

ISISAN ÇALIŞMALARI NO. 345

DOĞAL GAZ - LPG TESİSATI ve BACALAR







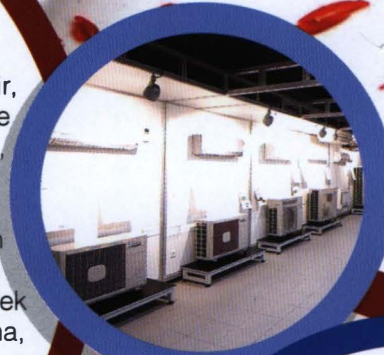
Bilgi paylaştıkça çoğalır!

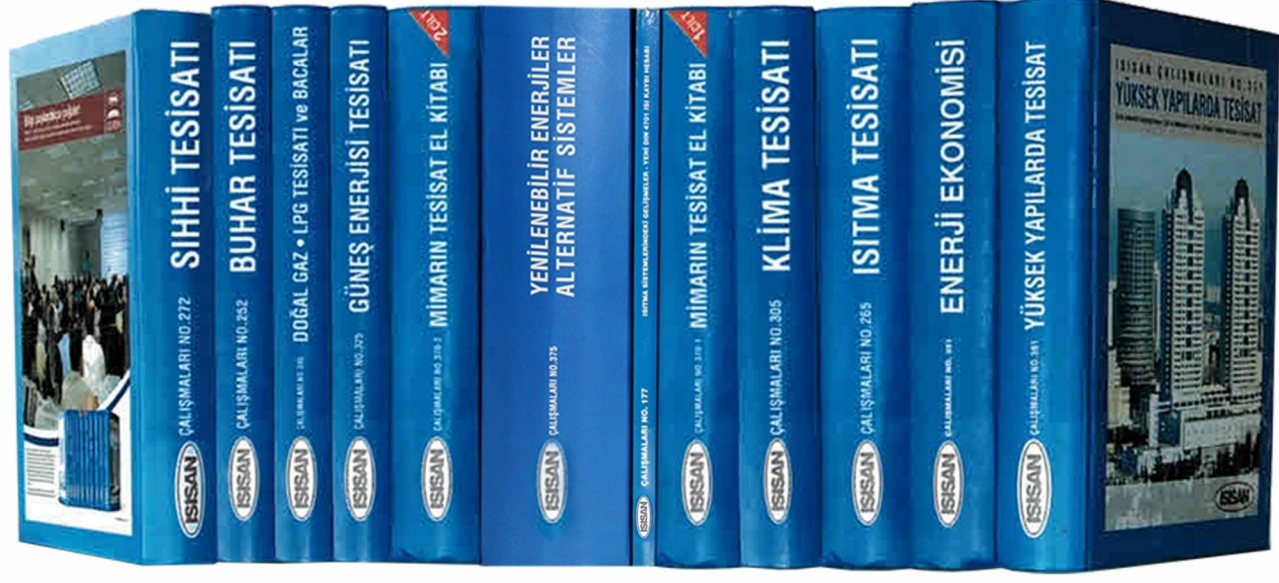
33Yıl
ve
370
Yayın

33 yıllık başarı dolu geçmişi, tesisat, proje ve uygulama alanındaki deneyimi ve bilgi birikimi ile sektörün önde gelen firması Isisan'ın 2007 yılı Eylül ayında kurduğu Isisan Akademi'de bugüne kadar düzenlediği 77 eğitime yaklaşık 2000 kişi katıldı. Uygulamalı eğitimlerde ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörü temsilcilerinin yetkinlikleri ve deneyimleri arttı.

Isisan Akademi, 2008 yılında 500'ü aşkın eğitim düzenlemeyi planlıyor. Isisan, böylelikle faaliyet gösterdiği ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesi açısından önemli bir boşluğu doldurmaya devam edecek. Isisan'ın eğitim faaliyetleri İstanbul ile sınırlı değil. Ankara, Adana, İzmir, Antalya ve Bursa bölge müdürlüklerinde düzenlenen eğitimlerle Isisan bayilerini, servislerini ve sektör temsilcilerini, pazara sunduğu ürünlerle ilgili bilgilendiriyor. Eğitimlere üniversitelerin makine mühendisliği, mimarlık bölümü öğrencileri, çeşitli üniversitelere bağlı meslek yüksek okullarındaki iklimlendirme-soğutma, makine, tesisat teknolojileri gibi alanlarda eğitim gören yüksek öğrenimli tekniker adayları ile teknik ve mesleki lise öğrencileri de katılabiliyor. Eğitimler öğrencilere ihtiyaç duydukları bilgileri Isisan'ın pratik eğitim salonlarında, cihazların üzerinde birebir uygulamalı örnekleri ile öğrenme fırsatı sunuyor.

Isisan Akademi eksiksiz bir eğitim merkezi görevi görüyor. Sergilenen tüm ürünlerin çalışır halde olması, uygulamalı eğitim için önemli bir olanak sunuyor. Isisan Akademi aynı zamanda, binanın kendisinin şartlandırılması için kullanılan tesisat teknolojileri, yangın tesisatları, projelendirme ve uygulama detayları, yenilenebilir enerjiler ve alternatif sistemler ile ilgili örnek çevre dostu uygulamalar, kontrol sistemleri ve ileri bilgi teknolojileri ile oluşturulmuş güçlü altyapısı ile eğitim faaliyetleri için benzersiz bir ortam sunuyor.





