85 ºC civarına kadar yükselir ve baca sensoru şofbenin çalışmasını

engeller.

10°) Arka duvar sacı: Şofbenin arka kısmındaki sacdır.

11°) Bağlantı ağzı (sıcak su çıkışı): Sıcak suyun alındığı borunun takıldığı yerdir.

12°)Gaz hortumu bağlantı ağzı: Şofbene tüpten ya da doğalgaz tesisat borusundan gazın girdiği yerdir.

13°)Bağlantı ağzı (soğuk su girişi): Şofbene soğuk suyun girdiği borunun takıldığı yerdir.

Doğalgazlı şofbenler sadece sıcak su sağlamak amacıyla kullanılan cihazlardır. Ayrıca ısıtıcı cihazlara bağlanabilecek boylerle de sıcak su temin edilebilir. Bacalı ve hermetik tipleri mevcuttur. Hâlihazırda mevcut LPG yakıtlı şofbenlerin doğalgaza dönüşümü üretici firmaların yetkili servislerince yapılmaktadır [MEGEP, 2007].

### 3.3. Bireysel Isıtma Cihazları

Her dairenin bağımsız ısıtılması yani bireysel ısıtma için kombiler, kat kaloriferleri ve soba veya şöminelerle olmak üzere üç değişik ürün grubu kullanılabilmektedir [Küçükçalı, 2000].

#### 3.3.1. Kombiler

Kombi ısıtma cihazları şofbenlerde olduğu gibi borulardan gelen suyun ısıtılması ilkesi üzerine çalışırlar. Kombi cihazları ısıtma ve sıcak su sağlama amacına yönelik kullanılabilir. Sıcak su kullanımının öncelikli olduğu kombilerde sıcak su musluğunun açılmasıyla cihazdaki ani su ısıtıcısı tarafından anında sıcak su temin edilir.



Şekil3.3. Kapalı balkon kombi montaj resmi

Kombi cihazları genelde iki farklı ısıl kapasitededir. En çok kullanılan cihazlar 7500–20.000 kcal/h kapasiteleri arasındadır. Diğerleri ise 10.000–30.000 kcal/h arasında kapasite ayarı yapılabilen cihazlardır. Kombilerle yalıtımı iyi yapılmış bir yerleşim yerinde 300–350 $m^2$'lik bir alanı ısıtmak mümkündür.

Kombilerde baca tepmesine ve çekmemesine, aşırı ısınmalara, alev sönmesine, donmaya ve gaz kaçağına karşı her türlü önlem alınmıştır. Az yer kaplayan ve montajı kolay olan kombiler sessiz çalışırlar. Kombilerin otomasyonu için oda ve dış hava termostatları bağlanabilmektedir.

Kombiler yanma havasının temini yönünden bacalı, hermetik ve yoğuşmalı olmak üzere üçe ayrılırlar [Küçükçalı, 2000].

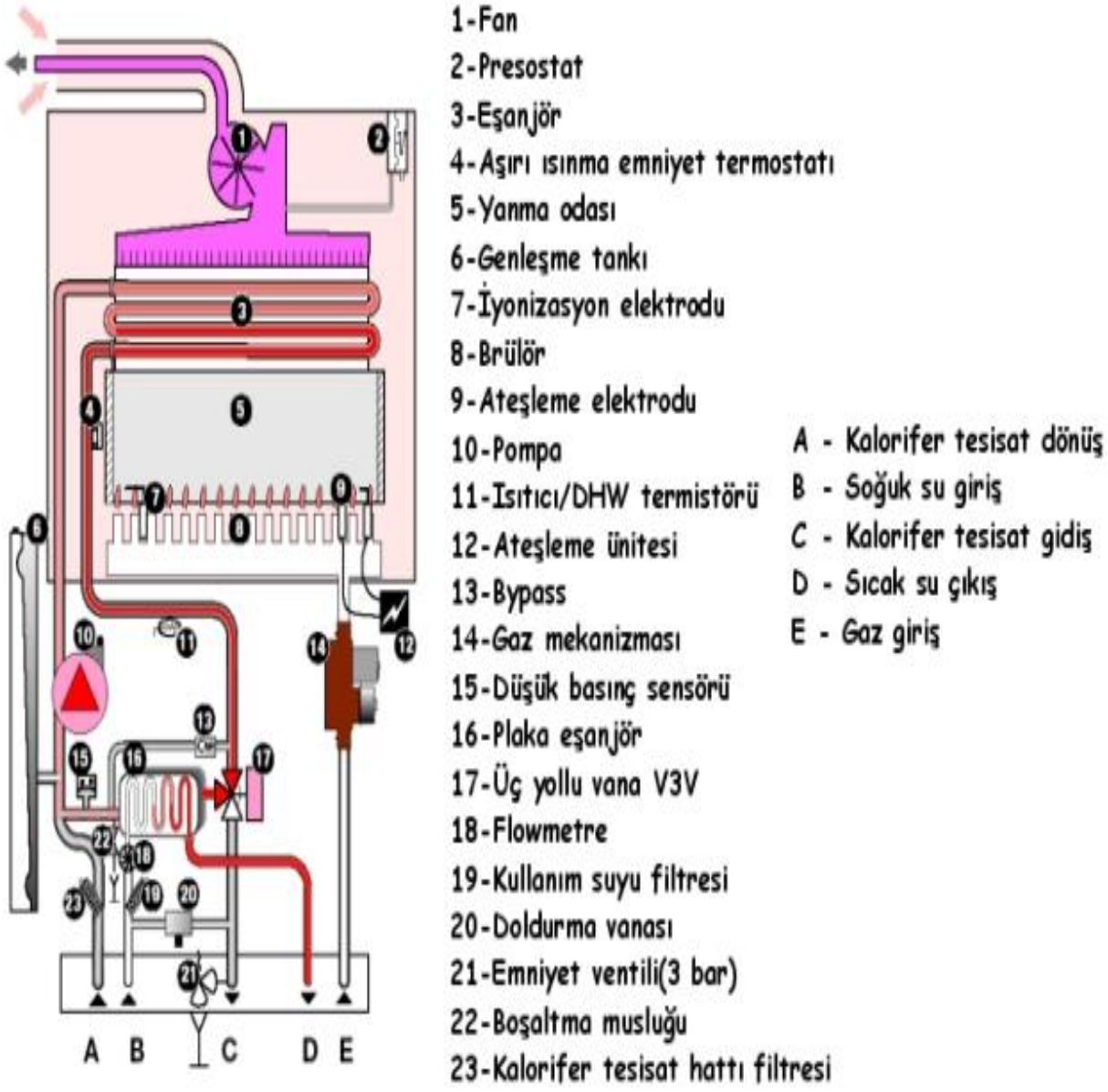
### 3.3.1.1. Bacalı kombiler

Bacalı kombilerde yanma odası cihazın bulunduğu ortama açıktır ve yanma sırasında cihaz, ortamın havasını kullanır. Bacalı kombiler banyoya, yatak odalarına, apartman boşluğu gibi ortamlara ve hacmi en az 8 $m^3$'ten az olan yerlere monte edilemez. Bacalı kombilerde yanma sonucu oluşan atık gazları mevcut baca aracılığıyla dışarıya atılır. Hava girişi ve bacası şartnamelere uygun olmayan yerlerde bu tip cihazların kullanılması can güvenliği açısından tehlikeli olduğundan gaz şirketi tarafından gaz açma onayı verilmemektedir [Kalyoncu, 2007].

### 3.3.1.2. Hermetik kombiler

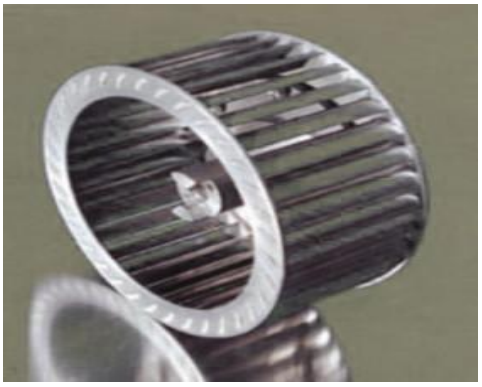
Hermetik kombilerde bacaya gerek yoktur. Ortamın havasını kullanmadığı için kısıtlama getirmeden kullanılırlar. Yanma için gerekli havayı bir fan vasıtasıyla ve özel iç içe geçen iki borudan oluşan hava akım borusu sayesinde dışarıdan alırlar. Hermetik kombiler mutlaka dış duvara veya dış duvara yakın bir yere monte edilmeli ve hava akım borusu atmosfere açık olmalıdır. Apartman aydınlıklarına bağlanmamalıdır.

Hermetik kombinin ana elemanları;




Şekil3.4. Hermetik kombinin ana elemanları [DGD, 2009]

1°) Fan: Yanma için gerekli temiz havayı temin eder ve yanma ürünlerinin hermetik kabinden tahliyesini gerçekleştirir. Kombi cihazlarında baca fanı modülasyonu yeni bir teknolojidir. Eski tip konvansiyonel kombi cihazlarının hermetik baca fanları tek devirli olarak işletilmektedir. Yani kombi cihazınız yanmaya geçtiği sırada baca fanı çalışmaya başlar, sistem sıcaklığı gereken değere geldiği zamanda alev söner ve baca fanı durur. Yeni tip konvansiyonel kombi cihazlarında ise baca fanı modülasyonu bazı modellerde kademeli bazılarında ise tam modülasyonlu olarak istenilen devirde döndürülür.



Şekil3.5. Hermetik kombinin elemanı fan resmi [Yılmaz, 2008]

Bunun sağladığı yarar kombi tam kapasite ile yanarken baca fanı yüksek devirde döndürülür, düşük kapasitede ise hermetik baca fanının hızı da düşürülür. Böylece kombi cihazı düşük kapasitede çalışma yaparken alevin oluşturduğu ısıl enerji bacadan uçup gitmesi engellenmiş olur. Baca fanı modülasyonu kombi cihazlarının verimini arttırmaktadır.

2°) Prosestat: Fan gövdesi ile hermetik kabin arasındaki basınç farkını kontrol ederek fanın çalışıp çalışmadığını çalışıyorsa baca yolunda tıkanıklık olup olmadığını tespit eder. Fan çalışıyor fakat baca tıkanık ise prosestat kombinin çalışmasını engeller.

3°) Eşanjör: Yanma sonucu ortaya çıkan ısı enerjisinin merkezi ısıtma devresindeki suya aktarılması amacıyla kullanılır.

4°) Aşırı Isınma Emniyet Termostatı: Birincil Eşanjörden geçen suyunu sıcaklığı bu termostat vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Bu termostatın algıladığı sıcaklık 100°C'ye ulaştığında kontrol kartı gaz vanasının beslenmesini keserek kombiyi kapatır.

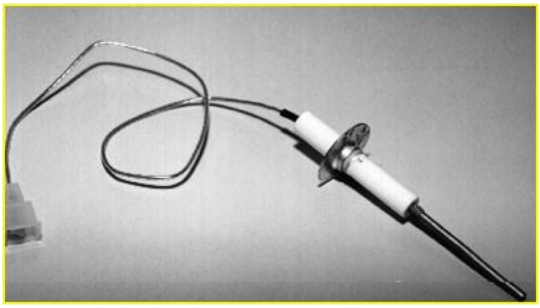
5°) Yanma Odası: Brülörün hemen üzerinde bulunan kapalı ve izole edilmiş bir haznedir. Yanma olayı bu hazne içerisinde gerçekleşir.

6°) Genleşme Tankı: Suyun hacmi artan sıcaklığa bağlı olarak artar. 1 kg su 20°C de 1.0018 litre hacme sahipken 70°C de 1.0228 litre hacme ulaşır. Söz konusu artan bu % 2'lik artışı nedeniyle sisteme zarar gelmemesi için genleşme tankı kullanılır.



Şekil3.6. Hermetik kombinin elemanı genleşme tankı resmi [Yılmaz, 2008]

7°) İyonizasyon Elektrotu:



Şekil 3.7. Hermetik kombinin elemanı iyonizasyon elektrotu resmi [Yılmaz, 2008]

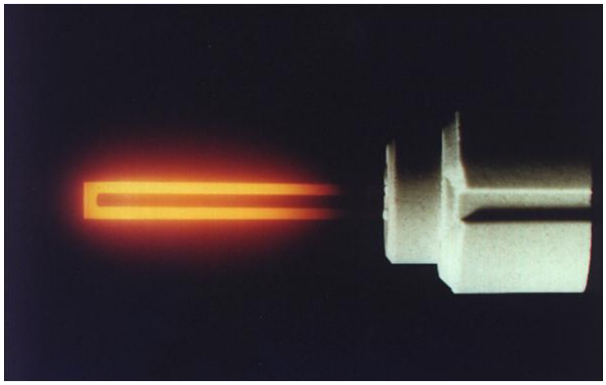
Görevi brülörde ateşleme olup olmadığını kontrol etmektir. Alev içerisinde kimyasal reaksiyonlar sonucu iyonlar oluşmaktadır. Alev ile temas halinde bulunan elektrot bu iyonlar yardımıyla ortaya çıkan akımı elektronik karta iletir. Söz konusu akım çok zayıf olmakla birlikte sistemin çalışması için yeterli düzeydedir.

8°) Brülör: Brülör ön ve arka destek saçları ve kanatlarından oluşmaktadır. Brülör kanatları hava ile yakıtı karıştırıp yanmaya hazır bir hale getirir.



Şekil 3.8. Hermetik kombinin elemanı brülör resmi [Yılmaz, 2008]

9°) Ateşleme Elektrotu:



Şekil 3.9. Hermetik kombinin elemanı ateşleme elektrotu resmi [Yılmaz, 2008]

Görevi brülörü ateşlemektir. Isıtma talebi geldiğinde 230 V ile beslenen ateşleme ünitesi çok yüksek bir gerilim yaparak elektrotlarda kıvılcım oluşmasını sağlar. Bu kıvılcım ile ateşleme gerçekleşir.

10°) Pompa: Merkezi ısıtma devresindeki suyu kombi ile radyatörler arasında dolaştırır.



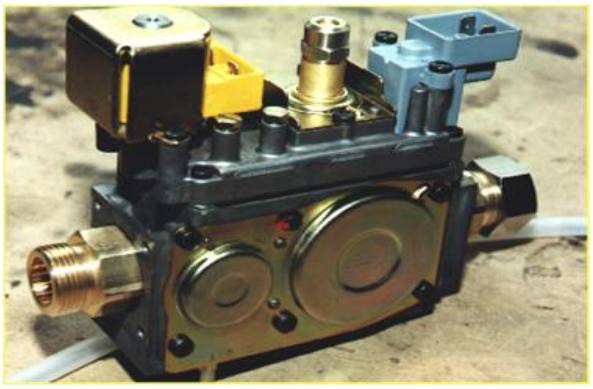
Şekil 3.10. Hermetik kombinin elemanı pompa resmi [Yılmaz, 2008]

11°) Otomatik Pürjör: Pompa üzerinde bulunan otomatik pürjör pompa çalışırken otomatik olarak merkezi ısıtma devresindeki oluşması muhtemel havayı tahliye eder.
12°) Düşük Basınç Anahtarı: Kombi içerisindeki suyun basıncını kontrol eder. Basınç değeri 0.3 barın altına düştüğü anda kombiyi devre dışı bırakır. Basınç değeri 0,8 bar'ın üzerine çıkmadan kombiyi devreye sokmaz.
13°) Kullanım Suyu Akış Anahtarı: Kullanım suyu devresindeki su akışını algılayan elemandır. Kullanım suyu açıldığında hidrolik kit bünyesinde bulunan türbin dönmeye başlar. Kullanım suyu akış anahtarı türbinin dönüşünü tespit ederek elektronik karta sinyal gönderir ve kombi sıcak su kullanımında çalışmaya başlar.
14°) 3.5 Bar Emniyet Ventili:



Şekil 3.11. Hermetik kombinin elemanı emniyet ventili resmi [Yılmaz, 2008]

Sistemi korumak amacıyla su basıncı 3,5 barı geçtiği anda emniyet ventili açılarak sistem içerisindeki suyu tahliye eder. Emniyet ventili sayesinde sistem içerisindeki su basıncı 3.5 bar'ın üzerine çıkamaz.
15°) Gaz Valfı: Gaz yolunu açıp kapayarak gaz debisini ve buna bağlı olarak brülör basıncını ayarlar.



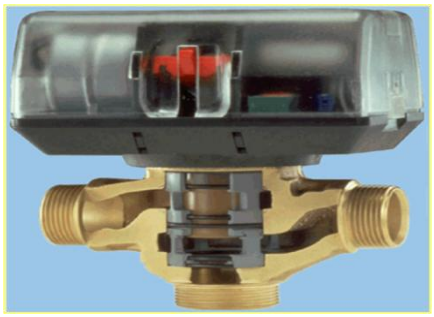
Şekil3.12. Hermetik kombinin elemanı gaz valfı resmi [Yılmaz, 2008]

16°) Plaka Eşanjör: Merkezi ısıtma sistemindeki ısının kullanım suyuna aktarılması ve dolayısıyla kullanım suyunun ısıtılmasını sağlar.



Şekil3.13. Hermetik kombinin elemanı plakalı eşanjör resmi [Yılmaz, 2008]

17°) 3 Yollu Vana Motoru: Sıcak su sirkülâsyonunu merkezi ısıtma devresinden kullanım suyuna veya kullanım suyundan merkezi ısıtma devresine çevirir.



Şekil3.14. Hermetik kombinin elemanı 3 yollu vana motoru resmi [Yılmaz, 2008]

18°) Kullanım Suyu Sensoru: Hidrolik kit üzerinde bulunan daldırma tip ısı sensoru ile kullanım suyu sıcaklığı kontrol edilmektedir. Merkezi ısıtma devresindeki sensor gibi bu sensor de artan sıcaklık ile azalan elektriksel direnç mantığına göre çalışır.

19°) Doldurma Musluğu: Hidrolik kit üzerinde bulunan doldurma musluğu sisteme su doldurmak amacıyla kullanılır.

20°) Boşaltma Vanası: Pompa üzerinde bulunan boşaltma vanası arıza, bakım onarım gibi herhangi bir durumla karşılaşıldığında sistemdeki suyu boşaltmaya yarar [Yılmaz, 2008].

Hermetik kombi güvenlik elemanları;

1°) Donma Emniyeti: Kombi kontrol ünitesi kombiyi donmaya karşı koruyacak şekilde tasarlanmıştır. Su sıcaklığı 6°C'nin altına düştüğü zaman kombi bekleme komutunda olsa bile kombiyi oda termostatından bağımsız olarak çalıştırır. Su sıcaklığı 15°C'ye ulaşınca kombiyi kapatır.

2°) Prosestat: Hermetik kombinin ana elemanları bölümünde detaylı bilgi verilmiştir.

3°) Pompa Anti Blokaj Sistemi: Elektrik bağlantısı olduğu müddetçe pompayı her 24 saatte bir çalıştırarak sıkışmaya engel olur.

4°) İyonizasyon Elektrotu: Hermetik kombinin ana elemanları bölümünde detaylı bilgi verilmiştir.

5°) Aşırı Isınma Emniyet Termostatı: Hermetik kombinin ana elemanları bölümünde detaylı bilgi verilmiştir.

6°) Düşük Basınç Anahtarı: Hermetik kombinin ana elemanları bölümünde detaylı bilgi verilmiştir.

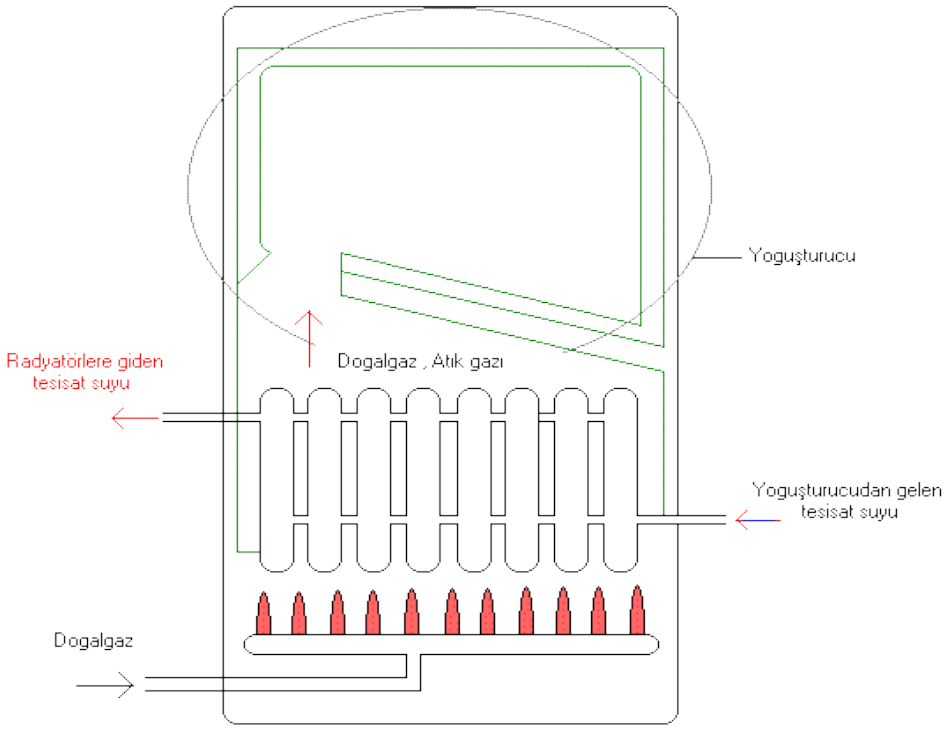
7°) 3.5 Bar Emniyet Ventili: Hermetik kombinin ana elemanları bölümünde detaylı bilgi verilmiştir.

8°) 3 Yollu Vana Anti Blokaj Sistemi: Elektrik bağlantısı olduğu müddetçe her 24 saatte bir 3 yollu vanayı çalıştırarak sıkışmaya engel olur.
9°) Kullanım Suyu Sensor Arızası: Kullanım suyu sensoru arızalandığında kombi merkezi ısıtma sensoru yardımıyla kullanım suyu sıcaklığını kontrol ederek çalışmaya devam eder. Bu durumda merkezi ısıtma su sıcaklığı 65°C'yi geçemez. [Yılmaz, 2008]

### 3.3.1.3. Yoğuşmalı kombiler

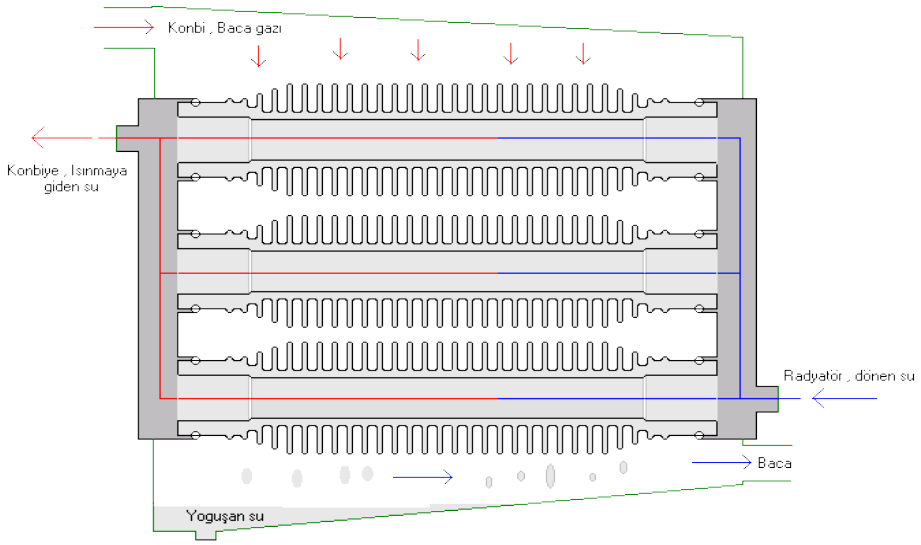
Turbo eşanjör sistemi ile atık gaz sıcaklığı düşürülerek yanma sonucu oluşan su buharı sisteme geri kazandırılmakta ve bunun sayesinde de yüksek verim elde edilmektedir.

Yoğuşma tekniği kullanılan kombilerin standart kombilere göre başlıca farkı, baca gazı ürünlerindeki su buharı yoğunlaştırılması ile ortaya çıkan yoğuşma gizli ısısının bir kısmının kullanılabilmesi ve ısı geri kazanım kabiliyetleridir. 1 $m^3$ doğalgaz başına 1.5 kg ile 1.7 kg arasında su oluşmaktadır. 1 kg su başına açığa çıkan buharlaşma ısısı 539 kcal'dir. Bu enerji gizli ısı olarak anılmakta ve standart kombilerde bu ısıdan yararlanılmamaktadır. Yoğuşmalı kombiler, bacadan atılan gazların içindeki su buharında bulunan enerjiyi, gazları yanma bloğunun içinde tekrar dolaştırmak suretiyle özel olarak tasarlanmış kanatçıklara çarptırarak alır ve tesisat suyuna aktarır.




Şekil3.15. Yoğuşmalı kombi şematik gösterimi [Kalyoncu, 2007]

Yanma sonucu oluşan ürünler 1. eşanjörden geçerken içersindeki su buharı yoğunlaşarak, su haline gelir. Yoğuşan suyun enerjisini de 2. eşanjörde dolaşmakta olan sistem suyu alır. Bu sistemle çalışan kombilerin verimleri standart kombilerden daha fazla olmaktadır. Yoğuşma sonucu oluşan su da, özel bir tahliye borusu ile dışarı atılır.




Şekil3.16. 1. Yoğuşma eşanjörü şematik resmi [Kalyoncu, 2007]

Yoğuşmalı Kombilerde norm kullanma verimi %109'a ulaşılmaktadır. Böylelikle ısıl konfor daha az yakıt sarfiyatıyla elde edilmiş olur. Geniş eşanjör yüzeyleri ile yüksek su sıcaklıklarında da yüksek verim korunur (75–60°C sistemde %105 norm kullanma verimi). İlk yanmada Magnezyum Alüminyum Silisyum alaşımı eşanjörün yüzeyinde oluşan alüminyum oksit korozyon önleyici bir tabaka oluşturarak eşanjörü asidik yoğuşma suyunun korozyon etkisinden korur. Özel Magnezyum Alüminyum Silisyum alaşımının yüksek ısı iletme yeteneği sayesinde işletme sıcaklığına çok hızlı ulaşılır ve değişken sıcaklık ihtiyaçlarına çok büyük bir hızla uyum sağlanarak, yük değişimlerinde neredeyse sıfır kayıp elde edilir [Kalyoncu, 2007].

