

**T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**DOĞALGAZ PROJE HESAPLAR VE BTE DOĞALGAZ
BORU HATTI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RAHİL EMİNOV

İSTANBUL, 2022

**T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**DOĞALGAZ PROJE HESAPLAR VE BTE DOĞALGAZ
BORU HATTI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RAHİL EMİNOV

DANI MAN: PROF. DR. KEMAL TANER

İSTANBUL, 2022

KABUL VE ONAY

RAHİL EMİNOV tarafından hazırlanan “**DOĞALGAZ PROJE HESAPLAR VE BTE DOĞALGAZ BORU HATTI**” adlı tez çalışmasının savunma tarihi 06.09.2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. Kemal TANER

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Alper TEZCAN

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Haydar Kepekçi

.....

.....

İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Ali AKDEMİR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**DOĞALGAZ PROJE HESAPLARI VE BTE DOĞALGAZ BORU HESAPLARI**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

06.09.2022

RAHİL EMİNOV

ÖZET

**DOĞALGAZ PROJE HESAPLAR VE BTE DOĞALGAZ BORU HATTI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
RAHİL EMİNOV
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(DANIŞMAN: PROF. DR. KEMAL TANER)**

İSTANBUL, 2022

Doğalgaz, günlük hayatta birçok kullanım alanına sahip olan önemli bir kaynaktır. Doğalgaz, özellikle konutlarda ısıtma ve soğutmada, sıcak su elde etmede ve pişirme alanında oldukça önemli bir kullanım alanına sahiptir.

Bu çalışmada, doğalgaz ile ilgili genel bir literatür araştırması yapılarak tez, makale, dergi ve kitaplardan yararlanılarak genel bilgilere yer verilmiştir. Doğalgazın özellikleri, kullanım alanları, Türkiye'deki önemi gibi bilgilere değinilmiş olup doğalgazın önemi anlatılmıştır. Ülkemizdeki doğalgaz kaynaklarının önemi vurgulanarak BTE doğalgaz boru hattı üzerinde durularak bilgiler verilmiştir.

Çalışmada, bu bilgiler dahilinde doğalgaz tesisatlarında kullanılmakta olan boruların çaplarının hesaplanmasına dair bilgiler verilmiştir. Bunların hakkında ayrıntılı bir şekilde çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada İzmir şehrinde bulunan 83.3m² büyüklüğünde ev için doğalgaz boru çapı hesabı edilmiştir. Hesaplamalar yapılırken Zetacad programı kullanılmıştır. Daha sonra evde kullanılan doğalgazlı cihazlara göre aylık ve yıllık olarak toplam harcanan doğalgaz miktarı ve ekonomik açıdan tasarruf ile ilgili hesaplar yapılmıştır. Bunun yanında konut ısıtmasında yaygın olarak kullanılan kömür ve odun ile karşılaştırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, doğalgaz, BTE boru hattı, boru çapı hesabı, ısı kaybı

ABSTRACT

NATURAL GAS PROJECT ACCOUNT AND BTE NATURAL GAZ PIPELINE

MSC THESIS

RAHİL EMİNOV

GRADUATE SCHOOL, ISTANBUL AREL UNIVERSITY

MECHANICAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. KEMAL TANER)

İSTANBUL, 2022

Natural gas is an important resource that has many uses in daily life. Natural gas has a very important use in heating and cooling, obtaining hot water and cooking, especially in houses.

In this study, a general literature search on natural gas has been made and general information has been given by making use of thesis, articles, journals and books. Information such as the properties of natural gas, its usage areas, its importance in Turkey were mentioned and the importance of natural gas was explained. Emphasizing the importance of natural gas resources in our country, information was given by emphasizing the BTE natural gas pipeline.

In the study, information on the calculation of the diameters of the pipes used in natural gas installations is given within the scope of this information. Detailed studies have been carried out on these.

In this study, the diameter of the natural gas pipe was calculated for a house of 83,4 m² in the city of Izmir. Zetacad program was used while making the calculations. Then, according to the natural gas appliances used at home, calculations were made regarding the monthly and annual total amount of natural gas consumed and economic savings. In addition, a comparison was made with coal and wood, which are widely used in residential heating.

Key Words: Energy, natural gas, BTE pipeline, pipe diameter calculation, heat loss

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
KISALTIMA VE SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1 GİRİŞ	1
2 GENEL BİLGİLER	1
2.1 Doğalgazın Tanımı.....	1
2.2 Doğalgazın Özellikleri	2
2.3 Doğalgazın Kullanım Alanları	6
2.3.1 Doğalgazın Konutlarda Kullanımı	6
2.3.1.1 Doğalgazlı Ocak ve Fırınlar	6
2.3.1.2 Doğalgazlı Soba	7
2.3.1.3 Doğalgazlı Kalorifer.....	8
2.3.1.4 Doğalgazlı Termosifonlar	9
2.3.1.5 Doğalgazlı Şofbenler.....	11
2.3.1.6 Doğalgazlı Kombiler.....	12
2.3.2 Doğalgazın Sanayide Kullanımı	14
2.3.2.1 Doğalgazın Sanayide Hammadde Olarak Kullanımı	16
2.3.3 Doğalgazın Elektrik Üretiminde Kullanımı	18
2.3.4 Doğalgazın Motorlarda Kullanımı	20
2.3.5 Doğalgazın Seramik Yapımında Kullanımı	21
3 DOĞALGAZ KAZANLARI VE GERİ DÖNÜŞÜM	23
3.1 Doğalgaz Kazanlarının Tasarımı.....	23
3.1.1 Doğalgaz Tasarımındaki Tedbirler	25
3.2 Fuel-oil ve Doğalgazın Aynı Kazanda Yakılması	26
3.3 Yakma Havaasının Gaz Sıcaklığına Etkisi	27
3.4 Kazan Verimliliği	28
3.4.1 Eksik Yanma	30
3.4.2 Fazla Hava.....	30
3.4.3 Baca Gazındaki Su Buharından Kaynaklı Isı Kaybı	31
3.4.4 Baca Gazı Sıcaklığı	31
3.4.5 Yakıt Cinsi	31
3.4.6 Kazan Yüğü.....	32
3.4.7 Kazan Yüzeyinden Oluşan Isı Kaybı	32
3.4.8 Isıtıcı Yüzey Kirliliği	32
4 DOĞALGAZ TESİSATI	34
4.1 Doğalgaz Tesisatı Genel Kavramlar	34
4.1.1 Bina Gaz Tesisatı	34
4.1.2 Gaz Dağıtım Şebekesi	35
4.1.3 Bina Bağlantı Tesisatı	36
4.1.4 Ana Vana.....	36
4.1.5 Basınç Regülatörü	36

4.1.6 Atık Gaz	37
4.1.6.1 Atık Gaz Tesisatı	38
4.1.6.2 Atık Gaz Çıkış Borusu	38
4.1.6.3 Atık Gaz Bacası	39
4.2 Gaz	39
4.2.1 Üst Isıl Değer	39
4.2.2 Altı Isıl Değer	39
4.2.3 Yük	40
4.2.3.1 Anma Yüğü	40
4.2.3.2 Sınır Yüğü	40
4.2.3.3 Üst Sınır Yüğü	40
4.2.3.4 Alt Sınır Yüğü	40
4.3 Servis Hattı	40
4.4 Sayaç Hattı	42
4.5 Kazan Dairesi İç Tesisatı	43
4.6 Brülör Bağlantı Hattı	44
4.6.1 Ana Kapama Vanası	45
4.6.2 Kompansatör	46
4.6.3 Gaz Basınç Test Nipeli	46
4.6.4 Filtre	46
4.6.5 Manometre	47
4.6.6 Regülatör	48
4.6.7 Emniyet Tahliye Vanası	48
4.6.8 Tahliye Hattı	49
4.6.9 Minimum Gaz Basınç Presostadı	49
4.6.10 Selenoid Vana	50
4.7 Multiblok Gaz Yolu Armatürleri	50
5 BTE DOĞALGAZ BORU HATTI	51
6 DOĞAL GAZ TESİSATINDA BORU ÇAPI HESABI	55
6.1 İç Tesisat Boru Çaplarının Tayininde İzlenecek Yol	56
6.2 Kombili Kat Kalorifer Projesi	63
6.3 Isı Geçirme Katsayısının Hesaplanması	65
6.4 Dairenin Toplam Isı İhtiyacı ve Radyatör Seçimi	66
6.5 Isıtılabilecek Su Miktarı	67
6.6 Yakılması Gereken Doğalgaz Miktarı	67
7 SONUÇ	71
8 KAYNAKLAR	67
9 EKLER	70
EK A Boru Çapı Hesaplama Çizelgesi	70
EK B Lokal Kayıplar Tablosu	70
EK C İzometrik Çizim	71
EK D Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı	72
EK E Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı	75
EK F Binadaki Yapı Elemanları	77
EK G Isı Kaybı	81
10 ÖZGEÇMİŞ	88

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Doğalgaz	1
Şekil 2.2 T-S Diyagramı	5
Şekil 2.3 Birleştirilmiş devre.....	5
Şekil 2.4 Doğalgazlı pişirici	6
Şekil 2.5 Bacalı doğalgazlı soba	7
Şekil 2.6 Hermetik doğalgaz sobası	8
Şekil 2.7 Doğalgazlı kat kalorifer tesisatı	8
Şekil 2.8 Şofben	9
Şekil 2.9 Termosifon parçaları.....	10
Şekil 2.10 Doğalgazlı kombinin çalışma prensibi.....	13
Şekil 2.11 Sanayide doğalgaz kullanımı	15
Şekil 2.12 Kataling kraking.....	18
Şekil 2.13 Doğalgazdan elektrik üretimi.....	19
Şekil 2.14 Bileşik ısı güç sistemleri	19
Şekil 2.15 Çift yakıtlı motor kontrol sistemi.....	21
Şekil 2.16 Seramik radyant ısıtıcı tüp	22
Şekil 3.1 Atmosferik brülör sistemi	26
Şekil 3.2 Atmosferik brülörlü kazan	26
Şekil 3.3 Kışır kalınlığının yakıt kaybına etkisi.....	33
Şekil 3.4 Kireçlenmiş kazan.....	33
Şekil 4.1 Doğalgaz tesisatı örneği.....	34
Şekil 4.2 Bina gaz dağıtım hattı	35
Şekil 4.3 Gaz dağıtım şebekesi	35
Şekil 4.4 Küresel ana vana	36
Şekil 4.5 Gaz basınç regülatörü	37
Şekil 4.6 Atık gaz.....	37
Şekil 4.7 Atık gaz tesisat sistemi.....	38
Şekil 4.8 Kombi atık gaz borusu	38
Şekil 4.9 Atık gaz bacası	39
Şekil 4.10 Ana gaz kesme vanası	41
Şekil 4.11 Doğalgaz bina bağlantı hattı	42

Şekil 4.12 Kazan gaz besleme boru hattı tesisatı	43
Şekil 4.13 Kazan gaz besleme borularının desteklenmesi	44
Şekil 4.14 Brülör hattı projesi	44
Şekil 4.15 Brülör hattı	45
Şekil 4.16 Ana kapama vanası	45
Şekil 4.17 Doğalgaz tesisatında bulunan bir kompanseör	46
Şekil 4.18 Filtre	47
Şekil 4.19 Manometre	47
Şekil 4.20 Gaz basıncı regülatörü	48
Şekil 4.21 Relief valf	48
Şekil 4.22 Minimum gaz basınç presostadı	49
Şekil 4.23 Selenoid vana	50
Şekil 4.24 Multiblok gaz yolu armatürleri	50
Şekil 5.1 BTE doğalgaz boru hattı	51
Şekil 6.1 İç tesisat projelerinde boru çapı için kullanılan semboller	55
Şekil 6.2 Sayfa Ayarı	58
Şekil 6.3 Boru çapı	59
Şekil 6.4 Kombi parametresi	60
Şekil 6.5 Diğer seçeneği	60
Şekil 6.6 Ocak seçimi	60
Şekil 6.7 Kontrol raporu	61
Şekil 6.8 Cihaz bacası	61
Şekil 6.9 Mimari sınırlar	62
Şekil 6.10 Kat modeli ekranı	62
Şekil 6.11 Boru çapı hesap uyarısı ekranı	62
Şekil 6.12 Doğalgaz iç tesisatı	63
Şekil 6.13 Radyatör kataloğu	66
Şekil 6.14 Yakıt karşılaştırma	69
Şekil 6.15 Evin kolon şeması	70

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Doğalgaz sınıflandırılması.....	3
Tablo 3.1 Yakıtın bileşenleri ve yanmasındaki özellikler.....	23
Tablo 3.2 Özellik değerleri	24
Tablo 3.3 Ocaktaki yanma sıcaklıkları (°C).....	24
Tablo 3.4 Fuel-oil ve doğalgazın aynı kazanda yakılması sonucundaki değerler.....	27
Tablo 3.5 Yanma gaz analizi.....	28
Tablo 3.6 Kazan yüzeyi kireç tabakası kalınlığı ve yakıt kaybı	32
Tablo 6.1 Borularda çap belirleme formu (Boş)	63
Tablo 6.2 Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları.....	65

KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

%	: yüzde
/	: bölü
°C	: santigrat derece
Δ	: delta
*	: çarpı
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
y.y.	: yüz yıl
THT	: Tetra Hidro Teofen
TBM	: Tersiyer Bütil Merkaptan
LPG	: sıvılaştırılmış petrol gazı
MJ/Nm ³	: Isıl Değer
mg/Nm ³	: Kütleli Konsantrasyon
no	: Numara
DIN	: Deutsche Institute für Normunge
η	: verim
mb	: buhar debisi değeri
ib	: su debisi değeri
ms	: buharın entalpisi
is	: besi suyunun entalpisi
B	: yakıt debisi değeri
Hu	: yakıttaki alt ısı değeri
Kw	: kilowat
MW	: miliwat
Mbar	: basınç
kcal/h	: ısı kapasite, anma yükü
V	: hım/h: hız birimi
M	: metre
Mm	: milimetre
Km	: kilometre
P	: basınç
BTE	: Bakü Tıblis Erzurum
H	: saat
kcal/Nm ³	: alt ısı değeri
C	: karbon
H	: hidrojen
CH	: hidrokarbon

ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Arel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Enerji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada tez danışmanlığımı kabul eden ve desteğini biran bile benden esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Kemal TANER'e ve Dr. Cemil KOYUNOĞLU'na çok teşekkür ederim.

06.09.2022

Rahil EMİNOV

1 GİRİŞ

Enerji, ekonominin diğer üretim faktörleri arasında en önemli kaynaklardan biridir. 18. yüzyılda buhar gücünün makinelerle uygulanmasıyla başlayan sanayi devriminde kömür dünyadaki en önemli enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Kömürden önce, basit yollarla enerji üretmek için bazı fosil yakıtlar kullanılıyordu. Ancak buharın makineye girmesiyle birlikte kömür büyük önem kazandı. 1859 yılında petrolün ticari kullanımına kadar en önemli enerji kaynağı konumunu korumuştur.

1859 yılında kullanılmaya başlanan petrolün o zamana kadar enerji kullanımında rakibi yoktu. Bu doğrultuda ülkeler arasında çatışmalar ve savaşlar ortaya çıkmıştır. 2006 yılında dünya petrol talebi 4420 milyon ton iken 2008 yılında bu rakam 4442 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye'de son dönemde petrol tüketimi 30 milyon tonu aştı.

Türkiye'de 1970'lerde özellikle Ankara'da kömür ve linyitin alan ısıtma için kullanılması nedeniyle hava kirliliği çok ciddi boyutlara ulaştı. Bu durumdan dolayı hava kirliliğini az da olsa azaltmak için ithal kömür kullanılmıştır. Ama bu kısa vadeli bir çözümdü. Bunun için ısı değeri daha yüksek olan ve hava kirliliğine neden olmayan doğal gaz kullanılmıştır. Özellikle 1989 yılında Ankara'da odaların ısıtılmasında doğal gaz kullanılmıştır. Ankara'dan sonra doğalgaz kullanımının büyük oranda başladığı il ise İstanbul oldu.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre, 2009 yılından bu yana Türkiye doğal gaz ihtiyacının sadece %2,5'ini kendi kaynaklarından karşılamaktadır. Bu oranın 2 yıl içinde %10'a çıkarılması hedeflenmektedir (Hürriyet, 2009).

Organik teoriye göre doğal gaz da diğer fosil yakıtlar gibi uzun yıllar önce var olan bitki ve hayvan atıklarından oluşmaktadır. Yer kabuğunun altında gömülü olan bu atıklar, basınç ve ısının etkisiyle kimyasal değişimlere uğrayarak doğal gaz oluşturur.

Genel olarak doğal gaz, dağ yamaçlarında petrol yatakları ile birlikte veya serbest halde bulunur.. Şu an üretilmekte olan doğalgazın yaklaşık olarak %40 oranında petrol ile aynı yataklardan, %60 oranında ise petrolün bulunamayan yataklarından sağlandığı ifade edilmektedir.

Fosil yakıtlardan meydana gelen doğalgaz, son çeyrekteki asırlık sürede enerji piyasasındaki yerini hızlı bir şekilde artırmıştır. Bu sayede büyük bir ekonomik zenginlik, küresel jeo-ekonomik ve jeo-politik değer kaynağı haline gelmiştir (Negut, 2009).

Doğal gaz 21. yüzyılın yakıtı olarak kabul ediliyor. Ulusal ve uluslararası alanda birçok araştırma yapılmaktadır. Ekonomik coğrafya, jeoekonomi ve jeopolitik ve Enerji jeopolitiği uzmanları, doğal gazın bugünü ve geleceği ile yakından ilgilenmektedir (Barnes, 2006).

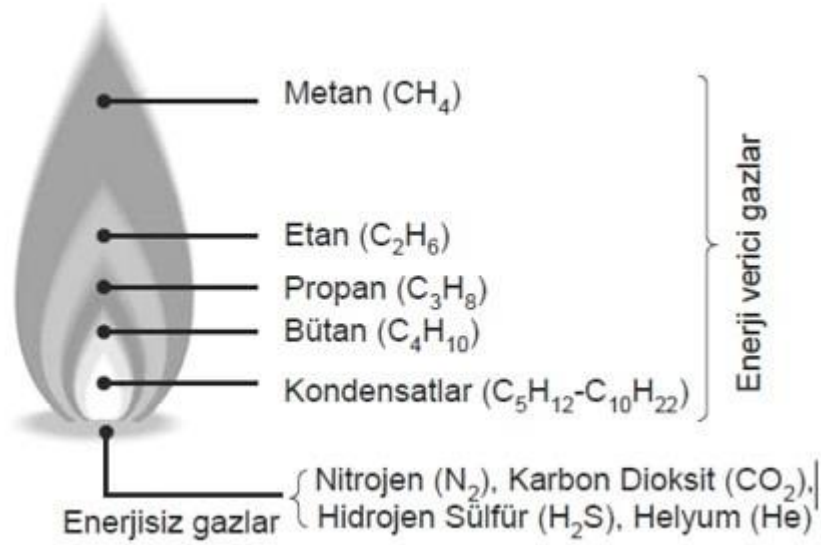
Temiz, sağlıklı bir çevrenin sürdürülebilir hale gelmesi ve hava kirliliğini en az seviyeye indirebilmek amacıyla doğalgaz önemli bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtlar ile kıyaslandığı zaman çevre dostu ve temiz olması ile doğalgaz hem ürün kalitesinin hem de büyük şirketlerin maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlanmaktadır. Diğer fosil yakıtların aksine doğalgazı tercih etmek, atmosfere daha az kirletici madde salınımına neden olmaktadır. Bu nedenle doğalgaz tüketimiyle birçok çevresel sorunun da çözümüne katkı sağlanmıştır. (Sıvılaştırılmış ve sıkıştırılmış, 2019)

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Doğalgazın Tanımı

Bir grup fosil yakıt olan hidrokarbonlara dayanan doğal gaz, yeraltında büyük hacimlerde gözenekli kaya boşluklarında veya petrol sahalarında gaz halinde bulunur.

Doğal gaz, az miktarda etan ve %95 metan, propan atomları, bütan ve karbondioksitten oluşan renksiz, kokusuz ve havasız bir gazdır. Doğal gaz kokusuz olduğu için kaçakları tespit etmek için özel bir kokusu vardır. Bu amaçla THT (tetrahidrotiyofen) veya TBM (üçüncül butil merkaptan) kullanılır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1 Doğalgaz

Karışımında %95 veya daha yüksek oranda metan gazı, hidrokarbon gazının en basit kimyasal yapısına ve en düşük karbon içeriğine sahip olmasıyla karakterize edilir. Bir metan molekülü 1 karbon ve 4 hidrojen atomundan oluşur.

Kimyasal yapısı basit olduğu için yanması çok kolaydır. Ayrıca tamamen yanma meydana gelir. Bu nedenle duman, kurum, kurum ve kül oluşumu gözlenmez. Yanma için

kolayca ayarlanabilir ve yanma verimi en yüksek yakıt olarak bilinir. Bu özellik doğal gazda kullanım basitliği ve ekonomi sağlamaktadır.

İçeriğindeki karbon miktarı az olduğu için atmosferde sera etkisi yaratan ve insanların sağlığına toksik olan karbondioksit salınımı katı yakıta göre 1/3, sıvıya göre 1/2 oranına sahiptir.

2.2 Doğalgazın Özellikleri

Doğalgaz çok önemli bir yere sahip yakıttır. Özellik olarak düşünüldüğü zaman şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Doğalgazlı cihazlar ile otomasyon mümkündür.
- Kokusuzdur. Kokusuz olduğu için sızıntının hissedilmediği düşünüldüğünde özel bir kokuya sahiptir.
- LPG havadan daha hafif olduğu için korumada üstündür.
- Yakıldığında kükürt oksitler ve karbon parçacıkları gibi havayı kirleten atıklar üretmez.
- Bu, doğanın, insanın ve çevrenin geleceği için ciddi bir sigortadır.
- Hızla yayılan doğal gaz, yüksek kalorifik değeri ve diğer nitelikleri nedeniyle önemli bir tercih haline gelmektedir.
- Gaz olduğu için yanan moleküllerin birleşme şansı daha yüksektir, dolayısıyla daha yüksek verimle yanma olasılığı vardır.
- Otomatik kontrole daha uygun olduğu için enerji tasarrufu sağlar.
- Açılıp kapanması daha az zaman aldığından otomatik kontrolde kullanımı kolaydır.
- Her yanıcı molekülün yanıcı bir molekülle birleşme olasılığı kömür ve akaryakıttan daha fazla olduğundan, yanmanın gerçekleşmesi için daha az havaya ihtiyaç vardır.
- Doğalgaz kullanımı, kazan dairelerinin temiz olmasını sağlamaktadır.

Aynı zamanda oksijen ve argon gazları içeren doğal gaz kaynakları çok düşük oranlarda bulunabilir. Ticari doğal gaz tipik olarak %80-95 metan, %5-10 etan ve propandır. Kalorifik değeri 30-45, hava ile karşılaştırıldığında yoğunluğu 0,58-0,79 hava arasındadır. Doğal gaz mavi alevle yanar ve belirli oranlarda karıştırıldığında patlayıcı özelliği vardır. Doğal gazın sınıflandırılması da önemlidir. Bunun bir örneği Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1 Doğalgaz sınıflandırılması

No	Tipi	Azot (%)	Havaya göre yoğunluk	Metan (%)	Alt ısı değeri MJ/Nm ³
I	Yüksek derece inert tipi	6,2-15,2	0,56-0,706	72,9-83,2	25-37
II	Yüksek metan tipi	0,2-2,3	0,58-0,615	85,6-85,7	37-38,6
III	Yüksek ısı değeri tip	1,3-7,4	0,63-0,724	84-80,1	38,5-41,5
DIN 1340 göre sınıflandırma					
I) Kuru tip doğalgaz: Başlıca metan ihtiva eder. (%90 metan)					
II) Yaş tip doğalgaz: Metandan başka olarak, etan, propan ve butan ihtiva eder.					
III) Ekşi tip doğalgaz: 500 mg/Nm ³ den daha fazla hidrojen sülfür ve diğer kükürtlü bileşenleri ihtiva eder.					