Doğal Gaz ve LPG Tesisatı Kitabı'nın güncelleştirilmiş 5. baskısını Isısan Yayınları içerisinde 23. kitap olarak sizlere takdim ediyoruz. Mekanik tesisat konularında son onbeş yıl içinde çok yeni bilgiler geldi ve bunları paylaştık, yeni bilgiler edindik ve paylaştıkça da bu bilgiler çoğaldı. İlk Isısan Kitabını yayınladığımız 1990 yılından bugüne kadar yaklaşık olarak 200.000 Adet Isısan Kitabı sektöre dağıtıldı ve satıldı.

Kitaplar bizlere ne yapmamız gerektiğini öğretmez. Düşünmeyi ve konulara nasıl yaklaşmamız gerektiğini öğretir. Çözüm ve uygulama işin niteliğine ve duruma göre değişir. Teknolojik ve kültürel yenilikler nedeni ile de sürekli bir gelişme söz konusudur. Isısan Kitaplarının önemli farklılığı, pratik çözümleri ve alternatifleri içermesidir. Ayrıca her yeni baskı da güncelleştirilerek dinamik bir yapı ve süreklilik sağlanmaktadır.

Isısan pazarladığı ürünler, teknik kapasite ve güçlü teknik kadrosu ile ısıtma ve klima konusunda toplam çözüm şirketi olarak tanınmaktadır. Müşteriye karşı;

“Dürüst ve samimi”,

“Saygılı ve terbiyeli”,

“İlgili (özellikle satış sonrasında)”,

“Bilgili ve pratik çözümlerle servis veren”

Isısan Çalışanları her zaman daha iyisini yapabilme gayreti içindedir. Hedefimiz sorunsuz, huzurlu ve ekonomik kullanımı kullanıcılara sunmaktır. Isısan pazarlayacağı ürünleri her zaman titizlikle seçmektedir. Tüm dünya ülkelerinde üretimleri araştırıp; Türkiye koşullarına uygunluklarını (düşük voltaj, düşük gaz basıncı vb. koşullarda sorunsuz çalışabilme yeteneği) test ettikten sonra, en kaliteli ürünleri seçip pazara sunmaktadır. Buderus'un 273., Isısan'ın 28., Isısan - Buderus birlikteliğinin de 15. yılında Isısan - Buderus ortak olarak sizlere hizmet vermektedir. Isısan - Buderus ortaklığı, Türkiye dışında da Türki Cumhuriyetler, İran, Irak, Arap Ülkeleri, Gürcistan ve Rusya'nın bir bölümüne ihracat yapmaktadır.

Bu yıl Almanya'da Bosch Termotechnik, Buderus AG'in hisselerini satın aldı. Bosch Termotechnik kombide Dünya genelinde çok güçlü pazar payına, Buderus ise çok güçlü AR-GE, çok kaliteli ve çok geniş bir ürün gamına sahiptir. Bosch - Buderus ve Isısan ortaklığı ile çok daha güçlü bir yapı oluştu. Birlikte en kaliteli ürünleri, en iyi hizmet ile sizlere sunmaya çalışacağız.

Isıtma kazanlarının bacaları; baca gazlarını ve bacada yoğunlaşan suyu sızdırmamalıdır. Uygun çapta seçilmeli, yeterli yükseklikte olmalı, kaliteli malzemeden yapılmalıdır. Böylece daha emniyetli, daha verimli ve daha uzun ömürlü bir ısıtma sistemi oluşturulabilir. Doğal Gaz ve LPG Tesisatı Kitabı'na “Bacalar” bölümünü de (4. Bölüm) ekleyerek, ısıtma tesisatlarında bacaların önemine dikkatleri daha fazla çekmek istedik.

Doğal gaz genellikle en ucuz yakıt olarak bilinmektedir. Doğal gazın yaygınlaşmasındaki en önemli etken fiyatının ucuz olmasıdır. Ayrıca temiz ve sorunsuz kullanılabilmesi, depolama ihtiyacı olmaması, sürekliliği ve çevre için uygun olması en önemli avantajlarıdır. LPG ise fiyatı pahalı olmakla birlikte depolama zorunluluğu dışında doğal gaza benzer avantajlar içerir. Ayrıca LPG'den doğal gaza geçiş çok kolay ve çok düşük maliyetli olduğu için, doğal gaz gelinceye kadar çok iyi bir alternatif oluşturur.

Doğal gaz, petrol ve kömür gibi milyonlarca yılda oluşmuş fosil yakıtları bizler en ekonomik şekilde kullanmalıyız. Eski alışkanlıklarımızın yerine çok verimli sistemlere yönelmeliyiz. Gaz brülörlerinde her kapasitede oransal brülörleri tercih etmek ve kazan seçiminde öncelikle kaskad, kademeli devreye giren çoklu kazan sistemlerini kullanmalıyız.