Klasik kombi ile yoğuşmalı kombi arasındaki farkları oluşturan en önemli elemanlar;

1°) Isı Eşanjörü: Yoğuşmalı kombilerin ebatları aynı kapasiteli klasik kazanlara oranla daha büyüktür. Çünkü ana esanjörün ısıtma alanı daha fazladır. Daha geniş alanlı olarak tasarlanan ısı esanjörü korozyona dayanıklı olabilmesi için alüminyum döküm veya paslanmaz çelik malzemeden yapılır.

2°) Brülör: Yoğuşmalı kombilerde kullanılan brülörlerin ortak özellikleri; Yüksek verimle çalışmaları, Geniş modülasyon aralıkları, (klasik kombilerde % 40–100, yoğuşmalılarda (%16–100) Kullanılan gaz cinsine göre kolay ayarlanmaları, Servis ve bakım kolaylığı dikkate alınarak tasarlanmış olmalarıdır. Geniş kapasite aralığında yapılan modülasyonla konutun o anki ısınma ihtiyacına göre gerekli ısı enerjisi en verimli şekilde üretilmekte, böylece hem yakıt ekonomisi hem sürekli sağlanan yanma ile dur-kalk işletmesi olarak adlandırılan çalışma tarzından kurtulmuş temiz bir yanma elde edilmiş olmaktadır.

3°) Fan: Sistemin en önemli iki elemanı fan ve gaz valfıdır. Değişken hızlı fan, gerekli devir sayısını sağlayan sinyali, dış hava sıcaklığını referans alan ve yanma için gerekli hava miktarını sağlayacak en uygun fan devir sayısını hesaplayan elektronik regülasyon sisteminden alır. Sinyal konutun o anki hava koşullarında ısıtılabilmesi için gerekli olan enerjiyi temin edecek yanmayı sağlayacak hava miktarına göre fan devrini ayarlar. Değişken hızlı, DC motorlu kombi besleme fanı elektrik tüketimini klasik kombilere göre % 15–50 arasında azaltmaktadır.

4°) Gaz Valfı: Yanma için gerekli olan gaz, bir fan ile kontrol edilen gaz armatürü vasıtasıyla ayarlanır. Gaz ve püskürtülen havanın brülörden önce karışmasıyla ön

karışım sağlanır ve bu karışım yanma odasında yakılır.

5°) Kontrol Sistemlerinde Gelişme

5.1°) Dış Hava Sıcaklığına Göre Çalışabilme: Dış hava sıcaklığına göre kalorifer gidiş suyu sıcaklığı ayarlanabilmektedir. Ortam sıcaklığı da, üzerinde önceden ayarlanmış ısı eğrisi üzerinden otomatik olarak ayarlanarak istenilen sıcaklıkta tutulabilmektedir.

5.2°) Kaskad: Tek büyük kazan yerine birden fazla sayıda duvar tipi kombinin paralel bağlanarak kaskad sistem oluşturulması belirli kapasitelere kadar yatırım maliyeti açısından daha ekonomik olabilmektedir. Kombiler modülasyonlu çalıştırılabilme özelliğine sahiptirler.

5.3°) Modem Bilgisayar Bağlama İmkânı: Cihazın bilgisayar ile ayarı ve arıza teşhisi yapılarak çevrimiçi servis imkânı sağlanmaktadır. Bu sayede cihaza anında müdahale yapılır, uzaktan servis imkânı sağlanır.

5.4°) Hata Analiz Sistemi: Arıza ve işletme sinyalleri ekrandan dijital olarak gösterilebilmektedir. Arızalar ile ilgili çok detaylı mesajlar alınabilmektedir.

5.5°) Uzaktan Kumanda: İstenilen odadan cihazı kontrol etme imkânı [Yılmaz,2008].

### 3.3.2. Kombi seçim kıstasları

Kombi seçim kıstasları;

1°) Mahallin Hacmi: Bacalı veya fanlı kombi cihazları açık yanma hücrelidirler. Yanma işlemini ortam havasını kullanarak yerine getirdikleri için bu tip cihazların monte edildiği mahaller, minimum 8 $m^3$ hacminde olmalıdır

2°) Havalandırma Durumu: Bacalı ve fanlı cihazlar, içinde bulundukları ortamın havasını kullandıklarından bulundukları hacimler yeterli havalandırmaya sahip olmalıdır. Ortamın uygun kesite sahip bir iç mahalden sürekli olarak havalandırmalıdır. Menfez kesitleri cihaz kapasitesine bağlıdır. 24,000 kcal/h'lık bir cihaz için 150$cm^2$'dir

Bacalı tip cihaz özel bir uygulama ile dolap ve kapalı bir hücre içerisine monte edilecekse bu durumda bu bölümün üst ve alt seviyelerinde çekiş ve taze hava gereksinimi için sırayla 32-65cm² kesitlerinde birer adet menfez bulundurulmalıdır.

3°) Baca Durumu: Bacalı cihazların monte edileceği mahalde çekişi iyi, uygun kesite sahip müstakil veya paralel tip bir baca bulunmalıdır. Cihazların bacaya bağlantısında standartların öngördüğü kıstaslara uyulmalıdır. Baca bağlantı borusu bacaya tam sızdırmaz olarak bağlamalıdır. Hermetik ve fanlı cihazlar için baca gereksinimi yoktur. Ancak fanlı cihazlarda atık gaz seti, hermetik cihazlarda ise baca kiti uygun konumda ve ölçüde monte edilmelidir.

Hermetik cihazlarda atık gaz setinin çıkış noktası bir başka kombinin çıkış setine açılabilir pencere veya herhangi bir hava menfezine 100 cm'den daha yakın olmamalıdır. Bu konuyla ilgili olarak standartlarda öngörülen detay uygulama kurallarına riayet edilmelidir.

Cihazları duman kanalı ve atık gaz çıkış setlerinin yanabilir malzemelerden uzaklığı minimum 5 cm olmalıdır. Bacalı tip kombiler, müstakil bacalı apartmanlarda yukarıdan aşağıya doğru maksimum 5 kata kadar, paralel bacalı apartmanlarda ise yine yukarıdan aşağıya doğru maksimum 10 kata kadar uygulanabilir. Daha fazla kat içeren yüksek apartmanlarda ise yine bu sınırları aşan alt katlara hermetik kombi uygulamak zorundadır.

4°) Isı Kaybı: Kombinin monte edileceği konutun ısı kaybı, içinde bulunulan bölgenin iklim koşulları ve binanın yalıtımı dikkate alınarak konfor koşullarını sağlayacak şekilde hesaplanmalıdır. Kombiler genellikle 20,000 kcal/h ve 25,000 kcal/h kapasitelerinde üretilirler. Konutun hesaplanan ısı ihtiyacı dikkate alınarak uygun kapasiteli cihaz belirlenmelidir.

5°) Kritik Devre Basınç Kaybı: Kombilerde kullanılan dolaşım pompaları genellikle üç devirlidir. Dolaşım pompasının debisi konutun ısı ihtiyacını, basma yüksekliği ise kalorifer tesisatındaki direnci yenecek nitelikle olmalıdır. Cihaz iç direnci ile kritik devre basınç kaybı toplamı pompanın manometrik basma yüksekliğinden düşük olmalıdır. Aksi takdirde kalorifer tesisatındaki yetersiz dolaşım ve ısınamama sorunlarıyla karşılaşılır. Bu nedenle kullanılacak kombinin dolaşım pompası karakteristik değerlerini tesisata uygunluğu kontrol edilmelidir. Ayrıca cihaz montajı yapıldıktan sonra, ısıtma tesisatının toplam direnci dikkate alınarak dolaşım pompasının çalışma kademesi uygun devreye ayarlanmalıdır.

6°) Tesisat Su Hacmi ve Genleşen Su Miktarı: Kalorifer tesisatında genleşen su miktarı, kombi cihazı içindeki genleşme tankı kapasitesi ile yakından ilgilidir. Tesisat suyunun ısınması sonucu oluşan genleşmenin tank tarafından depo edilmesi gerekir. Kombilerde kullanılan genleşme tankı hacmi cihaz kapasitesine göre 6–10 litre arasında değişmektedir. Tesisattaki toplam su miktarı ise radyatör cinsi, boru çapı metrajı ile yakın ilişkilidir. Kombi cihazlarının monte edileceği konutlarda tesisattaki toplam su miktarı maksimum 220 litreyi aşmamalıdır. Bu nedenle kombi cihazlarının yeni konutlarda gerek yakıt tasarrufu gerekse genleşmenin depo edilmesi amacıyla düşük su hacimli radyatörlerin kullanımı tercih edilmelidir. Tesisatta mevcut radyatörler kullanılacaksa tesisat su hacminin cihazın genleşme tankı kapasitesine göre uygunluğu kontrol edilmelidir.

7°) Cihazın Modeli, Ateşleme Şekli: Bacalı, fanlı ve hermetik kombilerin ateşleme türüne göre pilot alevli ve elektronik ateşlemeli modelleri mevcuttur. Pilot alevli cihazlarda çalışma konumunda pilot sürekli yandığından ihmal edilecek düzeyde de olsa ilave bir gaz tüketimi söz konusudur. Elektronik ateşlemeli cihazlarda ise ısıya veya sıcak suya ihtiyaç duyulduğunda ana yakıcı otomatik olarak devreye girmektedir. Bu nedenle elektronik ateşlemeli cihazların kullanımı daha konforlu, yakıt tüketimi daha ekonomiktir. Ancak elektronik ateşlemeli kombilerin ilk yatırım maliyeti biraz daha yüksektir.

Ateşleme türüne göre hangi cihazın seçilmesi gerektiği kararında teknik bir sınırlama yoktur. Bu karar tamamıyla kullanıcının arzusu ve tercihine göre verilmelidir [Küçükçalı, 2000].

### 3.3.3. Kombilerin avantajları ve dezavantajları

Avantajları:

1°) Merkezi sistemlerin aksine her dairenin kendi kontrolünü kendisinin yapmasına olanak verirler. Her daire istediği kadar ısınıp, istediği kadar sıcak su kullanırken, tam olarak yaktığı kadar yakıt faturası öder. Apartmanda yakıt faturasını dairelere dağıtmak ve parayı toplama derdi ortadan kalkar.

2°)Hem ısıtma, hem de kullanma sıcak suyu temini anında mümkündür.

3°) Duvara monte edildiği için az yer kaplar.

4°) Dolaşım pompası ve kapalı genleşme tankı üzerindedir. Paket ve kompakt yapısıyla daire içinde rahatlıkla kullanılabilinir.

Dezavantajları:

1°) Birçok kalitede üretilirler. Standard kombilerin ömürleri 5–7 yıl gibi kısadır. Kaliteli ve son teknoloji ürünleri yeni cihazların ise ömrü 20 yılı bulmaktadır.

2°) İşletme maliyetleri merkezi sistemlere göre daha yüksektir. Türkiye'de apartman dairelerinin ortalama 100 m² olduğu düşünülürse ve konforlu bir şekilde sıcak su kullanılması için en azından 20.000 Kcal/h kapasite gerektiği düşünülürse her daire için her zaman ısıtma ihtiyacından büyük bir cihaz seçilmek zorundadır. Bu durumda artan dur-kalk sayısına bağlı olarak yakıt tüketimi ve servis giderleri artacaktır. Bu sorunun aşılması için oda sıcaklığına göre de modülasyon yapabilen 3 tam modülasyonlu kombiler tercih edilmelidir. Kombi kesinlikle oda kumanda cihazı ile kullanılmalıdır.

3°)Kapasitelerinin sınırlı olması (Genellikle 20.000 – 30.000 Kcal/h) villalarda kullanımı kısıtlamaktadır. Ama zaten 300m² alanın üzerindeki bir villada ya da iki katlı dairede sıcak su ihtiyacı da fazla olacağı göz önüne alınarak sıcak su deposu olan (boylerli) cihazlar tercih edilmelidir. Bu tür daireler veya villalar için uygun çözüm Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanların kullanılmasıdır.

4°) Standart kombilerin verimleri daha düşüktür. Ama gelişen teknoloji ile yeni model Kombilerde verim % 93,5 'e kadar çıkarılmıştır. Birçok düşük kalite yer tipi kazanda bile bu değer elde edilememektedir. Ama günümüzde baca gazındaki su buharını yoğuşturarak % 107–109 verimlere ulaşan yoğuşmalı kazanlar tercih edilmektedir. Buna alternatif olarak yoğuşmalı kombi de kullanılabilir.

5°) Çok katlı apartmanlarda ilk yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Her daireye kombi alınmasıyla, merkezi bir sistem karşılaştırıldığında 3–4 daireli küçük apartmanlar haricinde her zaman kombi sisteminin daha pahalıya çıktığı görülmektedir. Tüm avantajları ve dezavantajları toparlandığında görülmektedir ki Kombi sistemi bir apartmanda sadece her dairenin kendi ısıtmasını kendi sağlaması avantajı ile tercih edilebilir. Eğer apartmanda bir birlik varsa, merkezi bir kazan dairesi daha verimli ve daha ekonomik olacaktır. Küçük binalarda ise (4–5 katlı binalar veya küçük villalar) pratikliği ile kombi ön plana çıkmaktadır. Önemle üzerinde durulması gereken konu kaliteli üç tam modülasyonlu kombi seçilmesidir[Küçükçalı, 1998].

### 3.3.4. Kat kaloriferleri

Doğalgazlı konutlarda kullanılan kat kaloriferlerinin kazanları hem atmosferik hem de üflemeli brülörlü olabilir. Kat kaloriferleri, kazan içindeki suyun istenilen sıcaklıkta ısıtılması ve bunun bir pompa vasıtasıyla radyatörlerde dolaştırılması suretiyle mahal ısıtılması yapan cihazlardır. Bu cihazlarla bir veya birkaç daireyi ısıtmak mümkün olabilmektedir. Boylerli tip cihazlarla sıcak su temini de sağlanabilmektedir [Kalyoncu, 2007].

#### 3.3.4.1. Sobalar

Atmosferik brülörlerin kullanıldığı sobalar bacalı veya hermetik olarak iki farklı tiptir. Bacalı sobalar mutlaka bacaya bağlanmalıdır. Baca bağlantıları kısa tutulmalıdır. Bu sobalar $8m^3$'ten küçük hacimlere yerleştirilmemelidir. Bacalı sobalar 6.000–12.000 kcal/h kapasite aralığındaki tiplerde üretilebilmektedir.

Hermetik sobalar ise bacaya ihtiyaç göstermezler. Dış duvara monte edilen hermetik sobalar özel bacası sayesinde yanma havasını dışarıdan alıp, baca gazlarını da dışarıya verirler. Mahal kısıtlaması gerektirmeden atmosfere bakan herhangi bir duvara monte edilebilir. Dış görünüşleri dekoratif olan sobalar, üzerindeki termostat düğmesi sayesinde ayarladığınız sıcaklığa uygun olarak çalışırlar, Otomatik ateşlemelidirler. Alev söndüğünde gazı kesen otomatik emniyet sistemi mevcuttur. 2.500'den 7000 kcal/h kapasiteye kadar piyasada çeşitli güçlerde hermetik sobalar bulunmaktadır [Kalyoncu, 2007].

### 3.3.4.2. Şömineler

Doğal gaz şömineleri salon, oturma odası gibi geniş alanların ısıtılmasında kullanılır. Kapasiteleri 8.600 kcal/h'e kadardır. Doğal gaz şömineleri dekoratiftirler, termostat kontrolü ile ortamı istediğiniz sıcaklıkta ısıtırlar [Kalyoncu, 2007].

## 3.4. Merkezi Isıtma Cihazları

Merkezi sistem, birden fazla bağımsız bölümün bir kazan dairesinden ısıtılmasıdır. Genellikle 12 veya daha fazla bağımsız bölüm içeren binalarda ilk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından tavsiye edilir.

Doğal gaz kullanımında merkezi ısıtma; kalorifer kazanı, brülör, otomatik kontrol, vana, pompa, doğalgaz sayacı, baca gibi temel unsurlardan oluşan bir sistemdir.

Merkezi ısıtma sisteminde yakıt ekonomisini sağlamak için, tesisatınızda bir otomatik kontrol panelinin bulunması önerilmektedir. Bu panel için gerekli olan sisteme konulacak donanımlar (üç veya dört yollu karışım vanası, paralel pompa, vb) ilgili kazan imalatçı ve/veya ithalatçı firmaların önerileri ve istekleri doğrultusunda kullanılmalıdır.

Merkezi ısıtma sisteminizin temel unsurlarını (kalorifer kazanı, brülör, otomatik kontrol paneli, vb) satın alırken üretici firma ve tesisat uygulayıcılarının (bayi ve/veya yüklenici/taşeron) yeterliliği çok önemlidir. Sistemin ve sistemde yer alan temel unsurların; öngörülen işletme, bakım ve koruma talimatlarında belirtilen şartlarda çalıştırılması, bakımlarının düzenli ve yetkili kişilerce yapılması cihazlarınızın ömrünü uzatır [Kalyoncu, 2007].

### 3.4.1. Kalorifer kazanları

Kalorifer kazanları malzeme yapılarına göre dökme dilimli ve çelik olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Kalorifer kazanı seçimi doğalgaza geçişte yöneticinin başını en

çok ağrıtan konudur. Türkiye'den çok daha önce doğalgaz kullanımına geçmiş Avrupa ülkelerine baktığınız zaman her iki cins kazanın da uzun yıllardan beri kullanıldığını görmekteyiz. Yurtdışında her iki cins kazan üreten birçok firma uzun yıllardan beri faaliyetlerini sürdürmüş ve pazar bulabilmişlerdir. Hatta Avrupa'da bazı üretici firmalar hem dökme dilimli kazan hem de çelik kazan üretmekte ve pazarlamaktadırlar. Bu demektir ki her iki cins kazanın birbirlerine göre avantajı ve dezavantajları olmasına rağmen, her ikisi de doğalgaz pazarında yer edinebilmiştir. Doğal gaza geçiş olayı yalnızca bir kazan değiştirme değildir. Kazanı, brülörü, bacası, vanası, otomatik kontrolü, emniyet sistemleri, yalıtımı, boruların döşenmesi, pompası ile komple bir sistem seçimidir. Bu sistemin en iyi şekilde seçilmesi gerekir.

1°) Dökme Dilimli Kazanlar: Dilimli olması nedeniyle kazan dairesine kolayca taşınabilen ve monte edilebilen, dilim ilavesi ile kapasitenin arttırılabildiği kazanlardır. Seçim sırasında ihtiyaca uygun kazan tipi seçme şansı fazladır. Bu tür kazanlar ithal edildiğinde DIN 1691 ve 4702 normuna, yerli kazanların da TS 430, 4040 ve 4041 (ısıl verim) standardına uygun olması gerekir [Kalyoncu, 2007].



Şekil 3.17. Dökme dilimli kazan resmi [ALARKO, 2009]

2°) Çelik Kazanlar: TS 497, TS 4040, TS 4041 (ısıl verim, kapasite) standartlarına uygun olmalıdır. Girişi dar olan kazan dairelerinde, tek parça üretimlerin kazan dairesine girişi zordur. Montajı yerinde yapılan (parçalı) ürünlerde, üretici firmanın sağladığı garanti şartları gözden geçirilmelidir.



Şekil 3.18. Çelik kazan resmi [ISISAN, 2009]

Kalorifer kazanları kullanılan brülör çeşidine göre de üflemeli ve atmosferik brülörlü olmak üzere iki çeşittir. Aşağıdaki açıklamasını yaptığımız brülör cinsleri hem çelik kazanlara, hem de dökme dilimli kazanlara tatbik edilebilmektedir.

1°) Üflemeli Brülörlü Kazanlar: Kazanı değiştirmeden alternatif yakıt (fuel oil, motorin, LPG) kullanma şansı vardır. Dökme dilimli kazanlarda dilim ilavesiyle kapasite yükseltilmesinde brülör değişimi gerekmeyebilir. Bu tip brülörlerde yanma havası bir fan vasıtasıyla alınır.

Üflemeli brülörlü kazanlarda brülör değişimi vasıtasıyla yakıt tipi rahatlıkla değiştirilebilmektedir. Çift yakıtlı (motorin ve doğalgaz) brülörlerin yanı sıra tek, iki, üç

kademeli ve modülasyonlu brülörler mevcuttur. Merkezi kazan sistemlerinde mutlaka iki, üç kademeli ve modülasyonlu brülörler tercih edilmelidir. Tek kademeli brülörler daha küçük kapasitelerde (örneğin 70 kW'ın altında) tercih edilebilir [Kalyoncu, 2007].

2°) Atmosferik Brülörlü Kazanlar: Bu kazanlar sadece doğalgaz ve LPG yakarlar. Sıvı yakıtla (fuel oil, motorin) çalışmazlar. Üflemeli brülöre nazaran çok daha sessiz çalışırlar. Kapasiteleri sınırlıdır. (maksimum 350.000 kcal/h) Bu tip brülörler kazanla birlikte tasarlandıkları için kazanla birlikte satılırlar. Bu sistemde brülör, yanma hücresi ve bacanın uyumu çok önemlidir. Atmosferik brülörlü bir kazan seçtiğinizde uygulayıcı firmaya özellikle mevcut bacanızı incelettirin ve bacanın uygunluğu konusunda garanti alın [Kalyoncu, 2007].

### 3.4.2.Doğalgaz brülörleri

Brülörler en az kazanlar kadar önemli olup, kullanıcı tarafından en az bilinen elemanlardan biridir. Brülörün önemi; gazın yanarak ısıya dönüştüğü eleman olması nedeniyle verimleri ve çevreyi kirletip kirletmemesidir. Brülör kazan uyumunun iyi seçilmesi, brülörün ayar ve bakımı sarfiyat ve verimi önemli ölçüde etkiler. Brülör üflemeli, atmosferik, alevsiz ve çift yakıtlı olmak üzere dörde ayrılır.

1°) Atmosferik Brülörler: Üflemeli brülörden ana farkı, havayı yanma odasına tabii olarak almasıdır. Bunlarda baca, yanma hücresi ve yakma havası uyumlu olmak zorundadır. Atmosferik brülörler ancak sınırlı ısıl kapasitelerde kullanılabilir.(300.000 kcal/h'e kadar.) Sessiz, çalışmaları, aşınacak parçanın olmaması, basit yapıları nedeniyle arıza ihtimalleri azdır.

2°) Üflemeli Brülörler: Bu brülörlerin en önemli özelliği yanma havasının bir fan vasıtasıyla cebri olarak gönderilmesidir. Üflemeli brülörlerde yakma havasını sağlayan fan aynı zamanda yanma hücresinde oluşan karşı basıncı ve eğer varsa bacadaki dirençleri yenmeyi sağlar. Bu brülörler:

- 350.000 kcal/h'e kadar tek veya çift kademe
- 350.000-3.600.000 kcal/h'e kadar çift kademeli veya oransal
- 3.600.000 kcal/h üzerinde oransal kontrollüdür.



Şekil 3.19. Üflemeli brülör [Kalyoncu, 2007]

3°) Alevsiz Brülörler: Seramik fiber yanma kafası dolayısıyla alevsiz yanma teknolojisine sahip bir brülördür. Yalnızca kendine özel kazanlarda kullanılabilir. Özel bir brülördür.

4°) Çift Yakıtlı Brülörler: Hem fueloil hem de gaz yakabilen brülörler olup, gazın kesilmesi halinde fueloil ile çalışma imkânı sağlar. Kesintisiz çalışmak zorunda olan endüstriyel tesislerde tercih edilirler [Kalyoncu, 2007].

### 3.4.3. Kaskad sistemleri

Yoğuşmalı kazanlar malzemelerinin özelliği dolayısıyla büyük kapasitelerde pahalı olmaktadır. Burada ekonomik çözüm, tek büyük cihaz yerine birden fazla sayıdaki duvar tipi cihazın paralel çalıştırılmasıdır. Kaskad sistem adı verilen bu uygulamada cihazların oransal kontrollü (modülasyonlu) olmaları istenir.

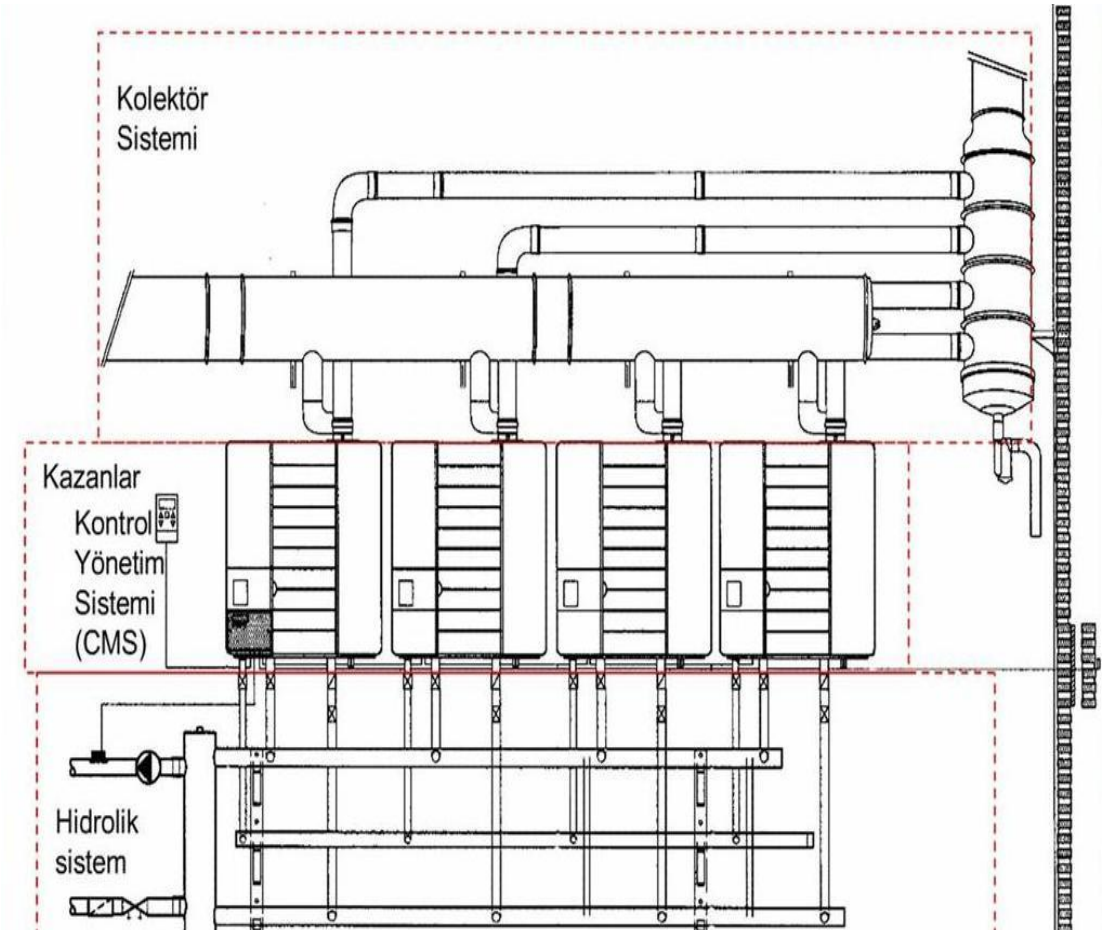
Tek duvar tipi yoğuşmalı kazan yerine birden fazla sayıda duvar tipi cihazın paralel bağlanarak kaskad sistem oluşturulması belirli kapasitelere kadar yatırım maliyeti açısından daha ekonomik olabilmektedir. Örneğin tek 100 kW döşeme tipi cihaz yerine, iki adet 51kW duvar tipi cihaz kullanımı daha ekonomiktir. Kaskad sistemde sekiz cihaza kadar duvar tipi yoğuşmalı kazanı birlikte çalıştırmak mümkündür. Özel kontrol sistemleri kullanılarak iki kazanı veya sekize kadar sayıdaki kazanı birlikte çalıştırabilmektedir.