Doğal gaz rezervlerinde kükürt varsa, üretilen doğal gazda da hidrojen sülfür görülür. Doğal gaz, bu bileşenin dağıtım şebekelerinde ve kullanım noktasında neden olabileceği korozyon problemlerini önlemek için genellikle şebekeye beslenmeden önce arıtılır. Doğal gaz çok az kükürt içerdiğinden yanma sonucu oluşan baca gazından kükürt dioksit çıkmaz. Baca gazında kükürt gazı bulunması insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu olumsuz etki ve asit çığ nokta oluşturmaması için duman gazının en issiz değerine kadar indirilmesi kömür içindeki en önemli etkendir. Doğalgazın yakılmasıyla oluşan duman gazı 66°C sıcaklığa kadar düşürülmesi sebebiyle ısı transferi yüzdeleri artırılarak daha fazla ısı transferi ile birlikte baca yüksekliği ve baca aspiratörü gücü azaltılarak daha az bir yatırım ve işletme maliyeti ile karşılaştırılmaktadır. (Erdoğan, S, M. 2011).

Sıvı ve katı yakacaklarda, duman gazı ile sürüklenmekte olan kurum, kül gibi yanmamış maddelerin ısı transfer yüzeylerine yapışarak meydana getirdiği ısı direnç problemi doğalgazda bulunmamaktadır. Isı transferi yüzeyleri temiz kaldığı için kurum işleme cihazları daha az çalıştırılmaktadır. Bu sebeple bu cihazların harcamış oldukları buhar ve

enerji sarfiyatı azalmaktadır. Doğalgaz yakmakta olan kazanların periyodik bakımları daha uzun zamanlarda yapıldığı için bakım masrafları azalmaktadır.

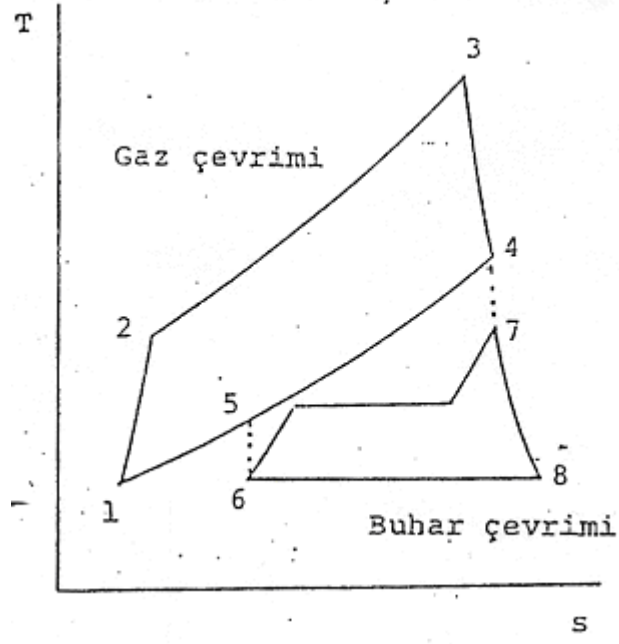
Doğalgaz, yük değişimlerine basit bir şekilde cevap verebilecek özellikte ve otomatik kontrolü kolaylıkla yapılabilen bir yakacaktır.

Yakacak olarak kullanıldığı zaman doğalgazın diğer yakacaklarda da olduğu gibi depolama ve yakıt hazırlanması (kıırma, öğütme ısıtma) problemleri bulunmamaktadır. Dağıtım şebekelerinden geldiği gibi yakıcı şebekelerinde yakılabilmektedir.

Doğalgaz ile çalışan sistemlerin devreye girmesi çok kısa bir zamana diliminde olduğu için özellikle pik enerji taleplerini karşılamak üzere ve yatırım masraflarının da diğer bulunan santrallere göre çok az olan, doğalgazlı, gaz türbinli enerji santralleri tesis edilebilmektedir.

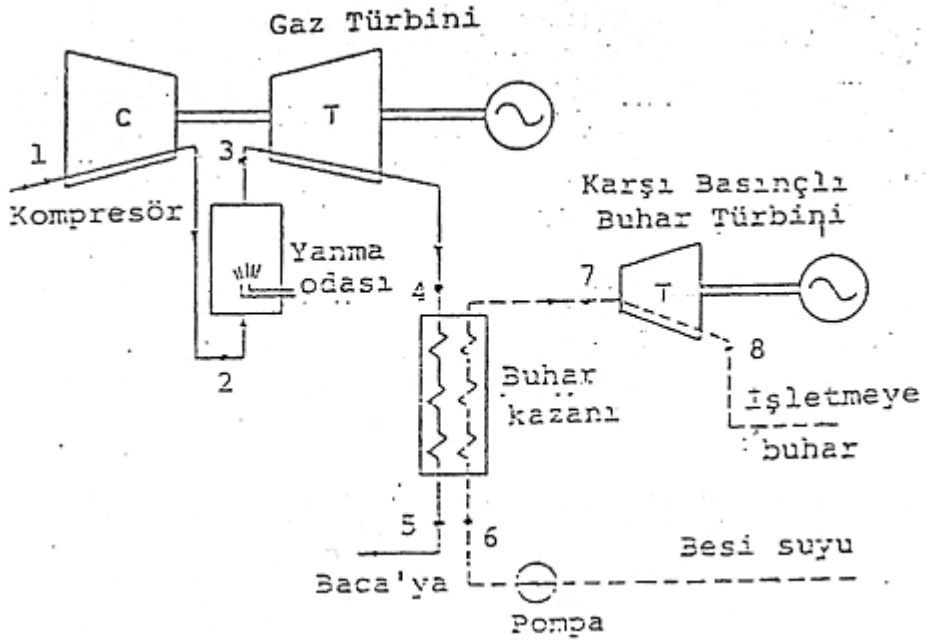
Temiz bir yakacak olduğundan dolayı doğalgaz, gaz türbinleri için ideal bir yakacak konumuna sahiptir. Bu sebeple doğalgaz, özellikle kombine çevrim santrallerinde kullanıldığı zaman önemli bir verim artışı sağlamaktadır. Ancak gaz türbinlerinin ısı verimi en fazla %35 iken, gaz türbini bir buhar kazanında buhar üretir ve buhar türbini çalıştırılarak gaz türbininin yüksek sıcaklıktaki baca gazları ile birlikte elektrik üretilirse verim %50'yi geçebilir. Böylece, T-S diyagramının (Şekil 2.2.) yüksek sıcaklık bölgeleri gaz döngüsü tarafından ve düşük sıcaklık bölgeleri buhar döngüsü tarafından etkin bir şekilde kullanılır.

Tekstil, kağıt, petrokimya gibi buhar ve elektriğin gerekli olduğu sektörlerde gaz türbinli kombine santraller ve geri basınçlı buhar türbinleri sayesinde doğalgaz %90'a varan verimle kullanılabilir.



Şekil 2.2 T-S Diyagramı

Şekil. 2.3.de gaz türbinli ve buhar çevrimli türbinin şematize edildiği bir örnek resim görülmektedir.



Şekil 2.3 Birleştirilmiş devre

2.3 Doğalgazın Kullanım Alanları

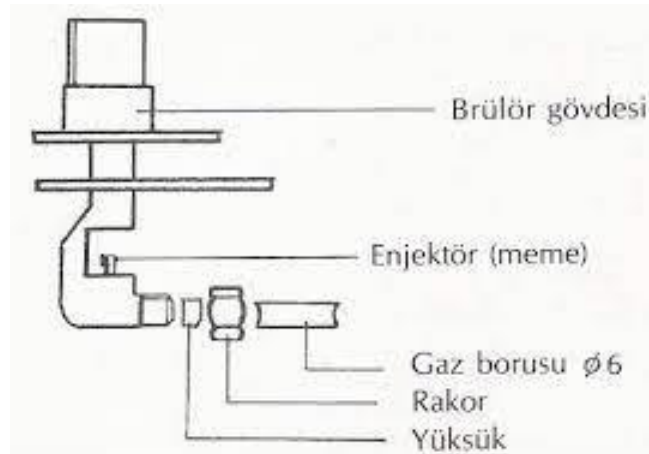
Doğalgazın birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Çok geniş bir kullanım alanına sahip olan doğalgaz birçok alanda da kolaylıklar sağlamaktadır. Doğalgazın genel olarak konutlarda, sanayilerde, elektrik üretiminde, motorlarda ve seramik yapımlarında kullanım alanları bulunmaktadır.

2.3.1 Doğalgazın Konutlarda Kullanımı

Doğalgaz, konutlarda sıklıkla kullanılmakta olan bir enerji kaynağıdır. Özellikle mutfak ve ısıtma anlamında hayatın birçok yerine girmiş, geniş kullanım alanına sahip bir kaynaktır. Doğalgaz konutlarda genel olarak; gazlı ocak ve fırınlarda, doğalgazlı sobalarda, kaloriferlerde, termosifonlarda, şofbenlerde ve kombilerde kullanılmaktadır.

2.3.1.1 Doğalgazlı Ocak ve Fırınlar

Doğalgazlı ocaklar, yakıt olarak doğalgaz kullanmakta olan mevcut ocaklarda değişiklikler yapılarak kullanılmakta olan cihazlardır. Bu cihazlarda kapasiteye göre meme çapı ayarlanmaktadır. Aynı zamanda gaz muslukları ile açma kapama ve gaz kısma fonksiyonları da yerine getirilebilmektedir (Şekil. 2.4.).



Şekil 2.4 Doğalgazlı pişirici

Fırınların genellikle iki yüzü vardır: pişirme için fırının altı ve kızartma için ızgara üstü. Profil boruların dış yan yüzeylerine ince delikler açılarak yanıcı malzemeler hazırlanır. Termoelektrik bir çift ile sabitlenir ve herhangi bir nedenle fırın ve ızgara brülörleri söndüğünde fırına girmeyecek gazın dolmasını engeller. Fırına konulan yemeğin pişme süresi bir saat ile kontrol edilir. Fırının sıcaklığı bir termostat vasıtasıyla istenilen dereceye ayarlanır. (Akgün, M. 2019).

2.3.1.2 Doğalgazlı Soba

Doğalgaz ile çalışan sobalar, yakıt olarak doğalgazın kullanmış olduğu ve kapasiteye bağlı olarak bir ya da birkaç oturma mekanının ısıtılmakta olduğu ve sadece ısıtma amacıyla kullanılmakta olan cihazlardır. Doğalgazlı sobalar ortalama olarak 2-8 kW aralığında kapasiteye sahiptir.

Doğalgaz sobaları bacalı ve hermetik olmak üzere iki tipte mevcuttur. Baca gazı sobaları yanma için ihtiyaç duydukları havayı buldukları ortamdan alırlar. Yanma sonucu gazların da bacaya verilmektedir. Hermetik doğalgaz sobaları da iç içe geçirilmiş iki adet boru ile yanma havasını dışarıdan temin etmektedir. Şekil.2.5. ve Şekil. 2.6.da bacalı doğalgazlı soba ile hermetik doğalgaz sobalarına ait örnekler gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Bacalı doğalgazlı soba



Şekil 2.6 Hermetik doğalgaz sobası

2.3.1.3 Doğalgazlı Kalorifer

Doğalgazlı kat kaloriferleri bir ya da birden fazla dairenin ısınma ihtiyacını giderme işlevini yapan cihazlardır. Kat kaloriferleri, atmosferik brülör kullanabilmektedirler. Bunun yanı sıra fanlı brülörde kullanabilmektedirler (Şekil. 2.7.).



Şekil 2.7 Doğalgazlı kat kalorifer tesisatı

Yerden ısıtma sistemi, ısıtılan suyun borular yardımıyla radyatörlere aktarılması ve ısı transferi ile ortamın ısıtılması esasına dayanmaktadır. Zemin, kazan veya şofben ile birlikte kullanıldığında sıcak suya erişim sağlar.

Yerden ısıtma sistemleri, küçük bir kullanım alanına sahip villaların veya binaların ısıtma ihtiyacını karşılayan sistemlerdir. Yer tipi yerden ısıtma kazanları çelik veya döküm

malzemeden yapılabilir. Cebri fırınlı ve atmosferik fırınlı olarak üretilen çeşitleri bulunmaktadır.

Gaz ihtiyacına göre hava miktarının ayarlanabilmesi, optimal yanma ve yüksek yanma kalitesi ve dolayısıyla yüksek verim için önemli bir faktördür. Bu sayede operasyonel verimlilik yüksektir. Sisteme isteğe bağlı olarak monte edilebilen kontrol paneli, kazan üzerindeki otomasyona ek olarak, zaman, ortam sıcaklığı ve kullanım suyu sıcaklığı, donma koruması, gece veya herhangi bir zamanda düşük sıcaklık şeklinde otomatik kontrol sağlar.

2.3.1.4 Doğalgazlı Termosifonlar

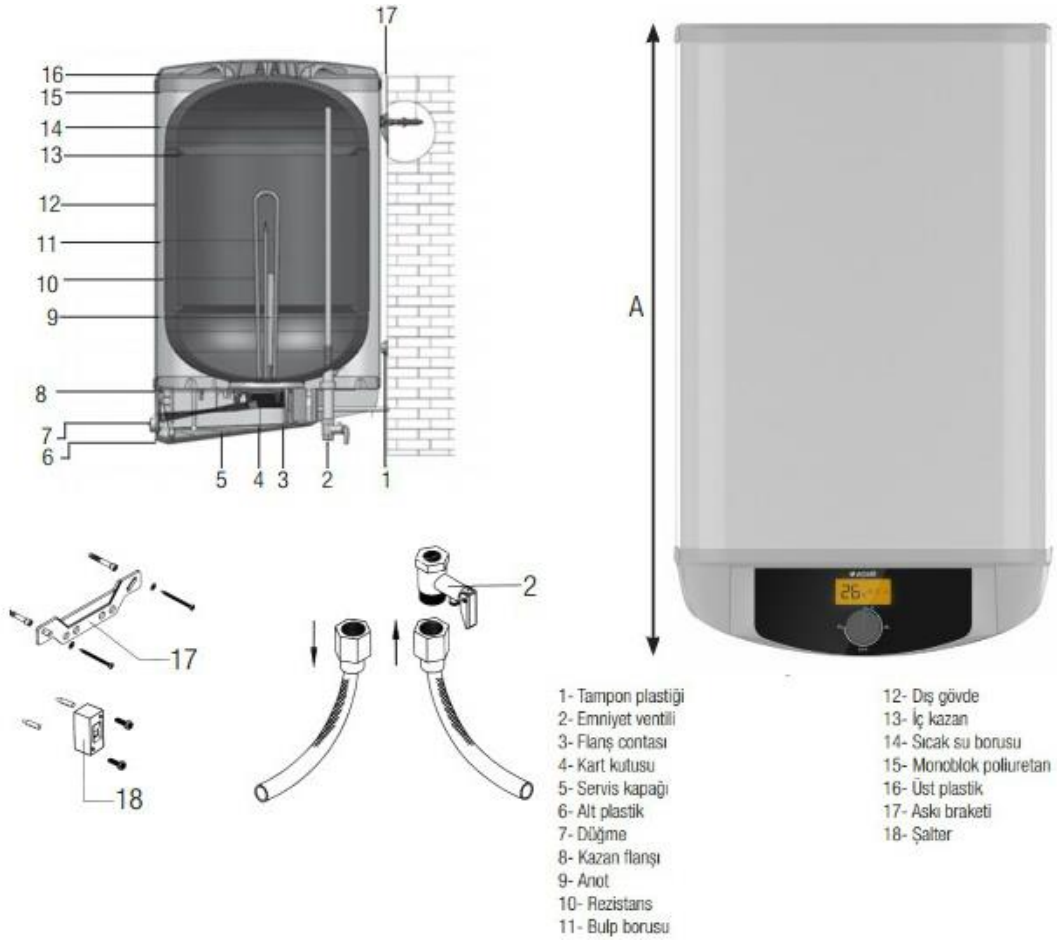
Doğalgazlı su ısıtıcıları, yaşam ve çalışma alanları için sıcak su sağlamak için gereklidir. Özellikle evin mutfak ve banyo bölümlerinde her zaman sıcak su olması gerekli hale geldi. Bu nedenle bu alandaki araştırmalar gazlı, elektrikli, gazlı, sıcak su cihazlarının geliştirilmesini sağlar (Şekil 2.8.).

LPG şofbenler, havalı gaz, doğalgaz, şofben ve benzeri cihazlar ev ve işyerlerinde kullanılan başlıca cihazlardır. Düşük basınçlı gaz yakan bu cihazlar atmosferik fırınlarla çalışır.



Şekil 2.8 Şofben

Termosifon ve termosifonun parçaları Şekil. 2.9.da ayrıntılı olarak görülmektedir.



Şekil 2.9 Termosifon parçaları

Su ısıtma cihazları, temel yapı olarak atmosferik fırında yanan ısının geniş yüzeyli su sirkülasyon borularına aktarılmasına dayanmaktadır. Su ısıtıcıları ile su ısıtıcıları arasındaki tek fark sıcak sudur. Gayzerler, suyu anında ısıtan su ısıtıcılarıdır. Sıcak su tutmaz. Termosifonlar sıcak suyu içeride tutar. Depolanan suyu sıcak tutar.

Termosifonlarda, suyun istenilen sıcaklığa kadar ısınma durumu şofbenlerde olduğu gibi anlık almamaktadır. Bunun sebebi, deposunda bulundurduğu suyun ısınmasının zaman almasından kaynaklanmaktadır. Şofbenler su depolamadığı için akış süresi boyunca sadece akış borularının hacmi kadar suyu ısıtır.

Termosifonlar açık yanma odası şeklindedir. Bu nedenle yanma ürünleri bacaya bağlı bir boru vasıtasıyla sağlanır.

Termosifonların ısı yalıtımı ve tankın korozyondan korunması olmak üzere iki önemli özelliği vardır. Bu iki özelliğin kalitesi düşükse, aşağıdakiler oluşur:

- Termosifonun ömrünün kısa olmasına sebep olmaktadır.

- İçerisinde tortular oluşmaktadır. Isıtmanın zamanı uzar.

Hava yalıtımı sağlıklı kabul edilmez. Bunun nedeni, vücuttaki herhangi bir boyuttaki delikten havanın kaçabilmesi ve suyun sıcaklığının hava ile birlikte düşmesidir.

Otomatik olarak çalışan termosifonlar şu şekilde çalışmaktadır:

* Pilot, otomatik olarak ayrılmaktadır.

* Pilot alevi detektör ile gözlemlenmektedir.

* Depodaki suyun sıcaklığı termostat ile kontrol edilmektedir.

* Pilot sürekli yanık kalmaktadır.

* Alet çalışırken herhangi bir nedenle pilot sönerse gaz beslemesi otomatik olarak kesilir.

* Tanktaki su sıcaklığı termostat tarafından ayarlanan sıcaklığın altına düşerse ana brülör devreye girer.

* Pilot açık olduğu için brülör hemen çalışmaya başlar.

* Isı yükseldiğinde gaz azalır ve brülör çok zayıf yanar.

* Başka bir durum olarak, gaz kesildiği zaman brülör sönmektedir. Ancak pilot sürekli olarak yanık halde kalmaktadır.

* Termostat, su sıcaklığını aynı modda tutmaya çalışır.

2.3.1.5 Doğalgazlı Şofbenler

1.3.1.4.de termosifonlar için anlatılan bilgiler şofbenler içinde geçerli olmaktadır. Sistemin ana yapısı aynı şekilde işlemektedir. Şofbenler, ısı transfer borularından geçen suyun bağlı olarak çalışmaktadır. Bunun yanı sıra 30 saniye içinde suyu 50-60 °C sıcaklığa kadar yükseltebilme özelliği bulunmaktadır. Şekil. 1.8.de şofbene ait görsel görülmektedir.

Şofbendeki emniyet ve kontrol aletleri şu şekildedir:

- Pilot alev detektörü
- Su sıcaklığını ayarlamaya yarayan ve otomatik gaz vanasını kontrol eden termostat
- Baca gazlarını geri tepmesiyle pilot alevinin sönmesini önleyecek tertibat
- Pilot çakmağı
- Emniyet gaz ventili
- Su boşaltma görevini yapmakta olan kör tıpa
- Aşırı sıcaklıklarda otomatik kapatma işlemini yapan termostat
- Su sıcaklık ve miktarına göre gaz giriş regülatörünün açılmasını ayarlayan termostat
- Ortamdaki oksijen miktarına göre gaz vanasını otomatik kapatan oksijen detektörü

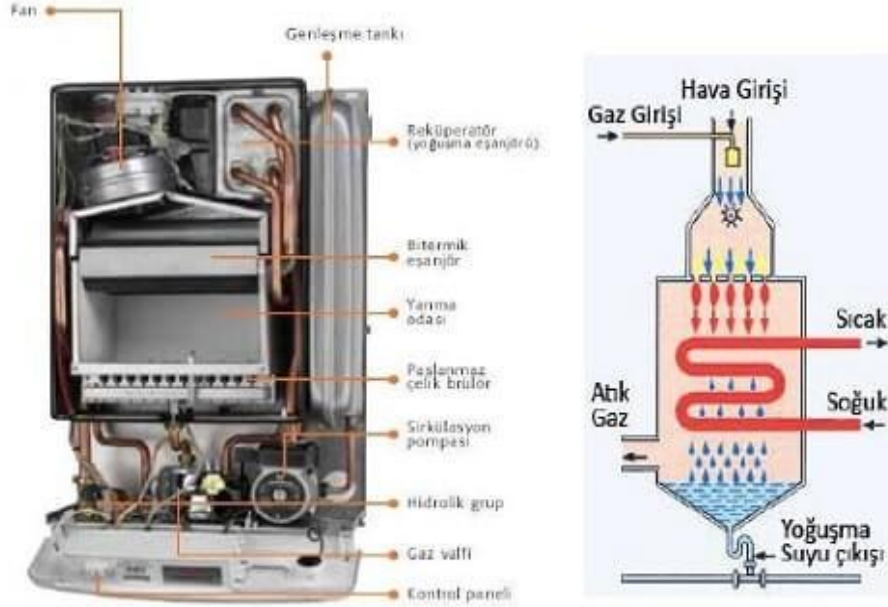
Şofbenin maliyeti donanımına göre artıp azalabilmektedir. Oksijen detektörü, bilgisizlik ve ihmalden kaynaklanan kullanım hatalarına karşı emniyetli olabilmektedir. Kullanıcı müşterilerin elli bir kısmı kapalı banyo odalarına montajlanmış şofbenler yüzünden ölümlerle sonuçlanabilen zehirlenmeler yaşayabilmektedir. Şu üç hususa çok dikkat edilmelidir:

1. Havalandırma deliği olmayan yere şofben monte edilmemelidir.
2. Yanma ürünleri olan artık gazların dışarı atılacağı baca deliği bulunmayan kapalı ortama şofben monte edilmemesi gerekmektedir.
3. Şofbenin monte edileceği alanın en az 6m³ olması gerekmektedir.