Detay gibi görünen bir konu: Oransal brülör kullanırken de baca çekişinden etkilenmeyen (pnömatik yanma kontrollü) oransal brülörlerin kullanımının fiyat farkını birkaç ayda, toplam brülör bedelini de birkaç yılda amorti edebildiğini fark ettiğimiz için, brülörler bölümünde detaylı bilgi aktarmaya çalıştık. Biz tesisat mühendisleri enerji ekonomisini her detayda sağlayarak, toplamda çok büyük tasarruflar sağlamalıyız.

Doğal Gaz - LPG Tesisatı ve Bacalar Kitabı'nın hazırlanmasında büyük katkıları olan *Prof. Dr. Ahmet Arısoy*, Makina Y. Mühendisi *Erdoğan Atakar*, Makina Mühendisi *Serper Giray*, Elektronik Mühendisi *Nurettin Küçükçalı*, Makina Mühendisleri *Emre Akay*, *Mehmet Aras*, Servis Müdürümüz *Ali Aktaş*, *Özgür Ayabakan*, *Akın Ateş*, *Aytekin Çakır*, *Ömer Dilber*, *Mert Erdumlu*, *Kuthan Erkaya*, *Volkan Gerdan*, *Onur Gülmen*, *Altan Işıltan*, *Berk İnce*, *Mert Kalafatoğlu*, *Levent Kocaoğlu*, *Fatih Öner*, *Züleyha Özcan*, *Selman Tarmur*, *Erdal Taştekin*, *M.Yiğit Tümer*, *Önder Yazgan*, Teknik Ressam *Hasan Çeribaş*, Sayın *Arzu Tuna* ve Edebiyat Öğretmeni *Fatma Arısoy*'a, Isısan Çalışanlarına, İGDAŞ, EGO, BOTAŞ, AYGAZ ve İPRAGAZ firmalarına, yöneticilerine ve çalışanlarına, Makine Mühendisleri Odalarına, Isısan Kitaplarının dağıtımını yapan *Birsan Yayınevi*'ne, ayrıca bu kitabı okuyarak eleştirilerini bize iletme nezaketini gösterecek meslektaşlarıma teşekkür ederim.

Ekim / 2003

Rüknettin Küçükçalı
Makina Y. Mühendisi

GÜNCEL ISISAN YAYINLARI

Doğal Gaz - LPG Tesisatı ve Bacalar	2003 (5. baskı)
Doğal Gaz El Kitabı	2003 (2. baskı)
Güneş Enerjisi Tesisatı	2003
Villa Tesisatı	2003
Klima Tesisatı	2001 (3. baskı)
Sıhhi Tesisat	2001 (2. baskı)
Isıtma Tesisatı	2000 (4. baskı)
Buhar Tesisatı	2000 (2. baskı)
Mimarın Tesisat El Kitabı	1999
Isıtma Sistemlerindeki Gelişmeler ve Yeni DIN 4701 Isı Kaybı Hesabı	1998

İÇİNDEKİLER

SAYFA

SAYFA

I. BÖLÜM

DOĞAL GAZ ve BACALAR

1. DOĞAL GAZ	7
1.1 GİRİŞ	7
1.2 DOĞAL GAZIN TANIMI	8
1.3 DOĞAL GAZIN ÖZELLİKLERİ	10
1.4 DOĞAL GAZIN YANMA ÖZELLİKLERİ	12
2. DOĞAL GAZ TÜKETİM CİHAZLARI	13
2.1 DOĞAL GAZ SICAK SU KAZANLARI	13
2.1.1 Üflemlerli Brülörlü Döküm Kazanlar	14
2.1.2 Atmosferik Brülörlü Döküm Doğal Gaz Kazanları	17
2.1.2.1 Atmosferik Brülörlü Döküm Doğal Gaz Kazanlarında Aranacak Özellikler	18
2.1.2.2 Atmosferik Brülörlü ve Üflemlerli Brülörlü Döküm Doğal Gaz Kazanlarının Karşılaştırılması	20
2.1.3 Çelik Doğal Gaz Kazanları	20
2.1.3.1 Yüksek Kapasiteli Çelik Kazanlar	21
2.1.4 Kazanların Dönüşümü	24
2.1.4.1 Sıvı Yakıt Yakan Kazanların Dönüşümü	24
2.1.4.2 Kömür Yakan Kazanların Dönüşümü	25
2.1.5 Yoğuşmalı Doğal Gaz Sıcak Su Kazanları	25
2.1.5.1 Yoğuşmalı Kazan Tipleri	28
2.1.5.2 Kendinden Yoğuşmalı Kazanlarla, Düşük Sıcaklık Kazanı + Yoğuşmalı Ekonomizör Alternatiflerinin Karşılaştırılması	31
2.2 KOMBİ CİHAZLARI	31
2.2.1 Kombi Tipleri	32
2.2.2 Kombilerin Performansı	33
2.2.3 Bir Kombide Aranacak Önemli Özellikler	34
2.2.4 Çeşitli Tip Kombilerde Sistemin Toplam Isıl Verimi ve Yakıt Tüketimi	34
2.2.5 Kombi Kapasitesinin Belirlenmesi	34
2.3 GAZLI ŞOFBENLER	34
2.4 GAZ BÜRÜLÖRLERİ	35
2.4.1 Atmosferik Gaz Brülörleri	35
2.4.2 Üflemlerli Brülörler	37
2.4.2.1 Klasik Oransal Brülörler	37
2.4.2.2 Dreizler Pnömatik Kontrollü Oransal Brülörler	38
2.4.2.3 Değişken Devirli Fanlı Pnömatik Kontrollü Oransal Brülör	39
2.4.3 Ön Karışımli Üflemlerli Brülör	39
2.4.4 Alev Emniyet Kontrol Düzeni	40
2.5 GAZ KONTROL HATTI	41
2.6 GOODMAN GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICILAR	43
2.6.1 Cihaz Yerleşimi	44
2.6.2 Montajı ve Kanal Dizaynı	44