Şekil 3.20. Kaskad sistemi [ALARKO, 2009]

Kaskad sistemde bütün kazanlar modülasyonlu olarak çalıştırılmaktadır. Her bir kazanın kumanda edilebilmesi için bütün kazanların otomatik kontrol ünitesine bağlanması gerekmektedir.

Kontrol ünitesi, istenen oda sıcaklığında bir değişim görüldüğünde önce bir numaralı kazan devreye sokar. Kazan %100 kapasite ile çalışmaya başlar. Kontrol paneli, servis bölümünde girilmiş istenen sıcaklığa ulaşma süresine bakar. Yine servis bölümünde girilmiş hedef süresi ile (fabrika ayarı 30 dk.) kıyaslar ve mevcut kazan kapasitesinin bu sürede olması gereken sıcaklığa ulaşıp ulaşmayacağını hesaplar. Eğer yetmeyeceğine karar verirse, diğer kazanı minimum kapasitede devreye sokar.




Şekil 3.21. Kaskad şeması [ALARKO, 2009]

Bu işlemi tesisatı istenen sıcaklığa, belirlenen sürede ulaştıracak şekilde ısı ihtiyacını karşılayıncaya kadar devam ettirir. Kaskad sistem ile çalışacak bütün tesisatlarda denge kabı bulunması gerekmektedir [ALARKO, 2009].

# BÖLÜM-4. ISITMA TESİSATINDAKİ GELİŞMELER

## 4.1. Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik

14 Nisan 2008 pazartesi günü Resmi Gazete'de yayınlanan Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelik Kapsamında ısıtma ve sıhhi sıcak su tesisat uygulamalarında büyük yenilikler getirilmiştir. Bu Yönetmeliğin amacı; mevcut ve yeni yapılacak birden fazla bağımsız bölüme sahip merkezi veya bölgesel ısıtma sistemli ve sıhhi sıcak su sistemli binalarda, ısıtma ve sıhhi sıcak su giderlerinin, bağımsız bölüm kullanıcılarına paylaştırılmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

### 4.1.1. Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde ısınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılmasına ilişkin yönetmeliğin mevzuatları

Merkezi ısıtma ve sıhhi sıcak su sistemlerinde ısınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılmasına ilişkin yönetmeliğin mevzuatları**;**

1°) Yönetmelik hükümlerine göre inşa edilmemiş binalardan; projenin eksik veya hatalı olması veyahut standartlara uygun olmaması halinde proje müellifleri, yapımın eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması halinde ise varsa yapı denetim kuruluşu ve yüklenici firma sorumludur.

2°) Yapı ruhsatı vermeye yetkili idareler, projelerin ve uygulamaların bu yönetmelik hükümlerine uygun olup olmadığını denetler. Isıtma ve sıhhi sıcak su tüketimlerini ölçmek için mahaller ölçüm elemanları ile donatılır.

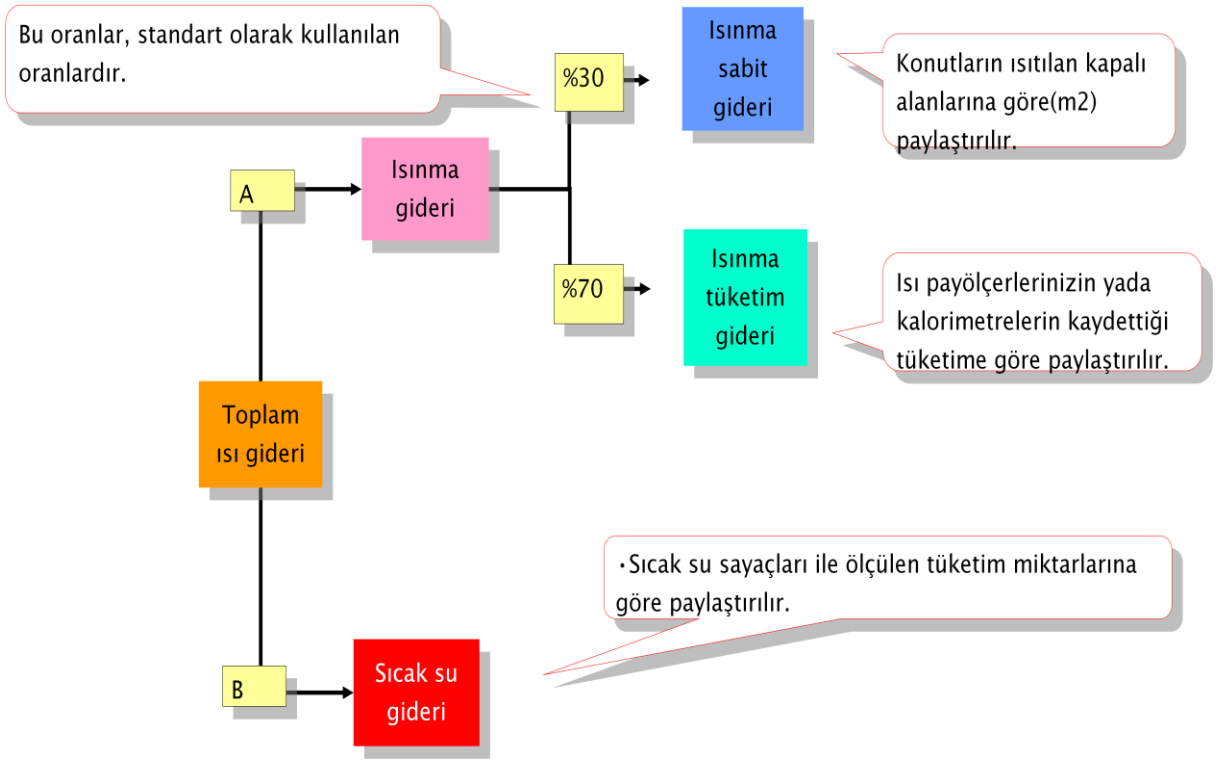
3°) Tüketilen enerjiyi sınırlandırabilmek için merkezi ısıtma sistemi kullanılan binalarda TS EN 215'e uygun termostatik radyatör vanası kullanılır. Isı tüketimini ölçmek için ilgili standartları sağlayan ısı sayaçları veya ısı ölçerler kullanılır.

4°) Tüketim ölçümlerinde ısı payölçerlerin kullanılması halinde, bağımsız bölümlerde kullanılan her bir radyatör grubuna ısı payölçer takılması ve ölçümlerin bütün ısı payölçerlerden yapılarak bağımsız bölümlerin tüketimleri hesaplanır.

5°) Tüketim ölçümlerinde ısı sayacı kullanılması halinde, bağımsız bölümlerde ölçümlerin ısı sayaçlarından yapılarak bağımsız bölümlerin tüketimleri hesaplanır.

### 4.1.2. Isınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılması

Merkezi ısıtma sistemlerinde toplam ısıtma giderlerinin % 70'i bağımsız bölümlerin ölçülen ısı tüketimlerine göre paylaştırılır. Toplam ısıtma giderlerinin % 30'u ortak kullanım mahalleri, sistem kayıpları, asgari ısınma ve işletme giderlerinden kaynaklı ısı giderleri olarak bağımsız bölümlerin kullanım alanlarına göre paylaştırılır. Sıhhi sıcak su giderleri ise sıcak su sayaçları ile ölçülen tüketim miktarına göre paylaştırılır.




Şekil 4.1. Isınma ve sıhhi sıcak su giderlerinin paylaştırılması [ALARKO, 2009]

## 4.2.Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

05.Aralık 2008 Cuma günü Resmi Gazete'de yayınlanan 27075 sayılı Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği özellikle ısıtma tesisatlarında yeni zorunluluklar getirmiştir. Yönetmeliğin amacı dış iklim şartlarını, iç mekân gereksinimlerini, mahalli şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak, bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit ($CO_2$) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir.

### 4.2.1. Binalarda enerji performansı yönetmeliğine göre ısıtma sistemleri tasarım ve uygulama esasları

1°) Isıtma sistemi tasarım hesapları TS 2164 standardına göre yapılır.
2°) Yeni yapılacak binalarda; toplam kullanım alanının 1.000 $m^2$'den büyük olması halinde merkezi ısıtma sistemi yapılır.
3°) Merkezi ısıtma ve/veya kullanım alanı 250 $m^2$'nin üstünde olup bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda, yoğuşmalı tip ısıtıcı cihazlar kullanılır.
4°) Merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılan binalarda, sıcaklık kontrol donanımları ile ısı merkezinde iç ve/veya dış hava sıcaklığına bağlı kontrol donanımlarının kullanılması zorunludur.
5°) Binaların ısıtma tesisatında kullanılan pompa grupları, zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.

6°) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda, merkezi veya yerel ısı veya sıcaklık kontrol cihazları ile ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılır.

7°) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki ısıtma kazanı bacası ölçüsü; atık gaz kütlesi, atık gaz sıcaklığı ve gerekli atık gaz basıncına göre TS 11389 EN 13384–1, TS 11388 EN 13384–2 standartlarındaki yöntemlere uygun olarak hesaplanarak bulunur.

8°) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki kazan verimleri; katı yakıtlı kazanlarda %75'den, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nca 5/6/2008 tarihli ve 26897 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklerine Dair Yönetmeliğin 7. maddesinde belirtilen 2 yıldız verim sınıfından daha düşük olamaz.

9°) Merkezi ısıtma sistemlerinin yerleşimleri TS 2192 standardına; gaz yakıt kullanan sistemlerin yerleşimi de TS 3818 standardına göre yapılır.

10°) Merkezi ısıtma sistemlerinde, kazana geri dönüş su sıcaklığı ile dış hava sıcaklık kontrolünü yaparak sistem ekonomisi sağlayacak sistemlerin seçilmesi gerekir.

11°) Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılacak sıvı veya gaz yakıtlı cebri üflemeli brülörlü kazanlarda;

a) 50 kW – 500 kW arasında ısıtma kazanı kapasitesine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü brülörler kullanılır.

b) 500 kW ve üzerinde ısıtma kazanı kapasitesine sahip sistemlerde oransal kontrollü brülörler kullanılır.

c) 1500 kW üzerinde üstünde yakma yönetim sistemleri ve baca gazı oksijen kontrol sistemi kullanılır.

12°) 500 kW ve üstü ısıtma kazanlarında, zaman içerisinde kazan ve tesisat içerisinde oluşan ve kazan verimliliğini düşüren kireçlenmeyi önlemek amacıyla su yumuşatma/şartlandırma sistemlerinin kurulması gerekir.

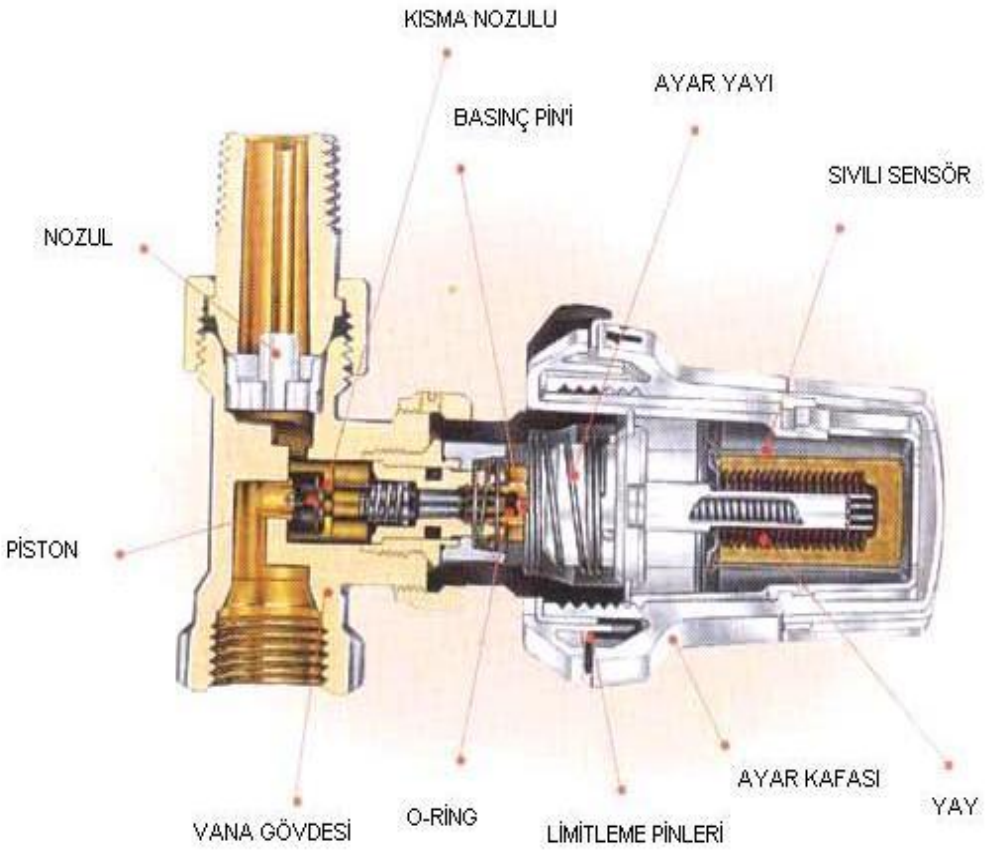
13°) Isıtma kapasitesi 100 kW ve üzerindeki katı yakıtlı kazanlarda verimlilik araştırılarak otomatik yakıt besleme sistemi kullanılır.

14°) Isıtma kapasitesinin 100 kW ve üzerinde olması halinde, ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile birlikte enerji ekonomisi analizleri sonucunda daha ekonomik olduğu raporlanan, mekanik ve elektronik olarak birbirleri ile haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre kaskad kazan sistemleri kullanılabilir.

## 4.3. Isıtma Sistemindeki Yeni Elemanlar

### 4.3.1. Termostatik radyatör vanaları

Termostatik radyatör vanası, bir vana ve bu vananın üzerine bağlanmış termostattan oluşmaktadır. Oda sıcaklığı termostat üzerindeki gösterge çizelgesi yardımıyla ayarlanır. Termostat, oda sıcaklığı ayarlanan değere geldiği zaman otomatik olarak vana üzerindeki pimi iterek su akışını kısar ve vanayı kapatarak radyatörün gereksiz yere ısı yaymasını önler. Termostatik radyatör vanalarında, oda sıcaklığı iki derece düşünce, termostat tekrar devreye girip vana üzerindeki pimi itmeyi bırakarak yeniden su dolaşımı yapılmasını sağlar. Bu işlem bu şekilde tekrarlanarak devam eder.




Şekil 4.2. Termostatik radyatör vanası elemanları [DANFOSS, 2009]

Termostat vanayı kısınca ya da kapatınca, tesisat suyu ısısını fazla kaybetmeden geri döneceği için kombi veya kazan gereksiz yere çalışmayacağından tasarruf sağlanacaktır. Bunun dışında termostat güneş ve oda içindeki diğer ısı kaynaklarının (ütü, lamba, bilgisayar v.b.) yaydığı ısıyı hissederek, bu ısı kaynaklarından da yararlanılmasını ve tasarruf edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca oda sıcaklığı da istenilen sıcaklıkta sabit tutulacağı için konforlu bir ortam yaratılmış olacaktır.

Termostatik vana ;

- Her bir oda için ayrı sıcaklık kontrolü sağlar.
- Sabit oda sıcaklığı, konforlu bir ortam oluşturur.
- Radyatör gereksiz yere fazla ısınmayacağı için perde ve duvarlarda islenme en aza inmiş olacaktır.
- Merkezi sistemlerde her kat gerektiği kadar ısınacak, katlar arasındaki dengesiz ısı dağılımı önlenecektir.
- Limitleme pimleri sayesinde üst ve alt sıcaklık limitleme özelliği vardır. Termostatın standart çalışma aralığı 8–28°C'dir. Bu pimler sayesinde çalışma aralığını yönetmeliğin belirlediği 15–23°C olarak ayarlanmalıdır.
- Uzun ömürlü sıvı ve gazlı sensor kullanılabilir.
- Radyatörlerin büyüklük ve küçüklüğüne bakılmaksızın hepsinin aynı anda ısınmasını sağlar.
- Almanya başta olmak üzere Avrupa'nın birçok ülkesinde termostatik radyatör vanası kullanımı zorunludur. Ülkemizde de 27075 sayılı binalarda enerji performansı yönetmeliğine göre, merkezi sistemle ısıtılan binalarda termostatik radyatör vanası kullanımı zorunludur [DANFOSS, 2009].

### 4.3.2. Kalorimetre

Kalorimetreler, kolon ya da bağlantı kolu üzerine montajı yapılarak hattın belirli zaman aralığında aralığın da ne kadar ısı tükettiğini ölçmeye yarayan kalibrasyonu yapılmış ısıtma tesisatı elemanıdır.

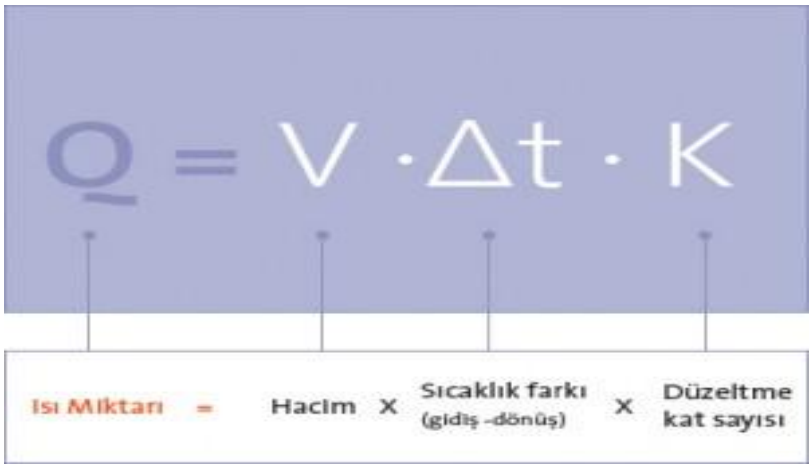



Şekil 4.3. Kalorimetre ana elemanları [DANFOSS, 2009].

Kalorimetreler, üç kısımdan oluşur;

1°)İşlemci:

Su miktarı ve sıcaklık farkını kullanarak ısı miktarını (enerji) belirler. Ekran görüntüleri, iletişim, tarife gibi bilgileri işler.




Şekil 4.4. Kalorimetre işlemci çalışma formülü [DANFOSS, 2009].

2°)Hidrolik:

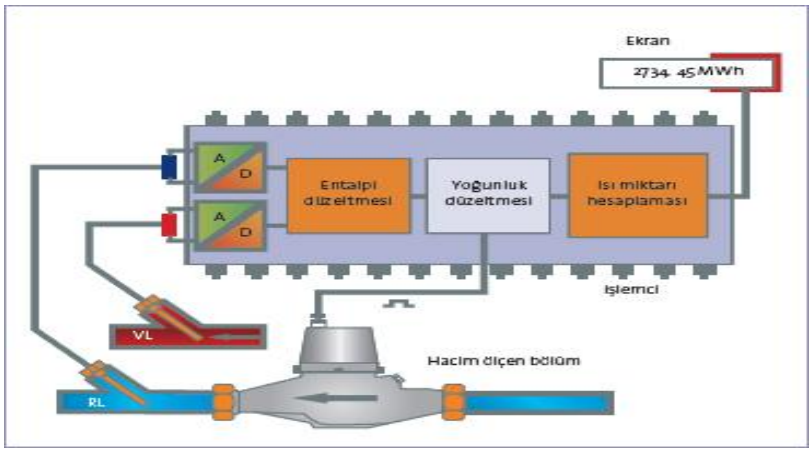
Sayaçtan geçen su miktarını ölçüm tekniğiyle belirler. İşlemciye hacim bilgisi yollar. Hacim ölçümünü iki şekilde yapar;

- Mekanik ölçüm: Bünyesinden geçen suyun debisini kanatlı çark vasıtası ile tespit eden ısı sayaçlarıdır.
- Ultrasonik ölçüm: Bünyesinden geçen suyun debisini kanatlı çark (mekanik aksam) yerine lazer ile tespit eden ısı sayaçlarıdır.

3°)Sıcaklık sensoru çifti:

Gidiş ve Dönüş Su sıcaklığını ölçer. İşlemciye sıcaklık bilgilerini yollar.

- Gidiş Sensoru: Kazandan gelen suyun sıcaklığını ölçer.
- Dönüş Sensoru: Kazana geri dönen suyun sıcaklığını ölçer.

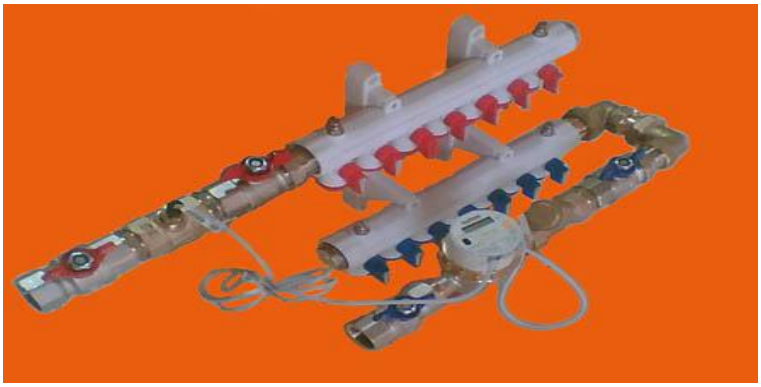



Şekil 4.5. Kalorimetrenin şematik gösterimi [DANFOSS, 2009].

Kalorimetreler, okuma şekline göre üç gruba ayrılır;

1°) Manüel Okumalı Kalorimetreler:

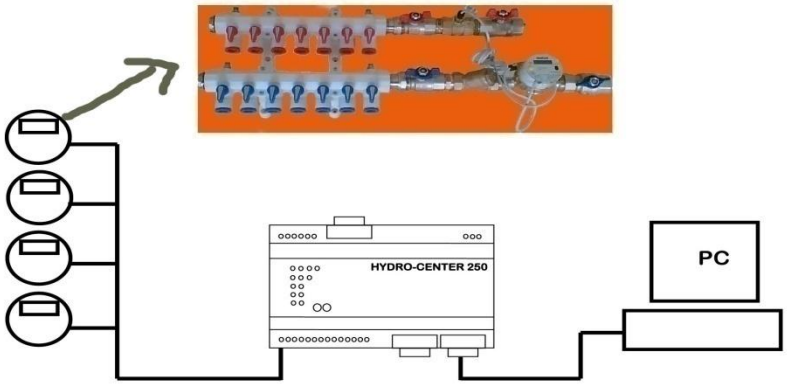
Kalorimetre üzerinde bulunan dijital ekran ve butonu sayesinde manüel olarak gösterir.



Şekil 4.6. Manüel okumalı kalorimetre resmi [DANFOSS, 2009].

2°) Kablolu Okumalı Kalorimetreler:

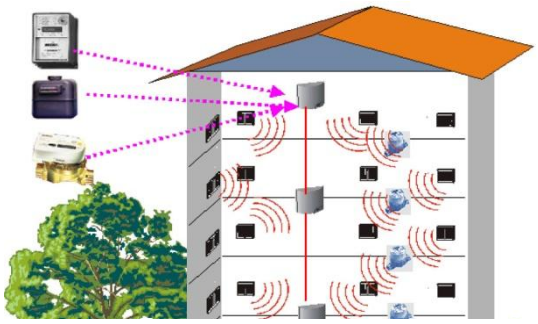
Okuma görevini kablo ve merkezi birim sayesinde verileri bir noktada toplayan ve gerek toplanılan noktadan manüel gerekse bilgisayar aktarımı ile okuma ve paylaşım sağlayan cihazlardır.




Şekil 4.7. Kablolu okumalı kalorimetre çalışma prensibi [DANFOSS, 2009].

3°) Telsiz Frekanslı Kalorimetreler:

Telsiz frekansı sayesinde uzaktan (dairelere / binaya girilmeden) okuma yapılabilen kalorimetrelerdir[DANFOSS, 2009].



Şekil 4.8. Telsiz frekanslı kalorimetrelerin çalışma prensibi [DANFOSS, 2009].

### 4.3.3. Isı payölçer

Isı payölçer, merkezi sistem ile ısınan ve çok kolonlu petek bağlantısı yapılmış konutlarda her radyatöre termostatik vana ile birlikte monte edilerek, radyatörün tüketim değerini kaydeden ve dairelerin tüketim değerlerine göre ödeme paylaşımı yapılmasını sağlayan cihazlardır. Isı Payölçer kullanımı sayesinde % 30'a varan enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Her payölçer takıldığı radyatörün ısıl gücüne göre programlanır. Payölçerler radyatörünün harcadığı ısı enerjisini hesaplar ve telsiz modülü sayesinde tüketim bilgilerini ayda bir siteye gelen okuyucu elemanlarının el bilgisayarına aktarır.