2.3.1.6 Doğalgazlı Kombiler

Kombiler hem ısıtma hem de sıcak su temini için kullanılmaktadır. Doğalgaz kombi su ısıtıcıları ve yerden ısıtma işini kendi başına yapabilir. Kombiler, şofben büyüklüğünde boyuta sahip olabilir ve duvara monte edilebilmektedir.

Kombiler içerik olarak fan, genişleme tankı, kontrol paneli, gaz valfi, hidrolik grup, sirkülasyon pompası, yanma odası, eşanjör ve reküperatöre sahiptir. Şekil. 2.10.da kombinin yapısı ve çalışma prensibi şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2.10 Doğalgazlı kombinin çalışma prensibi

Kombiler, çalışma prensibine göre üç şekilde gruplandırılmaktadır. Bu tipler şu şekildedir:

- Bacalı kombi
- Bacalı fan kitli kombi
- Hermetik kombi

Havalandırılmalı kazanlarda yanma havası kazanın bulunduğu ortamdan sağlanır. Atık gaz baca kanalından atmosfere salınır ve sirkülasyonda çalışır. Bu tip kombilerde iki önemli husus bulunmaktadır. Bu hususlar şu şekildedir:

1. Monte edileceği ortamda havalandırma şartları gerekli olması gerekmektedir.
2. uygun çekişe sahip baca kullanılması gerekmektedir.

Bacalı fan kitli kombiler, baca sorunu olan konutlar için önemli derecede bir avantaj sağlamaktadır. Fanlı kombiler, bacalı kombilerden farklı olarak atık gazları atmosfere bir fan kiti yardımı ile sağlamaktadır. Yanma ortamı bacalı kombide olduğu gibi bu tipteki

kombilerde de ortamdan sağlanmaktadır. Bundan dolayı cihazın bulunduğu ortamın uygun hava koşullarında sağlanması gerekmektedir. (Çomaklı ,2003)

Hermetik kombiler, yanma için ihtiyaç duyulan havayı bir fan seti ile dış atmosferden alarak, yanma sonucu oluşan atık gazı aynı sistemle atmosfere salarak çalışırlar. Yanma tamamen kapalı bir yanma odasında gerçekleştiği için yanma sırasında ortam havası kullanılmaz. Bu nedenle ortamı havalandırmaya gerek yoktur. Bu özellikleri sayesinde nu tipi kombiler, duvarların atmosfere bitişik olduğu ortamlarda kurulabilir.

Hermetik kazanlar bacasız veya uygun koşullarda evlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hermetik kombiler ve bacalı kombiler arasındaki farklar şu şekilde ifade edilebilmektedir:

Kombilerde vantilatör yoktur. Atık gazlar sıcaklıkları ile yükselir. Bu yükselen gazlar da bacadan dışarı atılır. Bu nedenle baca kombisi standartlara uygun olarak yapılan bina bacasına bağlanmalıdır.

Hermetik kombi de fanlı olarak tasarlanmıştır. Atık gazlar fan tarafından cep şeklinde iç borudan dışarı atılır. Ayrıca yanma havasını dış borudan yanma odasına çeker. Bu nedenle hermetik kazanların bacaya ihtiyacı yoktur. Hermetik kazanlar ortam havasını tüketmez. Ayrıca hermetik kazanlarda baca akış sorunu da olmaz. Bu nedenle hermetik kazanlar ortamın havasını kirletmez. (Özen, D. N. 2006).

2.3.2 Doğalgazın Sanayide Kullanımı

Doğalgaz, yapısal özelliği ve temiz bir yakıt olmasından dolayı kullanım alanı çok geniş olan bir kaynaktır. Bu kullanım alanlarından biri de sanayidir.

Doğalgazın sanayide şu şekilde kullanım alanları bulunmaktadır:

- Buhar üretimi
- Proses enerjisi elde etme
- Mekânın ısıtılması
- Elektrik üretimi

Şekil. 2.11.de doğalgazın sanayide kullanım alanına ait büyük tesisat yapıları görülmektedir.



Şekil 2.11 Sanayide doğalgaz kullanımı

İçerdiği hidrokarbonlar sayesinde doğalgaz sanayide, amonyak, metanol, hidrojen ve petrokimya ürünleri sentezinde ana girdi olarak da kullanılmaktadır.

Bunların yanı sıra çimento, kağıt, cam ve seramik sektörleri ile tarım sektöründe seralarda da doğalgaz kullanılabilir.

Günümüzdeki sanayilerin çoğu proseslerinde buhar ya da sıcak su kullanmaktadırlar. Bunların elde edilmesinde yakıt olarak fuel oil ya da kömür kullanılmaktadır.

Kazanlarda doğalgaz kullanımında hidrojen miktarının doğalgazda fazla olmasından dolayı baca gazındaki buhar miktarı artmaktadır. Fazla hava miktarı ve baca gazı sıcaklığı göz önüne alındığı zaman doğalgazda, fuel oilli sistemlere göre verimin düştüğü gözlemlenmektedir. Ancak pratikte doğalgazın yanması sonucunda ısı transfer alanlarında tortulaşma olmadığı için baca gazı sıcaklığında zamanla yükselme olmaktadır. Fuel oil yakıldığı zaman da tortulaşmadan dolayı baca gazı sıcaklığında yükselme yaşanmaktadır.

Doğalgaz, daha az havayla yanabilen bir kaynaktır. Hava yakıt oranındaki kontrolü, fuel oil ile karşılaştırıldığı zaman doğalgazınkinin daha kolay olduğu görülmektedir. Fuel oilli sistemlerde baca gazından yararlanmak için ekonomizer veya aşanjör kullanılmak istendiğinde baca gazı sıcaklığı en fazla 160 °C'ye kadar düşürülebilmektedir.

Doğalgazın yakılması sonucunda açığa çıkan gazların ürün ile temas etmesi ürünün kalitesini etkilememektedir. Direkt ısıtma yapıldığı için enerji verimliliği de artmaktadır.

Rejeneratif brülörler de yüksek sıcaklık fırınlarından ısının geri kazanıldığı modern yüksek performanslı sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler, yüksek sıcaklıkta çalışmakta olan fırınlar için oldukça ekonomik olarak kabul edilmektedir. Brülör sistemi özellikle cam ve metal ergitme proseslerinde kullanılmaktadır.

Rejeneratif brülör sistemi, bir çift brülör kafasından oluşmuş olan sistemlerdir. Bu sistemde brülörler dönüşümlü olarak yakılmaktadırlar. Biri sıcak baca gazları ile ısıtılmaktadır. Diğeri de yakma havasını ısıtarak soğumaktadır. Rejeneratör içinde gazların sıcaklığı 1200°C'den 100-200°C aralığına kadar düşürülmektedir.

Yanma ürünü olan gazların ürünle temasın olmaması gerektiği proseslerde, özellikle prosesin vakum içinde ya da özel bir atmosfer içerisinde olması gerektiği durumlar için radyant tüplü doğalgaz brülörleri indirekt ısıtma kaynağı olarak imal edilmiştir.

2.3.2.1 Doğalgazın Sanayide Hammadde Olarak Kullanımı

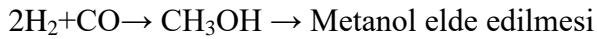
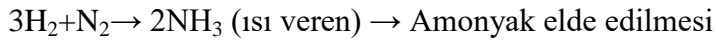
Doğal gaz eski çağlardan beri yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca 1965-1970 yıllarında hava kirliliğinin azaltılmasına bağlı olarak büyük şehirlerin ısınması ve bazı endüstrilerde akaryakıt yerine kömür kullanımı yer aldı. Özel olarak 1975 yılında başlayan petrol krizi, batılı sanayi ülkelerini petrole alternatif bir enerji kaynağı aramaya yöneltti. O yıllardan sonra 2000'li yıllarda ısı, sıcak su buharı üretimi ve elektrik temini açısından gelişmiş ülkelerde doğalgazın enerji kaynağı olacağı öngörülmektedir. Doğal gazın sanayide hammadde olarak kullanılabileceği yerler aşağıda gösterilmiştir:

Doğal gaz eski çağlardan beri yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca hava kirliliğinin azalmasına bağlı olarak büyük şehirlerin ısınması ve bazı endüstrilerde fuel oil yerine kömür kullanılması 1965-1970 yıllarında yaşanmıştır. 1975 yılında başlayan petrol krizi batılı sanayi ülkelerini alternatif aramaya yöneltmiştir. O yıllardan sonra gelişmiş ülkelerde doğalgazın ısınma, sıcak su buharı üretimi ve enerji temini açısından 2000'li yılların enerji kaynağı olabileceği öngörülmektedir. Aşağıda doğal gazın sanayide hammadde olarak kullanılabileceği yerler gösterilmiştir:

-suni lastik endüstrisi

- amonyak, alkol ve üre üretimi
- Gübre endüstrisi
- Karbon siyahı alımı
- Hidrojen gazı alımı
- Metanol üretimi
- Mürekkep endüstrisi
- Antifriz
- Hikaye tahtası
- Yapıştırıcı endüstrisi
- Asetilenin elde edilmesi

Bu ürünlerden bazılarının kimyasal denklemi aşağıdaki gibidir:

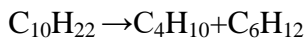


Hidrojenden yakıt gibi kullanılsa da amonyak ve metanol üretiminde hammadde olarak da kullanılabilir. Amonyak fosfat ve amonyum sülfat, amonyak ile üretilen gübrelerdir.

Asetilen gazı, kraming yöntemi ile metan gazından elde edilmektedir (Şekil.2.12.).

Kraming yöntemi şu şekilde oluşmaktadır:

Parafinler, olefinlere ve daha küçük parçacıklı parafinlere parçalanır.



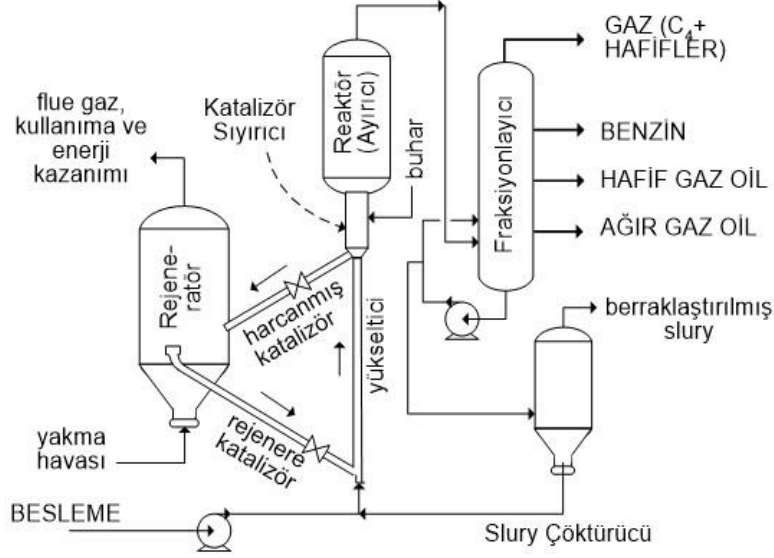
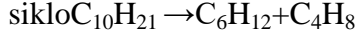
Olefinler daha küçük olefinlere parçalanır.



Aromatik olan yan zincir kesilir.



Naftenler, olefinlere ve daha küçük halkalı bileşiklere parçalanır.

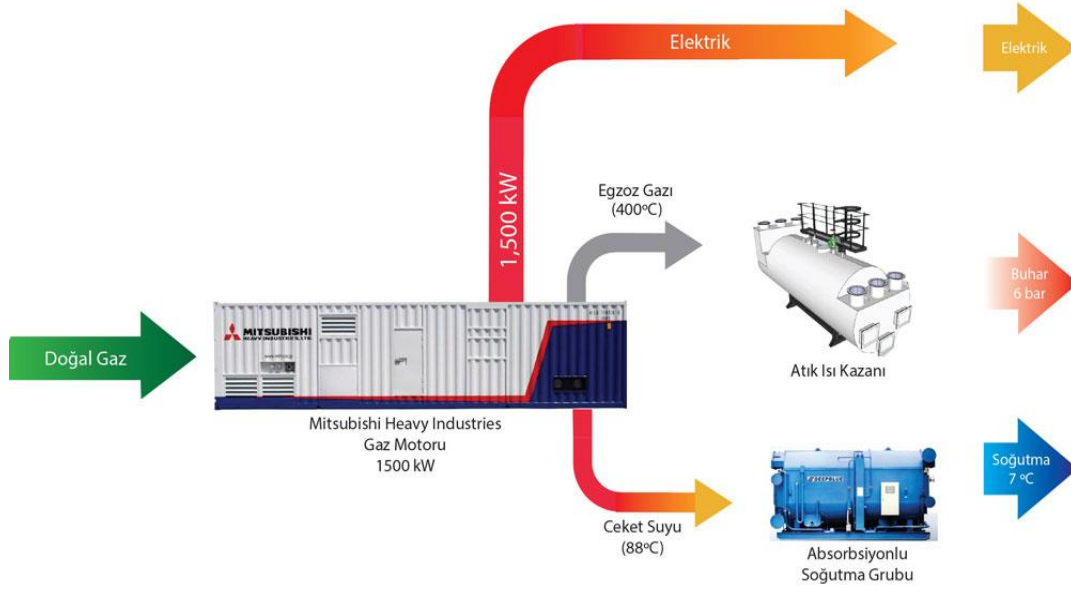


Şekil 2.12 Kataling kraking

2.3.3 Doğalgazın Elektrik Üretiminde Kullanımı

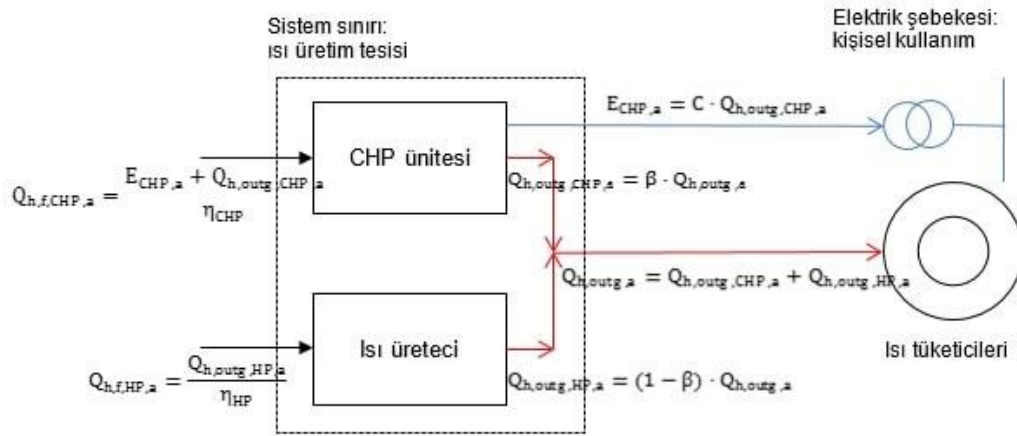
Birçok kullanım alanı olan doğal gaz, elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Elektrik ve ısınma ihtiyaçları tek bir sistemden karşılanmaktadır. Elektrik ve ısının yüksek basınçlı buhar kazanı ve buhar türbini ile sağlandığı birleşik ısı ve güç sistemleri 1940'lı yıllarda kullanılmaya başlandı. Doğal gaz motorlarının veya türbinlerin kombine ısı ve güç sistemlerinde kullanımı 1970'lerde başlamıştır (Şekil 2.14). Şekil 2.13, doğal gazdan elektrik üretimine genel bir bakışı göstermektedir.

Şekil.1.14.de de bu üretime ait bileşik ısı güç sistemleri şematik olarak hesaplamalarıyla birlikte gösterilmiştir.



Şekil 2.13 Doğalgazdan elektrik üretimi

Isı/güç oranınının 1/2 ve 1/3,5 aralığında değişmektedir. Doğalgaz kullanılan bileşik ısı güç sistemlerinde, içten yanmalı gaz motorları kullanıldığı zaman ise buhar üretimi yapılmaktadır.



Şekil 2.14 Bileşik ısı güç sistemleri

Gaz türbinleri kullanıldığında, gerektiğinde egzoz gazlarında doğal gaz yakılarak ısı çıkış oranı 1/1,8'e kadar yükseltilebilir. Yüksek basınçlı buhar kazanı ve buhar türbininden oluşan kombine ısı ve güç sistemlerinin kullanımı, doğal gaz motorları veya daha yüksek

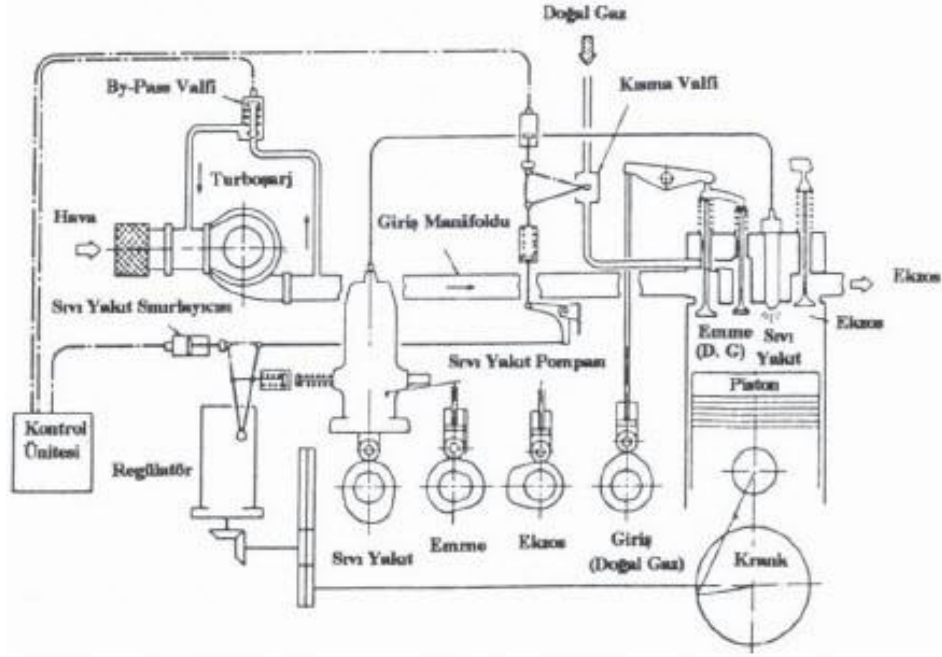
ısı/güç oranlarına sahip gaz türbinleri kullanan termik güç sistemlerini kullanacak şekilde genişletilmiştir. Bu sistemlerin verimli kullanımı, ısı ve enerji ihtiyacının aynı anda bulunmasına ve cismin ısı enerjisi oranına uygun bir sistemin seçilmesine bağlıdır. Bu sistemler en verimli olanlardır; Kimya, kağıt, tekstil ve gıda endüstrilerinde kullanılmaktadır.

1 m³ doğalgazdan 10.63 kWh elektrik üretimi yapılabilmektedir. Türkiye’de 2020 yılındaki istatistiklerine göre elektrik üretiminin %22,7’si doğalgazdan sağlanmıştır. Doğalgazdan üretilen elektrik 2019 yılına göre %21 artmıştır.

EÜAŞ bünyesinde Türkiye’de 6 adet çevrim santrali bulunmaktadır. İstanbul, Tekirdağ, Bursa ve Lüleburgaz’daki elektrik santrallerinin önemli bir bölümünde elektrik üretimi, Rusya’dan gelen doğalgazla sağlanmaktadır.

2.3.4 Doğalgazın Motorlarda Kullanımı

Doğal gaz, içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılabilir. 4 silindirli ve 4 zamanlı benzinli bir motorda doğal gaz kullanıldığında; Benzin deposu, araca kolayca yerleştirilebilmesi için silindirik veya elips şeklinde olmalıdır. Aynı zamanda, sıvılaştırılmış doğal gazın kaynama noktası, suyun donma noktasından daha düşüktür ve çok daha düşüktür. Bu nedenle, doğal gaz normal sıcaklıklarda yüksek bir buhar basıncına sahiptir. Basınca dayanıklı, hafif ve sızdırmaz bir tankta saklanır. Tanktan çıkan akaryakıtın gaza dönüştürülmesi, basıncın düşürülmesi ve uygun koşullarda makineye verilmesi için özel donanım ihtiyacı vardır (Şekil 1.15.). (Gümüş .1998)



Şekil 2.15 Çift yakıtlı motor kontrol sistemi

Şekil.2.15. de doğalgazın motorlarda kullanımına örnek olarak, çift yakıtlı motor kontrol sistemi görülmektedir.

Doğalgaz, benzin motorunda kullanıldığı zaman motor konstrüksiyonunda hiçbir şekilde değişiklik yapılmamaktadır. Benzin hava yerine doğalgaz hava karışımı motorun emme sübaplarından içeri alınarak sıkıştırma bujilerine ateşlenmektedir. Yanma ve genişleme olarak çevrim tamamlanmaktadır.

2.3.5 Doğalgazın Seramik Yapımında Kullanımı

Seramik fırıncılık endüstrisinde fırınlama işleminde doğal gaz da kullanılmaktadır. Fırınlarda radyant ısıtıcılar kullanılmaktadır. Gaz-hava karışımının bulunduğu yanma odası çelik veya seramik borulardan yapılmıştır. Sıcaklıkları oldukça yüksektir. 1000 °C'ye kadar olan çelik-nikel borulu kiriş ısıtıcılar, pişirme, kurutma ve emaye kaplamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.16).



Şekil 2.16 Seramik radyant ısıtıcı tüp

Isı iletimi için su buharı ve havanın kullanılması, fırınlar ve kazanlar arasındaki temel farktır. Fırınlardaki seramik radyant ısıtıcılar, çelik borulardan daha fazla ısı yayar. Şekil 2.16. Bir seramik radyasyon tüpü de görsel olarak gösterilmiştir.

Tüp ısıtıcılarda baca gazları, yaklaşık olarak fırın sıcaklığı kadar olabilmektedir. Bundan dolayı baca gazlarından faydalanmak verimi %80 oranına kadar çıkarabilmektedir. Radyant ısıtıcılara gönderilen yanma havası baca gazlarından ceket boru vasıtasıyla çekildiğinde, ısıtılan hava ile verim artışı sağlanır. Bunun nedeni, yanma odasına veya ön karışım borusuna verilen soğuk yanma odasının, yanma odasının sıcaklığına soğumasıdır.

1 m³ doğal gaz için 9,5 m³-12 m³ yanma havası gerektiği düşünüldüğünde, yanma odasındaki soğuk hava arasında sıcak hava gönderilmesinin önemli ölçüde ısı tasarrufu sağlayacağı varsayılmaktadır. Baca gazlarının yüksek hızda uçmasını önlemek için borunun içine bir türbülötör yerleştirilmelidir.

Beyaz eşyaların boyanmasında ısı kaynağı olarak doğalgaz kullanılmaktadır. Doğalgazın tercih edilmesinin en önemli nedenleri temiz olması, her sıcaklıkta yanabilmesi, basınçlı alev ve hava üretebilmesidir. (Sevindik ve Diğerleri,2021)

3 DOĞALGAZ KAZANLARI VE GERİ DÖNÜŞÜM

3.1 Doğalgaz Kazanlarının Tasarımı

Doğal gazın karbon içeriği diğer yakıtlara göre düşüktür. Ek olarak, hidrojen içeriği daha yüksektir. Bu durumda optimal yanma koşulları altında sıvı yakıt ve kömür alevleri açık sarı, doğal gaz alevleri ise maviye yakındır. Bu, aynı yanma koşulları altında, doğal gazda birim ısı yüzeyi başına sıvı yakıtta göre daha az radyan ısı transfer edildiği anlamına gelir. Yakıt bileşimlerinin yanma özellikleri tablo 3.1'de gösterilmiştir. Yakıt analizi ağırlık bazında verilmektedir.