2.7 ÇATI TİPİ GAZLI ISITICI VE PAKET KLİMALAR	45
2.7.1 Goodman PGB Serisi Çatı Tipi Paket Klimalar (Soğutma + LPG / Doğal Gaz)	45
3. CİHAZ YERLEŞTİRİLMESİ, KAZAN DAİRELERİ VE HAVALANDIRMA	47
3.1 CİHAZ YERLEŞİMİ VE HAVALANDIRILMASI	47
3.1.1 A Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması	47
3.1.2 B Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması	47
3.1.3 B Tipi Fanlı Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması	48
3.1.4 C Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması	48
3.1.5 Merkezi Sıcak Su Kazanları ve Kazan Daireleri Yerleşimi ve Havalandırılması	48
3.1.5.1 Doğal Gazlı Kazan Daireleri	48
3.1.5.2 Kazan Daireleri Havalandırma Tekniği	50
3.2 ÇATI ISI MERKEZLERİ	51
3.2.1 Çatı Isı Merkezlerinin Avantajları	51
3.2.2 Çatı Isı Merkezlerinin Dezavantajları	53
3.2.3 Çatı Isı Merkezleri İçin Teknik Şartlar, Kazan Dairesi Yapısı ile İlgili Şartlar	53
3.2.4 Otomatik Kontrol	54
3.2.5 Sistemin Ekonomisi	54
4. BACALAR	55
4.1 BACA UYGULAMALARINDA YAPILAN YALNIŞLAR	55
4.1.1 Duman Kanalları ve Bacalar Sızdırmaz Olmalıdır	65
4.2 DOĞAL GAZ BACALARI	65
4.2.1 Magnezyum - Alüminyum - Silisyum Alaşımı MUFLU VE CONTALI SIZDIRMAZ BACALAR	65
4.2.2 Paslanmaz Çelik Hazır Bacalar	67
4.3 BACA HESABI	67
4.4 BACA PERFORMANSI	67
4.4.1 Baca (Dış Sıcaklık Değişimine Bağlı Olarak Çok Çekerse)	67
4.4.2 Bacada Gazların Akışına Karşı Gösterilen Direnç	68
4.4.3 Doğal Baca Çekişi Yetersiz Kalıyorsa	68
4.5 YOĞUŞMALI VE YOĞUŞMASIZ KAZAN BACALARIN KARŞILAŞTIRILMASI	69
4.6 BACA KONSTRÜKSİYONU	70
4.6.1 Cihazların Baca Bağlantıları (Baca Bağlantı Boruları)	71
4.6.2 Mevcut Bacaların Kullanılması	71

4.6.3	Baca Çekişinin Kontrolü	72
4.7	HAZIR DİYAGRAMLARLA DOĞAL ÇEKİŞLİ BACA BOYUTLANDIRILMASI	72
4.8	DOĞAL ÇEKİŞLİ ŞOFBEN VE KOMBİ BACALARI	72
4.8.1	Cihazların Baca Bağlantıları	75
4.9	FANLI KOMBİ VE DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN BACALARI	75
4.10	HERMETİK BACA BAĞLANTILARI	79
4.11	HAVA ATIK GAZ BACA SİSTEMLERİ	80
4.12	ŞÖMİNE BACALARI	81
4.13	ATIK GAZ ORANLARI	82
5.	DOĞAL GAZ TESİSATI	83
5.1	TANIMLAR	83
5.1.1	Gaz Teslim Noktası	83
5.1.2	Servis Kutusu ve Regülatör Tipleri	83
5.2	DOĞAL GAZ BORULARI, BAĞLANTI ELEMANLARI VE VANALARI	83
5.2.1	Doğal Gaz Boruları	83
5.2.2	Bağlantı Elemanları	84
5.2.3	Doğal Gaz Vanaları	84
5.3	BORU BAĞLANTILARI	85
5.3.1	Kaynaklı Birleştirme	85
5.3.2	Vidalı Bağlantılar	85
5.3.3	PE Boru Birleşmeleri	86
5.3.4	Bakır Boru Birleşmeleri	86
5.4	YER ALTI GAZ BORULARI	86
5.5	BİNA İÇ TESİSATI	86
5.5.1	Bina Bağlantıları	88
5.5.2	Bina Girişi ve İç Tesisatla Bağlantı	89
5.5.3	İç Tesisatın Döşenmesi	90
5.5.4	Sayaçlar	92
5.6	TESİSATIN KORUNMASI	93
5.6.1	Boru Tesisatının Korozyona Karşı Korunması	93
5.6.2	Topraklama	95
5.6.3	İç Tesisatın Saklanması	95
6.	DOĞAL GAZ TESİSATI BORU ÇAPI HESABI	96
6.1	İÇ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI	96
6.2	ORTA VE YÜKSEK BASINÇLI GAZ DOĞITIM HATLARINDA BASINÇ KAYIPLARININ HESAPLANMASI	106
6.3	KAZAN DAİRESİ HATTI HESABI	106
6.3.1	Küçük Kazan Daireleri	106
6.3.2	Büyük Kazan Daireleri Gaz Kontrol Hattı Hesabı	108
6.4	DOĞAL GAZ İÇ TESİSAT HESABI UYGULAMASI	110
6.4.1	İç Tesisat Boru Hesabı	110
6.4.2	Kazan Dairesi Boru Çapı Hesabı	117