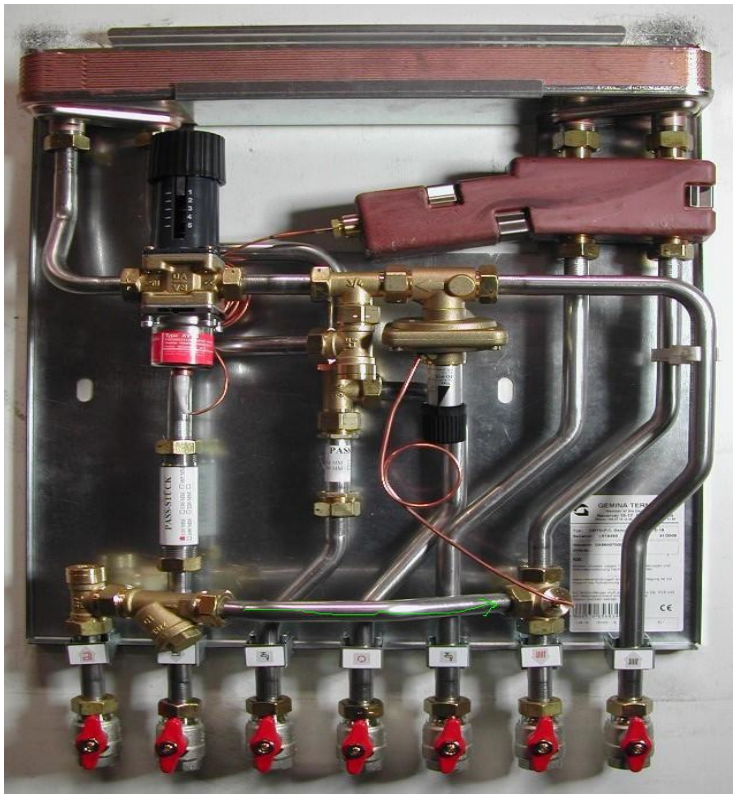
- Kullanım aralığı 55 °C–110 °C'dir. (Radyatör ortalama ısıtma tasarım sıcaklığı)
- Sensor, süreye ve radyatör sıcaklığına bağlı olarak ekranında tüketimi gösterir.
- Cihaz üstünden, önceki ayların ve bir önceki yılın tüketim değerleriyle doğrudan karşılaştırma yapmayı sağlar. Bunun için aşağıdaki değerler Isı Payölçerde kayıtlı tutulur. Cihaz ömrü 10 yıldır. [ALARKO]




Şekil 4.9. Isı payölçer montaj resmi

### 4.3.4. Daire giriş sıcak su istasyonu

Enerji verimliliğine duyulan ihtiyacın artması, mekanik tesisatta da yeni çözümlere gidilmesini sağlamıştır. Merkezi sistemlerde daire giriş sıcak su istasyonları sisteme hükmeden donanımlardır. Bu konseptte daire sıcak su istasyonları merkezi kazan dairesinden beslenen ve her dairenin girişine monte edilen hidrolik ara yüzlerdir. Yani kazan dairesinde boyler bulunmaz, bunun yerine kullanım sıcak suyu dairenin girişindeki eşanjörlü bu ünitelerde üretilir. Bu üniteler anında sıcak su sağlayan kompakt ısı eşanjörünü ve suyun radyatörler ile eşanjör arasında dengeli dağılımını sağlayan diferansiyel basınç kontrol vanasını kapsar. Sıcak su istasyonu merkezi kazan dairesinden beslenir ve her bir daireye monte edilir.



Şekil 4.10. Daire giriş sıcak su istasyonu resmi [DANFOSS, 2009].

Sıcak su istasyonu ile kullanma sıcak suyu artık her dairenin girişinde üretilmektedir. Cihazınız dairenizin girişine monte edildikten sonra kazan dairesinden gelen sıcak su eşanjörden geçirilerek, kullanım sıcak suyu elde edilecektir. Yani daire giriş istasyonu sayesinde kullanma sıcak suyu temini ve daire ısıtması bir arada yapılabilmektedir.

Sıcak su istasyonları yerden ısıtmayı da kapsayabilecek şekilde geliştirilmiştir. Kolektör sistemi talep doğrultusunda tasarımı yapılır, ünite ile bağımlı veya bağımsız olabilir. Bu şekilde radyatör, yerden ısıtma ve domestik sıcak su için basit ve verimli bir dağıtım sağlanır.

Tüm dünyada artan enerji maliyetleri sayesinde projelerde kombi sistemi yerine merkezi sistem tercih edilir hale gelmektedir. Bunun nedenleri merkezi sistemin verimliliğinin kombiye göre çok yüksek olması, kombi sisteminde ortak mahallerin ısıtılmasında problem yaşanmaması, kombinin tehlikesi ve merkezi sistemin konforudur. Bütün bu avantajlarının yanı sıra şu da belirtilmelidir ki merkezi sistemin yatırım maliyeti kombili sistemin yatırım maliyetinden daha düşüktür.

Merkezi sistemde ise merkezi boyler çözümü karşında daire sıcak su istasyonu

kullanmak hem yatırım hem işletme maliyeti anlamında bir adım öndedir.

Cihazın kompakt olması sayesinde dairelerde alandan tasarruf edilir. Dairelerin metrekarelerinin göz önüne alındığında bu faktörün önemi daha da dikkat çekecektir. Basit montaj ve bakım gerektirmemesi ise servis maliyetlerini düşürür. Tüketim ile orantılı olarak herkese harcadığı kadar faturalama imkânı sağlar. Her istasyona konan birer adet kalorimetre ve soğuk su sayacı ile bu elde edilir. Hat kalorimetreden sonra domestik sıcak su ve ısıtma olarak ikiye ayrıldığından dolayı ekstra sıcak su sayacına gerek duyulmamaktadır. Sistemin verimliliği ise düşük ısı kaybı ve dönüş sıcaklığı sayesinde yüksektir.

Anında sıcak su sağlayan yüksek verimli ısı eşanjörü ile komple, montaja hazır bir şekilde gelir. Daha da ötesi bağlantıları, diferansiyel basınç kontrolörü de dâhildir. Basınç kontrolörü sıcak suyun eşanjör ve radyatör devresi arasında yönlendirilmesi görevini üstlenir. Sistemin paket olarak tasarlanması ile stok ve işçilik maliyetleriniz düşecek, sahada işlem yapılmadığından arıza riski azalacaktır [DANFOSS, 2009].

#### 4.3.4.1. Daire giriş sıcak su istasyonu çalışma prensibi

Her dairenin girişine monte edilen istasyon, merkezi kazan dairesinden gelen su ile beslenmektedir. Daire için gerekli kullanım sıcak suyu ise eşanjörde üretilmektedir. Kazan dairesinden gelen hattaki su pislik tutucudan geçtikten sonra radyatör ve eşanjöre gitmek üzere ikiye ayrılacağı noktaya gelir. Bu noktada suyun basınç yükünün az olacağı radyatöre gitmeyi tercih etmesini önlemek için fark basınç vanası kullanılır. Bu vana sayesinde radyatör gidiş ve dönüşü arasında hat istenen basınçta tutulur ve sistemin eşanjör öncelikli çalışması sağlanır. Kalan su ise radyatör hattına gidecektir, yani paralel çalışma sağlanacaktır.

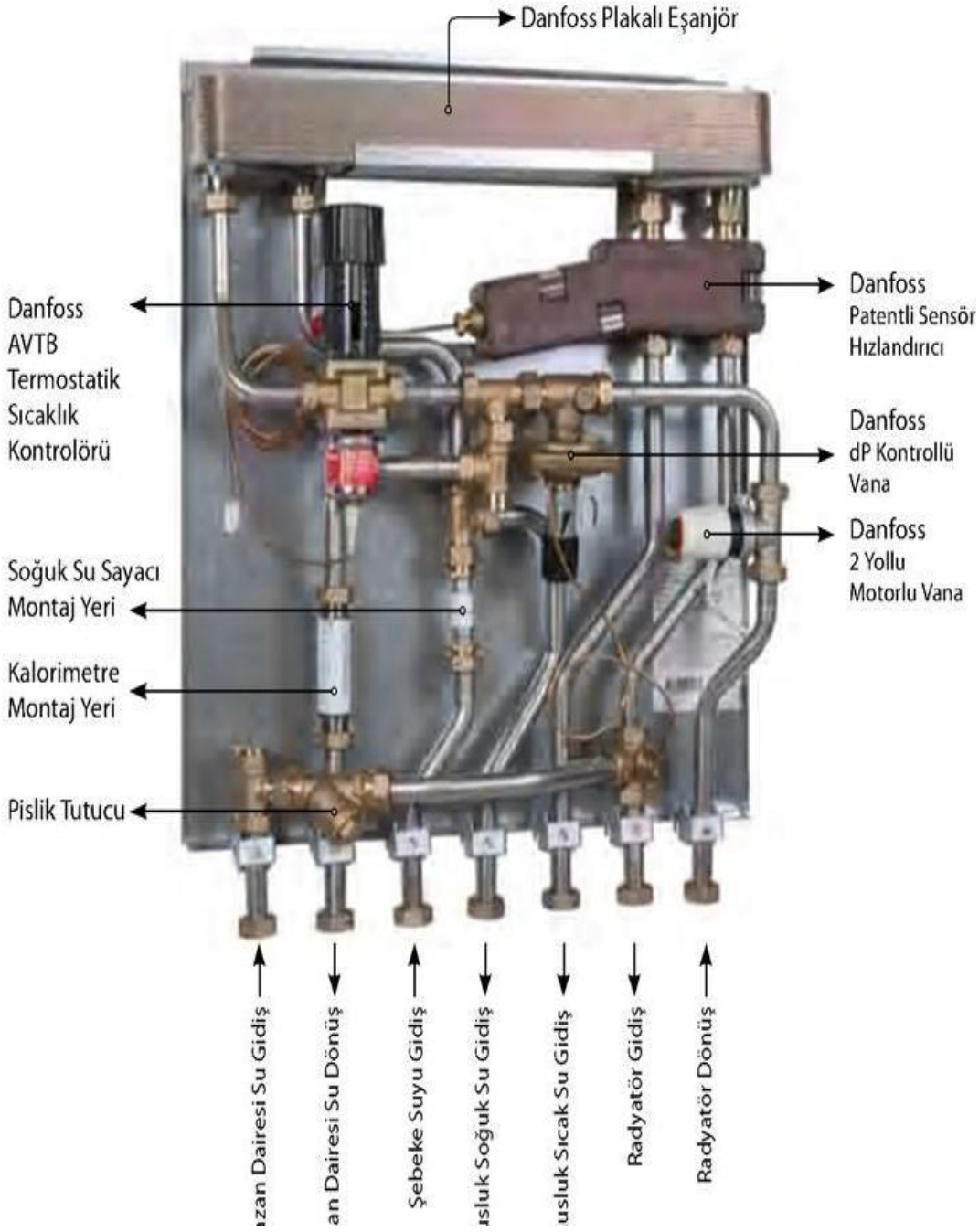
Eşanjörde enerjisini hidrofordan gelen şebeke suyuna verecek olan besleme suyu, eşanjörden çıktığında termostatik kontrol vanasından geçer. Bu vana kullanım sıcak suyunun ayarlandığı değerde tutulmasını sağlar. Sensoru ise kullanım sıcak suyunun içinde geçerek musluğa ulaştığı patentli vanamız içerisine saplanmıştır. Daha sonra radyatör dönüşünden gelen su ile birleşir ve kalorimetrede sayıldıktan sonra kazan dairesine geri döner.

Termostatik vananın sensoru, kullanım esnasında sıcaklık düştüğü zaman termostatik vananın eşanjöre daha fazla su göndermesini sağlar. Böylelikle istenen sıcaklıkta su elde edilmiş olur. Musluk kapanır kapanmaz ise termostatik vana 2-3 saniye içersinde hattı kapatır ki eşanjöre yüksek sıcaklıkta su gitmesin, kireçlenme görülmesin. Son olarak sistem bekleme halindeyken vananın içerisindeki ince tüpe dolan sıcak su (termostatik vananın sıcaklığın düşmesi üzerine gönderdiği) bekleyen suyu ısısını vererek oradaki suyun sıcak kalmasını sağlar.

Bu sistemde kazanımız yazın düşük sıcaklıkta da olsa çalıştırılmak zorundadır. Kullanılacak olan frekans dönüştürücüsü ile pompa kademeli olarak çalıştırılacaktır. Bu projede dikkat edilmesi gereken nokta bloklar arasında ve daireler arasında dengesiz dağılımı önlemek üzere iyi bir balans yapılması gerekliliğidir. Ayrıca soğuk su hattında basınç düşürücü kullanılması basıncın yüksek olduğu alt katlarda istenen basıncın sağlanması ve sistemi ömrü açısından faydalı olacaktır. Basınç düşürücüler ve balans vanaları da paket sistemin içine dâhil edilebilir [DANFOSS, 2009].

Daire sıcak su istasyonunun tarafımıza sağladığı faydalar;

- Paket sistem ile düşen işçilik ve stok maliyetleri
- Fabrikada sistem olarak test edilen yüksek kalite
- Paket çözüm ile her koşulda doğru montaj ve sıfır hasar riski
- Boyler, pompa vb donanımlar ve borudan tasarruf
- Kalorimetre ile sıcak su sayacına ihtiyaç duymadan ısıtma ve domestik hat yük ölçümü
- Cihazımızın kompakt olması sayesinde dairelerde alandan tasarruf
- Bakım gerektirmediğinden düşük servis maliyeti
- Daireler arası adil fatura paylaşımı
- Düşük ısı kaybı ve dönüş sıcaklığı ile artan sistem verimliliği
- Depolama olmaması nedeniyle minimum lejyonella hastalığı riski
- Bireysel oda sıcaklığı ayarlama ve domestik sıcak su üretimi
- Maksimum domestik sıcak su kontrolüdür.




Şekil 4.11. Daire giriş sıcak su istasyonu elemanları [DANFOSS, 2009]

#### 4.3.4.2. Isıtma kontrolleri

Daire sıcak su istasyonlarında farklı kontrol yolları izlenebilir:

1°) Direkt: Kontroller sadece diferansiyel basınç kontrol elemanlarıyla ve isteğe göre programlanabilir termostatlar tarafından kontrol edilen kontrol vanaları yardımıyla yapılır. Sistem PN10 basınç sınıfındadır.

2°) Direkt ve karışım devresi: Kontroller diferansiyel basınç kontrol elemanları ve karışım devresi sayesinde yapılır. Sistem PN10 basınç sınıfındadır.

3°) Endirekt: Eşanjörler 2 yollu termostatik vanalar ve isteğe göre programlanabilir termostatlar yardımıyla kontrol edilen bölgesel vanalar ile kontrol edilirler. Maksimum PN 16' kadar olan sistemler için uygun bir yöntemdir. Genellikle yerden ısıtmada kullanılır.

#### 4.3.4.3. Boyutlandırma

Sistemler için boyutlandırmada ihtiyaç duyulanlar şunlardır:

- Daire başına ısı kaybı-gerekli ısı
- Gerekli olan evsel sıcak su yükü
- Yaz ve kış aylarındaki birincil/ikincil besleme ve dönüş sıcaklığı
- Evsel soğuk su sıcaklığı
- Evsel sıcak su sıcaklığı
- Daire sayısı
- İlave ısı kaybı

Bu parametreler belirlendikten sonra ürün yelpazesi içerisinden uygun olan seçilir.

Sistem tasarlarken önce pompa ve boru boyutlandırma için debi daha sonra kazan veya bölgesel ısıtma kapasitesi hesaplanır [DANFOSS, 2009].

#### 4.3.4.3.1. Debi miktarı

Toplam ısıl debi, ısıtma devresi debi hızına bağlıdır ve eşanjör için gerekli birincil besleme debisi üzerinden belirlenir. Parametrelere bağlı olmak üzere maksimum debi yazın veya kışın görülür. Boru çapları belirlenirken eşdeğer faktörü ve kış aylarında öncelikli evsel sıcak su ihtiyacı bu noktada göz önünde bulundurulmalıdır.

1°) Bağlantı Kolu Hattındaki Debi Miktarı: Eğer evsel sıcak su kontrol vanası mekanik olarak radyatör/yerden ısıtma besleme devresini kapatırsa, % 100 evsel sıcak su ihtiyacı olduğu anlaşılır. Eğer bu hatta mekanik denge özelliği olmayan bir vana kullanılırsa, evsel sıcak suyun öncelikli olup olmayacağı iyi düşünülüp tartılmalıdır.

Eğer $\Delta P_{sıcaksu} \geq \Delta P_{ısıtma}$ ise evsel sıcak su önceliği sağlanamaz ve daireye girecek hat çapını belirlemekte ısıtma ve evsel hat ısı ihtiyacının toplamından yararlanılır. Bu ise çok büyük çapta hat çekilmesine neden olur, dolayısıyla tavsiye edilen, diferansiyel fark basınç kontrol vanasının 0.1 ila 0.25 bar arasında evsel hattın basıncının ısıtmadan daha düşük olacağı şekilde ayarlanmasıdır. Bu durumda evsel hattaki basınç ısıtmadan daha büyük olur. Bu durumda çekilecek hat çapı iki taraftan hangisinde maksimum debi varsa ona göre olmalıdır. Ekstra bir durum söz konusu olmadığında maksimum debi evsel kullanım suyu tarafındadır.

2°) Ana Hattaki Isıl Debi Miktarı: Ana hattaki yukarı çıkan borular ve bu ara mesafeler için yaz ve kış şartları karşılaştırılarak maksimum değer bulunur ve maksimuma göre hat çekilir. Eğer yaz şartlarında ısıtma ihtiyacı sıfır ise sistemin hesap yalnız evsel sıcak su ihtiyacına göre yapılır. Eğer kış şartlarında ise, debiyi belirleyen iki önemli parametre vardır: Debinin bir kısmı odanın ısıtılmasında diğer kısmı ise evsel sıcak su ısıtılmasında kullanılır. Odanın ısıtılması için kullanılacak debiyi ise, dairenin ısı kayıpları ve radyatör sisteminin Δt'si belirler. Eşdeğer faktörü bütün dairelerden kaçının aynı anda musluktan evsel sıcak su çekebileceğini belirler. Diğer muslukları kapalı daireler ise evsel sıcak su önceliğine sahip olarak sadece ısıtılır. Bu bağlamda bu dairelerin ısınma ihtiyacında eşdeğer zaman faktörü 1 olarak kabul edilir. Toplam ısıl debi miktarı aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$Q_{toplam} = n \times f \times Q_{sıcaksu} + n \times (1.0 - f) \times Q_{ısıtma} \quad (4.1a)$$

n = Evsel sıcak su kullanılan daire sayısı

f = Evsel sıcak su için eşdeğer faktörü

$Q_{sıcaksu}$ = Evsel sıcak su kullanımı için verilen besleme sıcaklığında eşanjör tarafından üretilen ısıl debi.

$Q_{ısıtma}$ = Her dairenin ısınması için gerekli olan ısıl debiyi ifade etmektedir. Bütün ısı kayıpları her daire için belirlenen ısı kayıpları içinde değerlendirilmeli ve hesaba katılmalıdır. ($Q_{ısıtma}$ x n) ifadesi binanın toplam ısı kaybı değeridir.

Bütün dairelerde evsel sıcak su kullanımına gerek olmadığı ama ısıtmaya gerek olan sistemlerdeki toplam ısıl debi miktarı:

$$Q_{toplam} = n \times f \times Q_{sıcaksu} + n \times (1.0 - f) \times Q_{ısıtma} + (N - n) \times Q_{ısıtma} \quad (4.1b)$$

N = toplam daire sayısı

Sadece sıcak su amaçlı kullanıldığı, ısıtmanın olmadığı sistemlerdeki toplam debi miktarı:

$$Q_{toplam} = n \times f \times Q_{sıcaksu} \quad (4.1c)$$

Sistemin her bölümünde maksimum debi kullanıldığı varsayımıyla boru boyutlarının seçimine karar verilir [DANFOSS, 2009].

# 5. DOĞALGAZ İÇ TESİSATLARINDA OTOMATİK KONTROL

## 5.1. Doğal Gaz Tesisatlarında Emniyet Amaçlı Uygulanan Otomatik Kontrol İşlemleri

Doğalgaz iç tesisatlarında uygulanan emniyet amaçlı otomatik kontrol cihazları;

- Sismik Hareketi Algılayan Otomatik Gaz Kesme Cihazları

(Sismik hareketi algılayan cihaz ve solenoid vanadan oluşur.)

- Gaz Kaçaklarını Algılayan Otomatik Gaz Kesme Cihazları

(Gaz alarm cihazı ve solenoid vanadan oluşur.)

Yukarıda bahsedilen iki yöntemde toplam üç elemandan oluşur. Sismik hareketi algılayan cihaz, gaz alarm cihazı ve solenoid vana kullanılmaktadır. Bu elemanlar hakkında bilgi verilecektir [Kızıloğlu, 2006].

## 5.2. Sismik Hareketi Algılayan Cihaz

Ülkemizin öncelikli gündeminde olan depremin önceden belirlenmesi ihtimali çok düşüktür. Depremler sırasında oluşan yer hareketleri binalarda salınım, hasar ve yıkıntılara yol açmaktadır. Bu salınım tesisatların hasar görmesine veya cihazların devrilmesine, akabinde doğalgaz kaynaklı patlama ve yangınlara neden olabilmektedir.

Türkiye doğal gaz kullanımına geçişten sonraki ilk ciddi yer hareketi, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremidir. Doğal gaz kaynaklı hasarların en aza indirilebilmesi de bu depremle gündeme gelmiştir. Gaz dağıtım firmaları sorumluluk bilinciyle bu konudaki ilk adımları atarak, Türk Standartları Enstitüsü'nden sismik hareketi algılayan gaz kesme cihazları konusunda standart hazırlamasını istemiştir. Bunun üzerine Nisan 2002'de TS 12884 standardı yayınlanmıştır. Bu standart ile (TS 12884) bireysel, merkezi, ticari ve sanayi doğalgaz abonelerinin tesisatlarına sismik hareketi algılayan gaz kesme cihazlarını uygulamaları amaçlanmaktadır [MMO, 2006].

26 Temmuz 2002 tarih ve 24827 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Binaların

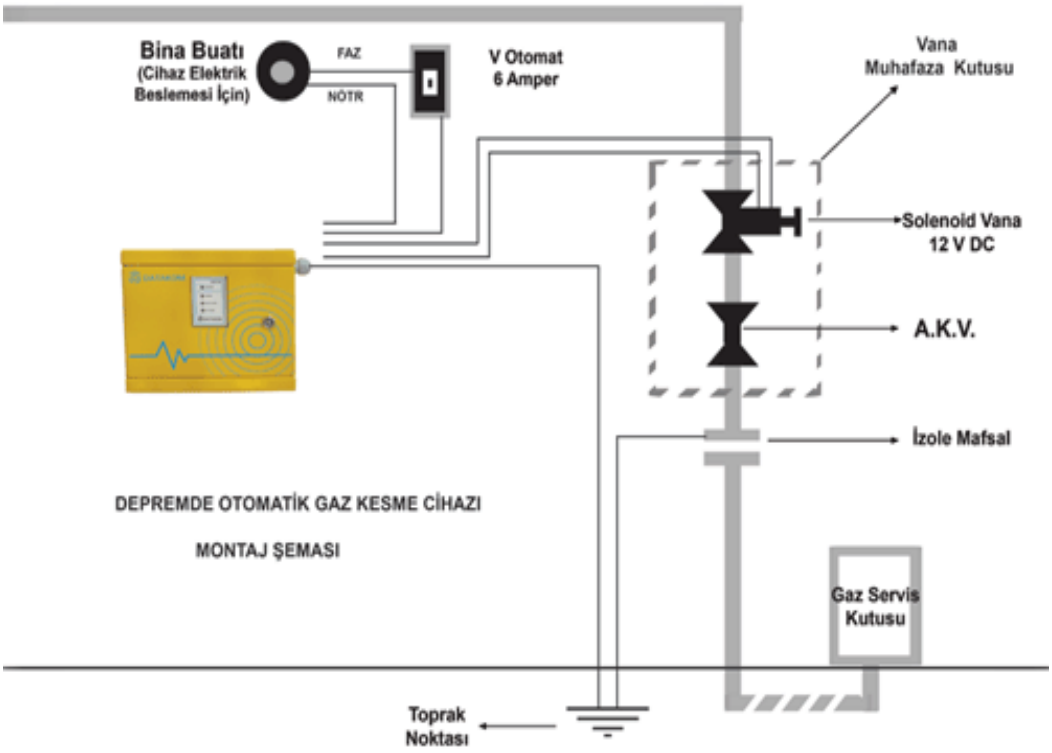
Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in 113.Maddesi "Deprem bölgesinde bulunan bölgelerde sarsıntı olduğunda gaz akışını ve panelin elektriğini kesen tertibat olmalıdır" hükmü gereği otomatik gaz kesme cihazı uygulama kararı alınmıştır. 12 Aralık 2005 tarihi itibarı ile onaylanan kolon tesisat projelerinde sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazı uygulanmaktadır. [Kızıloğlu, 2006]

Uygulamada yapı ruhsat tarihi esas alınmaktadır. 26 Temmuz 2002 tarihinden sonra yapı ruhsatı almış binalarda ve yapı ruhsatı gerektiren tadilatlarda zorunludur. 26 Temmuz 2002 tarihinden önce ruhsat almış binalarda ihtiyaridir. Yapı ruhsat tarihini belgeleyemeyen veya yapı ruhsatı olmayan binalarda da zorunludur. Yönetmelik çıktığı tarih olan 26 Temmuz 2002 tarih ile 12 Aralık 2005 tarihi arasında gaz almış olan ve yapı ruhsat tarihi 26 Temmuz 2002'den sonra olan binalarında taktırması da kanuni zorunluluktur. Bu zorunluluk 1. ve 2. Deprem bölgesinde kalan il ve ilçeler için geçerlidir. Cihazın gaz kesme ve ayar mekanizmaları, yetkisiz kişilerin müdahalesine karşı korunmalıdır.

Cihaz gazı kestikten sonra, tesisata gazın tekrar verilebilmesi sadece gaz dağıtım şirketi tarafından elle yeniden kurma işleminden sonra mümkün olmalıdır. Solenoid vanalar gaz dağıtım şirketi tarafından belgelendirilmiş olmalıdır. Kontrol paneli ile solenoid vana arasındaki elektrik bağlantısında bir kopma veya temassızlık olması halinde, durumu gösterecek bir uyarı sistemi bulunmalıdır [MMO, 2006].