Tablo 3.1 Yakıtın bileşenleri ve yanmasındaki özellikler

Yakıt/ Ad	Yakıt Analizi (%)		
	Kömür	Fuel Oil	Doğalgaz
Karbon	77,4	35,9	73,6
Hidrojen	3,4	11	23,9
Oksijen	2	0,67	-
Azot	1,2	0,07	2,5
Kükürt	1	2,17	-
Kül	8	0,02	-
Nem	7	0,01	-
Üst ısı değer	7306	10520	12819
Alt ısı değer	7083	9936	11554
Stokiyometrik hava gereksinimi	1,38	1,3	1,3
Baca gazındaki su buharı	0,052	0,1	0,17
Kuru baca gazı Stokiyometrisi	13,9	15,6	11,7

Doğal gazın özellikleri tablo 3.2'de gösterildiği gibidir.

Tablo 3.2 Özellik değerleri

Doğalgazın özgül ağırlığı	0,83 k/m ³
Laminer alev hızı	0,42 m/s
Yakma havası miktarı	8,6
Duman gazı miktarı	9,8
Tutuşma sıcaklığı	640 °C

Tablo 2.2.de verilen bilgilerdeki yakma havasının miktarı %10 hava fazlalığı ile verilmiştir. Duman gazı miktarı ıslakken ve tutuşma sıcaklığı da hava ile birlikte olan durumda ifade edilmiştir. (Bilgin, A. 2011)

Yanma hücresinde yani ocakta, elde edilmiş olan yanmadaki sıcaklıklar tablo 2.3. de gösterildiği gibi ifade edilmektedir.

Tablo 3.3 Ocaktaki yanma sıcaklıkları (°C)

Doğalgaz	1200-1600
Sıvı Yakıt	1200-1600
Elle Beslemeli Kömürün Yakılması	900

Mekanik kömür yakıtlı sistemlerde tablo 3.3'te gösterilen koşullar dikkate alınarak, 850 mm çapında ve 2000 mm uzunluğunda silindirik kazanlı bir fırında akaryakıt veya doğal gazın yanması sırasında aktarılan ısı miktarı şu şekilde belirlenir:

Ocakta radyasyon ile geçmekte olan ısı:

$$O_s = C * F_s * \left[\left(\frac{t_f + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_w + 273}{100} \right)^4 \right]$$

Denklemdaki ifadelerin karşılıkları:

C: Radyasyon katsayısı

F_s: Radyasyon yaymakta olan ve alan yüzeyindeki izdüşüm

tf: Radyasyon yaymakta olan ısının sahip olduğu sıcaklık

tw: Radyasyon alanındaki yüzeyin sahip olduğu sıcaklık

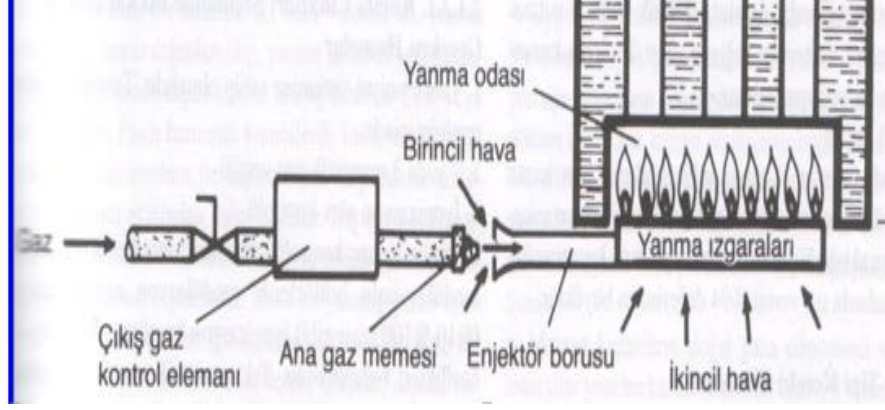
3.1.1 Doğalgaz Tasarımındaki Tedbirler

Doğalgaz tasarımlarının tasarımı yapılırken malzemelerin aşırı ısınması amacıyla ısı geçişini kolaylaştıran tedbirler bulunmaktadır. Bu tedbirler şu şekilde ifade edilmektedir:

1. Kazan aynaları, şartlar el verdiği kadar ince yapılması gerekmektedir.
2. Kazan borularının aynalara kaynak edilmesi gerekmektedir ve borunun uç kısımları aynalardan dışarı fazla taşırılmaması gerekmektedir.
3. Yanma hücresinin hacmi küçük bir şekilde tercih edilmelidir.
4. Gaz brülörünün kapasitesi, kazanın kapasitesine uygun bir şekilde tercih edilmesi gerekmektedir ya da buna uygun olarak ayarlanabilmelidir.
5. Brülör kapasitesinin ya da ayarının büyük olması durumunda doğal olarak yanma hücresi sonunda gaz sıcaklığındaki yüksek olma durumu göz önüne alınmalıdır.
6. yanma hücresinin gerektiğinden fazla refrakter malzeme ile kaplama işlemi yapılması gerekmektedir.

Doğalgazın konveksiyon yüzeylerinde ısı geçişinin fazla olmasından dolayı atmosferik brülörler ile çalışan konveksiyon yüzeyleri fazla kazanlar şekil.3.1.de gösterildiği gibidir.

Bu tipteki kazana ait bir görsel de şekil.3.2.de görülmektedir.



Şekil 3.1 Atmosferik brülör sistemi

Bu tipteki kazanlarda, dumanın yolu direncinin düşük seviyede tutulması gerekmektedir. Bu sayede kazanın üzerine bir davlumbaz fırın koyularak sabit baca çekişi sebebiyle sabit yanma elde edilmiş olmaktadır.



Şekil 3.2 Atmosferik brülörlü kazan

3.2 Fuel-oil ve Doğalgazın Aynı Kazanda Yakılması

ERDGAS referansına göre belirtilen veriler şu şekildedir:

Kazan tipi, alev duman borulu, üç akımlı ve skoç tipinde kızgın su kazanıdır.

Isıtma yüzeyi: 150 m²

Hu: Alt ısı değer

Yakılan fuel oil miktarı: 9700 Kcal/kg

Yakılan doğalgaz miktarı: 3,33 Kwh/m³

Akaryakıt ve doğalgazın kazan dairesinde aynı anda yanması sonucu gözlenen değerler tablo 2.4'teki gibidir.

Tablo 3.4 Fuel-oil ve doğalgazın aynı kazanda yakılması sonucundaki değerler

Değerlendirme	Fuel oil	Doğalgaz
Isıl kapasite	5,8 MW	5,9 MW
Birim ısıtma yüzeyinden elde edilen ısı	38,66 KW/m ²	38,67 KW/m ²
Ort. baca gazı sıcaklığı	240 °C	228 °C
Hava fazlası	%20	%6,7
Baca gaz kaybı	%8	%9,9

3.3 Yakma Havaının Gaz Sıcaklığına Etkisi

Doğalgaz yakım esnasında oluşan hava fazlalığı %5-15 aralığında değişmektedir. Genel anlamda %10 civarında bir hava fazlalığının kullanıldığı bilinmektedir.

Bu şartlar altında 1m³ doğalgaz yakılması için genel olarak 8,6m³ yakma havasına ihtiyaç duyulmaktadır. Hava sıcaklığının optimum sıcaklığı noktasının üstüne çıkması ile birlikte alev sıcaklığı düşer, radyasyon ile ısı geçişi azalır, ocak sonu sıcaklık artar ve kazan metal sıcaklığında artış gözlemlenmektedir. Bu verilere örnek olarak tablo 3.5.de yakıt analizi gösterilmiştir.

Tablo 3.5 Yanma gaz analizi

Gaz bileşeni	1 mol bileşeni yakabilmek için gereken O ₂	Gaz içinde bileşenin hacmi	Gaz için gereken O ₂ m ³ /m ³
CH ₄	2	0,85	1,7
C ₂ H ₆	15,5	0,07	0,25
C ₃ H ₈	5	0,03	0,15
C ₄ H ₁₀	30,5	0,02	0,13
C ₅ H ₁₂	8	0,01	0,08

Hava fazlalığı hacmi, sıcaklığın artış ve azalışına göre değişim göstermektedir. Gazın miktarındaki artış ve azalış da sıcaklığa doğrudan etki etmektedir.

Tam yükte hesaplanan sıcaklıklar ve yarım yükte hesaplanan sıcaklıklar göz önüne alındığı zaman, gaz miktarı arttıkça sıcaklığın azalmakta olduğu gözlemlenmektedir. Ayna yüzeyinde bulunan sıcaklıklar göz önüne alındığında ise gaz miktarının artmasının sıcaklığa bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

3.4 Kazan Verimliliği

Kazanların ısı verimi hesaplanırken direkt ve dolaylı olarak iki farklı yöntem bulunmaktadır. Direkt yöntem şu şekildedir:

Besi suyu ve buharların miktarları,

Besi suyu ve ara buhar sıcaklığı ile basıncı,

Yakıtın besleme miktarları ve

Yakıt alt ısı değerlerinin ölçülmesi gerekmektedir.

Ölçülüş olan değerler kullanılarak kazanın verimi şu formül ile hesaplanmaktadır:

$$\eta = \frac{mbib - msis}{BHu} \quad (3.1)$$

η : verim

m_b : buhar debisi değeri

i_b : su debisi değeri

m_s : buharın entalpisi

i_s : besi suyunun entalpisi

B : yakıt debisi değeri

H_u : yakıttaki alt ısı değer

Dolaylı yöntemle de ısı verim şu formülle bulunur:

$$\eta = 1 - \Sigma Z \quad (3,2)$$

Z : ısı kaybı (%)

Direkt yöntemde kazan şu değerler ölçülebilmektedir:

- Kazan girişi
- Yakıt miktarı
- Su miktarı
- Baca gazı çıkış kompozisyonu
- Buhar çıkış basıncı
- Sıcaklık

Dolaylı yöntemde doğrudan yöntemde ölçülen değerler gibi ölçümler yapmak mümkün değildir. Bu durum yerine kayıplar ayrı ayrı hesaplanır ve toplam sonuç l'den çıkarılır. Başka bir deyişle, kazanın nominal ısı kapasitesi, kazanın ısı veriminin hesaplanmasında ve kapasitesinin belirlenmesinde kullanılan dolaylı ve doğrudan yöntemlerle ısıtma akışkanının aldığı faydalı ısının ölçülmesi sonucunda bulunur. .

Bu yöntemin ana içeriği, yanma sonucu üretilen ısıнын ve çalışma sıvısına aktarılan ısıнын ölçülmesiyle ifade edilir. Diğer bir deyişle, doğrudan yöntemde, kazanın verimi, test süresi boyunca ısı sıvısına aktarılan ısıнын, kazana gönderilen yakıtın düşük ısıl değeri üzerinden hesaplanan ısıya oranına dayanan yöntemle belirlenir. Yanma havası dışındaki ısı ile ısıtma sırasında havanın taşıdığı ısı yakıtın ısıısına eklenir.

Kazanın nominal ısı kapasitesi, kayıplar dikkate alınarak dolaylı yöntemle belirlenir.

Diğer bir deyişle; Dolaylı yöntemle, yüzde olarak hesaplanan ısı kayıpları toplamının 100'den çıkarılması sonucu kazanın verimi elde edilir.

Başlıca kayıplar şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Eksik yanma
- Fazla hava
- Baca gazında su buharından dolayı oluşan ısı kaybı
- Baca gazı sıcaklığı
- Yakıtın cinsi
- Kazan yükü
- Kazan yüzeyinden dolayı oluşan ısı kayıpları
- Isıtıcının yüzey kirliliği

3.4.1 Eksik Yanma

Eksik yanma, katı ve sıvı yakıtın içinde bulunmakta olan yanıcı maddelerin yanma olayını gerçekleştirilmeden küle dönüşmesi ya da baca gazında yanmayan hidrokarbon ve karbonmonoksit olmak üzere atılma durumunda meydana geldiği ifade edilmektedir.

3.4.2 Fazla Hava

Kazanlardaki yakma cihazları, yanma sorunlarına yol açmayacak en düşük hava-yakıt oranını verecek şekilde çalışma seviyesine ayarlanmalıdır. Fazla hava miktarı gereğinden fazla ise baca gazı miktarı artar. Ayrıca artan hava miktarı baca gazını sıcaklığına kadar ısıtır ve enerji olarak daha sıcak olmasına ve bacadan dışarı atılmasına neden olur.

Baca gazındaki miktarın artışı gaz debisinde hızlı artışa ve ısı transferinde düşüşe sebep olmaktadır. Bundan dolayı fazla olan hava miktarının olabildiğince minimum seviyede olması gerekmektedir. Bu durumu gerçekleştirmek için, baca gazında bulunan oksijen seviyesi kontrol edilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda hava ayarı yapılarak oksijen miktarı minimum seviyeye getirilmelidir.

3.4.3 Baca Gazındaki Su Buharından Kaynaklı Isı Kaybı

Yakıt, serbest nem ve kimyasal bileşim şeklinde nem içermelidir. Yakıttaki nem, yanma sırasında buharlaşma yoluyla açığa çıkar. Su buharı şeklinde açığa çıkan nem, kazandaki faydalı enerjinin bir kısmının bacadan dışarı atılmasına neden olur. Enerjiden tasarruf etmek için, yanmadan önce yakıtın serbest nem içeriği mümkün olduğunca azaltılmalıdır.

3.4.4 Baca Gazı Sıcaklığı

Kazan verimini etkileyen önemli koşullardan biri baca gazı sıcaklığı olarak tanımlanır. Baca gazının sıcaklığı kabul edilen değerleri aşarsa, bacadan atmosfere büyük miktarda enerji salınır. Bu zamanda, kazan verimliliğinde bir düşüş gözlenir. Bacadan çıkan yüksek enerjinin iki ana nedeni vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

1. Yetersiz ısı transfer yüzeylerinden kaynaklanır. Bu durumda bacaya hava ön ısıtıcıları veya kızdırıcılar yerleştirilir. Ön ısıtıcı ve kızdırıcılar yerleştirilerek baca gazının ısısından yararlanma durumu olmaktadır.

2. Isı transfer yüzeyinde meydana gelen kirlilikler bacadan atılmakta olan enerjinin yüksek olmasının bir diğer faktörüdür. Bu esnada da kazan borularının belli aralıklar ile temizlenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda kazana verilen besi suyundaki sertliğinde kontrol edilmesi gerekmektedir. Normalin üzerindeki baca gazı sıcaklığındaki her 17 °C'lik artış için verim yaklaşık %1 azalır.

3.4.5 Yakıt Cinsi

Farklı yakıtlar farklı oranlarda karbon ve hidrojen içerdiğinden, yanma sonucu baca gazındaki ısı değerleri, nem, kül, cüruf ve kurum içerikleri değişir.

3.4.6 Kazan Yüğü

Kazanlar düşük veya aşırı yüklenmediğı sürece yüksek verim elde edilir. Yük faktörü %50'nin altına düştüğünde verim eğrisi dik bir eğime sahiptir. Bu durumda kazan yüzeyinden ısı kayıplarının yüzdesi yük düşüşüne bağılı olarak artar. Kazanların çalışması sırasında kazanın kapasitesi dikkate alınarak mümkün olduğunca gözetilmelidir.

3.4.7 Kazan Yüzeyinden Oluşan Isı Kaybı

Kazan yüzeyinden kaynaklanan ısı kayıpları radyasyon ve konveksiyon şeklinde gözlenir. Modern tasarımlı kazanlarda bu kayıp, kazan tam yükte çalışırken genellikle %1'den azdır. Ayrıca eski kazanlarda bu kayıplar %10 lara kadar çıkabilmektedir.

Kazan yüzey sıcaklığını ortamın yaklaşık 30°C altına düşürmek için tasarlanmış bir yalıtkan, bu tür kayıpları en aza indirmek için yeterli kabul edilir.

3.4.8 Isıtıcı Yüzey Kirliliğı

Kalorifer yüzeylerinde kireçtaşı ve kurum birikiminin kazan verimine etkisi oldukça yüksektir. Kazanların başında verilen ısı verim değerleri, herhangi bir kir tabakası olmayan temiz bir yüzeye sahip yeni kazanlar için uygulanır.

Isı transferinde yüzeylerin her iki tarafında biriken ve kirli görünümlü tabakalar ısı transferini büyük ölçüde engellemektedir. Aynı zamanda sıcak gazlar, ısılarını suya aktarmadan kazanı terk eder. Bu sayede baca kanalının sıcaklığının artması ile kazanın verimi düşmektedir. Özellikle fuel oil ve kömür yakıldığında duman tarafında kurum birikir. Bu katmanların temizlenmesi de oldukça zordur.

Kazanların yüzeylerinde oluşan kireç tabakasının kalınlığı ve buna karşılık gelen yakıt kayıpları tablo 3.6. Görülebileceğı gibi.

Tablo 3.6 Kazan yüzeyi kireç tabakası kalınlığı ve yakıt kaybı

Kireç tabakası kalınlığı	Yakıt kaybı
1 mm	%5-8
2 mm	%11-14
3 mm	%24-31
4 mm	%31-34
5 mm	%34-41

Kireçlenme (şekil.3.4.) diğer adıyla kışır olarak bilinmektedir. Buhar kazanına girmekte olan besi suyu yüksek sıcaklıkta ve basınçta, sertlik oluşturan kalsiyum ve magnezyum tuzlarının metal yüzeylerin üstünde çökmesiyle kışır oluşumu gözlemlenmektedir. Kışır oluşumunun yakıt kaybına etkisi şekil.3.3.de verilen grafikte görülmektedir.



Şekil 3.3 Kışır kalınlığının yakıt kaybına etkisi

Grafikte sol taraf (y eksenini) yakıt kaybını ve alt taraf (x eksenini) ise kışır kalınlığını temsil etmektedir.

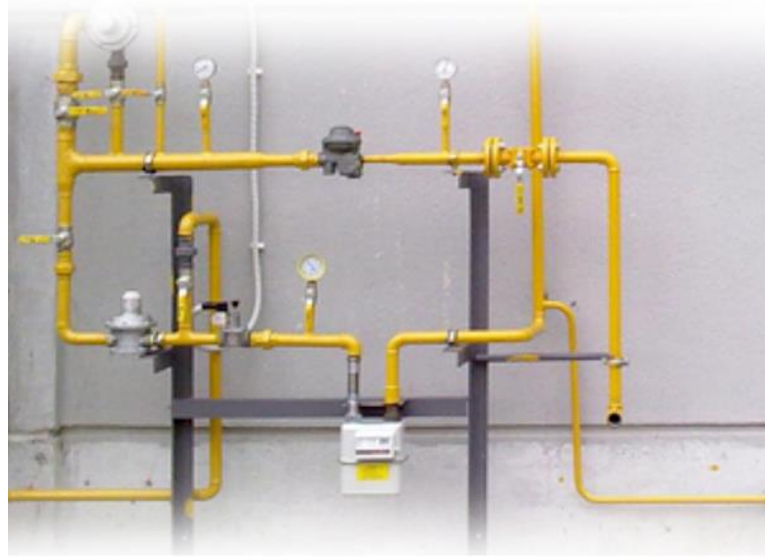


Şekil 3.4 Kireçlenmiş kazan

4 DOĞALGAZ TESİSATI

4.1 Doğalgaz Tesisatı Genel Kavramlar

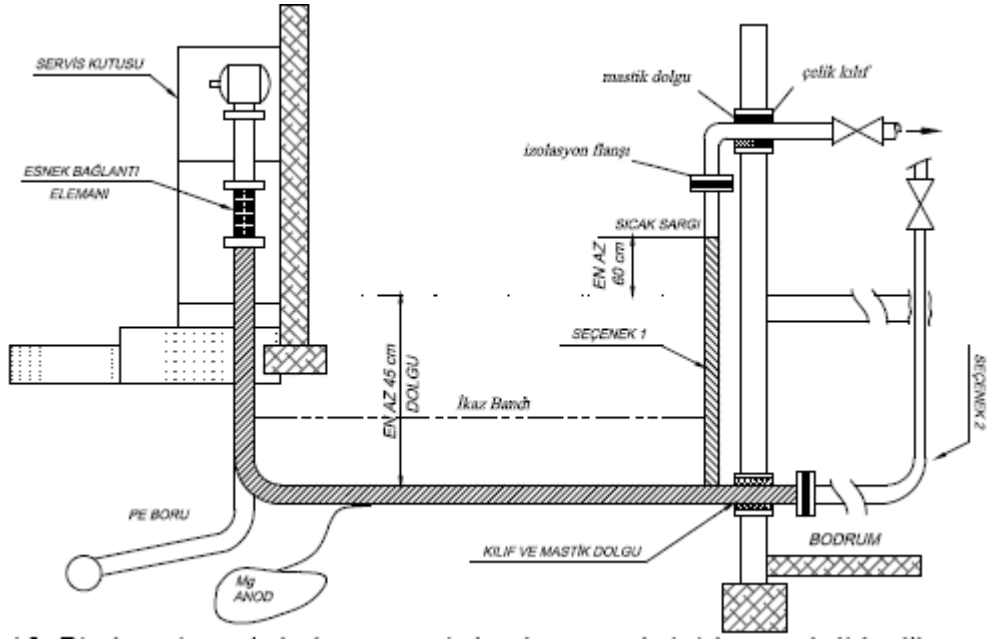
Doğalgaz tesisatı, iş yerleri ve evlerde ısınma ihtiyacını karşılamak için kurulan ısıtma sistemi olarak tanımlanabilmektedir. Doğalgaz hem evi ısıtmaktadır hem de sıcak su ihtiyacının karşılanmasından dolayı çok tercih edilmekte olan bir ısıtma aracıdır (Şekil.4.1.).



Şekil 4.1 Doğalgaz tesisatı örneği

4.1.1 Bina Gaz Tesisatı

Binalarda kullanılan gaz cihazı, gaz işletmesine ait olan dağıtım şebekesi borularının bağlantı noktalarından gaz tüketim cihazlarına kadar olan kısımlarında kullanılan gaz çıkış boruları olarak ifade edilmektedir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2 Bina gaz dağıtım hattı

4.1.2. Gaz Dağıtım Şebekesi

Gazın dağıtım şirketleri tarafınca işletmelerden tüketicilere kadar yer altına döşenmiş olan doğalgaz boru hatları olarak ifade edilmektedir (Şekil.4.3.).



Şekil 4.3 Gaz dağıtım şebekesi

4.1.3 Bina Bağlantı Tesisatı

Binadaki bağlantı tesisatı, gazın şebeke borusuna bağlantılı olan yeriyle ana emniyet musluğu ile basınç regülatörünün çıkış ağızları arasında kalmakta olan tesisat kısımlarıdır.

4.1.4 Ana Vana

Ana emniyet musluğu, binaya verilmekte olan gazın hepsini kesebilecek kapasiteye sahip olmak üzere bağlantı hattının sonuna konulmakta olan musluk ya da sürgülü ve küresel vana şeklindeki gaz kapatma elemanı olarak ifade edilmektedir. Genellikle doğalgaz tesislerinde küresel olan vana tercih edilmektedir (şekil.4.4.).



şekil 4.4 Küresel ana vana

4.1.5 Basınç Regülatörü

Basınç regülatörü, gazın basıncındaki tüketim cihazlarının kullanma basıncına indirilmesi görevini yapan cihazlardır (şekil.4.5.).