7.	İÇ TESİSATIN TESTİ VE İŞLETMEYE ALMA	118
7.1	TESİSATIN SIZDIRMAZLIK TESTİ	118
7.1.1	Bina Bağlantı Hattı Sızdırmazlık Deneyi	118
7.1.2	İç Tesisatın Sızdırmazlık Testi	118
7.1.2.1	Ön Kontrol	118
7.1.2.2	Hava ile Yapılan Esas Kontrol	118
7.1.3	Sayaç, Basınç, Regülatörü ve Cihazların Kontrolü (Gaz ile yapılan Sızdırmazlık Testi)	119
7.2	BACA TESTİ	119
7.3	TESİSATIN İŞLETMEYE ALINMASI ..	120
7.4	İŞLETME	120
8.	ISITMADA VE DOĞAL GAZ KULLANIMINDA ENERJİ EKONOMİSİ	121
8.1	ISITMA SİSTEMİNDE EKONOMİ	121
8.1.1	Isı Yalıtımı Yapılması	121
8.1.2	Kendinden Yoğuşmalı Kazanlar Kullanılması	121
8.1.3	Oda Sıcaklık Kontrolü Hassasiyeti	122
8.1.4	Oda Sıcaklığı Ayar Noktasının Doğru Seçilmesi	122
8.1.5	Termostatik Radyatör Vanası Kullanılması	123
8.1.6	Durma ve Kesintili İşletme Kayıpları	123
8.1.7	Kazanların Çalışmaya Başlama ve Durma Saatlerinin Dış Hava Sıcaklığına Göre Otomatik Belirlenmesi	124
8.1.8	Kazan Kapasitelerinin Doğru Seçilmesi	124
8.1.9	Kullanma Sıcak Suyu	124
8.2	OTOMATİK KONTROL	124
8.2.1	Buderus Logomatic Kontrol Panelleri	124
8.3	MODÜLASYONLU BRÜLÖRLER VE KOMBİLER	125
8.4	PNÖMATİK KONTROLLÜ DREIZLER ORANSAL BRÜLÖRLER	125
8.4.1	Dreizler Oransal Brülörlerin Çalışma Mantığı	125
8.4.2	Kurum Yapmayan Brülör	125
8.4.3	Değişken Devirli Brülör Fanı	126
8.5	DOĞAL GAZ SAYAÇLARI	126
9.	PRATİK NOTLAR	127
10.	DOĞAL GAZA GEÇİŞ PRESÜDÜRÜ, İZLENECEK YOL	129

II. BÖLÜM LPG TESİSATI

1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) TEMEL BİLGİLER	131
1.1 KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER	131
1.1.1 Buhar Basıncı (Doyma Basıncı)	131
1.1.2 Kaynama	131
1.1.3 Çiğ Noktası	132
1.1.4 Buharlaşma Isısı	133
1.1.5 Özgül Isı	133
1.1.6 Sıcaklık Etkisi ile Sıvı Propan ve Bütanın Hacimleri Arasındaki İlişki	133
1.1.7 Yoğunluk, Norm Yoğunluk, Bağlı Yoğunluk	134
1.1.8 Üst ve Alt Isıl Değer	135
1.1.9 Wobbe Endeksi	135
1.2 YANMA ÖZELLİKLERİ	136
1.2.1 Maksimum Tutuşma Hızı	136
1.2.2 En Düşük Tutuşma Sıcaklığı	136
1.2.3 Tutuşma Sınırları	136
1.2.4 Maksimum Yanma Sıcaklığı	136
1.3 TÜP VE DEPODAN GAZ ALMA MİKTARI	137
1.4 BUHARLAŞTIRICILAR	140
1.4.1 Sıvının Alınması ve Buharlaştırıcıda Sıvının Buharlaşması	140
1.4.2 Buharlaştırıcıların Yerleştirilmesi	144
2. LPG SİSTEMİ	145
2.1 YAPIM VE YERLEŞTİRME	153
2.2 EMNİYET DONANIM PARÇALARI	154
2.3 BASINÇ REGÜLATÖRÜ	156
3. LPG KAZAN DAİRELERİ	157
3.1 TOPRAK SEVİYESİNİN ÜSTÜNDEKİ KAZAN DAİRELERİ	157
3.2 TOPRAK SEVİYESİNİN ALTINDAKİ HACİMLERDE OLUŞTURULAN KAZAN DAİRELERİ	157
3.3 KAZAN DAİRELERİ PRATİK NOTLARI	159
4. LPG TÜPLERİ	160
5. LPG DEPOLARI	164
5.1 BİR LPG DEPOSUNDA BULUNMASI GEREKEN EMNİYET, KONTROL VE SERVİS ARMATÜRLERİ	164
5.2 LPG DEPOLARININ YERLEŞTİRİLMESİ	164
5.2.1 Kapalı Hacim LPG Deposu Uygulamaları	166