### 5.2.1. Cihazın çalışma prensibi

Sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazları bina ve endüstriyel tesislerin yangın güvenliğine yönelik tasarlanmıştır. Sistemin bir parçası olan algılama sensoru sismik hareketleri algılar ve yönlendirildiği sistemlere sinyal göndererek röleler vasıtasıyla bu sistemleri çalıştırır veya devre dışı bırakır [MMO,2006].




Şekil 5.1. Sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazları montaj şeması [Küçükçalı, 2003]

### 5.2.2. Algılama tertibatı ve özellikleri

Cihazın sismik hareketi tespit etmek ve gerekli tepkiyi göstermek üzere tasarlanmış bileşenidir. Mekanik veya elektro-mekanik olmak üzere iki tiptedir. Cihaz kontrol paneli, binanın deprem sırasında maruz kalacağı sismik hareketi algılayacak şekilde rijit olarak tespit edilmeli, bu amaçla bina kolon veya kirişleri haricinde bir yer kullanılmamalıdır.

Cihaz Panel yerleşimi, solenoid vana ile arasındaki kablo uzunluğu maksimum 20 metre olacak şekilde binanın zemin katına eğer mümkün değilse bodrum katına monte edilmelidir.

Panel, binanın taşıyıcı sistemi üzerine monte edilmelidir. Montaj işlemi betonarme binalarda kolon, perde veya kirişlere, tünel kalıp ve yığma duvarlı yapılarda

taşıyıcı duvarlara, ahşap ve çelik binalarda mümkünse taşıyıcı kolonlar üzerine, değilse profil ayaklar üzerine montajı yapılmalıdır [Küçükçalı, 2003].

## 5.3.Gaz Alarm Cihazları

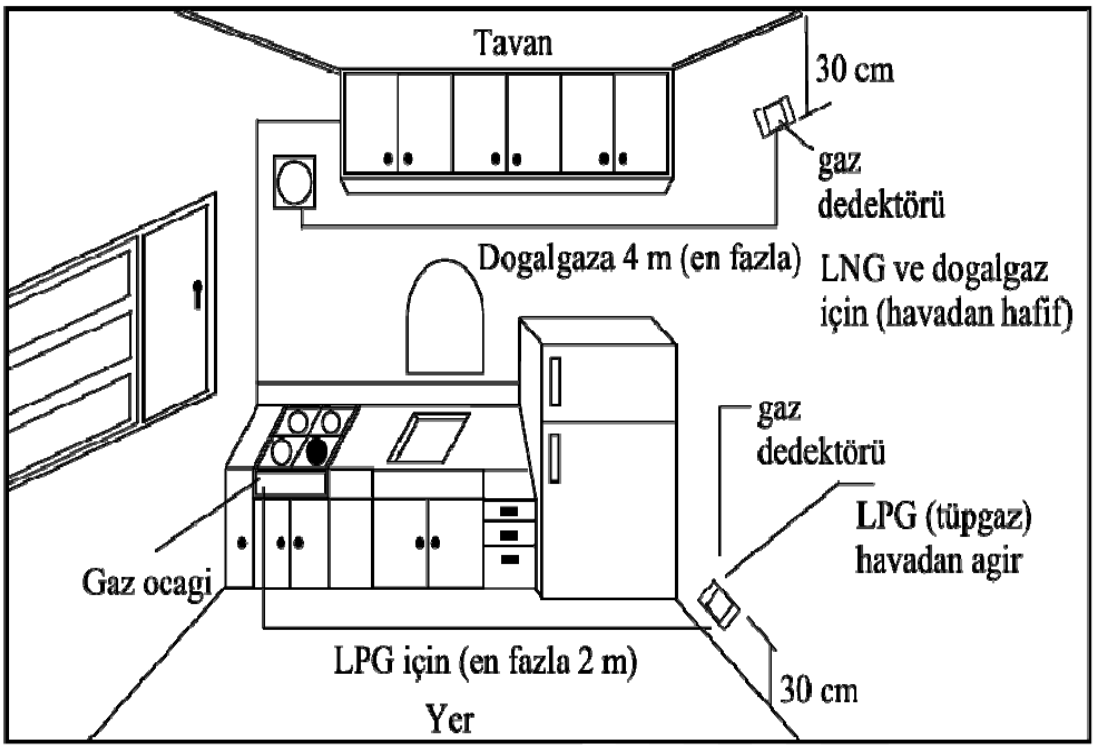
Bir gaz alarm detektörü ve sistemi şu ana elemanlardan oluşur

1°) Algılayıcı Sensor

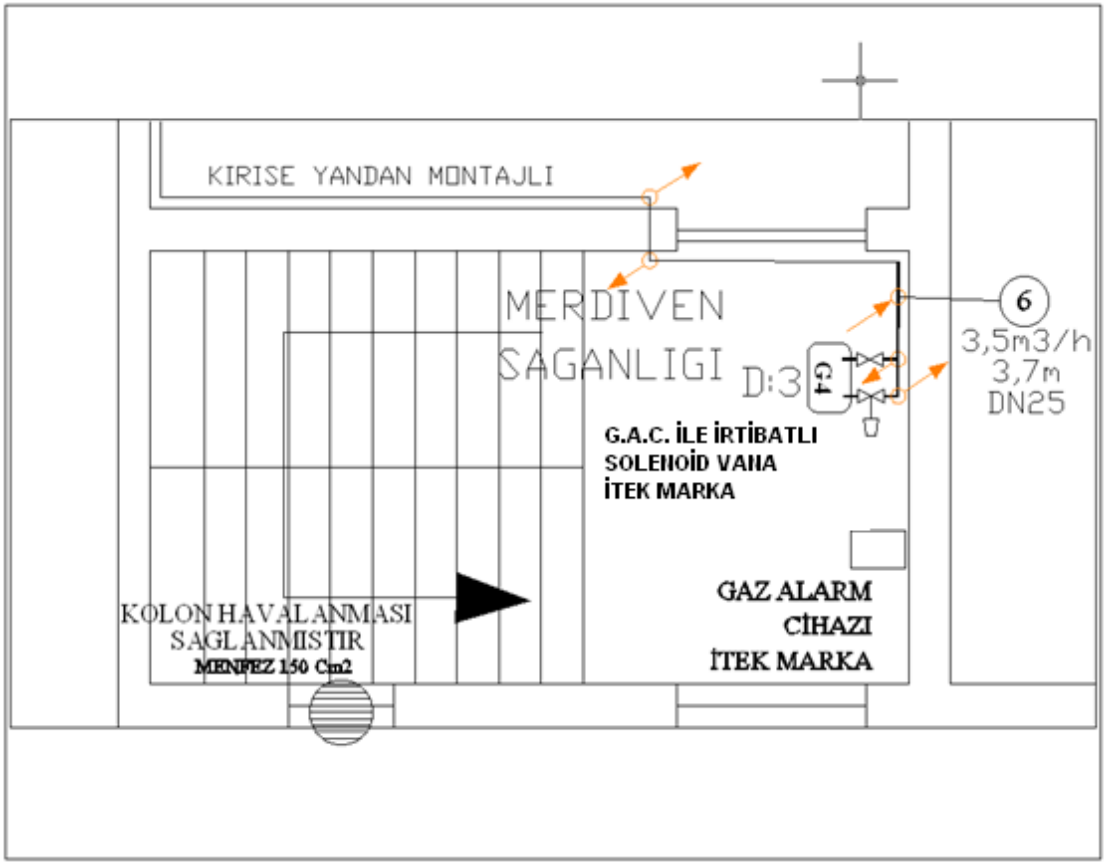
2°) Elektronik Değerlendirme / Gösterge / Kontrol Panosu

3°) Sesli/Işıklı Uyarı Düzenekleri

Bu sistemler yukarıdaki üç elemanını kendi içinde barındırabilen küçük ölçekli detektörler halinde olabildiği gibi hepsi ayrı bir gelişmiş sistem bütününü oluşturan şekilde de olabilir.




Şekil 5.2. Gaz alarm cihazı montaj şekli [Küçükçalı, 2003]




Şekil 5.3. Gaz alarm cihazı ve solenoid vananın projede gösterimi

### 5.3.1. Algılayıcı sensor

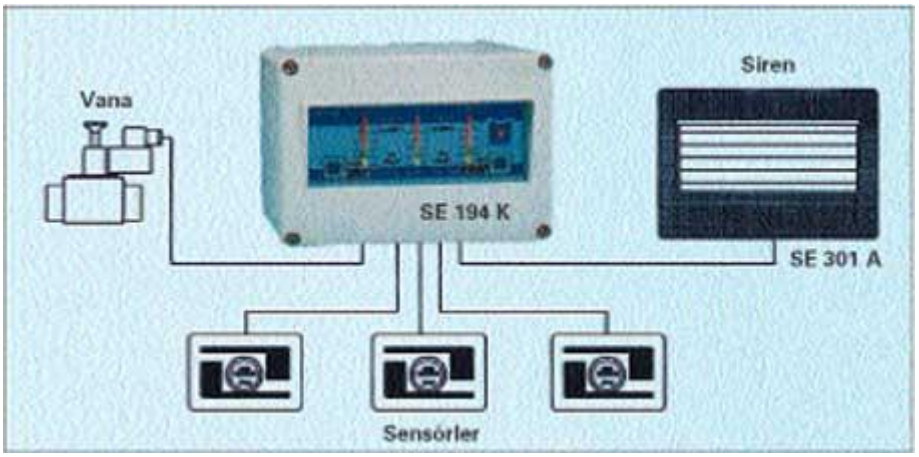
Sistemin en önemli elemanıdır. Gaz kaçağı oluşturacak bölgeye yerleştirilip gaz kaçağı halinde kendi bünyesinde oluşturduğu elektriksel değişimi kontrol panosuna aktaran bir ünitedir. Bu nedenle kullandığı yöntem güvenilir bir sistem oluşturması açısından çok önemlidir.

Sensor seçiminde belirleyici etken kullanım yerine bağlı olarak korunma sınıflarıdır. IP44, en basit özellikli korunma sınıfı olup, bu korunma sınıfına sahip sensorlar temiz mekânlarda kullanılır. IP65, genellikle endüstriyel ortamlarda söz konusu yağ, toz ve su/buhar gibi kirliliklere karşı uygun bir koruma sınıfıdır. Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı gazların her zaman mevcut olduğu ortamlar tehlike sınıfı yüksek ortamlar olup bu tür mekanlarda kendisi kıvılcım kaynağı olmayan exproof korunma sınıfına sahip sensor/ekipman kullanımı zorunludur. Ülkemizde doğal gaz kullanılan her

mekânda diğer tüm tesisatlar exproof olmadığı halde doğal gaz sensorunda exproof kullanımı gibi yanlış bir uygulama vardır. Özel ana basınç düşürme istasyonları dışında doğalgaz kullanılan mekânlarda özellikle diğer tüm tesisat exproof olmadıkça, exproof sensor kullanımı gereksizdir [Akay, 2005].

### 5.3.2. Elektronik değerlendirme / gösterge / kontrol panosu

Sistemin bu elemanı sensorlar ile duyulur/görülür uyarı ve otomatik gaz kesme valfları arasında bir merkezi işlemci fonksiyona sahiptir. Basit domestik tip bir detektör olarak adlandırabileceğimiz alarm cihazlarında, bu ünite aynı zamanda sensor ve dahili korna elemanını da içermektedir. Bu detektörlerin kontrol fonksiyonlu olan tiplerinde, genelde tek seviyede hem harici korna çaldırma, hem de otomatik gaz kesme fonksiyonları için kontak röle çıkışları mevcuttur. Cihaz üzerinde görülen yeşil ışık cihazın çalışmakta olduğunu gösterir. Gaz kaçağı halinde hem dâhili siren çalar, hem de kırmızı ışık yanıp sönerek uyarıcı görev yapar. Kontak röleye ait kapalı/normalde açık/normalde kapalı çıkış kabloları kullanılarak harici uyarı ve kontrol fonksiyonları sağlanır. Gelişmiş bir sistem bütününde kullanılan tipik pano ve diğer elemanlara olan bağlantı ise aşağıdaki temsili resimde verildiği gibidir [Akay, 2005].




Şekil 5.4. Gaz kaçaklarını algılayan otomatik gaz kesme cihazları [Akay, 2005]

### 5.3.3. Sesli / ışıklı uyarı düzenekleri

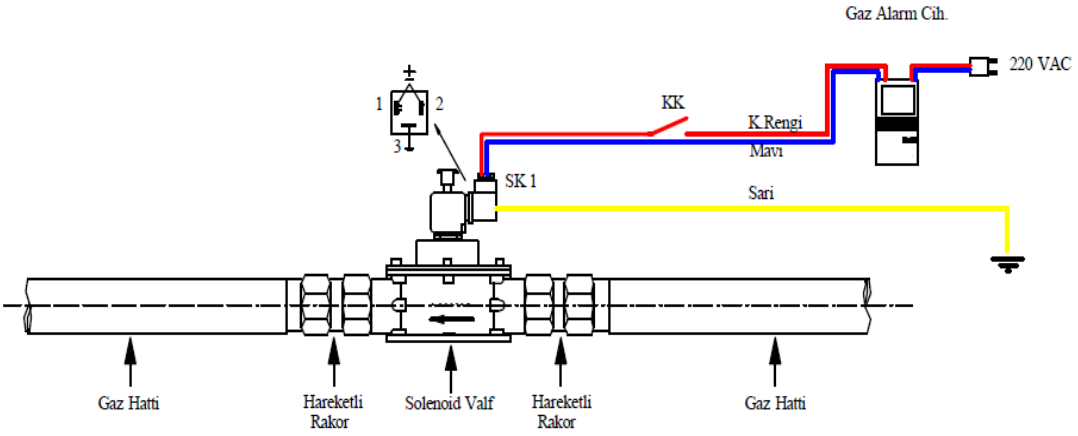
Bunlar ışıklı ya da ışıksız siren/korna olarak adlandırılan elemanlardır. Bu amacı yerine getirebilen çok sayıda seçenek mevcuttur. Ancak seçimde şu kıstasların göz önünde bulundurulmasında fayda vardır. Uyarı düzeneğinin hem flâşörlü-ışıklı hem de sesli olması tercih edilmelidir. Böylece uyarı elemanının ses veya ışık düzeneğinde oluşabilecek herhangi bir hatada diğeri fonksiyonunu yerine getirebilecektir. Tesislerimizde çoğunlukla her türlü amaç için kullanılan standart döküm kornalar mevcuttur. Doğalgaz kaçağında kullanılacak uyarı elemanlarının bundan farklı seçilmesi uyarının gaz kaçağından kaynaklandığını derhal algılamak açısından yararlı olacaktır. Sesli uyarı elemanının minimum ses düzeyi 85–90 dB'nın üzerinde olmalıdır [Akay, 2005].




Şekil 5.5. Sesli uyarı elemanları [Akay, 2005]

## 5.4. Solenoid Vana

Solenoid vanalar algılama tertibatından gelen mekanik hareket veya elektronik sinyal üzerine harekete geçerek, gaz akışını kesen tertibattır. Solenoid vanalar gaz dağıtım şirketi tarafından belgelendirilmiş olmalıdır. Bu tip vanalar, merkezi panodan kapama sinyalini aldığında gazı keser ve merkezi panodan açma sinyalini alsa dahi el ile (seçilen modeline bağlı olarak üstüne bastırılarak ya da yukarı doğru çekerek) tekrar kurulmadıkça gaza yol vermez. Böylece gaz kaçağını oluşturan nedenin kullanıcı tarafından tespiti, onarımının yapılmasını mutlaklaştırıp ancak bu şartla gaza yol verilmesi hedeflenir.




Şekil 5.6. Solenoid vana tesisat bağlantı şeması [Küçükçalı, 2003]

Elle kumandalı vanalar da diğer solenoid vanalarda olduğu gibi Normalde Açık veya Normalde Kapalı olmak üzere iki tiptir. Normalde Açık olarak adlandırılan bir vana, bobine besleme gerilimi gelmediği sürece gaza yol verir. Gazı kesmek istediğinde, bobine, alarm sisteminin NA ya da NO olarak kodlanmış röle çıkışından besleme gerilimi verilerek devre açık hale getirilir ve gaz kapanır. Bu tip vanalar, bobinin üzerinde sürekli besleme voltajı bulundurmayıp sadece alarm halinde beslendikleri için bobinin ömrü açısından avantajlı gibi, gözükmelerine karşın, elektrik kesilmesinde de gazı kapatmama gibi bazı uygulamalarda emniyetsiz sayılabilecek bir dezavantaja sahiptir. Örneğin kazan dairesi gibi elektrik kesilmesinde yakma işleminin otomatik olarak durdurulduğu uygulamalarda, özellikle elektriğin kesilip geri gelmesi ile yakma

sisteminde bazı potansiyel arızaların olabileceği de göz önünde bulundurulduğunda, gaz vanasının açık kalarak kazan dairesine-brülöre kadar gaz gelmesi, risk artırıcı bir unsur olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle kazan dairesi gibi, tüm elektriğe bağımlı olarak çalışabilen gaz yakma sistemlerinde normalde kapalı vana ve mutfak gibi elektriğe bağımlı olmadan çalışabilen gaz yakma sistemlerinde de normalde açık vana kullanımı teknik olarak doğru bir yaklaşımdır. Ancak burada ülkemizin bir gerçeği olarak, çok sık elektrik kesilmesi ve her elektrik kesilip geldiğinde gaza yol vermek için elle kurma gereksinimi kullanıcıyı normalde kapalı vana yerine tüm uygulamalarda normalde açık vana kullanımına yöneltmiştir.

Bu tip vanaların seçiminde göz önünde bulundurulacak bir diğer kıstaslarda vananın maksimum basınç dayanımıdır. Örneğin 300 mbar'lık hatta monte edildiğinde, bu hattın sızdırmazlık testi nedeni ile işletme basıncının 1,5 katı yani 450mbar'lık basınç ile test edildiğini de düşünerek 500 mbar'a kadar dayanımlı olması gerekmektedir. Doğalgaz uygulamalarında, standart 500 mbar dayanımlı solenoid vanalar sorunsuz kullanılabilmektedir. Ancak LPG uygulamalarında 1. kademe regülatör ve buharlaştırıcı çıkışının genelde 500 mbar ile 1.5 bar basınçta olması nedeniyle ya 6 bar'a kadar dayanımlı olan özel yüksek basınç dayanımlı vana tercihi ya da standart vananın 2. kademe ayar istasyonundan sonra kullanımına dikkat edilmelidir. Bir diğer hususta vana ile oluşacak basınç kaybıdır. Bu nedenle seçilecek vananın büyüklüğü, gaz akış oranına karşılık gelen basınç kayıp grafiği göz önünde tutularak belirlenmelidir. Doğal gaz tesisatında solenoid vanalar normalde açık tip, elle kurmalı, 12 DCV role çıkışlı olmalıdır [Küçükçalı, 2003].

Elektro-mekanik tipteki cihazlar için algılama tertibatı (kontrol paneli) bina içine gaz kesme tertibatı (solenoid vana) bina dışındaki tesisat bölümüne monte edilmelidir. Algılama Tertibatı, Solenoid vanaya en yakın bina taşıyıcı sistemine (en fazla 20 m) monte edilir. Monte edilecek duvarda, cihaz yatayda terazisine dikkat edilmelidir. Algılama tertibatı; tesiste yaşayan ya da çalışanlar tarafından sesli ve ışıklı uyarıları fark edebilecek şekilde monte edilmelidir. Cihaz yerden en az 1.80 m olmalıdır. Solenoid vana korunma altına alınmalıdır [GAZDAŞ,2007].

## 5.5. Doğalgaz Tesisatlarında Uyulması Gereken Güvenlik Önlemleri

1°) Doğalgaz tesisatının yapılacağı bina 1. veya 2. deprem bölgesinde ise sismik hareketi algılayan otomatik gaz kesme cihazları kullanılması zorunludur.
2°) Ahşap binalarda ya da ahşap veya plastik kaplama çatılı dairelerde gaz kaçaklarını algılayan otomatik gaz kesme cihazları kullanılması zorunludur.
3°) 60kw üzeri kazan dairelerinde exproof gaz kaçaklarını algılayan otomatik gaz kesme cihazları kullanılması zorunludur.
4°) Yukarıdaki şartlar haricinde güvenlik cihazlarının kullanımı mülk sahibine bırakılmıştır [GAZDAŞ, 2007].

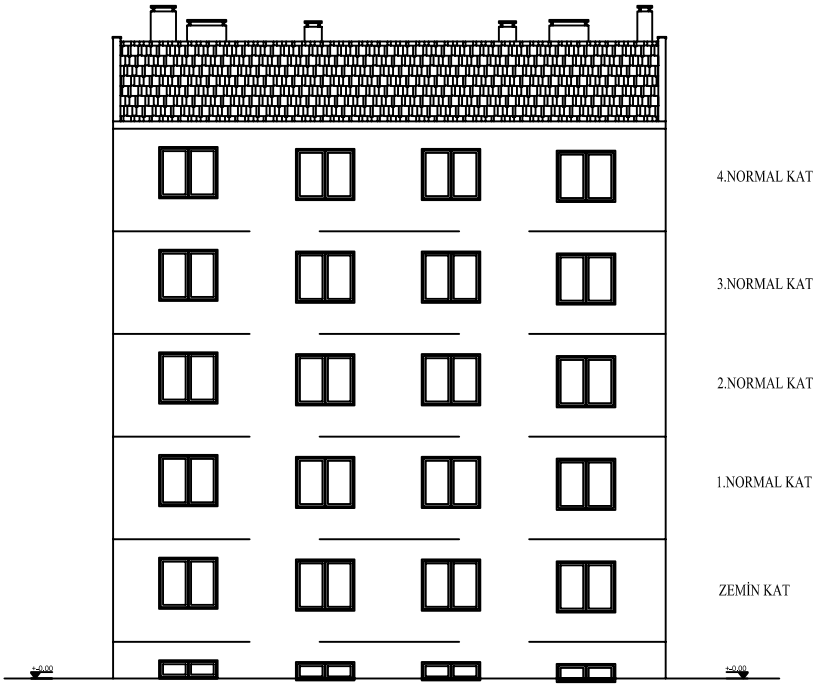
# BÖLÜM-6. DOĞAL GAZ YAKITLI ISITMA TESİSATI TASARIMI VE MALİYET KARŞILAŞTIRMASI

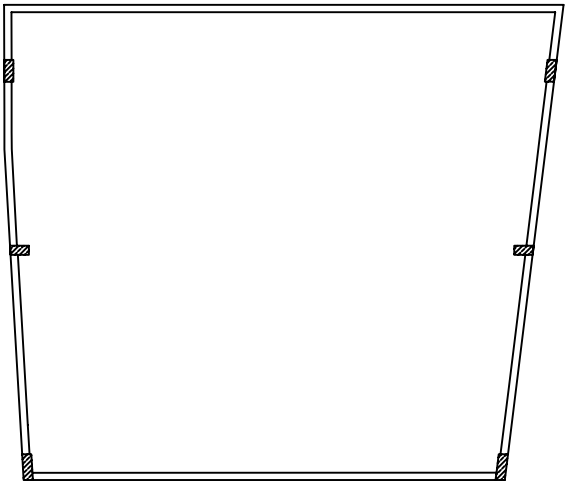
## 6.1. Yapı Bilgileri

Yapı Sahibi: Mehmet Salman
Belediye: Kırklareli
İlçe: Merkez
Mahalle: Karacaibrahim
Sokak: Sevimli
Pafta / Ada / Parsel: 56 / 1 / 42
Yapı Sınıfı: 3B
Toplam Bağımsız Bölüm: 10
Toplam Kat Sayısı: BK+ZK+4NK
Toplam İnşaat Alanı: 1087 M2

Kalorifer Tesisat Projesi Raporu:

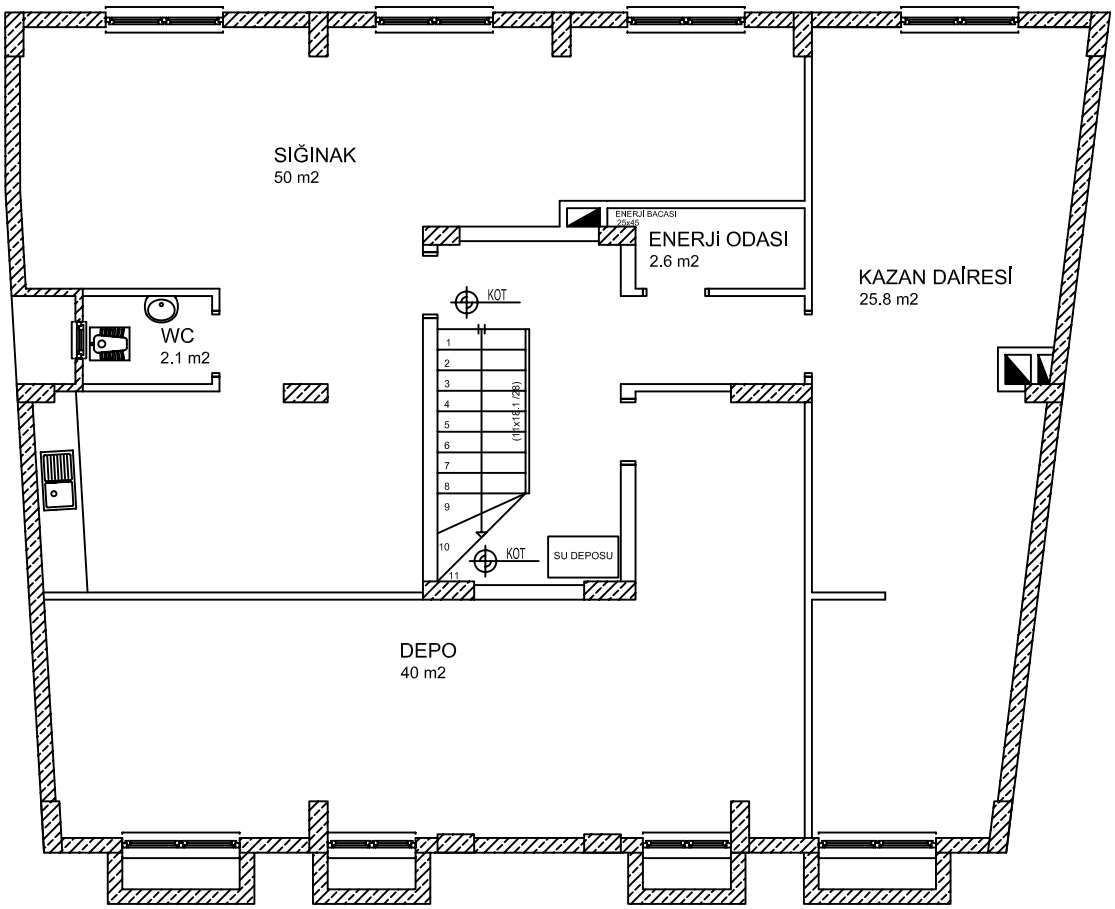
Kırklareli belediye sınırları içerisinde bulunan bina serbest bölge olarak tanımlanmıştır. Konut olarak tasarlanan yapılar için 1.tip işletme şekli uygun görülmüş ve seçilmiştir.
Mevcut yönetmelikler doğrultusunda; 80–60° C sıcak sulu ve pompalı merkezi kalorifer sistemi ile tasarlanmış olup, doğalgaz yakıtlı kazandan beslenecektir. Isı kaybı hesapları TSE 825 (DIN 4701) 'e uygun olarak hesaplanır.