Şekil 4.5 Gaz basınç regülatörü

4.1.6 Atık Gaz

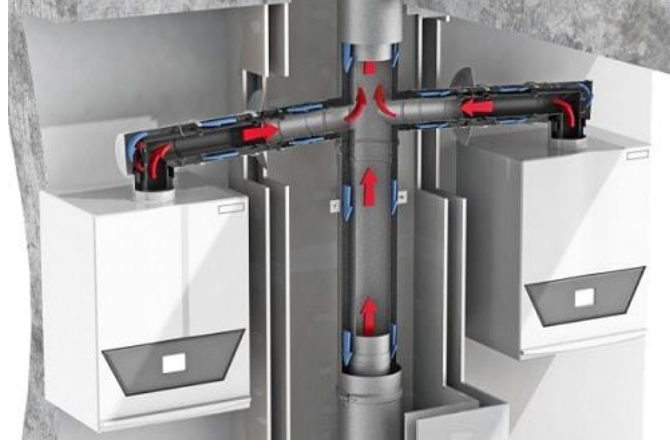
Atık gazlar, gazların yanması sonucunda meydana gelen ve sonrasında da atmosfere salınmakta olan gazlar olarak ifade edilmektedir (Şekil 4.6.) (Dazlak,S. 2006)



Şekil 4.6 Atık gaz

4.1.6.1 Atık Gaz Tesisatı

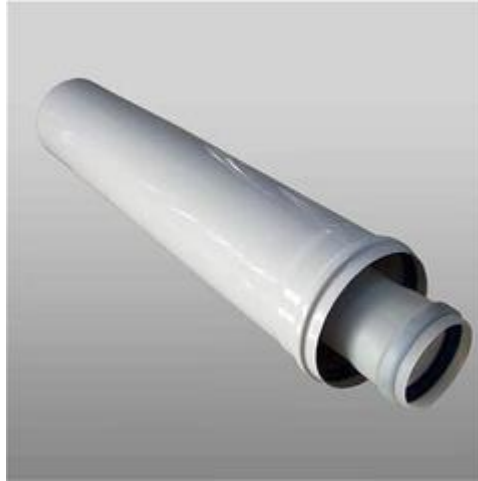
Atık gaz tesisatları, cihazlarda yanma olaylarından sonra oluşmakta olan atık gazları sistemden uzaklaştırılmasını sağlayan tesisat olarak tanımlanabilmektedir (Şekil.4.7.).



Şekil 4.7 Atık gaz tesisat sistemi

4.1.6.2 Atık Gaz Çıkış Borusu

Atık gaz çıkış boruları, gaz tüketme cihazıyla bacanın arasında bulunan irtibatı sağlamakta olan borular olarak ifade edilmektedir. Özellikle buna örnek olarak evde ya da iş yerlerinde kullanılmakta olan kombilerde gösterilebilmektedir (Şekil.4.8.).



Şekil 4.8 Kombi atık gaz borusu

4.1.6.3 Atık Gaz Bacası

Yanma sonucu oluşan atık gazlar, atık gaz bacaları vasıtasıyla gaz tüketim cihazından atmosfere atılmaktadır (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9 Atık gaz bacası

4.2 Gaz

Basınç ve sıcaklıklarda olduğu şekilde kalabilen, içinde bulunmuş olduğu kaptaki her yana yayılarak kabın iç yüzeyinin bütün noktalarına basınç yapma özelliğine sahip madde olarak tanımlanmaktadır. Gazın belirli özellikleri ve genel kavramları mevcuttur.

4.2.1 Üst Isıl Değer

Bu miktar, belirli bir sıcaklıktaki 1 Nm³ gazın tam yanmayı sağlamak için gerekli olan en düşük seviyede hava ile karıştırılıp herhangi bir ısı kaybı olmadan yanması ve karışımındaki su buharının yoğunlaşması durumunda açığa çıkan ısı miktarıdır. Yanma ürünlerinin ilk sıcaklığa soğutulması ifade edilir.

4.2.2 Altı Isıl Değer

Bu değer, belirli bir sıcaklık seviyesindeki 1Nm³ gazın belirli bir hızda hava ile karıştırılıp ısı kaybı olmadan yanması ile yanma ürünlerinin su buharını yoğunlaştırmaksızın başlangıç seviyesine soğuduğunda açığa çıkan ısı miktarı olarak ifade edilir.

Alt ısı değerinin birimi kcal/Nm³ olarak ifade edilmektedir.

4.2.3 Yük

Yük, standartların amacı bakımından gaz tüketim cihazında bir saat sürede yanmakta olan gazın verdiği ısı miktarı olarak tanımlanabilmektedir. Yükün birimi kcal/h ya da kw/h olarak ifade edilmektedir.

Yük; anma yükü, sınır yükü, üst sınır yükü ve alt sınır yükü Şeklinde dört ana grup altında incelenmektedir.

4.2.3.1 Anma Yükü

Cihazın anma basıncı adı altında bir saatte yapabilecek olduğu gazın verdiği alt ısı değeri anma yükü olarak tanımlanmaktadır. Anma yükünün birimi kcal/h ya da kw/h olarak ifade edilmektedir.

4.2.3.2 Sınır Yükü

Yanma tekniği, ısı tasarrufu, tıbbi ekipman ile cihazın stabilitesi ve önemi dikkate alınarak, nominal yükten daha yüksek veya daha düşük olmasına izin verebilecek yük değeri limit yük olarak tanımlanır. Limit yük birimi kcal/h veya kw/h olarak ifade edilir.

4.2.3.3 Üst Sınır Yükü

Anma yükünün 1/15 katı olan yk üst sınır yükü olarak ifade edilmektedir.

4.2.3.4 Alt Sınır Yükü

Anma yükünün 0,55 katı olan yk alt sınır yükü olarak ifade edilmektedir.

4.3 Servis Hattı

Servis hattı olarak adlandırılan binanın bağlantı hatları, gaz teslim noktasıyla ana kesme vanasının arasındaki hat olarak tanımlanmaktadır.

Servis hattı üzerinde bina dıŐında yer alan vana hattı bağlantısı, izolasyon parçası, ana vana, basınç regülatör kutusunu içerir. Servis hatları genellikle elik veya polietilen borularla döŐenir.

Binaları birbirine bağlayan hatlar, binaların girişine yakın, yeterince aydınlatılmış, kuru, kendinden havalandırılmalı ve kolay erişilebilir yerlerden binalara girmelidir. Gaz boruları zarar görmemeleri için korunmalıdır.

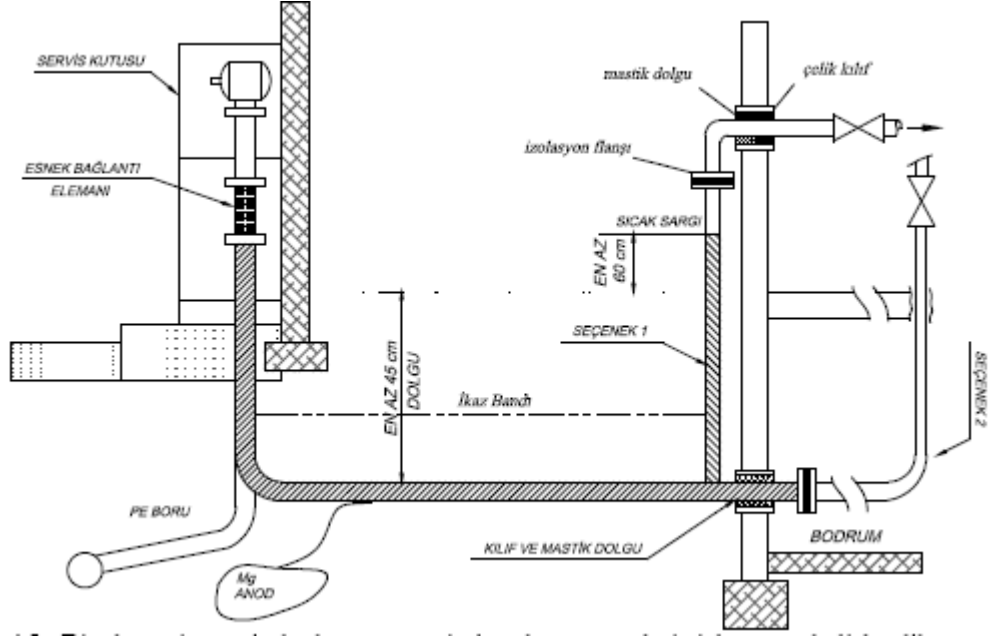
Doğalgaz boru hatları, binanın kullanılmayan kısımları, kapıcı daireleri, bunkerler, yakıt tankları vb. yerlerden geçmiyor. Doğalgaz hattı üzerinde bulunan bir yangın merdiveninin üzerinden veya yanından geçilmemelidir. Doğalgaz boruları sürekli görülebilecek, kontrol edilebilecek ve gerektiğinde kolayca müdahale edilebilecek şekilde döşenmelidir.

Doğalgaz bina bağlantı hatları üzerinde, gerektiğinde tüm üniteye olan gaz akışını açıp kapama görevini yerine getirecek, kolay ulaşılabilen ve hasarsız bir noktada bir ana kesme vanası bulunacaktır. Ana kesme vanaları binanın dışına yerleştirilecekse, havalandırılmalı bir kutuya yerleştirilmelidir. Yalnızca bir DN 50 dişli valf takılabilir. DN 65 ve üzeri çaplardaki ana kesme vanaları, flanşlı ve tam geçişli küresel vanalar olacaktır. Servis hattının nominal çapı 80 mm'yi geçtiğinde, binanın dışına ikinci bir kapatma vanası yerleştirilmelidir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10 Ana gaz kesme vanası

Şekil.4.11.da doğalgaz bina bağlantı hattı servis çizimine bir örnek görülmektedir.



Şekil 4.11 Doğalgaz bina bağlantı hattı

4.4 Sayaç Hattı

Sütun çizgisi ile sayaç girişi arasındaki çizgiye sayaç çizgisi denir. Merkezi ısıtma sistemleri için doğal gaz boru hatları bağlanmalıdır. Yerleşim yerlerinde merkezi sistemin kurulumu sırasında, binada mutfak ve sıcak su kullanımı için ayrı bir hat döşenmelidir. Merkezi sistemlerde sayaç vanası ve sayaç bina dışına veya bina içinde uygun bir ortak alana kurulmalıdır. (Fuat,1994)

Sayaç bina ve merkezi sistem hattı dışına yerleştirilemiyorsa ve iç hat kazan dairesinden ayrı ayrı veya tek ortak hat olarak geçecekse, kazan dairesinden çıktıktan sonra merkezi sistem sayaç ve vanası takılmalı ve kazan dairesi merkezi sistem. Sistem hattı kazan dairesine dönmelidir.

Ortak hattan çıkan veya bağımsız giden iç hatta, kazan dairesi dışındaki ortak alana bir kesme vanası takılmalıdır. Merkezi sistem çek valfi ile iç hat valfi arasındaki mesafe 2 metreden fazla değilse müşterek AKV cihazına ihtiyaç yoktur.

4.5 Kazan Dairesi İç Tesisatı

Besleme hattı, kazan sayacının çıkışından brülöre giden boru hattını ifade eder. Merkezi ısıtma sisteminin doğalgaz boru hatları bağlanmalıdır. Boru hattındaki regülasyon, kontrol, ölçüm ve kontrol cihazları dişli bağlantı ile yapılıyorsa TS 61'e uygun olmalıdır. Bağlantılar aşağıdaki gibidir:

Çap \leq DN 65.....Kaynaklı, Flanşlı, Vidalı

Çap $>$ DN 65.....Kaynaklı, Flanşlı

Kazanların gaz besleme boru hattı, boru çapına ve brülör kapasitesine bakılarak belirlenir. Hatta beslenecek olan gaz basınçları ayrıldığında orta basınç hattı kullanım ünitelerine direkt olarak kazan besleme hattına gaz verilebilir. Ancak binaların altında bulunan ısıtma merkezlerine brülörün çalışma basınçlarına karşılık gelen bir basınçla girilmesi gerekir. Söz konusu basınç 350 m bar'ı geçmemelidir.

Kazan dairelerinde, solenoid valfe bağlı üst havalandırmadan daha yüksek bir seviyeye ex-proof adı verilen gaz alarm cihazı takılmalıdır.

Gaz alarm cihazından gelen sinyale göre olası bir gaz kaçağı durumunda solenoid vana gazın kazan dairesine girmesini engelleyecek bir noktaya yerleştirilmelidir.

Şekil.4.12. ve şekil.4.13.de kazan gaz besleme boru hattı ve bu boruların desteklenmesine ait görseller gösterilmiştir.



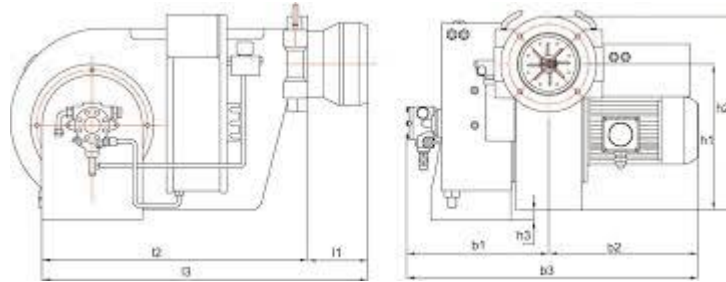
Şekil 4.12 Kazan gaz besleme boru hattı tesisatı



Şekil 4.13 Kazan gaz besleme borularının desteklenmesi

4.6 Brülör Bağlantı Hattı

Gaz temininde boru hattının çapı, hattan geçecek gaz miktarına ve boru hattının uzunluğuna göre ölçülür. Brülör öncesinde gerekli testler yapılarak yükleme hattındaki kontrolün mükemmel sıklığı kontrol edilir. Brülörü kolayca çıkarmak ve kazanın kapağını açmak için brülör yakınındaki boru ek yerinde bir kaplin bağlantısı gereklidir (Şekil 4.14., Şekil 4.15.).



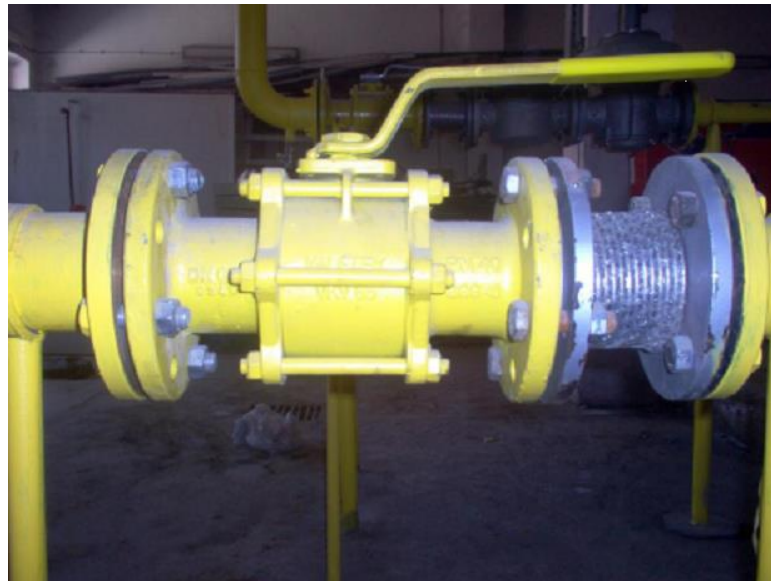
Şekil 4.14 Brülör hattı projesi



Şekil 4.15 Brülör hattı

4.6.1 Ana Kapama Vanası

Servis ve güvenlik amacıyla gazın açılıp kapanmasında kullanılan küresel vanalara ana kesme vanaları denir (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16 Ana kapama vanası

4.6.2 Kompansatör

Kompansatörler diğer adı ile titreşim giderici olarak bilinmektedir. Kazanın devrede olduğu zaman oluşabilecek olan vibrasyonun tesisatlar ve cihazlar üstünde titreşime bağlı oluşan kasıntı ya da çatlamalara yol açmasını önlemek amacıyla yatay olarak kullanılmakta olan elemanlar olarak ifade edilmektedir (Şekil.4.16.).

Genleşme derzlerinin çeşitleri, özelliklerine göre kullanılır ve çapları tesisat borusunun çapına göre seçilir.



Şekil 4.17 Doğalgaz tesisatında bulunan bir kompansatör

4.6.3 Gaz Basınç Test Nipeli

Gaz basınç test nipeli ile sistemdeki hava veya gazın tahliyesi için portatif manometreler yardımıyla sistemdeki basınç ölçülür. Gerektiğinde daima kapalı tutulmalıdır. Birden fazla basınç değeri gerektiren tesisatlarda her bir basınç grubu için ayrı test nipeli gerekir.

4.6.4 Filtre

Filtre, tesisatın içinde kalan çapak, cüruf, kum gibi kirliliğe yol açacak malzemeleri süzmek, gazla beraber taşınabilecek partikülleri durdurmak ve bu maddelerin cihaza zarar vermesini önlemek için kullanılmaktadır (Şekil.4.18.).



Şekil 4.18 Filtre

4.6.5 Manometre

Manometre gaz basıncını ölçmeye yarayan alettir. Hat üzerinde bulunan gazın basıncını ölçmek için kullanılmaktadır (Şekil.4.19.). Gaz kontrol hattında bulunan manometreler musluklu tipte olması gerekmektedir.



Şekil 4.19 Manometre

4.6.6 Regülatör

Alçak basınçlı sistemlerde gaz armatürlerine girmesi planlanan basınç değerine regülasyon cihazından gelen basıncı düşürmek ve gaz akışında oluşabilecek dalgalanmaları stabilize etmek için kullanılan ekipmanlardır (Şekil 4.20.).



Şekil 4.20 Gaz basıncı regülatörü

4.6.7 Emniyet Tahliye Vanası

Ayrıca tahliye vanası olarak da bilinir. Bu valfler, sistemi aşırı basınçlardan koruyan ve ani basınç artışında sistemdeki fazla gazı sistemden uzaklaştırarak regülatörün arızalanmasını önleyen ekipman olarak ifade edilir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 Relief valf

4.6.8 Tahliye Hattı

Tahliye hattı, havalandırma valfi olarak da bilinir. Bu valfler regülatörden sonra bulunur. Regülatör kapatıldığında oluşabilecek çok küçük basınç artışları gazın ani açılıp bitmesidir. Bu nedenle bu cihazlar, regülatörün ayar basıncından biraz daha yüksek bir değere ayarlanır.

4.6.9 Minimum Gaz Basınç Presostadı

Kazan sisteminde uygun yanma koşullarının sağlanabilmesi için gaz-hava karışımının gerekli oranlarda sağlanması gerekmektedir. Ayrıca gazın içine ideal basınçlarda hava ve gaz üflenmelidir. Gaz basıncı belirli bir değerin altına düşerse, uygun yanma koşulları sağlanamaz ve alevin kırılması veya türbülantöre alev kaçması şeklinde tehlikeli sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda sistem termostatta ayarlanan sıcaklığa ulaşamayacağı için brülör sabit yükte kalır veya alev kaçağı varsa sistem arızalanır.

Minimumda gaz basınç anahtarı, gaz basıncının belirtilen değerlerin altına düşmesi durumunda sistemi engelleyen bir güvenlik ünitesi olarak ifade edilebilir (Şekil 4.22.). Bu tip basınç anahtarları solenoid valflere bağlanır.



Şekil 4.22 Minimum gaz basınç presostadı

4.6.10 Selenoid Vana

Sistemin kapatılması gereken durumlar dikkate alınarak sinyallere göre gaz akışı bu vana tarafından otomatik olarak kesilir. İlk çalıştırma sırasında sistemin güvenli bir şekilde başlatılmasını sağlayan ekipman olarak da bilinir (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23 Selenoid vana

4.7 Multiblok Gaz Yolu Armatürleri

Gaz hattında brülör öncesi, küresel vana, kompensatör, manometre ve gaz filtrelerinden sonra multiblok gaz armatürü kullanılmaktadır. Çok bloklu gaz armatürünün içinde bir filtre, bir regülatör, en düşük gaz basınç anahtarı, bir çalıştırma ve bir koruyucu elektromanyetik valf bulunur (Şekil 4.24.).



Şekil 4.24 Multiblok gaz yolu armatürleri

5 BTE DOĞALGAZ BORU HATTI

Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı (Şekil 5.1.), Konya'da yer alan "Şahdeniz" sahasında üretilmesi planlanan Türkiye'ye doğal gaz arzını sağlayan proje çerçevesinde hayata geçirilen bir projedir. Azerbaycan'ın Güney Hazar Denizi'nde bulunan kısımları. 12 Mart 2001 tarihinde imzalanan Türkiye-Azerbaycan Hükümetlerarası Anlaşması çerçevesinde uygulanmaktadır. Bu kapsamda 12 Mart 2001 tarihinde BOTAŞ ile SOCAR arasında Türkiye'ye yılda 6,6 milyar metreküp Azerbaycan doğalgazı tedarikine ilişkin 15 yıllık Doğal Gaz Alım Satım Anlaşması imzalandığı biliniyor.



Şekil 5.1 BTE doğalgaz boru hattı

Azerbaycan ve Gürcistan sınırındaki topraklarda Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC) ile aynı koridoru kullanan 980 km uzunluğundaki 42 çaplı BTE hattının inşaatına Ekim ayında başlandı. 16 Ocak 2004. Boru hattından gaz akışının 4 Temmuz 2007'de başladığı bildirildi.

Azerbaycan ve Gürcistan topraklarında yer alan Bakü-Tiflis-Erzurum hattının Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı'nın Şah Deniz sahasının proje kapasitesinin artırılmasına paralel olarak proje kapasitesinin artırılması projesi çerçevesinde çalışmalara başlandı. 2. etap

üretimi, 2015 yılında ve Haziran 2018'de ilk kez TANAP sistemine gaz akışı sağlanmıştır. Söz konusu projenin 2022 yılında devreye alınması planlanmaktadır.

4 Haziran 1996 tarihinde imzalanan Üretim Paylaşım Anlaşmasına göre "Şah Deniz" sahasında doğalgaz üretimi için konsorsiyum kurulmuştur. Bölgede doğal gaza sahip olan konsorsiyum aşağıdaki paylara sahiptir:

- BP: %25,5
- Stat-oil: %25,5
- SOCAR: %10
- LukAgip: %10
- Niko: %10
- Total: %10
- TPAO: %9

Projenin operatörlüğünü de BTC petrol boru hattında olduğu gibi BP şirketinin yürüttüğü bilinmektedir.

Türkiye, yaklaşık 1 milyar dolarlık BTE boru hattı ile sınırlı imkanlara sahip olmasına rağmen, Hazar doğal gazını ilk kez Rusya'nın kontrolü dışındaki bir alandan Avrupa'ya taşımayı başardı.

Avrupa Birliği, Hazar Havzası'nı Avrupa'ya bağlamayı hedefleyen TRACECA ve INOGATE projeleri kapsamında Şah Deniz sahasından üretilen doğalgazı taşıyan boru hattını desteklemektedir. Avrupa Birliği'nin nihai hedefi, "Şah Deniz" de üretilen gazın Türkiye üzerinden Yunanistan sınırlarına, oradan da İtalya sınırlarına ulaştırılmasıdır. Bu şekilde Güney Avrupa Gaz Ringine bağlanması planlanan BTE doğal gaz boru hattının ileride "Şahdeniz" sahasında üretilecek olan "Nabucco" hattına taşınması planlanıyor. (Adamu, A. 2016).