5.2.2 Açık Hava Depo Uygulamalarında Depo Koruma Tedbirleri	168
5.2.3 Toprak Altı Depoları	172
5.3 DEPOLARIN TESİS EDİLMESİ	175
5.4 TS 1446'YA GÖRE LPG DEPOLARI YERLEŞİMİ	176
6. BORU HATTI	178
6.1 BORULAR	178
6.2 BAĞLANTI PARÇALARI	178
6.3 BORU HATTI YAPIMI	179
6.3.1 Sıva Üstüne Yerleştirilmiş Boru Hattı Yapımı	179
6.3.2 Sıva Altı ve Kaplama Altına Yerleştirilmiş Boru Tesisatı Yapımı	180
6.3.3 Merdiven Boşluğunda Boru Hattı	180
6.3.4 Çimentolu Döşeme ve Beton Zemin Altındaki Borular	180
6.3.5 Toprak Altına Yerleştirilen Boru Hattı	180
6.3.5.1 Boru Hattı Koruması	181
6.3.6 Gaz Akışı Olan Boru Hatları Üzerinde Çalışma	181
6.4 KOROZYON KORUMASI	181
6.4.1 Toprak Altına veya Sıva Altına Döşeli Boru Tesisatı	181
6.4.2 Atmosfere Açık Dış Boru Hattı	181
6.4.3 Sıva Üstüne Yerleştirilmiş Olan İç Boru Hattı	181
7. BORU ÇAPI TAYİNİ	182
7.1 BORU ÇAPI HESAPLAMASI	182
7.1.1 Hesap Adımları (Tek Cihaz İçin)	183
7.1.2 Hesap Adımları (Birden Çok Cihaz İçin)	183
7.2 BORU HESABI İÇİN BİR ÖRNEK	184
7.3 ORTA BASINÇLI LPG HATLARININ HESAPLANMASI	185
8. LPG TESİSLERİNİN KONTROLÜ VE DEVREYE ALINMASI	186
8.1 BASINÇ TESTİ	186
8.1.1 Armatür Birleştirmelerinin ve LPG Depo ve Tüplerine Bağlantılarının Kontrolü	187
8.2 LPG TESİSLERİNİN DEVREYE ALINMASI	187
8.3 PERİYODİK KONTROLLER	187
8.4 İŞLETME TALİMATLARI	187
9. PRATİK NOTLAR	188
KAYNAKLAR	190

I. BÖLÜM

DOĞAL GAZ TESİSATI ve BACALAR

1. DOĞAL GAZ

1.1 GİRİŞ

Doğal gazın 1987 yılında Türkiye'ye gelişi ile birlikte ısıtma sektöründe bir kabuk değişimi yaşanmıştır. Doğal gaz sadece yeni bir yakıt değil, aynı zamanda yeni bir teknoloji olarak gelmiştir. Doğal gazın yaşamımızda sosyal ve ekonomik etkileri yadsınamaz. Doğal gaz öncelikle kullanılmaya başlandığı şehirlerde hava kirliliğini önlemiştir. Özellikle Ankara, arkasından Bursa ve İstanbul'un doğal gaz kullanan bölgeleri kış mevsimindeki yoğun hava kirliliğinden kurtulmuştur. Doğal gaz bu güne kadar uygulanan fiyat politikalarının da etkisiyle ucuz bir yakıt olmuştur. Özellikle yüksek verimli cihazların kullanıldığı dönüşümlerden sonra, tüketiciler hissedilir ölçüde düşük yakıt giderleri sayesinde kısa sürede yapılan yatırımları geri kazanmışlardır. Doğal gazın temiz bir yakıt olması, kurum kir pas yaratmaması, kazan dairelerini başka boyutlara getirmiştir. İnsanlar fayans kaplı temiz kazan dairelerini kullanır hale gelmişlerdir. Temizlik ve ekonomikliğin yanında tam otomatik kontrol sayesinde kolay işletmenin keyfi yaşanmıştır. Bir profesyonel işletmeci olmaksızın ısıtma sisteminin bütün bir mevsim kendi kendine çalışması alışılmışın dışında bir konfor oluşturmıştır.