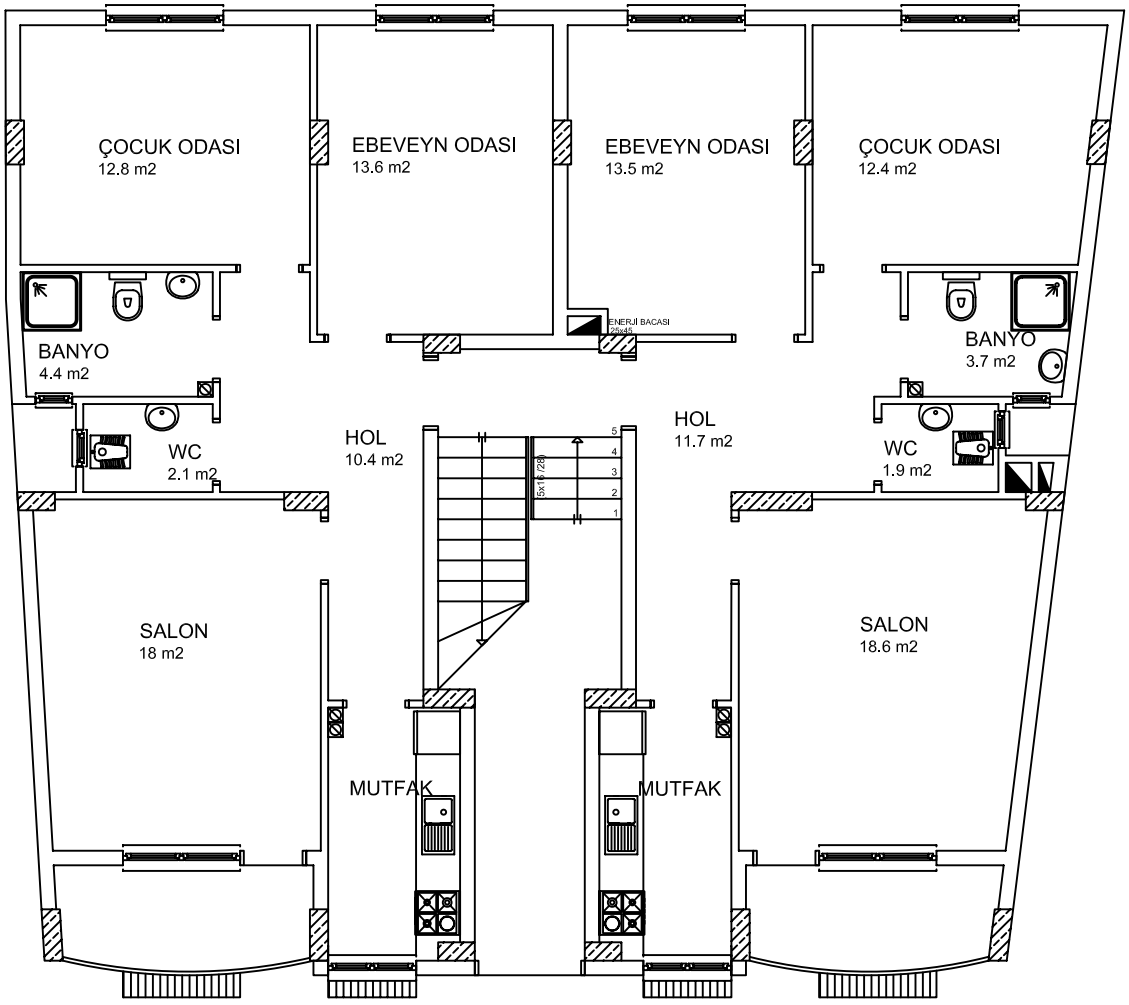



SEVİMLİ SOKAK

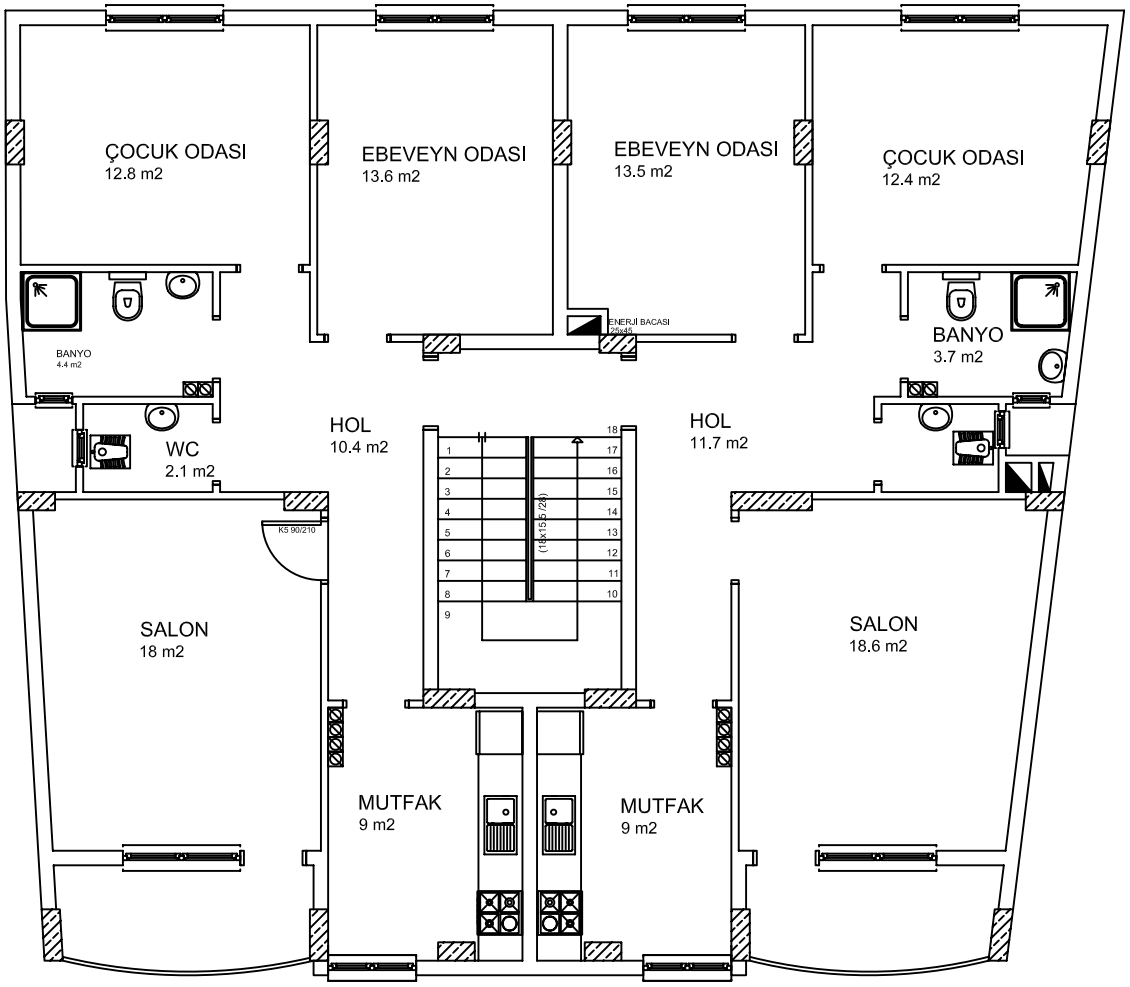
**VAZİYET PLANI**




BODRUM KAT PLANI




ZEMİN KAT PLANI




1.2.3. VE 4. NORMAL KAT PLANI

## 6.2. Bina Yapı Bileşenleri

Binanın yapı bileşenleri ve ısı iletim katsayıları aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 6.1. Bina yapı elamanları

Tarih : 07/09/2009

Proje Adı : MEHMET SALMAN

| BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI | | Yapı Elemanının Kalınlığı | Isıl İletkenlik Hesap Değeri | $d/\lambda_h 1/\alpha$ | Isı İletkenlik Katsayısı | Isı Kaybedilen Yüzey | Isı Kaybı |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | d | $\lambda_h$ | | U | A | A x U |
| | | (m) | (W/mK) | ($m^2$K/W) | W/$m^2$K | $m^2$ | W/K |
| **DH-1-Duvar( Dış Hava Temaslı )** | | | | | | | |
| $1/\alpha_i$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç) | | | 0,13 | | | |
| 4.1 | Kireç harcı, kireç-çimento harcı | 0,02 | 0,87 | 0,02 | | | |
| 7.1.6 | Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563); yoğunluk ≤1000 | 0,085 | 0,45 | 0,19 | | | |
| 10.2.1.1 | Polistiren - partiküler köpük (TS 7316); yoğunluk ≥15 | 0,06 | 0,04 | 1,5 | | | |
| 7.1.6 | Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563); yoğunluk ≤1000 | 0,085 | 0,45 | 0,19 | | | |
| 4.2 | Çimento harcı | 0,03 | 1,4 | 0,02 | | | |
| $1/\alpha_d$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış) | | | 0,04 | | | |
| **TOPLAM** | | | | **2,09** | **0,478** | **650** | **310,7** |
| **CC-1-Tavan( Üzeri Çatılı )** | | | | | | | |
| $1/\alpha_i$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç) | | | 0,13 | | | |
| 4.1 | Kireç harcı, kireç-çimento harcı | 0,02 | 0,87 | 0,02 | | | |
| 5.1 | Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar | 0,12 | 2,1 | 0,06 | | | |
| 10.5 | Cam köpüğü levhalar; yoğunluk 100-500 | 0,2 | 0,052 | 3,85 | | | |
| $1/\alpha_d$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış) | | | 0,08 | | | |
| **TOPLAM** | | | | **4,14** | **0,8x0,242** | **180** | **34,85** |
| **TO-1-Taban( Isıtılmayan İç Ortamla Bitişik )** | | | | | | | |
| $1/\alpha_i$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç) | | | 0,17 | | | |
| 9.1.3 | Sentetik malzemeden kaplamalar ( örnek:PVC ) | 0,01 | 0,23 | 0,04 | | | |
| 4.6 | Çimento harçlı şap | 0,04 | 1,4 | 0,03 | | | |
| 10.2.1.1 | Polistiren - partiküler köpük (TS 7316); yoğunluk ≥15 | 0,03 | 0,04 | 0,75 | | | |
| 5.1 | Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar | 0,15 | 2,1 | 0,07 | | | |
| $1/\alpha_d$ | Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış) | | | 0,17 | | | |
| **TOPLAM** | | | | **1,23** | **0,5x0,811** | **180** | **72,99** |
| **PENCERE 1** | | | | | **2,2** | **90** | **198** |
| **KAPI 1** | | | | | **3** | **18** | **54** |

## 6.3. Isı Kaybı ve Radyatör Teferruatı

Her mahalle ısı kaybı hesabı yapılmıştır. Hesaplanan ısı kayıpları aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir. 80–60°C'de çalışan kalorifer tesisatında 500lük PKKP panel radyatörün 1metretülü 1700 W ısı vermektedir. Bu değer üzerinden radyatör metrajları hesaplanıp çizelgeye işlenmiştir.

Çizelge 6.2. Isı kaybı ve teferruatı çizelgesi

| | | Tesisat işletme sıcaklığı ; | | | | | ISI KAYBI VE RADYATÖR TEFERRUATI HESABI | | | | | | | | | | | Sayfa | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 80/60 °C | | | Tesisin adı : | | | | | | | | | | | Kat | | | | | |
| | | Odanın | | | | | | Radyatörün | | | | | | | Teferruatın | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Cinsi | | | | | | Musluk | | | Rekor | | | |
| No | ADI | Sıcaklık | Hacmi | Hesab edilen ısı kaybı | | Birim verimi | Yüzey/adet | Verimi | 22PKKP/500 | 22PKKP/400 | 22PKKP/600 | Grup | Konsol | Kelepçe | 1/2" | 3/4" | 1" | 1/2" | 3/4" | 1" | | |
| | | °C | m³ | W | | W/m | m² | W | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ZEMİN KAT | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Z01 | MUTFAK | 20 | | 908,20 | | 1700 | 0,53 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z02 | SALON | 20 | | 1227,31 | | 1700 | 0,72 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z03 | WC | 15 | | 157,24 | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | | | | |
| Z04 | BANYO | 24 | | 734,20 | | 1700 | 0,43 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z05 | Ç.ODASI | 20 | | 1132,86 | | 1700 | 0,67 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z06 | Y.ODASI | 20 | | 913,83 | | 1700 | 0,54 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z07 | HOL | 15 | | 313,00 | | 1700 | 0,18 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z08 | MUTFAK | 20 | | 888,01 | | 1700 | 0,52 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z09 | SALON | 20 | | 1263,36 | | 1700 | 0,74 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z10 | WC | 15 | | 161,10 | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | | | | |
| Z11 | BANYO | 24 | | 759,38 | | 1700 | 0,45 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z12 | Ç.ODASI | 20 | | 1164,50 | | 1700 | 0,68 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z13 | Y.ODASI | 20 | | 913,83 | | 1700 | 0,54 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| Z14 | HOL | 15 | | 313,00 | | 1700 | 0,18 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| | | | | BİRİNCİ KAT | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | MUTFAK | 20 | | 863,85 | | 1700 | 0,51 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 102 | SALON | 20 | | 1100,20 | | 1700 | 0,65 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 103 | WC | 15 | | 149,83 | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | | | | |
| 104 | BANYO | 24 | | 684,77 | | 1700 | 0,40 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 105 | Ç.ODASI | 20 | | 1041,06 | | 1700 | 0,61 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 106 | Y.ODASI | 20 | | 814,96 | | 1700 | 0,48 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 107 | HOL | 15 | | 270,63 | | 1700 | 0,16 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 108 | MUTFAK | 20 | | 845,64 | | 1700 | 0,50 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 109 | SALON | 20 | | 1130,31 | | 1700 | 0,66 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 110 | WC | 15 | | 153,34 | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | | | | |
| 111 | BANYO | 24 | | 707,64 | | 1700 | 0,42 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 112 | Ç.ODASI | 20 | | 1068,40 | | 1700 | 0,63 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 113 | Y.ODASI | 20 | | 814,96 | | 1700 | 0,48 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| 114 | HOL | 15 | | 270,63 | | 1700 | 0,16 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | |
| | | 1. 2.VE 3. KATIN ISIKAYBI VE RADYATÖR DEĞERLERİ AYNIDIR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | 80/60 °C | | | Tesisin adı : | | | | | | | | | | Kat | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Odanın | | | | | | Radyatörün | | | | | | | Teferruatın | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Cinsi | | | | | | Musluk | | | Rekor | | |
| No | ADI | Sıcaklık | Hacmi | Hesab edilen | ısı kaybı | Birim verimi | Yüzey/adet | Verimi | 22PKKP/500 | 22PKKP/400 | 22PKKP/600 | Grup | Konsol | Kelepçe | 1/2" | 3/4" | 1" | 1/2" | 3/4" | 1" |
| | | °C | m³ | W | | W/m | m² | W | | | | | | | | | | | | |
| | | | | *DÖRDÜNCÜ KAT* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *401* | *MUTFAK* | *20* | | *888,04* | | 1700 | 0,52 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *402* | *SALON* | *20* | | *1169,53* | | 1700 | 0,69 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *403* | *WC* | *15* | | *157,24* | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | *0* | 0 | | | 0 | | |
| *404* | *BANYO* | *24* | | *711,73* | | 1700 | 0,42 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *405* | *Ç.ODASI* | *20* | | *293,74* | | 1700 | 0,17 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *406* | *Y.ODASI* | *20* | | *868,89* | | 1700 | 0,51 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *407* | *HOL* | *15* | | *293,74* | | 1700 | 0,17 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *408* | *MUTFAK* | *20* | | *868,75* | | 1700 | 0,51 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *409* | *SALON* | *20* | | *1202,88* | | 1700 | 0,71 | 2720 | 1,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *410* | *WC* | *15* | | *157,57* | | 1700 | 0,09 | 0 | 0,0 | | | 0 | 0 | *0* | 0 | | | 0 | | |
| *411* | *BANYO* | *24* | | *735,86* | | 1700 | 0,43 | 1020 | 0,6 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *412* | *Ç.ODASI* | *20* | | *1120,82* | | 1700 | 0,66 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *413* | *Y.ODASI* | *20* | | *868,89* | | 1700 | 0,51 | 2040 | 1,2 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |
| *414* | *HOL* | *15* | | *293,74* | | 1700 | 0,17 | 850 | 0,5 | | | 1 | 2 | *1* | 1 | | | 1 | | |

## 6.4. Isıtma Tesisatı Tasarımı

Isıtma amacı ile kullanılan kalorifer kazanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde, söz konusu binanın ısı kaybı esas alınır.

Günümüz koşullarında gereğinden daha büyük kazan seçilmesi sadece ilk yatırım maliyeti, yani satın alma bedelinin yüksek olması açısından değerlendirilemez. Aç-kapa biçiminde çalışan otomatik kontrollü kazanlarda, satın alma maliyetinden daha önemli olan, büyük seçilen kazanların yakıt giderlerindeki artıştır. Kazanların yakıt tüketimlerini etkileyen ana parametre kazan plakasında yazan anma ısıl verimi değildir. Yakıt tüketimini esas etkileyen verim değeri, kısmi yüklerdeki verim olup, Alman literatüründe buna kullanma verimi adı verilmektedir. Anma ısıl verimi kazanın tam yükte sürekli çalışması sırasında ölçülen verim değeridir. Kazan durma konumunda iken ısı kaybetmeye devam eder. Ayrıca devreye girerken ilave kayıplar söz konusudur. Bu

kayıplar anma veriminde yoktur. Sadece kısmi yükte çalışma halinde ortaya çıkar ve kullanma verimi tarifi içinde yer alırlar.

Kısmi yüklerde çalışma halinde meydana gelen bu ilave kayıpların boyutları kazan cinsine ve brülör cinsine bağlıdır. En büyük kayıplar tek kademeli ve aç-kapa kontrollü kazanlarda meydana gelir. Çok kademeli kazanlarda ve modülasyonlu (oransal) brülörlü kazanlarda bu kayıplar daha azdır veya hiç yoktur. Ayrıca kazan cinsi kısmi yüklerdeki verim düşmesi açısından önemlidir. Düşük sıcaklık kazanlarında, kazandaki ortalama su sıcaklığı düşük olduğundan durma kayıpları ve baca kayıpları daha azdır. Bu açıdan en gelişmiş kazanlar yoğuşmalı tip olanlardır. Dolayısı ile, modülasyonlu brülörlü bir düşük sıcaklık kazanını kısmi yüklerde çalıştırmanın, verim düşümü açısından hiçbir pratik sakıncası yoktur. Buna karşılık, tek kademeli aç-kapa kontrollü bir kazan mümkün olduğu kadar kısmi yüklerde çalıştırılmamalıdır. Bu yönde alınabilecek önlemlerden biri de, tek büyük kazan kullanmak yerine, iki veya daha fazla küçük kazan kullanmaktır.

Isıtma kapasitesinin 100 kW ve üzerinde olması halinde, ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile birlikte enerji ekonomisi analizleri sonucunda daha ekonomik olduğu raporlanan, mekanik ve elektronik olarak birbirleri ile haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre kaskad kazan sistemleri kullanılmalıdır [Küçükçalı, 2000].

### 6.4.1. Kaskad sistemleri ile klasik kazan sistemlerinin karşılaştırılması

1°) Kazan Verimi: Baca gazındaki gizli ısıyı aldığı için (bu kazanlar klasik kazanlarda bacadan atılan su buharını yoğuşturup, buharın ısısını geri alıyor) verim çok yüksektir. Baca gazı sıcaklığı, kazan dönen su sıcaklığının yaklaşık olarak 5°C üzerindedir. Kazana dönen suyun sıcaklığı 40°C olduğunda ise baca gazı sıcaklığı 43°C ($\Delta t = 3°C$)' dir. Kaskad sistemlerde verim %109'lara ulaşmaktadır.

2°) Yakıt Tüketimi: Modülasyon sayesinde;

a- Kazan alevi ihtiyaca göre ayarlıyor. Isıtma veya sıcak su ihtiyacı az olduğunda alevi kısarak yüksek verimin sürekliliğini sağlar, yakıt sarfiyatı ve arıza riski azalır.

b- Kurum oluşmaz.

c- Isıtma ihtiyacı azaldığında yakıt ve hava miktarını azaltıp, alevi kısar. Çalışan

kazan adedini de azaltarak (Sıra kontrol sistemi ile) düşük kapasitelerde yanma devam eder.

d- Özel devreye girme-çıkma mantığı sayesinde sistem her zaman ısı ihtiyacını karşılayacak şekilde çalışır.

e- Modülasyonlu brülör kullanımında tam yoğuşma miktarı tek kademeli brülör kullanımına göre % 76 daha fazladır ve yakıt tüketimi çok azaltılmıştır.

f- Sıcak kullanım suyu ihtiyacı tek kazanla sağlanabildiğinden yakıt ekonomisi arttırılmıştır.

3°) Ömür: 30 yıldan fazladır.

4°) Ses ( Gürültü ): yoğuşmalı duvar tipi kazan kullanılması halinde ses problemi oluşmaz. Atmosferik kazanlardan da sessiz çalışırlar. Ses seviyesi tam kapasitede 38 dB ara kapasitede 23 dB değerindedir. Kütüphanelerde ses seviyesinin 45 dB sınırının altında olması gerektiği göz önüne alınırsa, sistemin çok sessiz çalıştığını söyleyebiliriz [Küçükçalı, 2000].

### 6.4.2. Kullanım sıcak su ısı kapasitesi

10 daireli bir konut için kullanım sıcak su ısı kapasitesi bulunacaktır. İlk adım olarak konutta bir daire için gereksinim duyulan sıcak su kullanım cihazlarının kapasiteleri belirlenecek.

Çizelge 6.3. Bir daire için gerekli kullanım sıcak su kapasitesi [MMO, 2006]

| Sıcak Su Kullanım Cihazları | Sıcak Su İhtiyacı (l/h) | Daire Sayısı (ADET) | Toplam Sıcak Su İhtiyacı (l/h) |
|---|---|---|---|
| LAVABO | 7,5 | 1 | 7.5 |
| BANYO | 150 | 1 | 150 |
| ÇAM. MAKİNESİ | 75 | 1 | 75 |
| EVYE | 40 | 1 | 40 |
| BİR DAİRE | TOPLAM SICAK SU | İHTİYACI = | 272.5 l/h’dir |

Cihazların kullanım kapasiteleri olarak belirlenen 272,5 l/h değeri bir dairenin ani ihtiyaç değeridir. Bir daire için gereksinim duyulan sıcak su ısı kapasitesi;

$$Q_{sıcaksu} = M_{sıcaksu} \times c \times r \times (T_ç - T_g) \quad (6.1a)$$

$Q_{sıcaksu}$ = Bir daire için gereksinim duyulan sıcak su ısı kapasitesi. (kW)

$M_{sıcaksu}$ = Sıcak su ihtiyacı = 272.5 l/h = 272.5 / 3600 = 0.0755 l/s

c = Suyun özgül ısısı = 4.2 kj/kg °C

r = Suyun yoğunluğu = 1 kg/l

$T_ç$ = Eşanjör su çıkış sıcaklığı = 60 °C

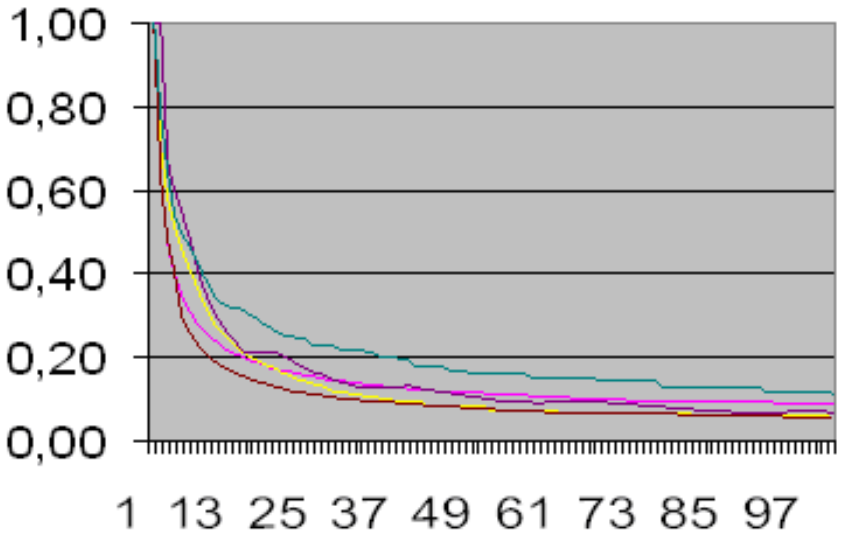
$T_g$ = Eşanjör su giriş sıcaklığı = 10 °C

$$Q_{sıcaksu} = 0.0755 \times 4.2 \times 1 \times (60 - 10) = 15{,}9kW \quad (6.1b)$$

Bir daire için gereksinim duyulan sıcak su ısı kapasitesi 15,9kW'dır [MMO,2006].

10 dairelik apartman aynı saatte bütün bu cihazları kullanamayacağı için ortalama ani ihtiyaç faktörü ile çarpılmalıdır.

Çizelge 6.4. Domestik sıcak su eşdeğer kullanım faktörleri [DANFOSS,2009]



### 6.4.3. Kazan sistemi ve kapasitesi seçimi

Yukarıdaki maddelere dayanarak tasarımını yaptığımız kalorifer tesisatında, duvar tipi kaskad sistemleri kullanılacaktır. Isıtma tesisatı için gerekli ısı yükü ısı kaybı hesabından 92820 Watt, daire başına düşen ortalama ısı kaybı yükü 9282 Watt olarak bulunmuştur.