Bu proje sayesinde gündemde olmayan Trans-Hazar projelerinin hayata geçme ihtimalinin "Mavi Akım" hattının devreye girmesiyle yeniden gündeme geleceği bildiriliyor. Türkmenistan gazının İran üzerinden taşınmasına karşı çıkan ABD, Azerbaycan üzerinden bu

boru hattını destekliyor. Ancak Azerbaycan'ın Türkmen gazını rakip olarak görmesi, Trans-Hazar projesinin gerçekleşmesinin önünde önemli bir engeldir.

BTE doğalgaz boru hattından Türkiye'ye günde 10-14 milyon metreküp gaz ithal edilirken, Yunanistan'a günde 250 bin metreküp gaz aktarılıyor. Türkiye-Yunanistan hattının İtalya'ya bağlanmasıyla 2012 yılına kadar Şah Deniz hattından Avrupa'ya her yıl 11 milyar metreküp gaz taşınması bekleniyor. Aynı zamanda gelecekte BTE hattı ile taşınan gazın Azerbaycan ile kara bağlantısı olmayan ve ihtiyacı olan gazı İran üzerinden alabilecek Nahçıvan'a taşınacağı da konuşuldu.

Türkiye tarihinde ilk kez "Şahdeniz" sahasından satın aldığı doğalgazı yeniden ihraç etme hakkını elde etti. Böylece al-ya da-öde bazında yapılan doğal gaz alım satım sözleşmelerinden kaynaklanan arz fazlası durumunda Türkiye bu riskten kurtulma fırsatı yakalıyor.

Türkiye, BTE doğalgaz boru hattı sayesinde ilk kez gaz ihraç eden ve aynı zamanda kaynak çeşitliliği sağlayan, diğer kaynaklara göre daha ucuza doğal gaz sağlayan bir ülke konumuna gelmiştir. (Çomaklı, K. 2003)

Azerbaycan'ın doğalgazını Gürcistan üzerinden Türkiye'ye taşıyan BTE boru hattı, Rusya-Gürcistan savaşı nedeniyle açılışından bu yana en önemli operasyonel sorunu yaşıyor. Bölgedeki çatışmalar nedeniyle hat iki gün süreyle kapatıldı ve Türkiye, hat üzerinden Yunanistan'a gaz sağlayan Türkiye-Yunanistan boru hattını kapatma riskiyle karşı karşıya kaldığı için arz açığını kapatmak için İran'dan ek gaz almak zorunda kaldı.

Arama sonrası dönemde "Şah Deniz" sahasından üretilen doğal gazın Azerbaycan ve Türkiye'ye önemli ekonomik ve siyasi katkıları olmuştur. Şah Deniz gazı sayesinde Azerbaycan Rusya, İran ve Türkmenistan'a bağımlılıktan kurtuldu ve Türkiye Rusya, Cezayir, Nijerya ve İran'dan sonra beşinci tedarik kaynağı oldu. Aynı zamanda BTE boru hattı hem Türkiye hem de Azerbaycan için stratejik öneme sahip olan ve devam etmesi planlanan Türkiye-Yunanistan-İtalya boru hattının önünü açmıştır.

Türkiye ve Azerbaycan enerji alanında işbirliğini geliştirmeye devam ediyor. Uluslararası piyasada mevcut Şah Deniz I boru hattında 1000 metreküp doğalgaz alan Türkiye, Şah Deniz II boru hattında üretilecek gazdan iç tüketim için yılda 8 milyar metreküp

doğalgaza ihtiyaç duyuyor. Azerbaycan da doğalgazın fiyatını artırmak ve doğalgazı Türkiye üzerinden Avrupa'ya ulaştırmak istiyor.

Azerbaycan'ın "Şah Deniz" doğalgazına zam talebi, Türkiye-Ermenistan ikili ilişkilerinin normalleşmesi için devam eden müzakerelerde göz ardı edildi. Azerbaycan'ın Türkiye'nin Ermenistan ile yakınlaşmasından duyduğu rahatsızlık nedeniyle gaz fiyatını artırdığı öne sürüldü. Ancak BOTAŞ ve SOCAR bu durumu yalanlayarak müzakerelerin devam ettiğini duyurdu. (Akpınar, E.2005).

Fiyatı petrol fiyatlarına endeksli bir formülle belirlenen Şah Deniz doğal gazının fiyatına henüz ulaşamadığı biliniyor.

6 DOĞAL GAZ TESİSATINDA BORU ÇAPI HESABI


























Bu çalışmada İzmir ilinde bulunan, tek katlı olan müstakil bir ev için doğalgaz hesaplanması TS7363'e göre yapılmıştır. İncelenen projede 3 oda,1 antre,1 mutfak,1 banyo,1 kombi (balkonda takılı 24kw buuderus),1 ocak olmaktadır.

İç tesisat boru çapı hesabı birkaç farklı yöntem ve standartlardan oluşuyor.

- Kritik devre seçimi
- Her tesisat bölümü için maksimum gaz debisi hesabı
- Basınç kaybı hesabı

Bu projede kullandığım yapay zekalı olan ZetaCad , projenin mimari planı ile birlikte otomatik olarak tasarlanmasını ,hesaplanmasını ve kontrolünü sağlayan e-proje yazılımıdır.

Hesaplar diferansiyel yöntemle tatbik edilir. Aşağıda göstereceğim tablolar vasıtası ile değerler elde edilmektedir.

Boru ve ekleme parçaları		Cihazlar	
Yerüstü şebeke hattı		Gaz sayacı	
Yeraltı şebeke hattı		Ocak	
Yükselen kolon hattı		Fırınlı ocak	
Alçalan kolon hattı		Soba	
Tesisat branşmanı		Gazlı buzdolabı	
Çapraz bağlantı		Termosifon	
Vida dişli bağlantı		Şofben	
Sökülebilir bağlantı		Kombi	
Basınç regülatörü		Kalorifer kazanı	
Kapama vanası		Yanmış gaz bacası	
Kapama ventili		İzolasyon elemanı	
Köşe vanası		Bina girişi	
Filtre			

Şekil 6.1 İç tesisat projelerinde boru çapı için kullanılan semboller

6.1 İç Tesisat Boru Çaplarının Tayininde İzlenecek Yol

-Bu tesisatın kolon şeması çizildikten sonra üzerinde tesisatın bölümlerine ayrılır Şekil (6.2)

-Hacimsel akış için yük değerleri belirlenir 2bölüme yazılır. Dikkat edilecek husus cihaz bağlantı hattı için cihazın anma yükü alınır. İç tesisat borularında oluşan iç sürtünme akış hızında kayıplara yol açabilmektedir.

- Form cetvelinin 3. bölümüne tesisat bölümünün uzunluğu yazılır.

-Form cetvelinin 10. bölümüne yükseklik farkı ön işareti ile birlikte yazılır.

Yükselen hatlarda (-)

Alçalan hatlarda (+)

Kullanılan formüller borudan geçen gaz basıncına göre değişmektedir. Borularda TS EN15266'nın şartlarını yerine getirmek kaydıyla asgari et kalınlıkları; DN 15 ve DN 20 için 0,20 mm, DN 25 ve DN 32 için 0,25 mm olmalıdır.

-Servis kutusu ile sayaç vanası arasındaki kritik hat toplam basınç kaybı (Bina bağlantı hattı ve kolon hattı toplam basınç kaybı) $\Delta\Sigma P \leq 1,0mbar$ olmalıdır.

- Sayaç çıkışı ile cihaz arasındaki kritik hat toplam basınç kaybı (Tüketim hattı ve ayırım hattı toplam basınç kaybı) $\Delta\Sigma P \leq 0,8mbar$ olmalıdır.

ΔP_{Σ} :Hattın toplam basınç kaybı (mbar)

ΔP_R :Toplam L boyundaki boru sürtünme kaybı (mbar)

ΔP_z :Yerel direnç kaybı (mbar)

ΔP_H :Yükseklik farkı basınç kaybı / kazancı (mbar)

$\Delta P_{R/L}$: Bir metredeki boru sürtünme kaybı (mbar/m)

L: Boru uzunluğu (m)

$$\Delta P_R = \ell \frac{\Delta P_R}{\ell} \quad (6,1)$$

-3ve 6, sütundaki değerler çarpılarak ΔP_R bulunur ve 7. sütuna yazılır.

$$\Delta P_F = \frac{W^2 \rho}{2} 10^{-2} \sum \xi \quad (6,2)$$

ΔP_F = Bağlantı malzemesi ve armatürlerdeki basınç kaybı (mbar)

W = Gaz hızı (kg / m³)

$\sum \xi$ = Toplam lokal yük kaybı

Doğal gaz için $\rho = 0,7936$ (kg / m³) olarak alınır ve formül kısaltılırsa,

$$\Delta P_F = 3.97 \times 10^{-3} \times W^2 \times \sum \xi \#6.3$$

- ΔP_A hesaplanır ve 11. bölüme yazılır

$$\Delta P_A = g \times h \times (\rho_{hava} - \rho_{gaz}) \times 10^{-2} (mbar) \quad (6,4)$$

ΔP_A = Kolonlar için basınç kaybı (mbar)

g = Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s²)

$$\rho_{hava} = 1,2931 \text{ kg/Nm}^3$$

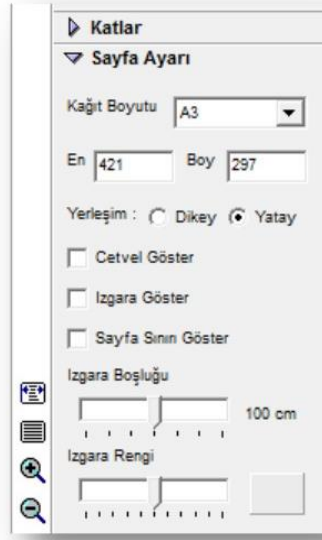
$$\rho_{gaz} = 0,7936 \text{ kg/Nm}^3$$

Bu değerler formüle konur ve kısaltılır.

- $\sum \Delta P = P_R + \Delta P_F + \Delta P_A$ olarak hesaplanır ve 12. bölüme yazılır (6.5)

Tüm hesaplar otomatik olarak ZetaCad programında hesaplanmıştır ve ekler kısmında bulunmaktadır. Ekler (A)

ZetaCAD sadece doğalgaz projelerini yapabilmek için kullanılan bir programdır. Özel amaçlıdır. ZetaCAD’de primitif çizim nesnelere yoktur. Yetkili doğalgaz firmalarının lisanslı olarak satın aldığı bu programla proje çizim işlemleri yasal olarak yapılmaktadır. ZetaCAD’de müellif hiç bir unsurunu çizmez, sadece yerine yerleştirir, tüm çizim ve gösterim işlemleri program tarafından otomatik yapılır. ZetaCAD’da ekranın sağ alt köşesinde bulunan “Sayfa Ayarı” paneli yeni özelliklerle zenginleştirilmiştir. Aşağıda anlatılan ayarlar bir defa yapıldıktan sonra, sonraki projelerinizde de bu ayarlar geçerli olacaktır. İstediğiniz zaman ayarları değiştirebilmekle birlikte, her projede tekrar tekrar bu ayarları değiştirmeye ihtiyaç yoktur.



Şekil 6.2 Sayfa Ayarı

ZetaCAD’da sayfa bağımlılığı bu versiyonla kaldırılmıştır. Artık sayfa sınırlarına bağlı kalmadan projeler çizilebilir (Autocad benzeri ortam). Sayfa sınırlarını yine de görmek istersek “Sayfa Sınırı Göster” seçeneğini işaretleyerek sayfa sınırını gösterebilmekteyiz.

Sayfa Sınırı Göster

Sayfa üzerindeki gridler (ızgaralar ya da kareler) gizlenip gösterilebilmektedir. “Izgara Göster” seçeneğini aktif ya da pasif ederek gösterip gizleyebilirsiniz.

Izgara Göster

Gridlerin aralarındaki boşluk mesafesini 10 cm -1000 cm arasında ayarlana değişmektedir. Bu ayarlamalar “ızgara boşluğu” çubuğu kaydırarak yapılmaktadır.



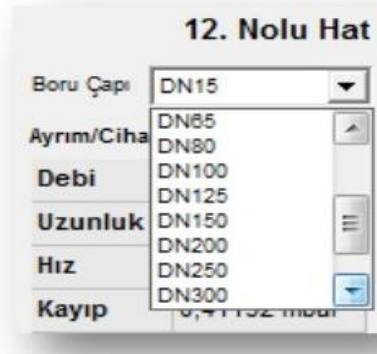
Grid renginin koyuluğu değiştirilebilir. En açık tondan en koyu gri renge kadar kademeli seçim yapılır. Bu ayarlama “Izgara Rengi” çubuğu kaydırarak yapılmaktadır.



Müstakil birimlerde Kolon<1,0 mbar ve TOPLAM<1,8 mbar şartına bakılmaktadır.

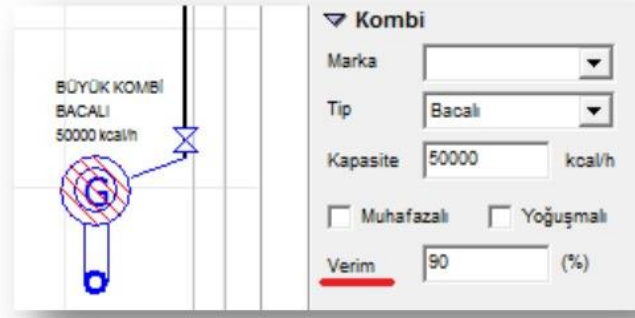
Müstakil ev şeklinde çizilen projelerde daire içi tesisat için 0,8 mbar şartına ayrıca bakılmıyordu. Şimdi müstakil evler için de 1,0 ve 0,8 mbar değerlerine ayrı ayrı bakılmaktadır.

DN100'den büyük boru çapları eklenmiştir.



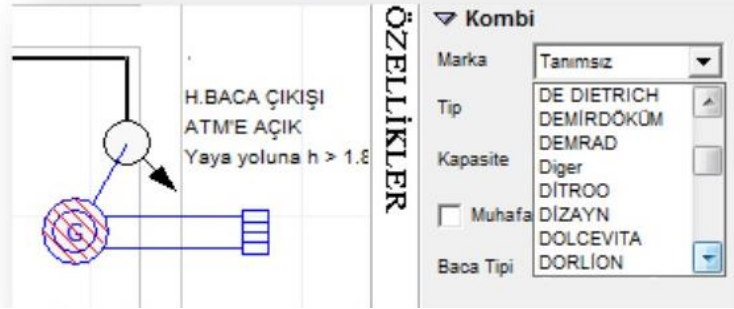
Şekil 6.3 Boru çapı

Büyük Kombi cihazı için verim parametresi eklenmektedir.



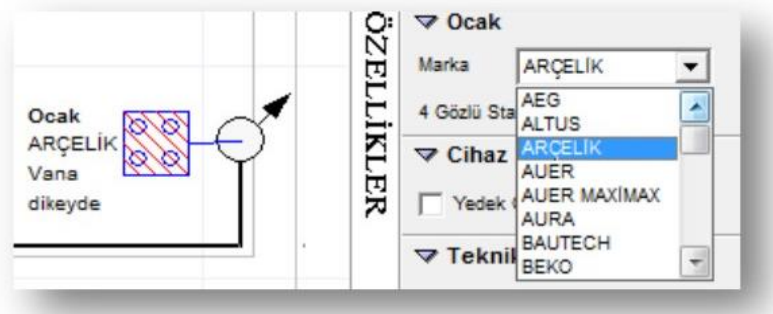
Şekil 6.4 Kombi parametresi

Kombi, şofben ve kazan markalarına yenileri eklenmiştir. Cihaz markasının girilmesi zorunlu olduğu durumlarda listede adı bulunmayan cihazlar için “Diğer” seçeneğini seçerek cihaz markasını açıklama yazma imkanı getirilmiştir.



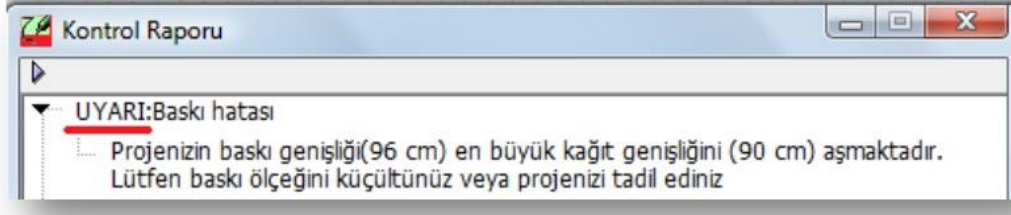
Şekil 6.5 Diğer seçeneği

Ocak cihazı için ilk kez marka seçimi eklenmiştir. “Diğer” seçeneği ocak için de aktiftir. Ocak seçimi zorunlu hale getirilmiştir.



Şekil 6.6 Ocak seçimi

Proje boyutu 90 cm’den büyük olduğunda hata olarak verilen “baskı hatası” proje çıktısı alınmadığı için uyarı formatına çevrilmektedir.



Şekil 6.7 Kontrol raporu

Önceden eklenen bir kombi ya da şofbende cihaz bacası sürekli güney yöne dönük olarak ekleniyordu. Şimdi, cihaz hangi duvara eklenmişse bacası da o duvara doğru çizilmektedir.



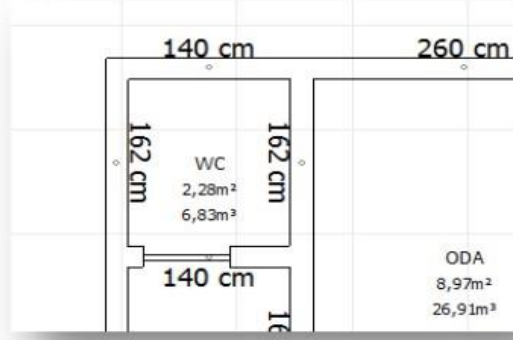
Şekil 6.8 Cihaz bacası

Yeni kısayollar eklenmiştir.

CTRL + 1:Proje hatalarını kontrol eder.

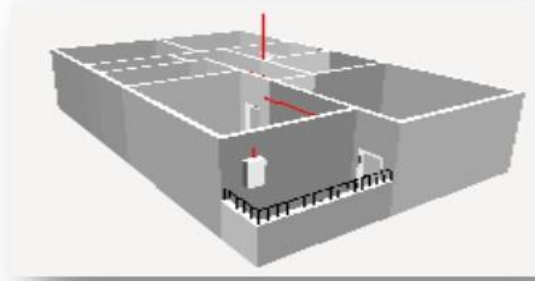


CTRL+F9:Mimari sınırları gizle-göster



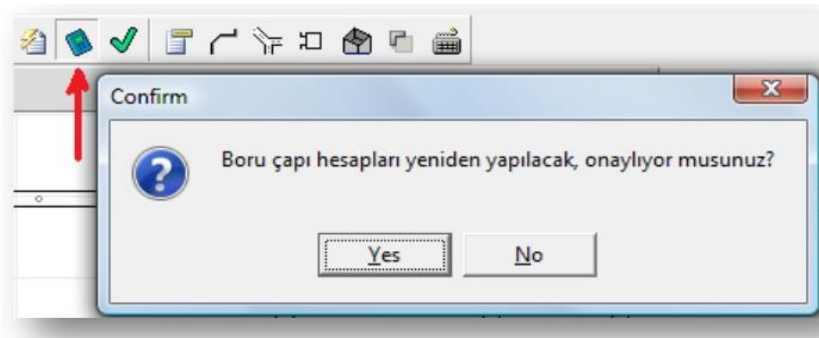
Şekil 6.9 Mimari sınırlar

CTRL+F11: Kat modelini açar.



Şekil 6.10 Kat modeli ekranı

Otomatik tesisat tasarla butonuna farkında olmadan basarak yanlış boru çaplarıyla proje onaylatma ihtimaline binaen otomatik tasarlama butonuna uyarı eklenmektedir.

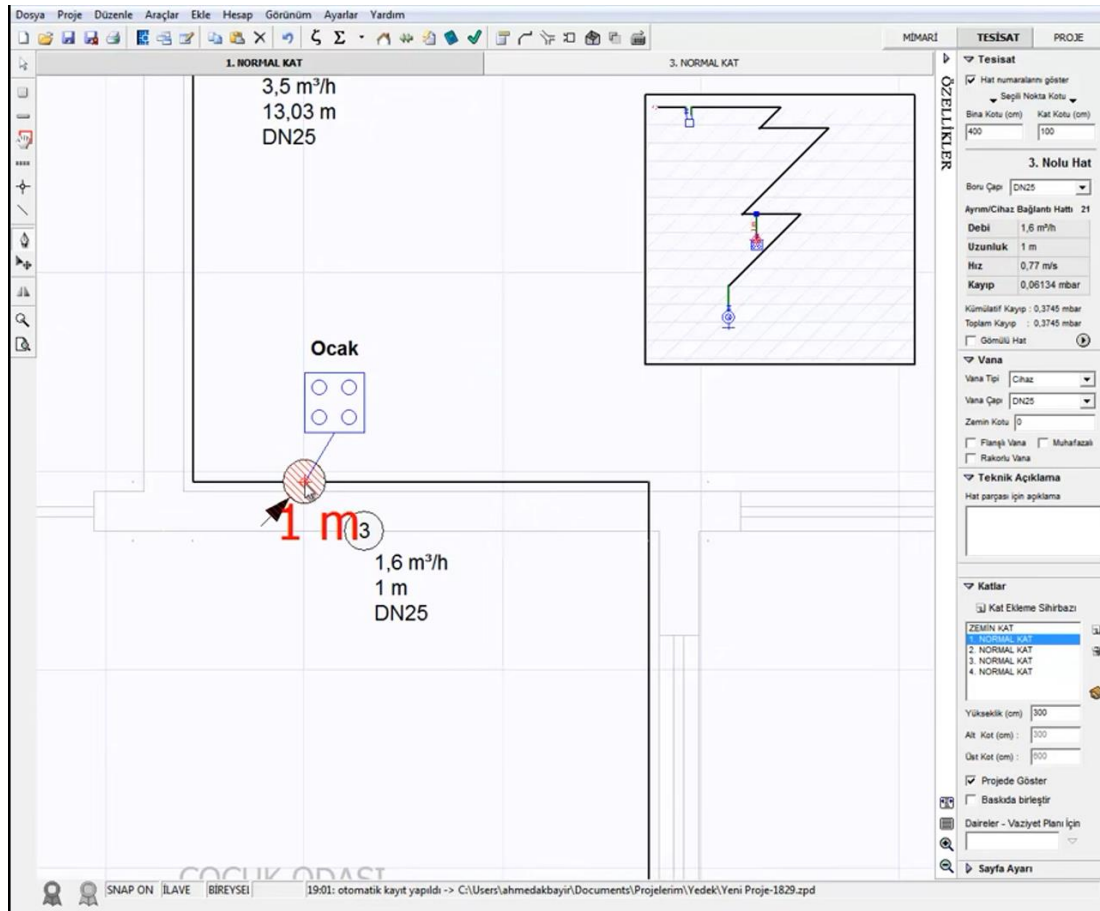


Şekil 6.11 Boru çapı hesap uyarısı ekranı

Tablo 6.1 Borularda çap belirleme formu (boş)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											7+9+11
TB	V	L	DN	W	$\Delta P_R / L$	ΔP_R	δ	P_F	h	ΔP_A	ΣP
	m^3/h	m	mm	m/sn	mbar/m	mbar		mbar	m	mbar	mbar

Aşağıda ZetaCAD’da sol köşede doğalgaz iç tesisatı ve izometrik şema çizilmiştir.