Doğal gaz aynı zamanda büyük bir iş alanı yaratmıştır. Doğal gaz taahhüt işinden, doğal gazlı cihazların üretimi, ithali ve pazarlamasına kadar önemli bir iş alanı doğmuştur. Yeni teknolojiler ve yeni ekipmanlar kullanılmaya başlanmıştır. Enerji ekonomisi daha ön plana çıkmış, insanlar enerji ekonomisi sağlayacak malzeme, cihaz ve ekipman için yatırım yapmaya başlamışlardır. Yapılan bir araştırmaya göre, yurdu muza giren 1 m³ doğal gaz 1 USD milli gelir artışı sağlamaktadır. Bu rakam yıllık milli gelirimizin %3,2'sine karşı gelmektedir. Bu gözardı edilemeyecek önemli bir gerçektir. Türkiye doğal gazın yarattığı imkanları görmüştür. 1995 yılından itibaren talepte büyük bir artış yaşanmıştır. Son yıla kadar da talep arzın üzerinde olmuştur. Özellikle otoprodüktör ve kojenerasyon alanlarında doğal gaz kullanımı giderek artmıştır.

Gaz yakıtın ekonomikliği, temizliği ve kolaylığı anlaşıldıktan sonra, doğal gazın ulaşmadığı bölgelerde LPG için yeni bir pazar oluşmuştur. Son yıllara kadar domestik alanda pişirme ve kullanma sıcak suyu üretiminde ve sınırlı ölçüde sanayiye kullanılan LPG, ısıtma sektöründe yeni bir pazara kavuşmuştur. Dökme LPG kullanımı hızla artmaktadır. Doğal gazın rekabeti ile domestik alanda azalan talebin çok üzerinde ısıtma sektöründe LPG talebi oluşmuştur. Doğal gazın belirli disiplin ve standartlar çerçevesinde kullanılmasına karşılık, merkezi LPG tesisatında bir standart, kural ve otorite boşluğu yaşanmaktadır. Bu alanda katkı

olacağı düşüncesi ile bu kitapta önemli bir hacim, LPG tesisatına ayrılmıştır. Burada esas olarak Alman standartları alınarak Alman LPG tesisat kuralları tercüme edilmiş ve bu kurallar yine Alman literatüründen alınan katkılarla genişletilmiştir. Ayrıca Türkiye'de mevcut uygulama pratiği de mümkün olduğu kadar geniş verilmeye çalışılmıştır.

Bir sonraki bölümde doğal gazın fiziksel ve kimyasal özellikleri geniş olarak anlatılmıştır. Ancak doğal gazın avantajları ve önemli özellikleri, burada kısaca ve toplu olarak verilecektir.

Doğal gaz havadan hafiftir. Bu özelliği tesisatın yapımında ve emniyet sistemlerinin tasarımıyla önemlidir. Doğal gaz zehirli değildir. Sadece diğer yakıtlar gibi yanma ürünleri zehirlidir. Uygun baca sistemleri ile yanma ürünleri dışarı atılırsa herhangi bir doğal gaz zehirlenmesi söz konusu değildir. Bu nedenle bacası olsa bile banyo ve yatak odalarına gazlı cihazlar monte edilmemelidir. Yetersiz baca ve baca tepmesine karşı güvenlik önlemi olmayan cihaz kullanılması halinde, bacadan çekmemesi ile ortama yayılan yanma ürünleri zehirlenmelere yol açabilmektedir.

Doğal gaz hava ile belirli oranlarda (%5 - %15 arası) karışırsa, patlayıcı karışım oluşturur ve herhangi bir kıvılcım ile patlar. Bunun için doğal gaz tesisatı yapımında en önemli konu gaz sızıntısı olmayacak bir sistem üretmektir. Herhangi bir şekilde gaz sızıntısı olursa da bunu algılayan güvenlik sistemleri ve tehlikesizce dışarı atan havalandırma sistemleri temel elemanlardır. Doğal gaz tesisatı bu nedenle standartlar içinde gaz dağıtım şirketinin denetiminde yapılmak zorundadır.

Yine aynı nedenle kazan üzerindeki emniyet elemanlarına büyük önem verilmelidir. Çoğu zaman kullanılmayan ikinci emniyet selonoid valfi, düşük basınç emniyeti gereklidir.

Doğal gaz kullanımında bir başka yangın güvenliği ile ilgili sistem tercihi yüksek bloklar için geçerlidir. Yüksek bloklarda kullanma sıcak suyu merkezi boylerle elde edilmeli, bireysel şofben kullanılmamalıdır. Aynı şekilde mutfakta elektrikli ocak kullanımı ile bina içi doğal gaz tesisatına gerek kalmamalıdır. Bunun yerine doğal gaz sadece kazan dairesine gidecek ve burada merkezi ısıtma ve sıcak su üretiminde kullanılacaktır.

Toplu konutlarda da merkezi kızgın sulu ısıtma sistemi yerine doğal gaz halinde blok bazında sıcak sulu kalorifer sistemi tercih edilmelidir. Doğal gazın her boyutta mükemmel yakılabilme özelliğinden dolayı, kojenerasyon tesisleri dışında, bölgesel ısıtma sistemleri avantajlarını kaybetmektedirler.