Kullanım sıcak su ihtiyacı kat girişlerindeki plakalı eşanjörle sağlanacaktır. Bir daire için gereksinim duyulan sıcak su ısı kapasitesi 15900 Watt bulunmuştur.

Ana hattaki ısıl yük miktarı 4.1a deki formülden;

$$Q_{toplam} = n \times f \times Q_{sıcaksu} + n \times (1.0 - f) \times Q_{ısıtma} \quad (6.2a)$$

$Q_{toplam}$ = Ana hattaki ısıl yük = Watt

n = daire sayısı = 10 daire

f = Domestik sıcak su için eşdeğer faktör = 0,25 ( Tablodan)

$$Q_{toplam} = 10 \times 0.25 \times 15900 + 10 \times (1.0 - 0.25) \times 9282 \quad (6.2b)$$

$$Q_{toplam} = 109373\ Watt \quad (6.2c)$$

Kazan kapasitesi belirlerken, yoğuşmalı kazan verimini firma katoloğundan 1,05 alırsak;

$$Qk = \frac{Qtoplam \times k}{\mu} \quad (6.3a)$$

$$Qk = \frac{109373 \times 1,05}{1,05} \quad (6.3b)$$

$$Qk = 109373\ Watt = 109.37kW \quad (6.3c)$$

$Q_k$= Kazan kapasitesi

$Q_{toplam}$ = Tesisattaki ısıl yük

k = Kayıp zammı: 1.05 alınır.

$\mu$ = Kazan verimi:1.05 alındı.

Firma kataloglarından, 60kW'lık iki adet Buderus marka duvar tipi yoğuşmalı kazan seçilmiştir.

### 6.4.4. Kapalı genleşme kabı hesabı

Isıtma tesisatı doğalgaz yakıtlı olduğundan kapalı genleşme kabı kullanılacaktır.

Tesisatın Su Hacmi:

$$Tesisatın\ Su\ Hacmi = Kazan\ Kapasitesi(kW) \times Isıtma\ Faktörü \quad (6.4a)$$

$$Kazan\ Kapasitesi\ = 120kW$$

$$Isıtma\ Faktörü, panel\ radyatör\ için\ 9.4\ alınır.$$

$$Tesisatın\ Su\ Hacmi = 120\ \times 9.4 \quad (6.4b)$$

$$Tesisatın\ Su\ Hacmi\ = 1128\ lt \quad (6.4c)$$

Genleşen Su Miktarı:

$$Genleşen\ Su\ Hacmi\ (Ve) = \frac{Tesisatın\ Su\ Hacmi\ \times 3.55}{100} \quad (6.5a)$$

$$Genleşen\ Su\ Hacmi\ (Ve)\ = \frac{1128\times 3.55}{100} \quad (6.5b)$$

$$Genleşen\ Su\ Hacmi\ (Ve) = 40\ lt \quad (6.5c)$$

Sistem Soğukken Tanktaki Su Miktarı:

$$Tanktaki\ Su\ Miktarı\ (Vv)\ =\ Tesisatın\ Su\ Hacmi\ \times 0.005 \quad (6.6a)$$

$$Tanktaki\ Su\ Miktarı\ (Vv) = 1128\ \times 0.005 \quad (6.6b)$$

$$Tanktaki\ Su\ Miktarı(Vv)\ =\ 5.64\ lt \quad (6.6c)$$

Emniyet Ventili Açma Basıncı :

$$P_{statik}\ =\ \frac{Bina\ Yüksekliği}{10} \quad (6.7a)$$

$$P_{statik} = \frac{15}{10} \quad (6.7b)$$

$$P_{statik} = 1.5\ bar \quad (6.7c)$$

$$P_{açma}\ (Emniyet\ Ventili\ Açma\ Basıncı)\ = P_{statik} + 1 \quad (6.8a)$$

$$P_{açma}\ (Emniyet\ Ventili\ Açma\ Basıncı)\ = 1.5 + 1 \quad (6.8b)$$

$$P_{açma}(Emniyet\ Ventili\ Açma\ Basıncı)\ = 2.5\ bar \quad (6.8c)$$

$$P_e = P_{açma} - 0.5 \quad (6.9a)$$

$$P_e = 2.5 - 0.5 \quad (6.9b)$$

$$P_e = 2\ bar \quad (6.9c)$$

Genleşme Tankının Nominal Hacmi:

$$Genleşme\ Tankının\ Nominal\ Hacmi\ (V) = \frac{(Ve+Vv)\times(Pe+1)}{Pe-Pstatik} \quad (6.10a)$$

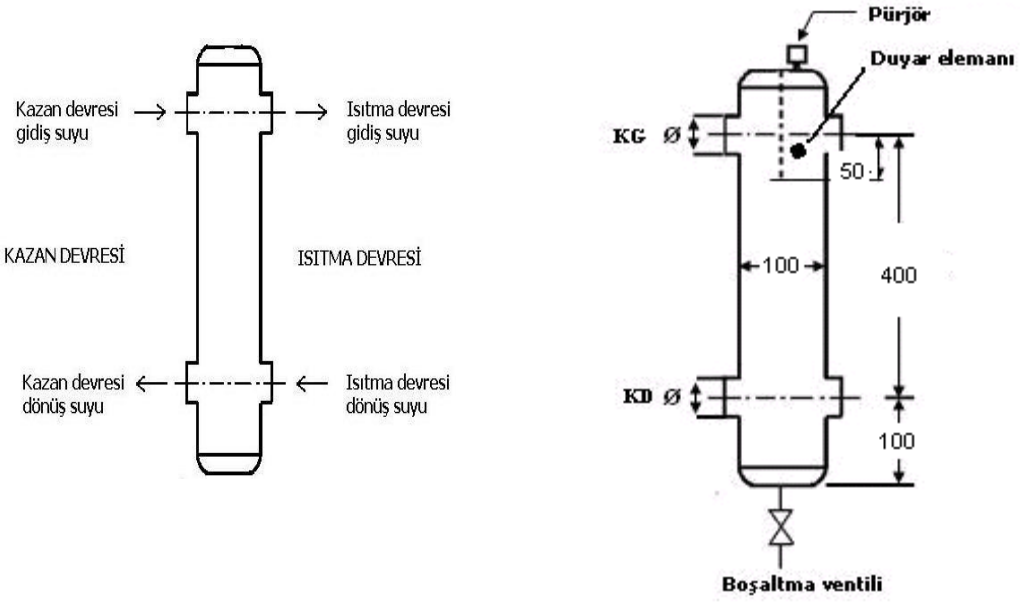
$$Genleşme\ Tankının\ Nominal\ Hacmi\ (V) = \frac{(40+5.64)\times(2+1)}{2-1,5} \quad (6.10b)$$

$$Genleşme\ Tankının\ Nominal\ Hacmi\ (V) = 274\ lt \quad (6.10c)$$

Firma kataloglarından 300 lt kapalı genleşme kabı seçilmiştir [MMO, 2002].

### 6.4.5. Denge kabı tasarımı

Denge kabı hidrolik dengeyi sağlamak, sistemde dolaşan su debisini kontrol edebilmek için kullanılır. Kaskad sistemlerde kazan devresi ile ısıtma devrelerini birbirinden ayırmak için denge kabı kullanılır. Denge kabının üzeride pürjör, sıcaklık göstergesi ve alt tarafında boşaltma musluğu bulunmalıdır. Denge kabı dik konumda montajı yapılmalıdır. Denge kabı aynı zamanda sistemde biriken çamur alma işlemine de destek olur. Su hacminin fazla olduğu tesisatlarda ayrıca hava ayırıcı ve tortu ayırıcı kullanılması tavsiye edilir.




Şekil 6.1. Denge kabı ve tasarımı [ Küçükçalı, 2000]

Çizelge 6.5. Denge kabı ısı kapasitesi-çap tablosu [ Küçükçalı, 2000]

| KAPASİTE kW / (kcal/h) | GİDİŞ-DÖNÜŞ ÇAPLARI | D (mm) |
|---|---|---|
| 60 kW'a kadar (0-51.600 kcal/h) | 1½" | 65 |
| 60-90 kW (51600 – 77.400 kcal/h) | 2" | 80 |
| 90-130 kW (77.400 -111.800 kcal/h) | 2½" | 100 |
| 130-330 kW (111.800 -283.800 kcal/h) | 4" | 150 |
| 330-480 kW (283.800 -412.800 kcal/h) | 5" | 200 |

### 6.4.6. Dolaşım pompası hesabı

$$Pompa\ \ Debisi\ = \frac{Qk \times 0{,}86}{20000} \quad (6.11a)$$

$$Pompa\ Debisi\ = \frac{120000 \times 0{,}86}{20000} \quad (6.11b)$$

$$Pompa\ Debisi\ = 5{,}2\ m3/h\ 'tir. \quad (6.11c)$$

$$Pompa\ Basma\ Yüksekliği\ = 2\ mss\ 'dur \quad (6.12)$$

[MMO, 2002].

### 6.4.7.Otomatik kontrol

Bir ısıtma tesisatının boyutlandırılmasında en kötü şartlardaki ısıtma ihtiyacının karşılanması esas alınır. Ancak sistem zamanın büyük bir kısmında daha düşük seviyelerde çalışmak durumundadır. Düşük seviyelerde ısıtma sisteminin gücünü de otomatik olarak kendiliğinden düşürmek ve sistemin kendi kendine çalışmasını sağlamak otomatik kontrol cihaz ve sistemlerinin görevidir [Küçükçalı, 1998].

### 6.4.7.1. Kontrol paneli

Tek kazanlı sistemin otomatik kontrolünü yapan veya çok kazanlı sistemlerde (en çok 3 kazan) 1.kazanda (öncü kazan) kullanılarak ana kontrol paneli görevi yapan, modüler yapıya sahip, orta ve büyük kapasiteli tesisatlara hitap eden dijital kontrol panelidir. Isıtma tesisatımızda kazan kontrolü, Logamatic Kontrol Paneli ile yapılacaktır [Küçükçalı, 2000].



Şekil 6.2. Logamatic kontrol paneli [Küçükçalı, 2000]

### 6.4.7.2. Kontrol paneli aksesuar ve modülleri

1°) Kumanda Ünitesi:

Tüm sistem parametrelerinin tanımlanıp, ayarlarının yapıldığı ayrıca kazan ve sistemin kontrolünü yapıldığı ünitedir. Bas-Çevir mantığı ile kumanda edildiğinden kolay kullanım sağlar. Türkçe yazılı iletişim sağlayan geniş ekranında sistemle ilgili tüm bilgi ve ayarların okunup ayarlanabilir. İster panel üstünde, ister kablosu ile kazan dışı gövdesi üzerinde veya oda montaj seti ile istenilen herhangi bir yere (odaya) monte edilebilir. Kalibre edilebilir oda sıcaklık duyar elemanı ile sistemdeki bütün ısıtma devrelerinde uzaktan kumanda olarak kullanılabilir. Hata mesajı, işletme durumu göstergeleri, Role testi gibi geniş servis fonksiyonlarına sahip olan, dijital kumanda

cihazıdır[Küçükçalı, 2000].



Şekil 6.3. MEC 2  kumanda ünitesi [Küçükçalı, 2000]

2°) Uzaktan Kumanda:

Bağlı bulunduğu ısıtma devresinin odadan kumanda edilebilmesini sağlar. Uzaktan kumanda ile gerçekleştirilebilecek fonksiyonlar:

• Oda sıcaklığı etkili ısıtma kontrolü: Uzaktan kumanda içerisinde yer alan sıcaklık duyar elemanı, oda sıcaklığının olması gereken (istenen) değeri ile mevcut değeri arasındaki farka bağlı olarak gidiş suyu sıcaklığının, yani ısıtma eğrisinin otomatik olarak düzeltilmesini sağlar.

• Daha soğuk/daha sıcak fonksiyonu: Eğer oda sıcaklığı etkili ısıtma kontrolü devrede değilse uzaktan kumanda üzerindeki sıcaklık ayar düğmesi çevrilerek doğrudan kazan gidiş suyu sıcaklığına müdahale edilebilir. Her 1 °C arttırma veya azaltma kazan gidiş suyu sıcaklığında 2,5–3 °C arasında artma veya azalmaya sebep olacaktır.

• Uzaktan kumanda içerisinde yer alan sıcaklık duyar elemanı sayesinde, düşük işletme yapılarak gece oda sıcaklığında kontrol altında tutulabilir.

• Uzaktan kumanda üzerinden işletme turu (otomatik/sürekli gündüz işletmesi/sürekli düşük işletme) seçilebilir. Devrede olan işletme turunun şalteri üzerindeki yeşil led yanacaktır.

• Harici oda duyar elemanı bağlanabilir. Böylece Uzaktan kumandanın referans odaya takılma zorunluluğu kalmaz, sadece duyar elemanın odaya montajı yeterli olur.

• Uzaktan kumanda üzerindeki led ile ısıtma devresinin yaz işletmesine geçtiği görülebilir [Küçükçalı, 2000].

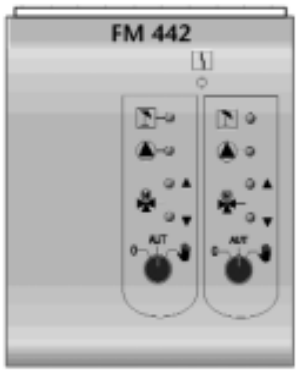



Şekil 6.4. BFU uzaktan kumanda [Küçükçalı, 2000]

3°) Üç Yollu Vana Kontrol Modülü

İki adet bağımsız üç yollu vanalı veya direkt ısıtma devresi kontrol edilebilir. Üzerinde yer alan ledler vasıtasıyla

- Modül hatası
- Isıtma devresinin yaz/kış işletmesinde olduğu
- Uç yollu vananın pozisyonu (acık/kapalı)
- Dolaşım pompası işletme durumu görülebilir.




Şekil 6.5. FM 442 üç yollu vana kontrol modülü [Küçükçalı, 2000]

Modülün her iki fonksiyonu ile üç yollu vanalı veya vanasız bir ısıtma devresine kumanda edilebilir. Ayrıca modüle bağlı her bir ısıtma devresine uzaktan kumanda

bağlanabilir ve pompaların arıza mesajının panelden görülmesi için harici bağlantı yapılabilir. Eğer uzaktan kumanda kullanılmıyorsa, harici bir şalterle gece/gündüz/otomatik işletme secimi yapılabilir veya bunun yerine harici şalterle sadece gece/gündüz işletmesi secimi ve ek olarak pompa arıza mesajı için bağlantı yapılabilir. Pompaların arıza sinyali gönderebilen tipte olması gerekir. Modül üzerinde ayrıca ısıtma devresi için manüel/otomatik/kapalı işletme seçim şalteri bulunur eğer panelde başka tip bir modül kullanılmamışsa, FM 442 modülünden panel başına en fazla 4 adet kullanılabilir [Küçükçalı, 2000].

### 6.4.7.3. Üç yollu vana

Üç yollu kontrol vanaları yardımı ile sisteme veya belirli bir zona giden suyun sıcaklığı veya debisi değiştirilerek kapasite kontrolü yapılabilir. Ancak kalorifer tesisatında sabit debili değişken sıcaklık sistemi daha uygundur.

Avantajları:

1°) Merkezi sistemde dolaşan suyun debisi sabit kalacaktır.

2°) Isıtma ihtiyacının az olduğu sürelerde dahi borulardaki aşırı soğumalar olmayacağı için boru şebekeleri ani ısınmalardan ve gerilmelerden etkilenmeyecektir.

3°) Dış hava sıcaklığındaki değişmeye bağlı olarak sisteme giden su sıcaklığını ayarlamak mümkündür [Küçükçalı, 1998].

### 6.4.7.4 Dış Hava Sıcaklık Duyar Elemanı

Kazanların çalışmaya başlama ve durma saatlerinin dış hava sıcaklığına göre otomatik belirlenmesini sağlar. Dış hava sıcaklığının düşük olduğu günlerde panel kazanı daha erken saatlerde, dış hava sıcaklığının daha yüksek olduğu günlerde ise daha geç saatlerde çalıştırmaya başlar. Böylece yakıt israfı önlenir [Küçükçalı, 1998].

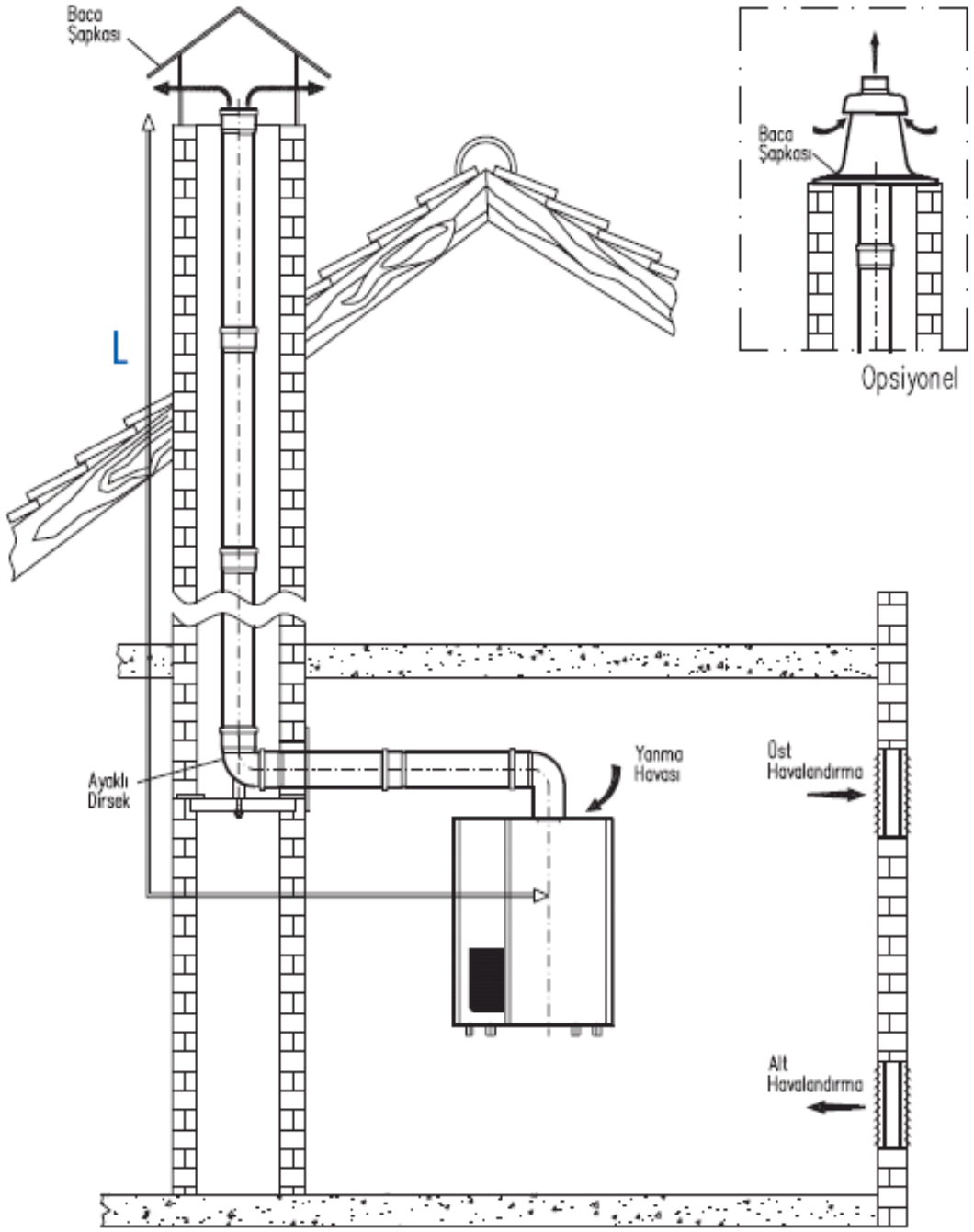
## 6.4.8. Baca Hattı

Her iki duvar tipi yoğuşmalı kazan için de magnezyum-alüminyum-silisyum alaşımlı, korozyona dayanıklı, muflu, contalı, sızdırmaz (baca gazını ve yoğuşan suyu sızdırmaz) baca sistemleri kullanılacaktır. Baca çapı 100 mm'dir. İki kazan için de ayrı baca hattı çıkacaktır.

Bacalar yatayda üç metre dikeyde on beş metre olmak üzere montajı yapılacaktır. L uzunluğu 18 m'dir. Buderus'un öngördüğü seksen iki metre şartını sağlamaktadır [Buderus, 2009].

Çizelge 6.6. Baca basınç kaybı çizelgesi [Buderus, 2009].

| | GB 112-24 W | GB 112-24 WT | GB 112-29 W | GB 112-29/36 WT | GB 112-29/36 WTH | GB 112-43 W | | GB 112-60 W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Baca Çapı mm | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 100 | 100 |
| Kazan Fan Basıncı Pa | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 140 | 140 | 140 |
| 45° Dirsek Direnci Pa | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 3,7 | 0,9 | 2,0 |
| 90° Dirsek Direnci Pa | 4,0 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 11,7 | 3,5 | 7,2 |
| Düz Baca (1 m) Direnci Pa | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 2,2 | 0,8 | 1,7 |
| Dirseksiz Maks Mesafe (L)m | 87 | 87 | 58 | 58 | 58 | 63 | 175 | 82 |
| Her İlave Dirsek İçin Maks Mesafedeki Azalma m | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,3 | 4,4 | 4,2 |




Şekil 6.6. Baca ve havalandırma detayı

### 6.4.9. Kazan Dairesi Havalandırması Hesabı

Kazan dairesine yapılacak olan üst havalandırma doğal havalandırmadır, alt havalandırma ise cebri havalandırma olacaktır. Alt havalandırmada kullanılacak fan exproof olacaktır.

a-) Üst Havalandırma Hesabı:

$$Üst\ Havalandırma\ (S_ü) = \frac{(540+Qk-60)\times 4,5}{2} \quad (6.13a)$$

$$Üst\ Havalandırma\ (S_ü) = \frac{540+(120-60)\times 4,5}{2} \quad (6.13b)$$

$$Üst\ Havalandırma\ (S_ü) = 400\ cm^2 \quad (6.13c)$$

Doğal üst havalandırma için 20x20 cm menfez seçilmiştir.

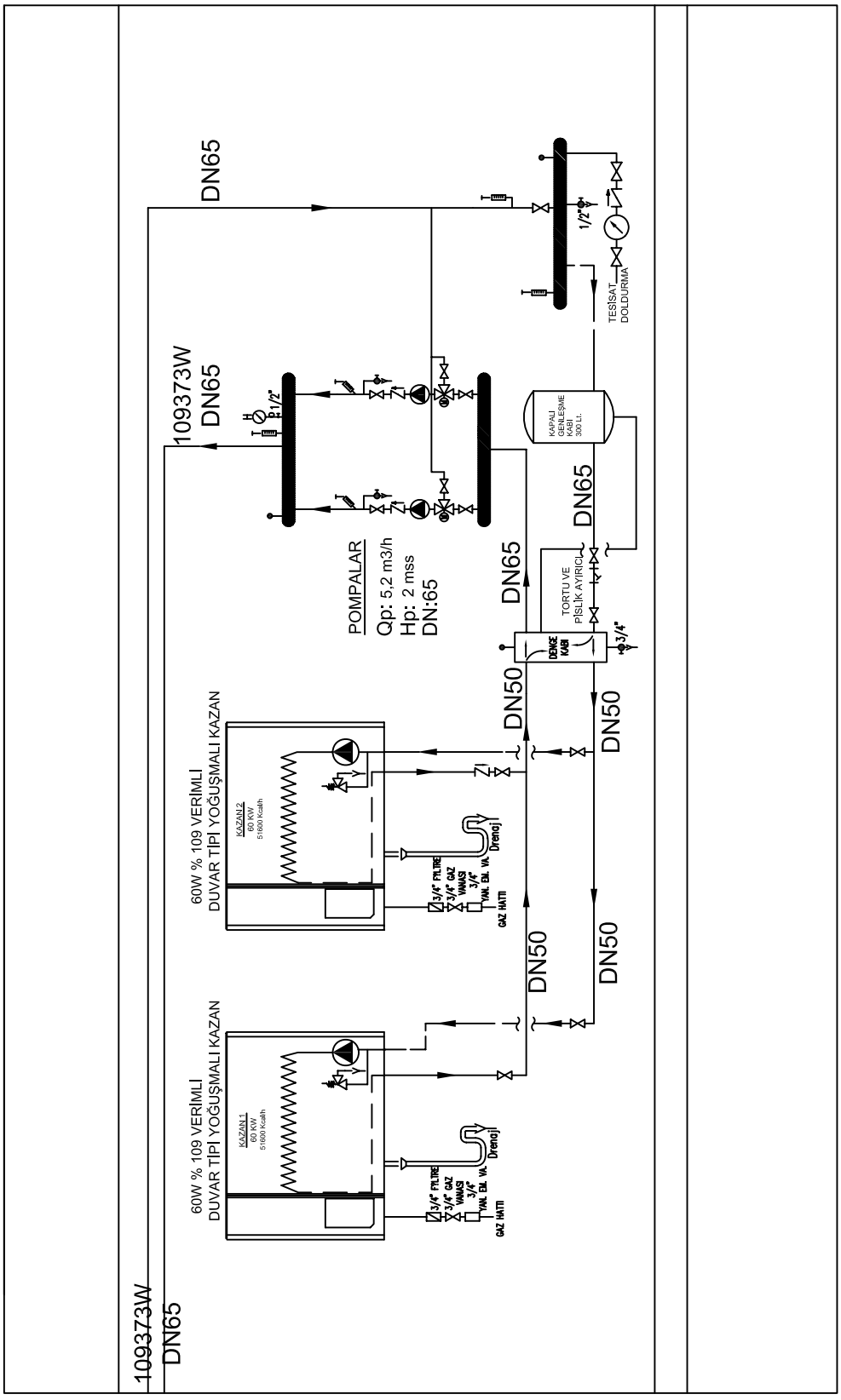
B-)Alt Havalandırma Hesabı:

$$Alt\ Havalandırma\ (S_a) = Qk \times 0,9 \times 3,6 \quad (6.14a)$$

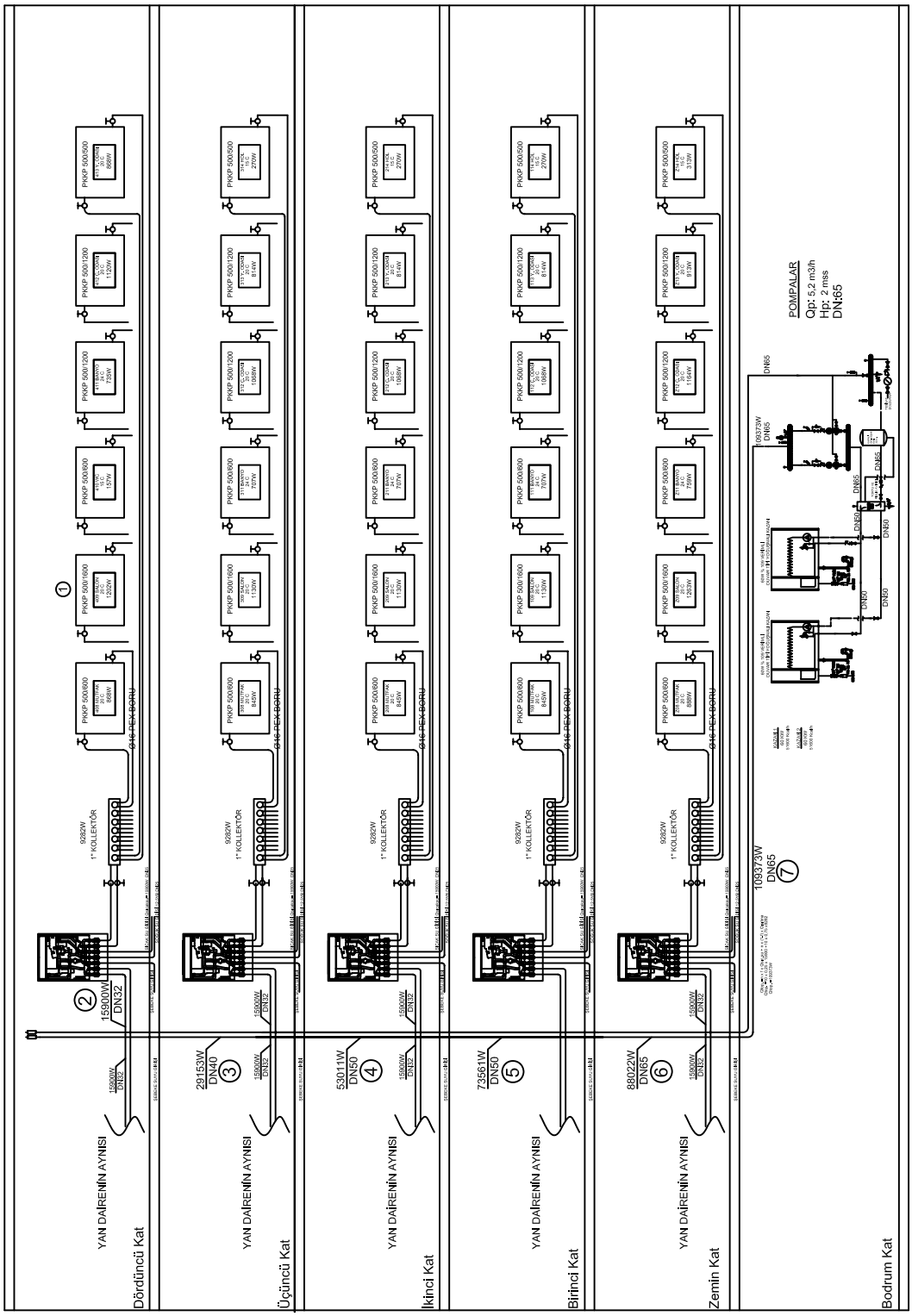
$$Alt\ Havalandırma\ (S_a) = 120 \times 0,9 \times 3,6 \quad (6.14b)$$

$$Alt\ Havalandırma\ (S_a) = 388\ cm2 \quad (6.14c)$$

Cebri alt havalandırma için 20x20 cm kanallı menfez seçilmiştir [Gazdaş, 2007].




Şekil 6.7. Kazan dairesi tesisat şeması




Şekil 6.8.Kalorifer tesisatı kolon şeması

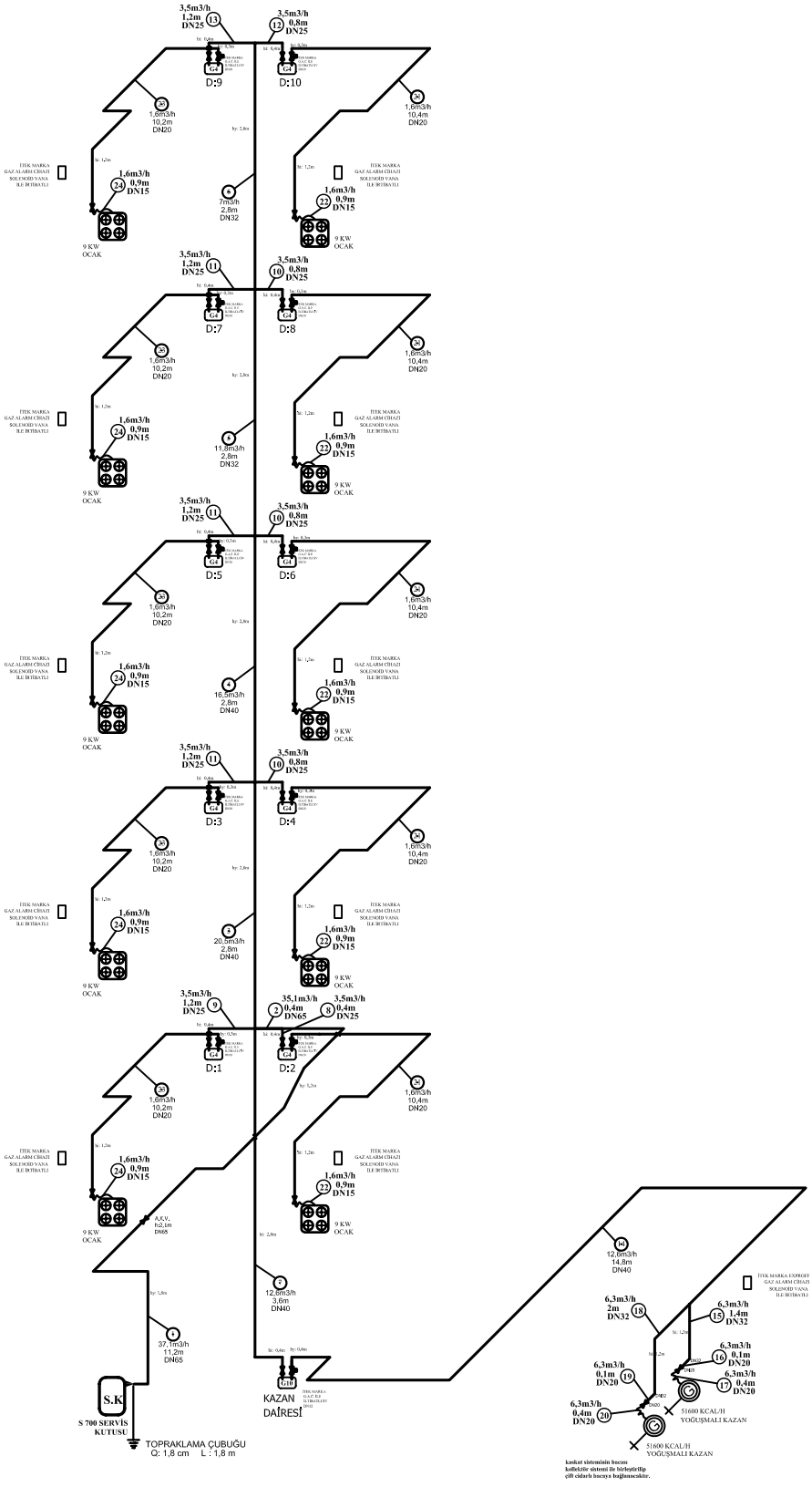
## 6.5.Doğalgaz Tesisat Hattı Tasarımı:

Binanın bodrum katında bulunan kalorifer dairesine ve her dairede ki ocaklara doğalgaz hattı çekilecektir. Doğalgaz projesi kolon tesisatı, kazan dairesi tesisatı ve daire içi tesisatı olmak üzere üç kısımdan oluşacaktır. Kolon tesisatı uygulaması apartman sağanlığında yapılacaktır. Merdiven sağanlığının en üst noktasından havalandırma menfezi açılacaktır. Kazan dairesine alev sızdırmaz gaz alarm cihazı konulacak ve sayaç çıkışına monte edilmiş solenoid vana ile irtibatlandırılacaktır. Ayrıca daire içindeki bütün mutfaklara gaz alarm cihazı ve solenoid vana takılacaktır. Doğalgaz tesisatı hesapları ve boru metrajları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 6.7. Doğalgaz tesisatı boru çapı hesabı [Gazdaş, 2007]

| BORU ÇAPI HESAPLAMA TABLOSU | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| TB | Q | L | D | V | $\Delta P_{R/L}$ | $\Delta P_R$ | $\Sigma\xi$ | $\Delta P_F$ | H | $\Delta P_A$ | $\Sigma\Delta P$ |
| | m³/h | m | mm | m/s | mbar/m | mbar | ---- | mbar | m | mbar | mbar |
| KOLON TESİSATI HESABI | | | | | | | | | | | |
| 1 | 37,1 | 11,2 | 65 | 3,04 | 0,0183 | 0,2046 | 4,2 | 0,1543 | -3,0 | -0,1470 | **0,2119** |
| 2 | 35,1 | 0,4 | 65 | 2,88 | 0,0165 | 0,0066 | - | - | - | - | **0,0066** |
| 3 | 20,5 | 2,8 | 40 | 4,15 | 0,0720 | 0,2016 | 1,8 | 0,1231 | -2,8 | -0,1372 | **0,1875** |
| 4 | 16,5 | 2,8 | 40 | 3,30 | 0,0475 | 0,1330 | - | - | -2,8 | -0,1372 | **-0,0042** |
| 5 | 11,8 | 2,8 | 32 | 3,26 | 0,0550 | 0,1540 | 0,5 | 0,0211 | -2,8 | -0,1372 | **0,0379** |
| 6 | 7,0 | 2,8 | 32 | 1,90 | 0,0206 | 0,0577 | - | - | -2,8 | -0,1372 | **-0,0795** |
| 7 | 12,6 | 3,6 | 40 | 2,52 | 0,0285 | 0,1026 | 3,1 | 0,0782 | 3,2 | 0,1568 | **0,3376** |
| 8 | 3,5 | 0,4 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0094 | 2,3 | 0,0264 | 0,4 | 0,0196 | **0,0553** |
| 9 | 3,5 | 1,2 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0281 | 1,4 | 0,0161 | 0,4 | 0,0196 | **0,0637** |
| 10 | 3,5 | 0,8 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0187 | 2,7 | 0,0310 | 0,4 | 0,0196 | **0,0693** |
| 11 | 3,5 | 1,2 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0281 | 2,7 | 0,0310 | 0,4 | 0,0196 | **0,0787** |
| 12 | 3,5 | 0,8 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0187 | 2,9 | 0,0333 | 0,4 | 0,0196 | **0,0716** |
| 13 | 3,5 | 1,2 | 25 | 1,70 | 0,0234 | 0,0281 | 2,9 | 0,0333 | 0,4 | 0,0196 | **0,0810** |
| KAZAN DAİRESİ TESİSATI HESABI | | | | | | | | | | | |
| 14 | 12,6 | 14,8 | 40 | 2,52 | 0,0285 | 0,4218 | 2,9 | 0,0731 | -0,4 | -0,0196 | **0,4753** |
| 15 | 6,3 | 1,4 | 32 | 1,54 | 0,0170 | 0,0238 | 2,2 | 0,0207 | 1,2 | 0,0588 | **0,1033** |
| 16 | 6,3 | 0,1 | 20 | 4,74 | 0,2339 | 0,0234 | 1,0 | 0,0892 | - | - | **0,1126** |
| 17 | 6,3 | 0,4 | 20 | 4,74 | 0,2339 | 0,0936 | - | - | - | - | **0,0936** |
| 18 | 6,3 | 2,0 | 32 | 1,54 | 0,0170 | 0,0340 | 1,3 | 0,0122 | 1,2 | 0,0588 | **0,1050** |
| 19 | 6,3 | 0,1 | 20 | 4,74 | 0,2339 | 0,0234 | 1,0 | 0,0892 | - | - | **0,1126** |
| 20 | 6,3 | 0,4 | 20 | 4,74 | 0,2339 | 0,0936 | - | - | - | - | **0,0936** |
| DAİRE 2 - 4 - 6 - 8 - 10 İÇ TESİSAT HESABI | | | | | | | | | | | |
| 21 | 1,6 | 10,4 | 20 | 1,18 | 0,0123 | 0,1279 | 3,5 | 0,0193 | 0,9 | 0,0441 | **0,1914** |
| 22 | 1,6 | 0,9 | 15 | 2,24 | 0,0836 | 0,0752 | 0,5 | 0,0100 | - | - | **0,0852** |
| DAİRE 1 - 3 - 5 - 7- 9 İÇ TESİSAT HESABI | | | | | | | | | | | |
| 23 | 1,6 | 10,2 | 20 | 1,18 | 0,0123 | 0,1255 | 3,5 | 0,0193 | 0,9 | 0,0441 | **0,1889** |
| 24 | 1,6 | 0,9 | 15 | 2,24 | 0,0836 | 0,0752 | 0,5 | 0,0100 | - | - | **0,0852** |

| YEREL KAYIPLAR | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tesisat No: | Dirsek | Redük s. | Te | | K.Vana | $\Sigma\xi$ |
| | 0,4 | 0,5 | 1,3 | 1,5 | 0,5 | |
| 1 | 8 | 1 | - | - | 1 | 4,2 |
| 2 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | - | 1 | 1 | - | - | 1,8 |
| 4 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | - | 1 | - | - | - | 0,5 |
| 6 | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 2 | 1 | 1 | - | 1 | 3,1 |
| 8 | - | 1 | 1 | - | 1 | 2,3 |
| 9 | 1 | 1 | - | - | 1 | 1,4 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 2,7 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 2,7 |
| 12 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 2,9 |
| 13 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 2,9 |
| 14 | 6 | - | - | - | 1 | 2,9 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | - | - | 2,2 |
| 16 | - | 1 | - | - | 1 | 1,0 |
| 17 | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 2 | 1 | | - | - | 1,3 |
| 19 | - | 1 | - | - | 1 | 1,0 |
| 20 | - | - | - | - | - | - |
| 21 | 5 | 1 | - | - | 2 | 3,5 |
| 22 | - | 1 | - | - | - | 0,5 |
| 23 | 5 | 1 | - | - | 2 | 3,5 |
| 24 | - | 1 | - | - | - | 0,5 |




Şekil 6.9. Doğalgaz tesisatı kolon şeması

## 6.6. Ön Yatırım ve İşletme Maliyeti Açısından Karşılaştırması

Projelendirmiş olduğumuz tesisat 05 Aralık 2009 tarihi itibariyle mevcut yasa ve yönetmelikler doğrultusunda hazırlanmıştır. İnşaatımızın alanı 1000 $m^2$ üzeri olduğu için merkezi sistem ve ısınma, kullanım sıcak suyu maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemlerin kurulması zorunludur. Projelendirmiş olduğumuz daire giriş sıcak su tesisatına alternatif olarak merkezi boyler tesisatı kurulabilir. Yapmış olduğum fiyat araştırmasında daire giriş sıcak su tesisatının kurulum maliyeti, merkezi boyler tesisatı kurulum maliyetine oranla yaklaşık %20 daha düşük olduğu hesaplanmıştır.

Çizelge 6.8. Kullanım sıcak su üretiminde boyler ve sıcak su kat istasyonu kurulumunun maliyet açısından karşılaştırması [Danfoss, 2009]

| MALZEME ADI | MİKTAR | BİRİM | BİRİM FİYAT EURO | TOPLAM FİYAT EURO |
|---|---|---|---|---|
| **SAYAÇLAR** | | | | |
| Sıcak su sayacı | **10** | Ad. | 40 | **400** |
| | | | | |
| **BOYLER** | | | | |
| Hızlı boyler 400 litre | **1** | Ad | 1400 | **1400** |
| | | | | |
| **BOYLER KALORİMETRELERİ** | | | | |
| İşçilik, kablolama dahildir. Çap DN50 | **1** | Ad | 1000 | **1000** |
| | | | | |
| **SİRKULASYON POMPALARI** | | | | |
| Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur. | | | | |
| 9m3/h-5mss | **1** | Ad | 955,5 | 955,5 |
| 20m3/h-5mss | | Ad | 1028,3 | 0 |
| | | | | **955,5** |
| | | | | |
| **BORULAR** | | | | |
| Dikişli borular | **40** | m. | 10 | **400** |
| Boru izolasyonu | **10** | m. | 10 | **100** |
| Her iki kalemede işçilik dahildir. | | | | |
| | | | | |
| **BALANS VANALARI** | | | | |
| İşçilik dahildir | **10** | Ad. | 40 | **400** |
| | | | | |
| **PİSLİK TUTUCU** | | | | |
| İşçilik dahildir. | **3** | Ad. | 15 | **45** |
| | | | | |
| **KÜRESEL VANALAR** | | | | |
| İşçilik dahildir. | **3** | Ad. | 20 | **60** |
| | | | | |
| Vana,ekleme,çekvalf,pislik tutucu | **1** | Tk | 500 | **500** |
| | | | | |
| **Merkezi boyler tesisatı maliyeti** | | | | **6216** |
| | | | | |
| **Sıcak su kat istasyonu maliyeti** | **10** | | 500 | **5000** |

# 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği üzere, 5 Aralık 2008'de yayınlanan; ''Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'' 5 Aralık 2009'da yürürlüğe girmiştir. Hazırlamış olduğum Yüksek Lisans Tezinde, yönetmeliğe birebir uyumlu doğalgaz yakıtlı kaskad ısıtma tesisat tasarımı yapılmıştır. Doğal gaz yakıtlı ısıtma tesisatlarında emniyet ve yakıt tasarrufu sağlayacak otomatik kontrol sistemleri kurulmuştur. Firmalardan teklifler alınarak fiyat araştırması yapılmıştır. Yapılan bu fiyat araştırmasına göre, kaskad tipi kazan sistemi ilk yatırım maliyeti klasik tip kazanlar ile yaklaşık olarak aynı seviyededir. Kaskad uygulamasında duvar tipi kazanların sıra ile çalışmalarını sağlayan kontrol paneli kullanıldığında kuruluş maliyeti klasik tip kazanlara göre %5 ila %15 arasında daha pahalıdır. Ancak daha az yere ihtiyaç olduğu için daha küçük kazan dairesi alanına ihtiyaç vardır. Kazan dairesinin ilave inşaat maliyetleri de dikkate alındığında toplam kuruluş maliyeti daha ekonomik olmaktadır. Sistem işletmeye alındığında yakıt sarfiyatını düşüreceğinden daha ekonomik çalışmaktadır.

Bu tezde projelendirmesi yapılan doğalgaz tesisatı, otomatik emniyet sistemi ve düşük gaz basıncında çalışma özelliği ile en güvenli çalışma şartlarını sağlamıştır.

Kullanım sıcak su üretimini sağlayan daire giriş kat istasyonları, sıcak su konforunu ve gider paylaşımını ön planda tutmaktadır. Merkezi boyler tesisatına nazaran kurulum maliyeti daha düşüktür. Binalarda enerji performansı yönetmeliğine uygun olan bu sistemin giderek yaygınlaşacağı öngörülmektedir.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, birçok yeni mecburiyetler ve mükellefiyetler getirmektedir. Buna mukabil, denetimin nasıl yapılacağı belli değildir. MMO bu konuda üyelerine eğitim vermeli ve üyelerinin sertifika alabilmesini sağlamalıdır.

Binalarda yakıt tasarrufu ve emniyet sağlayacak otomasyon sistemlerinin kurulması önem kazanmalı ve üretilen projeler buna yönelik olmalıdır. Ayrıca uygulanan tesisatın projeye uygunluğu kontrol edilmelidir. Bu konuda meslek odaları ve uygulayıcı kuruluşlar ortak hareket etmelidir.

Doğal gaz dağıtımının tamamlandığı şehirlerde otomatik kontrole uygunluğu ve kömüre kıyasla daha temiz bir yakıt olduğu için doğalgaz kullanımının zorunluluğu önerilmelidir.

Gaz dağıtım firmaları, doğal gaz şartnamelerini kendileri tarafından yorumlamakta ve bunun sonucu keyfi uygulamalar yapmaktadırlar. Bunun önüne geçmek için EPDK tarafından tek tip doğalgaz şartnamesi hazırlanmalı ve bütün gaz dağıtım bölgelerinde tek tip şartname geçerli olmalıdır. Böylece doğal gaz tesisatı uygulamalarında bölgeler arası farklılıklar ortadan kalkacaktır.

Doğal gaz tesisatlarında oluşabilecek gaz kaçaklarından doğan kazaları önlemek için, doğal gaz iç tesisatlarında gaz alarm cihazı ile irtibatlandırılmış solenoid vana kullanılması zorunlu hale getirilmelidir.

Doğal gaz kullanımının yaygın olduğu bölgelerimizde, doğal gaz dönüşüm işi tamamlandıktan sonra, tüketicinin cihaz, tesisat ve otomatik emniyet kontrol sistemlerinin periyodik bakım ve kontrollerini yaptırmadığı ve bunun sonucunda ölümle neticelenen üzücü olayların gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu kapsamda, doğal gaz kullanılan sistemlerde bu tür cihaz, baca ve tesisatların periyodik kontrol ve denetim işleri tüketici ve bina yöneticisinin inisiyatifine bırakılmamalıdır. MMO teknik görevlileri ya da yetki almış doğal gaz firmalarının sertifikalı mühendisleri tarafından iki yılda bir bakım ve kontrollerinin yapılması zorunlu hale getirilmelidir.

# KAYNAKLAR

[1] AKAY, B., 2005, ‘‘Doğal Gaz Tesisatlarında Otomatik Kontrol,Emniyet Ve Güvenlik Sistemlerinin Tasarımı’’, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[2] ALARKO, Barkın PERÇİN, www.alarko-carrier.com.tr

[3] Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), 2009, http://www.botas.gov.tr.

[4] CEDIGAZ, 2007, http://www.cedigaz.org/Fichiers/PREstimates2006.pdf.

[5] DANFOSS, Seçil Kızanlık İSKENDER, www.danfoss.com.tr

[6] DEMİRAY, T.,2005, ‘‘Doğalgaz İç Tesisatı’’, MMO, Ankara,Yayın No:MMO/377/2.

[7] Doğal Gaz Dergisi (DGD), 2009, www.doğalgaz.com.tr.

[8] JENSEN, M.K., 2008, ‘‘Daire Sıcak Su Giriş İstasyonları Teknolojisi ve Boyutlandırması’’, Termodinamik Dergisi, Nisan 2008, Sayı 188.

[9] KIZILOĞLU, S.N., 2006, İstanbul Büyük Şehir Belediyesi İGDAŞ İç Tesisat Müdürlüğü, Sertifikalandırma Ve Belgelendirme Şefliği, Seminer Notları.

[10] KÜÇÜKÇALI, R., 1998, ‘‘Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler’’, Isısan Çalışmaları, No 177.

[11] KÜÇÜKÇALI, R., 2000, ‘‘Isıtma Tesisatı’’, Isısan Çalışmaları No 265.

[12] KÜÇÜKÇALI, R., 2003, ‘‘Isısan, Doğalgaz, Lpg Tesisatı Ve Bacalar’’, Isısan Çalışmaları No 345.

[13] MAZAK, M.,2004, ‘‘Doğalgazın Tarihi Serüveni’’, DTK Dergisi, İstanbul, Say.No:30-34.

[14] Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2007 ‘‘Su Isıtıcıları’’, Ankara

[15] MMO, 2000, ‘‘Binalarda Isı Yalıtım Proje Hazırlama Esasları’’ Ankara, Yayın No: MMO/247/2000.

[16] MMO, 2006, ‘‘Sıhhi Tesisat Projesi Hazırlama Esasları’’, İstanbul, Yayın No: MMO/260/5.

[17] MMO, 2007, ‘‘Yapılarda Doğalgaz Dönüşümü ve Denetimi’’, Ankara, Yayın No: MMO/2007/434.

[18] MMO, 2008, ‘‘Türkiye'nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu’’ MMO, Ankara, Yayın No: MMO/2008/469.

[19] ONBAŞIOĞLU, S.U., 2005, ‘‘Yenilebilir Enerji Uygulamaları, Neden Yenilebeilir Enerji’’ Termodinamik Dergisi, Ekim 2005, Sayı 158

[20] SÜMER, Ş., 2003, ‘‘Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Esasları’’, MMO, Ankara, Yayın No:MMO/2002/259/3

[21] Trakya Bölgesi Gaz Dağıtım A.Ş. (GAZDAŞ), 2007, ‘‘Binalarda Doğal Gaz Tesisatı Yönetmelik Ve Teknik Şartnamesi’’

[22] TTMD, 2007, ‘‘Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği’’, İstanbul, Yayın No: 27.11.2007-2007/12937.

[23] YILMAZ, A., 2008, ‘‘Doğal Gaz Yakıtlı Kombi ve Çeşitleri’’, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Bölümü Anabilim Dalı, Ankara.

# ÖZGEÇMİŞ

Erhan ŞIK 1982 yılında Kırklareli'de doğdu. İlkokul ve ortaokul eğitimini Kırklareli'de tamamladı Kırklareli Atatürk Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise) sayısal bölümünden 2000 yılında mezun oldu. Aynı yıl girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında mezun oldu. 2006 yılında İstanbul'un Bostancı semtinde faaliyet gösteren Koryer firmasında bir sene teknik mühendis olarak çalıştı. 2007 yılı ocak ayında Kırklareli'nde Şık Mühendislik firmasını kurdu. 2007 yılında Trakya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen, Şık Mühendislik firmasının sahibi ve teknik sorumlu mühendisi olarak serbest müşavir mühendislik hizmetleri vermektedir.

**EK-1. DOĞALGAZ TESİSATLARINDA EMNİYET AMAÇLI HAZIRLANAN OTOMATİK KONTROL TEST DÜZENEĞİ RESİMLERİ**






GAZKES
KOMUT