Şekil 6.12 Doğalgaz iç tesisatı

6.2 Kombili Kat Kalorifer Projesi

Net kullanım alanı $83,34 m^2$ olan 3 oda, bir antre, mutfak, banyo, donanımlı, müstakil konuta “kat kaloriferi” döşenecektir. Ev sahibi kombili ısıtma sistemini tercih etmiştir. Konut İzmir’de olup seçilen en düşük dış sıcaklık $0^{\circ}C$ -dir.

Kat kaloriferi tasarımı, tüm anlamda, mekanın ısı yükünün bulunması ve ona göre ısıtma biriminin seçimini gerektirir. Bir kat için yapılan, ısı yalıtım hesapları, aynı şekilde diğer katlar için de uygulanabilir. Kombili ısıtma sistemi geçerli olan ısı yalıtım projesi veya gerekli ısı yüklerinin belirlenmesi, bir kazan seçimi için de geçerlidir. Burada önemli olan, konutun belirli bir sıcaklığa sahip olabilmesi için gerekli olan ısı yükünün bilinmesidir. (MEB 2015).

1. Daire planının sağlanması (veya kat planı)
2. Dış ve iç duvarların kalınlıkları, malzemeleri
3. Çatının yapısı
4. Döşeme kalınlığı ve malzeme çeşidi
5. Pencereilerin tek camlı, çift camlı oluşları
6. Kapıların ahşap, metal veya plastik oluşları

Tek tabakalı yapı bileşenleri için denk'6.6 da

$$R = \frac{d}{\lambda} \#(6.6)$$

Çok tabakalı yapı bileşenleri için denk'6,7 de

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots \#(6.7)$$

Toplam ısı geçirgenlik direncinin (1/U) hesaplanması denk'6.8 de verilmektedir.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \#(6.8)$$

R_i -İç yüzey termal iletkenlik direni, R-Yapı elemanları termal iletkenlik direnci, R_e- Dış yüzey termal iletkenlik U-Yapı elemanlarının yekün termal iletkenlik değeri, λ - yapı bileşenini oluşturan malzemenin ısı iletkenlik katsayısı, d-yapı bileşeninin uzunluğu

$$\text{Binanın özgül ısı kaybı hesabı} \quad H = H_T + H_V \quad (6,9)$$

Gerekli seviyede ısı yalıtımı sağlanmış bir müstakil evde, ısıtma sürecinde, evin iç ortamında belli bir iç sıcaklığı (θ_i) sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden elde edilmiştir. Kalan miktarın ısıtma sistemi tarafından iç ortama verilmesi gerek. (TSE.2008)

Bu çalışma, TS 825'in öngördüğü ısı geçirgenlik değerine sahip yapı elemanları oluşturmak için, İZODER programı kullanılmıştır. Ekler(B)

6.3 Isı Geçirme Katsayısının Hesaplanması

TS 825'e göre yapı elemanları tasarlandıktan sonra TS 2164'e göre kalorifer tesisatı boyutlandırılmalıdır. Odaların iç ve dış sıcaklıklarını kullanarak her oda için farklı derece kabul edilir. Seçtiğimiz bir yönden hesaplamaya başlanır. Hesap doğu yönünden başlanılmıştır.

Tablo 6.2 Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları

Isıtılacak Hacmin Adı	Sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$	Isıtılacak Hacmin Adı	Sıcaklığı $^{\circ}\text{C}$
1- Konutlar		5-Fabrika Yapıları	
Oturma odası (salonlar)	22	Ağır iş yapan atölye ve montaj yeri	15
Yatak odası	20	Hafif iş yapan atölyeler	18
Antre, WC, Mutfak	18	Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri	20
Banyo	26	6-Ceza ve Tutukevi	
Merdiven	10	Tek odalar, yatak odaları	20
2- İş ve İdare Binaları		Hafif iş atölyesi ve koğuş	18
Berber, Terzi dükkânı	20	Banyo, duş, soyunma hacimleri	26
Lokanta, Otel ve pansiyon odası	20	WC	15

Çizelgelerde evin her odası için TS2164 kurallarına uygun olarak ısı yükleri hesaplanmıştır.

$$-T_i = \text{Seçilen ortamın iç sıcaklığı} - C^0$$

$$-T_0 = \text{Seçilen ortamın dış sıcaklığı} - C^0$$

$$-\Delta T = \text{Sıcaklık farkı} (\Delta T = T_i - T_0) - C^0$$

-L= Yapı bileşenin uzunluğu-m

-h=Yükseklik-m

-A=Isı geçiş yüzey alanı-m²

-A_x=Çıkarılacak alan-m²

-A_n=Net alan-m²

-Q=Hesaplanan ısı miktarı (Q=UAΔT)- kcal/h (6,10)

-Z=Emniyet payı% olarak

-Q_z=Emniyetli ısı miktarı-kcal/h

Ekler (C)

6.4 Dairenin Toplam Isı İhtiyacı ve Radyatör Seçimi

Birim verimi her oda için farklı olan (şekil 6,2) den radyatör tipi seçilmiştir.

Radyatör Katalogu

80°C (90/70°C) ortalama su sıcaklığında bir dilim radyatörün ısı gücü.

Radyatör Tipi	Oda Sıcaklıkları ↓													
	10°C		15°C		18°C		20°C		22°C		24°C		26°C	
	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt	kcal/h	Watt
4/65(144/500) ←	126	146	115	134	108	126	103	120	98	114	94	109	90	105
4/75(146/602)	146	170	132	153	124	144	119	138	114	133	109	127	103	120
4/95(144/800)	189	220	171	199	161	187	154	179	147	171	141	164	134	156
6/48(221/350)	130	151	118	137	111	129	106	123	101	117	97	113	92	107
6/65(221/500)	182	212	165	192	155	180	148	172	141	164	136	158	129	150

Şekil 6.13 Radyatör katalogu

Kombi tipi kat kaloriferinin ısı kapasitesi, dağıtma ve toplama borularında kaybolan ısıyı telafi edecek bir emniyet payı ile hesaplanan ısı miktarının çarpımına eşit olacaktır. Dolaşım boruları iç mekanda olduğundan Z_P= 0,025 alınabilir ve buradan;

$$Q_k = Q_T (1 + Z) = 2660(1,025) = 2726.5 \text{ kcal/h elde edilir.}$$

Radyatörler demir dökümün dökme dilimli kolonlu tiplerinden seçilmiştir.

Sistem 90 C° / 70 C° şeklinde çalıştırılırsa, sıcaklık farkı 20°C olacaktır. Radyatörlerde 80 °C sıcaklık sağlanmalıdır. Çünkü radyatörlerin ısı verimleri 80 °C'lik sıcak suyun bulunmasına bağlı olarak belirlenmiştir. Radyatör seçimi bu standartları varsayarak elde edilmiştir.

Ekler (D)

6.5 Isıtılabilecek Su Miktarı

$$Q_{su} = Q_k = m C \Delta T \quad (6,11)$$

Suya verilen ısı kalorifer ısıtma sistemi (kombi)'nin kapasitesine eşit olmalıdır.

Burada;

m=Dolaşımdaki su debisi kg/h

$$C = \text{Suyun ısı kapasitesi} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$Q_k = 2726.5 \text{ kcal/h}$$

$$m = (Q_k / C \Delta T) = 136.325 \text{ kg/h} \approx 3 \text{ lt/dak}$$

Buna göre 3lt genişleme kabı ve 20640 kcal/h ısı kapasitesine sahip bir kombi cihazı, projeye konu olan dairenin ısıtılmasında yeterli olabilir.

Dolaşımdaki suyun debisi, seçilecek pompanın debisi olacaktır. Kombili kat kaloriferi uygulamalarında, sistem basıncı 3 bar 'ı geçmemektedir, seçilecek pompanın 3 bar'lık basıncı sağlaması yeterli olabilmektedir.

6.6 Yakılması Gereken Doğalgaz Miktarı

Rus doğalgazının alt ısı değeri $C_g = 8800 \text{ kcal/m}^3$ 'dür

$$\text{Yakılacak gaz miktarı} = Q_{\text{gaz}} = \frac{Q_k}{C_g} = \frac{2726,5 \text{ cal/h}}{8800 \text{ kcal/m}^3} \quad (6,13)$$

$$Q_{\text{gaz}} = 0,309 \approx 0,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Yakılması gereken kömür miktarı hesabı yaparak karşılaştırılmıştır.

$$\text{Yakılacak kömür miktarı } Q_{\text{köm}} = \frac{Q_k}{C_g} = \frac{2726,5 \text{ cal/h}}{7200 \text{ kcal/kg}}$$

$$Q_{\text{köm}} = 0,378 \approx 0,4 \text{ kg/h}$$

Günlük kömür harcaması 9,6 kg olacaktır. Fiyat olarak bakarsak kömür pahalı, sağlık açısından zararlı ve kullanımı zahmetlidir.

Kaloriferin 24 saat en yüksek kapasiteyle yandığını varsayalım. Günlük gaz harcaması 9,6 m³ olacaktır. İzmir’de doğalgazın 1 m³ fiyatı 0,57 TL’dir (İZGAZ), buna göre günlük ısınma gideri 9,6 X 0,7 TL = 6,72 TL’dir.

Günlük kömür harcamasının 9,6 kg olduğu düşünüldüğünde ise kömür ile günlük ısınma gideri 9,6 X 1,85 TL = 17,76 TL olacaktır.

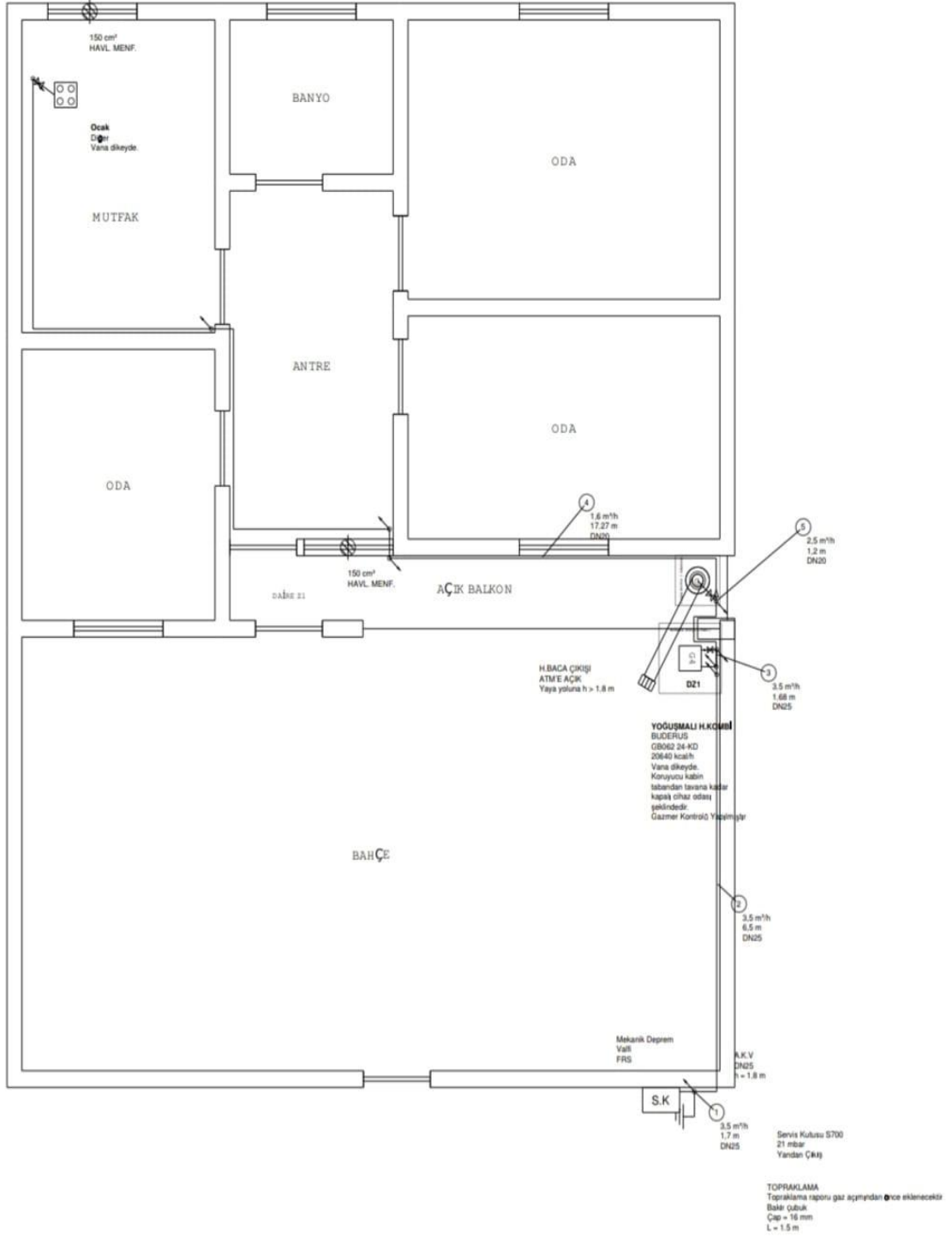
Bu durumda, doğalgaz abonesi, ayda 288 X 0,7 TL = 201,6 TL yakıt parası ödeyecektir, yılın 5 ayında toplam 1440 X TL = 1.008 TL ödemiş olacaktır, çünkü kış mevsimi İzmir ve çevresinde dört-beş ay dolayında hüküm sürmektedir.

Bu hesaplama kömür için yapıldığında; yakıt maliyeti aylık 532,8 TL, 5 ayın toplamında ise 2.664 TL olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yakıt	Tip	Isıl Değeri	Birim	Birim Fiyatı	Birimi	Ortalama Verim	TL/1000kcal
Doğal gaz	Konut	8250	kcal/Sm3	5,28 ₺	TL/m3	92%	0,70 ₺
Kömür	Kömür	4000	Kcal/kg	4,80 ₺	TL/kg	65%	1,85 ₺
Fuel Oil	Akaryakıt	9200	Kcal/kg	13,94 ₺	TL/kg	82%	1,85 ₺
Kalorifer Yakıtı	Akaryakıt	9700	Kcal/kg	17,21 ₺	TL/kg	84%	2,11 ₺
LPG	12 kg tüp	11000	Kcal/kg	26,08 ₺	TL/kg	92%	2,58 ₺
Motorin		10200	Kcal/kg	23,15 ₺	TL/kg	86%	2,64 ₺
Odun		2500	kcal/kg	3,50 ₺	TL/kg	60%	2,33 ₺
Elektrik	kWh	860	Kcal/kwh	2,60 ₺	TL/kWh	99%	3,05 ₺

Şekil 6.14 Yakıt karşılaştırma

Doğal gazın aboneye satış fiyatı, diğer ülkelere göre oldukça pahalı olmasına karşın, gene de, kömür göre ucuz olmaktadır. Kömürle ısınmanın zahmetli yanı vardır. Bu nedenle, doğalgazla ısınmak daha ekonomik ve daha çağdaştır.



Şekil 6.15 Evin kolon şeması

7 SONUÇ

İzmir şehrinde bulunan 83,34 m² büyüklüğünde ev için doğalgaz boru çapı hesabı edilmiştir. Bu evde doğalgaz destekli iki cihaz bulunmaktadır. (4 ocaklı fırın, kombi) Doğalgaz boru çapı hesabı, doğalgaz izometrik çizim ve kolon şeması çizimi zamanı TS 7363 “Boru Çapı Hesabı” standardına cevap veren ZetaCAD programı kullanılmıştır.

TS825’’Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’’ standardına uygun olacak şekilde ısı yalıtım, alan ısıtma ve sıcak su elde etmek için lazım olan enerji ihtiyacı miktarı hesaplanarak elde edilmiştir.

TS 2164 "Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları" standardı evin ısı kaybını bulmak için kullanılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

1 Devrenin toplam basınç kaybı (mbar)- $\sum \Delta P_{\zeta}$

• Daire içi kritik hat: $3+4=0,371 \text{ mbar} < 0,8$ uygundur

• Kolon KritikHat: $1+2=0,081 \text{ mbar} < 1$ uygundur

• Evin toplam özgül ısı kaybı, $H = H_i + H_v = 128,31 \text{ W/K}$

• Evin yıllık ısıtma enerji ihtiyacı $Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 7.791.134 = 2.166 \text{ kWh}$

• Evin toplam ısı kaybı: $2,200,95 \text{ W}$

Yapılan hesaplamalar sonucu kombinin ısıtabilecek ısı miktarı tespit edilmiştir. Bu veri doğrultusunda yakılan doğalgaz miktarı bulunmuştur.

Doğalgazın aboneye satış fiyatı, diğer ülkelere göre oldukça pahalı olmasına karşın, gene de, kömür göre ucuz olmaktadır. Bu bağlamda ısıtma ihtiyacının karşılanması amacı ile yaygın olarak kullanılan doğalgazın kömüre göre karşılaştırılması yapılmıştır.

İzmir ili için doğalgaz satış fiyatı dikkate alınarak maliyet analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda toplam doğalgaz harcaması 1.008 TL olduğu görülmüştür. Bu hesaplama kömür için yapıldığında ise toplam yakıt maliyetinin 2.6 kat daha yüksek (2.664 TL) olduğu bulunmuştur.

Çalışma sonucunda 3 lt genişleme kabı ve 20640 kcal/h ısı kapasitesine sahip bir kombi cihazı, projeye konu olan dairenin ısıtılmasında yeterli olabilir. Bütün bu sonuçlardan yola çıkarak, doğalgazla ısınmak daha ekonomik ve daha çağdaş olması kanıtına varılmıştır.

8 KAYNAKLAR

[1] Acar, M, A. (2020). *Isıtma Tesisat Projelendirmesi*. Yayınlanmış Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi MF.

[2] Akgün, M. (2019). *Doğalgaz tesisatlarında kullanılan havalandırma menfezlerinin optimizasyonu*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi FBE.

[3] Adamu, A. (2016). *Using Natural Gas to Meet Latent Energy Demand in Nigeria and Deliver Economic Advantage*. Yayınlanmış Doktora Tezi. Newcastle: Newcastle Üniversitesi SBE.

[4] Akpınar, E. (2005). Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı ve Türkiye Jeopolitiğine Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 25: 229-248.

[5] AKSA DOĞALGAZ. (2013). http://www.dergaz.com.tr/utility/binalar-icin-dogalgaz-teknik-esaslari_subat_2013.pdf (24 Mayıs 2022).

[6] BOTAŞ. (2008). Doğalgaz Boru Hattı Faaliyetleri. <https://www.botas.gov.tr/>

[7] Bilgin, A. (2011). Kazanlarda enerji verimliliği ve emisyonlar. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*. 122: 59-65. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/0486860a1f7c526_ek.pdf (13 Aralık 2021).

[8] Çengel, Y.A. and Boles, M.A. (2002) *Thermodynamics: An Engineering Approach*. McGraw Hill Book Company (4). New York.

[9] Çomaklı, K. (2003). *Atatürk Üniversitesi Isıtma Merkezinin Enerji ve Ekserji Analizi*. Yayınlanmış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi. FBE.

[10] Dağsöz, A, K. (1997). Doğal Gaz Tanımı, Cihazları, Devreleri, Hesabı. *Demirdöküm Teknik Yayınlar*. s.1.

[11] Dikmen, S. (1998). *Doğalgazın (Metan) Doğal Zeolitlerde Adsorpsiyonu*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi FBE.

[12] Erdoğan, S, M. (2011). *Doğalgazın yer altında depolanmasının modellenmesi ve etkileyen parametrelerin incelenmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE

[13] Erdoğan, N. (2017). TANAP Projesinin Türkiye ve Azerbaycan Enerji Politikalarındaki Yeri ve Önemi . *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 10 (3), 10-26.

[14] Ertürk, F, U. (2010). *Yoğuşmalı Kombi Teknolojilerinin Çevresel, Ekonomik Kazanımları Ve Yeni Hedefler*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi FBE.

[15] Fuat, A. (1994). *Doğalgaz Bina İçi Tesisatının Projelendirilmesi Ve Tesisatta Kullanılan Elemanlar*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi FBE.

[16] Güneş, A. ve Çakmak, G. (2019). Bir Mobilya Fabrikasındaki Doğal Gaz Yakıtlı Kazanın Ekserji Analizi. *BEU Journal of Science*. 8 (4), 1512-1517.

[17] Gümüş, M. (1998). *İçten yanmalı motorlarda doğalgazın alternatif yakıt olarak kullanılması*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi FBE.

[18] TSE. (2008). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cf3e258fbdf3eb7_ek.pdf (25 Mayıs 2022).

[19] İZGAZ. (2022). https://www.izgaz.com.tr/tr/evsel/merkezi-sistem-isinma/neden_dogalgaz (14 Ekim 2021)

[20] Kahveci, Ö, H. (2017). Eastern Mediterranean Natural gas: Regional Potential, Challenges Ahead, and the 'Natural gas-ization' of the Cyprus Problem. *Perceptions: Journal of International Affairs* 22.

[21] KIRGAZ. (t, y). Endüstriyel ve Büyük Tüketimli Tesislerde Doğal Gaza Dönüşüm Teknik Şartnamesi. <https://www.kirgaz.com.tr/assets/dosyalar/sertifika/sanayi.pdf> (16 Mart 2022)

[22] MEB. (t, y). Tesisat Teknolojisi Ve İklimlendirme. *Sıvı Yakıtlı Kazanı Yakma*. https://tuzlahem.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/34/32/307091/dosyalar/2017_06/16183156_SY_vY_YakYtlY_Kazan_Yakma.pdf?CHK=45734f3016007682c4d94e08250f36a2 (12 Mart 2022).

[23] MEB (2015). Kazan Dairesi Doğalgaz Tesisatı. Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme. Ankara.

[24] Özen, D. N. (2006). Yoğuşmalı Kombilerde Hidrojen Takviyeli Doğalgaz Kullanımı ve Ekserji Analizi Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Konya:Selçuk Üniversitesi FBE.

[25] Ravi, R. ve diğerleri. (2006). Modeling The Metrics of Lean, Agile and Leagile Supply Chain: An ANP- Based Approach. *European Journal of Operational Research*. 173: 211–225.

[26] SOCAR.(2011) <https://socar.az/1/t/q/741.pdf> (7 Şubat 202)

[27] Dazlak, S. (2006). Bir doğalgaz santralinde atık ısı kazanım tesisinin enerji ve ekserji analizi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak. 81-96

[28] Sevindik S., Spataru C., Domenech Aparisi T., Bleischwitz R,A. Comparative Environmental Assessment of Heat Pumps and Gas Boilers towards a Circular Economy in the UK Energies. 14 (11) (2021), s. 3027.

[29] Tübitak. (2003). Teknoloji Öngörüsü Projesi: Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli. *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu vizyon 2023 ön rapor*.

[30] Varol, Y. (1991). *Rejeneratif Isı Değiştirgeçleri Yardımıyla Enerji Geri Kazanımı*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi FBE.

9 EKLER

EK A Boru Çapı Hesaplama Çizelgesi

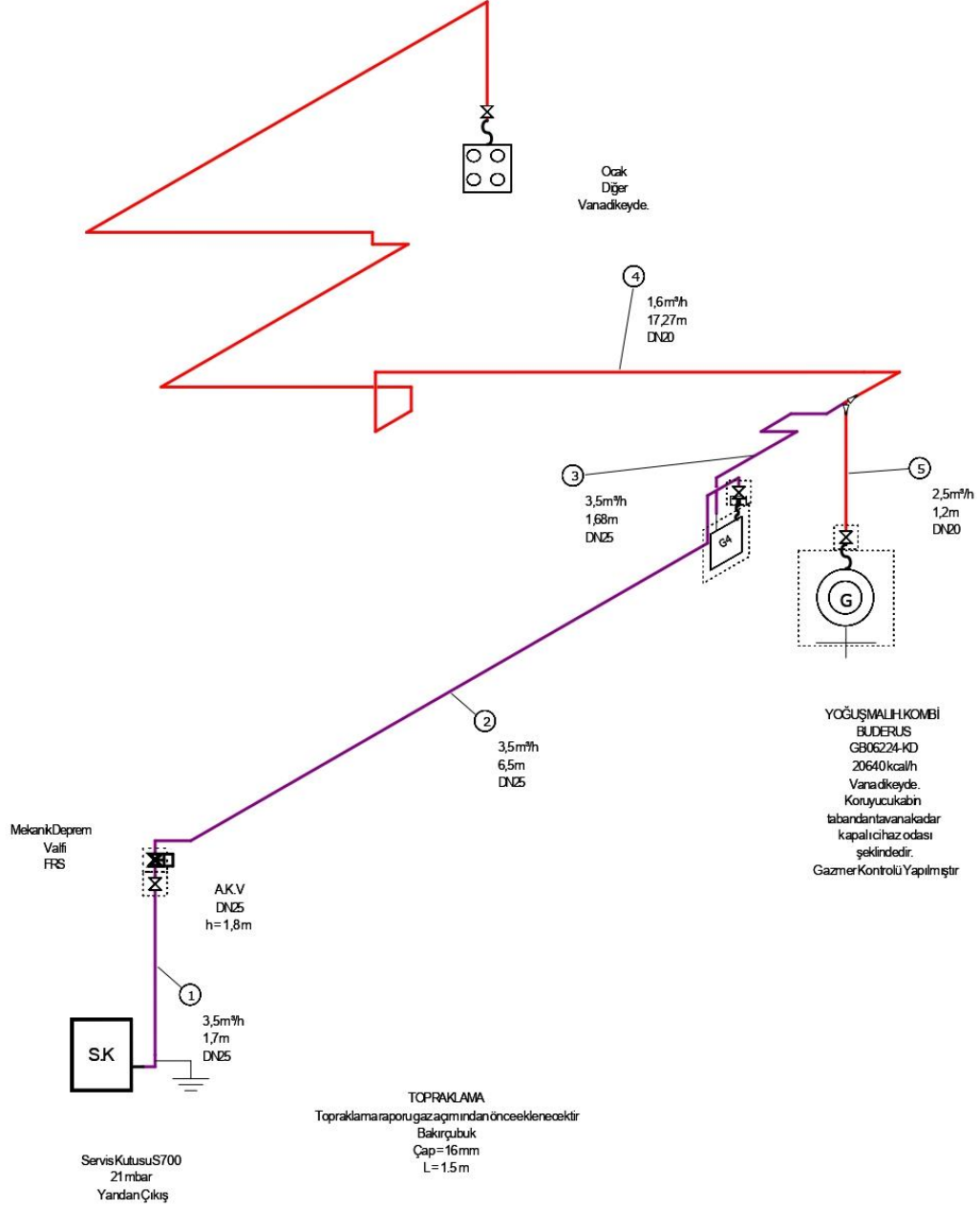
BORU ÇAPI HESAPLAMA ÇİZELGESİ BELİRLEME FORMU											
	Q	L	DN	v	ΔPR/L	ΔPR	Σ	ΔPF	H	ΔPA	ΣΔP ζ
	m ³ /h	m	mm	m/s	mbar/m	mbar	//	mbar	m	mbar	mbar
BİNABAĞLANTIHATTI											
1	3,5	1,70	DN25	1,68	0,017	0,029	0,9	0,010	-1,60	-0,078	-0,039
KOLONHATTI											
2	3,5	6,50	DN25	1,68	0,017	0,111	3,0	0,033	-0,50	-0,025	0,120
TÜKETİMHATTI											
3	3,5	1,68	DN25	1,68	0,017	0,029	2,0	0,022	-0,30	-0,015	0,037
AYRIMVEÇİHAZBAĞLANTIHATTI											
4	1,6	17,27	DN20	1,25	0,014	0,242	5,4	0,033	1,20	0,059	0,334
5	2,5	1,20	DN20	1,95	0,031	0,037	2,3	0,035	1,20	0,059	0,130
DairelçiKritikHat:3+4=0,371mbar < 0,8UYGUNDUR KolonKritikHat:1+2=0,081mbar < 1UYGUNDUR											

EK B Lokal Kayıplar Tablosu

LOKAL KAYIPLAR TABLOSU							
	5	4	3	2	1	Z	HAT NO
	1	1				0,5	REDÜKSİYON
		11	5	5	1	0,4	DİRSEK 90°
		1	1			0	TE DÜZ GEÇİŞ
	1					1,3	TE KOL AYRIMI
	1	1		2	1	0,5	KÜRESEL VANA
	2,3	5,4	2	3	0,9	Σ	TOPLAM

EK C İzometrik Çizim

KOLON HAVALANDIRMASI MEVCUTTUR



EK D Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_n	R	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/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03			
7.3.2.1	TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu ≤ 1000 altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu ≥ 500 mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,25	0,11	2,27			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 040	0,05	0,040	1,25			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,003	1,0	0			
1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				3,75	0,266	98,6	26,23
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03			
5.1.1	Donatılı - Normal beton(TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	2,5	0,1			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03			
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_n	R	U	A	A x U

		(m)	(W/mK)	(m ² K/W)	W/m ² K	m ²	W/K
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısıl iletkenlik grubu 040	0,07	0,040	1,75			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,003	1,0	0			
1/α _d	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM				2,08	0,48	23,1	11,09
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)							
1/α _i	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,13			
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03			
5.1.1	Donatılı - Normal beton(TS 500e uygun) doğalagrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,12	2,5	0,05			
10.5.1	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8- 500; ısıl iletkenlik grubu 035	0,12	0,035	3,43			
1/α _d	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,08			
TOPLAM				3,72	0,8x0,269	98,6	21,22
TT-1-Taban(Toprak Temaslı)							
1/α _i	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0,17			
1.1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (granit, bazalt, mermer,vb.)	0,005	3,5	0			
4.6	Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,04			
9.2.2.4	Cam tülü armatürlüpolimer bitümlü membran	0,004	0,19	0,02			
10.3.2.1.2	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN13164 e uygun; yoğunluk ≥25; ısıl iletkenlik grubu 035	0,1	0,035	2,86			

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		D	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m ² K/W)	W/m ² K	m ²	W/K
5.1.1	Donatılı -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	0,12	2,5	0,05			
9.2.2.4	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	0,004	0,19	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0			
TOPLAM				3,16	0,5x0,317	98,6	15,63
PENCERE 1					1,9	12	22,8
KAPI 1					4,0	2	8

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_i = 104,97$ W/K

Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_v = 23,34$ W/K

Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_i + H_v = 128,31$ W/K

EK E Yıllık Isıtma Enerji İhtiyacı

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H=H_i + H_v$	$T_i - T_d$	$H(T_i - T_d)$	Φ_i	Φ_g	$\Phi_T = \Phi_i + \Phi_g$			
	(W/K)	(K, °C)	(W)	(W)	W	(W)			
Ocak	128	10,6	1.360	384	248	632	0,46	0,884	2.077.912
Şubat	128	10	1.283	384	328	712	0,56	0,835	1.784.047
Mart	128	7,4	949	384	444	828	0,87	0,683	996.960
Nisan	128	3,2	411	384	518	902	2,20	0,366	209.190
Mayıs	128	Td yüksek	(-)	384	657	1.041	(-)	(-)	
Haziran	128	Td yüksek	(-)	384	703	1.087	(-)	(-)	
Temmuz	128	Td yüksek	(-)	384	680	1.064	(-)	(-)	
Ağustos	128	Td yüksek	(-)	384	611	995	(-)	(-)	
Eylül	128	Td yüksek	(-)	384	467	851	(-)	(-)	
Ekim	128	0,5	64	384	340	724	11,28	(-)	
Kasım	128	6	770	384	236	620	0,81	0,711	852.438
Aralık	128	9,7	1.245	384	213	597	0,48	0,876	1.870.586

Toplam $Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 7.791.134$ kJ

$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 7.791.134 = 2.166$ kWh

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı $Q' = 18,2$ kWh / m³

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı $Q = 9,02$ kWh / m³

$Q < Q'$ olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi TS 825 standardına uygundur.

Pencerelerin Toplam Alanı:12m²

PENCERE - 1			
Toplam Alan		U - Değeri	Güneş Enerjisi Geçirme Faktörü (g)
12 m ²		1.9 W/m ² k	Çok Katlı Cam (0,75)
Yönler		Gölgelenme Faktörü	
Güney	0 m ²		
Kuzey	0 m ²		
Doğu	6,96 m ²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Batı	5,04 m ²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	

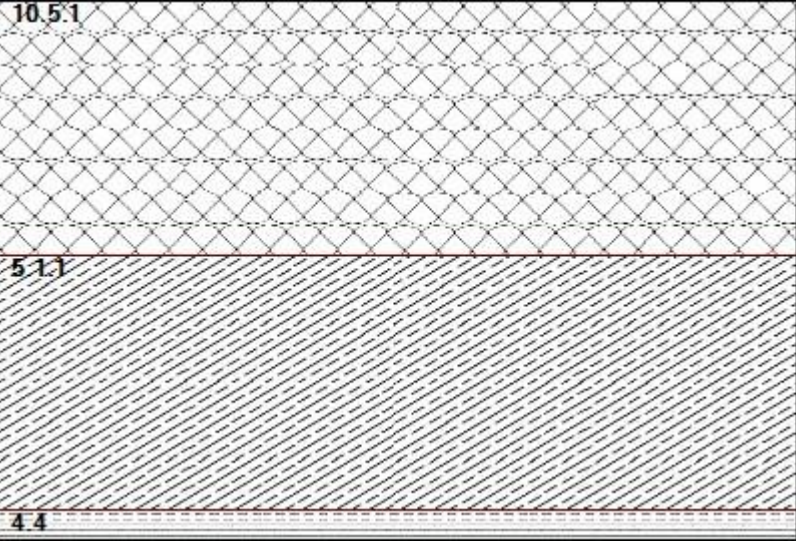
Kapıların Toplam Alanı:2m²

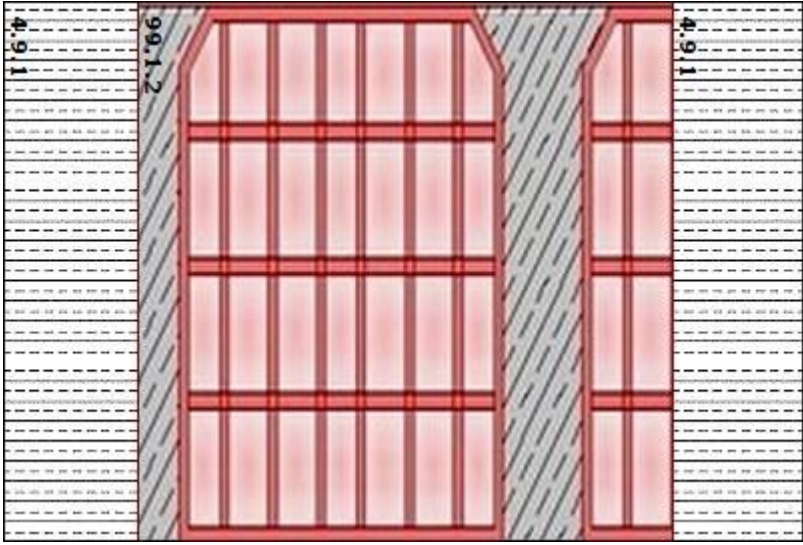
KAPI - 1	
Toplam Alan	U - Değeri
2 m ²	Metal - Isı Yalıtımlı, Dış(4,0) W/m ² K

EK F Binadaki Yapı Elemanları

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI				Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
				d (m)	λ_h (W/mK)	R (m ² K/W)	U W/m ² K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13		
	4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03		
	7.3.2.1	TS EN 998-2 e uygun ve yoğunluğu ≤ 1000 altında harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğu ≥ 500 mm) gazbeton bloklarla yapılan duvarlar	0,25	0,11	2,27		
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03		
	10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 040	0,05	0,040	1,25		
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,003	1,0	0		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04		
TOPLAM						3,75	0,266

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI				Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
				d (m)	λ_h (W/mK)	R (m ² K/W)	U W/m ² K
DH-2-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13		
	4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03		
	5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,25	2,5	0,1		
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,03	1,0	0,03		
	10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 040	0,07	0,040	1,75		
	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,003	1,0	0		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04		
TOPLAM						2,08	0,48

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d (m)	λ_h (W/mK)	R (m ² K/W)	U W/m ² K
CC-1-Tavan(Üzeri Çatılı)						
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08	
	10.5.1	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri TS 901 EN 13162-10 a uygun; yoğunluk 8-500; ısı iletkenlik grubu 035	0,12	0,035	3,43	
	5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,12	2,5	0,05	
	4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,015	0,51	0,03	
	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)				0,13
TOPLAM					3,72	0,8x0,269

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	
		d (m)	λ_h (W/mK)	R (m ² K/W)	U W/m ² K	
ID-1-Duvar(İç Duvar)						
	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,13		
	4.9.1	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,035	0,14	0,25	
	99.1.2	Tuğla Asmolen	0,14	0,46	0,3	
	4.9.1	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,035	0,14	0,25	
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,13	
TOPLAM				1,06	0,941	

Havalandırma Raporu

Havalandırma Tipi	Doğal Havalandırma
Havalandırılan hacim	192m ³
Hava Değişim Katsayısı (n_h)	0.8h ⁻¹
Havalandırma Kayıpları (H_v)	23,3376 W/K

EK G Isı Kaybı

Oda Adı:				Z01				Isı Kaybı							
Sıcaklık				°C											
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırılmış Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı
				A_0		A	A	U	ΔT	Q_0	Z_D	Z_W	Z_H	Z	$Q_H=Q_I+Q_S$
		m	m	m^2	Ad.	m^2	m^2	W/m^2 K	°C	W	%	%	%	1+%	W
Z01 Oturma Odası (22°C)															
ÇCP	D	0,95	1,2	1,14	1		1,14	1,9	22	47,65			0		
DD1	D	5,01	2,9	14,52	1	1,14	13,38	0,266	22	78,29			0		
DD2	D	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	22	9,18			0		
DD3	D	5,01	0,5	2,5	1		2,5	0,48	22	26,4			0		
DD1	G	3,9	2,9	11,57	1		11,57	0,266	22	67,7			-5		
DD2	G	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	22	9,18			-5		
DD3	G	3,9	0,5	1,54	1		1,54	0,48	22	16,26			-5		
İK		0,9	2,1	1,89	1		1,89	1,9	4	14,36					
Dö1		5,01	3,9	19,53	1		19,53	0,317	13	80,48					
Ta		5,01	3,9	19,53	1		19,53	0,269	15	80,48					
									Toplam	429,98	7		-15	0,92	430,9
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R_{oda}	$H_{yapı}$	ΔT	Z_e							
			2	4,3	0,9	0,675	22	1							114,94
														Toplam	545,84

Oda Adı:				Z02				Isı Kaybı							
Sıcaklık				°C											
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Zamlar			
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırimsız Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı
		m	m	A ₀ m ²	Ad.	A m ²	A m ²	U W/m ² K	ΔT °C	Q ₀ W	Z _D %	Z _W %	Z _H %	Z 1+%	Q _H =Q _I +Q _S W
Z0 2 Yatak Odası (20°C)															
ÇCP	B	0,95	1,2	1,14	1		1,14	1,9	20	45,6			0		
DD1	G	3,18	2,9	9,22	1		9,22	0,266	20	49,05			-5		
DD2	G	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	20	8,35			-5		
DD3	G	3,18	0,5	1,06	1		1,59	0,48	20	15,26			-5		
DD1	B	5,01	2,9	14,52	1	1,14	13,38	0,266	20	71,18			0		
DD2	B	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	20	8,35			0		
DD3	B	5,01	0,5	2,5	1		2,5	0,48	20	24			0		
İD		5,01	2,9	14,52	1		14,52	0,94	0	0					
İD		3,18	2,9	9,22	1	1,89	7,33	0,94	2	13,78					
İK		0,9	2,1	1,89	1		1,89	1,9	2	7,18					
Dö1		5,01	3,18	15,93	1		15,93	0,317	11	55,54					
Ta		5,01	3,18	15,93	1		15,93	0,269	13	55,7					
									Toplam	353,99	7	0	-15	0,92	354,91
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R _{oda}	H _{yapı}	ΔT	Z _e							
			2	4,3	0,9	0,675	20	1							104,49
														Toplam	459,4

Oda Adı:				Z06				Isı Kaybı							
Sıcaklık				°C											
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Zamlar			
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırmsız Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı
		m	m	A ₀ m ²	Ad.	A m ²	A m ²	U W/m ² K	ΔT °C	Q ₀ W	Z _D %	Z _W %	Z _H %	Z 1+%	Q _H =Q _I +Q _S W
Z06 Yatak Odası (20°C)															
ÇCP	B	0,95	1,2	1,14	1		1,14	1,9	20	43,32			0		
DD1	K	3,87	2,9	11,22	1		11,22	0,266	20	59,69			5		
DD2	K	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	20	8,35			5		
DD3	K	3,87	0,5	1,93	1		1,93	0,48	20	18,52			5		
DD1	B	3,09	2,9	8,96	1	1,14	7,82	0,266	20	41,6			0		
DD2	B	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	20	8,35			0		
DD3	B	3,09	0,5	1,03	1		1,54	0,48	20	14,78			0		
İD		2,06	2,9	8,96			8,96	0,94	2	16,84					
İD		3,09	2,9	8,96	1	1,89	7,07	0,94	2	13,29					
İK		2,1	0,9	1,89	1		1,89	1,9	2	7,18					
Dö1		3,09	3,87	11,95	1		11,95	0,317	11	41,66					
Ta		3,09	3,87	11,95	1		11,95	0,269	13	41,78					
									Toplam	315,36	7		15	1,22	316,58
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R _{oda}	H _{yapı}	ΔT	Z _e							
			2	4,3	0,9	0,675	20	1							104,49
														Toplam	421,07

Oda Adı:		Z04					Isı Kaybı								
Sıcaklık		°C													
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Arttırımsız Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı
		m	m	A ₀ m ²	Ad.	A m ²	A m ²	U W/m ² K	ΔT °C	Q ₀ W	Z _D %	Z _W %	Z _H %	Z 1+%	Q _H =Q _I +Q _S W
Z04 Mutfak (18°C)															
ÇCP	D	0,95	1,2	1,14	1		1,14	1,9	18	38,98			0		
DD1	K	4,47	2,9	12,96	1	1,14	11,82	0,266	18	56,59			5		
DD2	K	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	18	7,51			5		
DD3	K	4,47	0,5	2,23	1		2,23	0,48	18	19,26			5		
DD1	D	3,09	2,9	8,96	1		8,96	0,266	18	42,90			0		
DD2	D	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	18	7,51			0		
DD3	D	3,09	0,5	1,54	1		1,54	0,48	18	13,3			0		
İD		4,47	2,9	12,96	1	1,89	11,07	0,94	-	0					
İD		3,09	2,9	8,96	1		8,96	0,94	-	0					
İK		0,9	2,10	1,89	1		1,89	1,9	0	0					
Dö1		3,09	4,47	13,81	1		13,81	0,317	9	39,39					
Ta		3,09	4,47	13,81	1		13,81	0,269	11	40,86					
									Toplam	266,3	7	0	15	1,22	267,52
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R _{oda}	H _{yapı}	ΔT	Z _e							
			2	4,3	0,9	0,675	18	1							94,04
														Toplam	361,54

Oda Adı:				Z03				Isı Kaybı							
Sıcaklık				°C											
Ğ		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Arttırılmaz Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı
		m	m	A ₀ m ²	Ad.	A m ²	A m ²	U W/ m ² K	ΔT °C	Q ₀ W	Z _D %	Z _W %	Z _H %	Z 1+%	Q _H =Q _L +Q _S W
Z03 Banyo (26°C)															
ÇCP	D	0,95	1,2	1,14	1		1,14	1,9	26	56,31			0		
DD1	D	2,62	2,9	7,59	1	1.14	6,45	0,266	26	44,60			0		
DD2	D	0,3	2,9	0,87	1		0,87	0,48	26	10,85			0		
DD3	D	2,62	0,5	1,31	1		1,31	0,48	26	16,34			0		
ID1		2,62	2,9	7,59	1	1.89	5,7	0,266	4	60,6					
ID1		2,2	2,9	6,38	1		6,38	0,48	8	24,49					
ID1		2,2	2,9	6,38	1		6,38	0,48	8	24,49					
İK		0,9	2,10	1,89	1		1,89	1,9	8	28.72					
Dö1		2,62	2,2	5,76	1		5,76	0,317	15	27,38					
Ta		2,62	2,2	5,76	1		5,76	0,269	19	29,43					
									Toplam	323,21	7		0	1,07	324,28
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R _{oda}	H _{yapı}	ΔT	Z _e							
			2	4,3	0,9	0,675	26	1							135,84
														Toplam	460,12

Oda Adı:				Z02				Isı Kaybı								
Sıcaklık				°C												
Yapı Bileşeni		Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı					Zamlar				
İşareti	Yön	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Artırımsız Isı	Birleşik	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam	Isı İhtiyacı	
		m	m	A ₀ m ²	Ad.	A m ²	A m ²	U W/m ² K	ΔT °C	Q ₀ W	Z _D %	Z _W %	Z _H %	Z 1+%	Q _H =Q _L +Q _S W	
Z02 Antre (18°C)																
DD1	B	2,62	2,9	7,59	1	2,42	5,17	0,266	18	24,75			0			
DD2	B	0,5	2,62	0,87	1		0,87	0,48	18	7,51			0			
DK	B	1,1	2,2	2,42	1		2,42	4	18	174,24			0			
Dö1		2,62	4,98	13,04	1		13,04	0,317	9	37,2						
Ta		2,62	4,98	13,04	1		13,04	0,269	11	38,58						
									Toplam	282,28	7		0	1,07	283,35	
Enfiltrasyon Kaybı			α	l	R _{oda}	H _{yapı}	ΔT	Z _e								
			2	5,9	0,9	0,675	18	1							129,03	
														Toplam	412,38	

RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ

ODANIN					RADYATÖRLERİN								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
No	Adı	Sıcaklığı	Hacmi	Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim verimi	Yüzeyi	Isı Gücü	Cinsi				Grup adeti	Aldığı su litre
		°C	m ³	W	W/m ²	m ²	W	144/500					
	Oturma odası	22	56,66	545,84	114		570	5					4
	Yatak odası 2	20	46,2	459,4	103		515	5					4
	Yatak odası 3	20	43,76	421,07	103		412	4					3,2
	Mutfak	18	40,05	361,54	126		378	3					2,4
	Banyo	26	16,75	460,12	105		525	5					4
	Antre	18	37,83	412,38	126		504	4					3,2
	Toplam			2660			2904						20,6

10 ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Rahil Eminov

ORCID Numarası : 0009-0008-0745-9144

Öğrenim Durumu

2015 – 2019 Lisans: Azerbaycan Devlet Petrol ve Sanayi Üniversitesi-
Geri dönüşüm ve geri kazanım teknolojileri mühendisliği

2019 – 2022 Yüksek Lisans: İstanbul Arel Üniversitesi –Makine
Mühendisliği