Mevcut katı veya sıvı yakıtlı kazanların kullanıldığı ısıtma sistemlerinin doğal gaza dönüştürülmesi söz konusu olduğunda, mevcut kazanın yeni bir doğal gaz kazanı ile değiştirilmesi genellikle daha ekonomiktir.

Her ne kadar ilk yatırım maliyeti olarak dönüşüm daha avantajlı olarak görülse de, modern doğal gaz kazanlarının yüksek sistem verimi dolayısı ile aynı konforu çok daha az yakıtla sağlaması önemli bir yakıt gideri tasarrufuna neden olmaktadır. Değiştirilen kazanların cinsine bağlı olmakla birlikte, genellikle bir veya iki yıl içerisinde yapılan yatırımın kendini amorti ettiği görülmektedir.

Yanma ürünleri içerisinde kükürtoksitler, kurum ve is bulunmamaktadır. Diğer kirleticiler karbonmonoksit ve azotoksitler diğer yakıtlarla mukayese edilmeyecek kadar azdır. Bu nedenle doğal gaz çevre dostu yakıt olarak tanımlanmaktadır.

Doğal gazın içinde su buharı yoktur. Bu nedenle tesisatın yapımında kurutucu etkisi dikkate alınır. Buna karşılık yanma sonunda baca gazları içinde %19 mertebelerinde çok yüksek su buharı bulunur. Bu su buharının yoğunlaşması için kazanda ve bacada önlem alınmalıdır. Dezavantaj olarak görülen baca gazı içindeki bu yüksek su buharı oranı, yoğunlaşmalı kazanlarda avantaja dönüştürülmektedir. Yoğunlaşmalı tip yüksek verimli kazanlar ancak doğal gaz yakıldığında ekonomik olabilmekte ve kullanılmaktadır. Diğer tip yakıtlar için yoğunlaşmalı kazan ekonomik değildir.

Doğal gaz depolanmadan kullanılan bir yakıttır. Bu nedenle bir depoya ve depolama hacmine gerek yoktur. Gerek bu nedenle ve gerekse doğal gazın havadan hafif olması nedeniyle doğal gazı çatıya kolayca taşımak ve kazan dairesini çatıda oluşturmak mümkündür. Çatı kazan dairelerinin avantajlarından pratikte ancak doğal gaz halinde yararlanmak mümkün olabilmektedir.

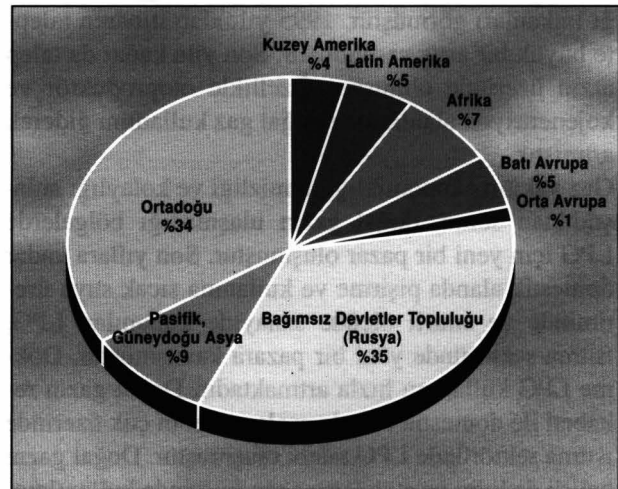
Tüketilen doğal gaz miktarı sayaçla okunduğundan kolayca ve güvenilir bir şekilde faturalandırılabilir. Dolayısı ile tüketilen yakıt miktarı konusunda herhangi bir şüphe ve aldatmacaya yer yoktur. Ayrıca yakıt bedelini tükettikten sonra ödemenin, diğer yakıtlarda olduğu gibi önceden ödeme yapmamanın avantajı vardır. Doğal gazın en önemli avantajlarından biri otomatik kontrole uygun olmasıdır. Tam otomatik kontrollü yanına sayesinde toplam kullanma verimi çok yükselmekte ve çok önemli boyutlarda yakıt tasarrufu yapılmaktadır.

Yanma ürünleri içinde asit korozyonuna yol açan kükürtoksitlerin olmaması nedeniyle, baca gazı sıcaklıklarını düşürmek ve baca ısı kayıplarını azaltmak mümkün olmaktadır. Bu nedenle doğal gaz kazanları diğer tip yakıt yakan kazanlardan daha yüksek ısı verimlerine sahiptirler. Doğal gaz yakılmasının en büyük avantajlarından birisi atmosferik tip brülörlerin kullanılabilme imkanıdır. Bu tip brülörler gazın kendi basıncı ve doğal çekişle çalıştıklarından hiçbir mekanik (hareketli) aksam taşımamaktadırlar. Bunun için uzun ömürlü, servis gereksinimi minimum ve sessiz bir yakma sistemi oluşturmak mümkün olabilmektedir. Bu prensiple çalışan 1 MW kapasitelere kadar kazanlar bulunmaktadır. Bunlarla her büyüklükte konut ısıtması sistemi çözülebilir.

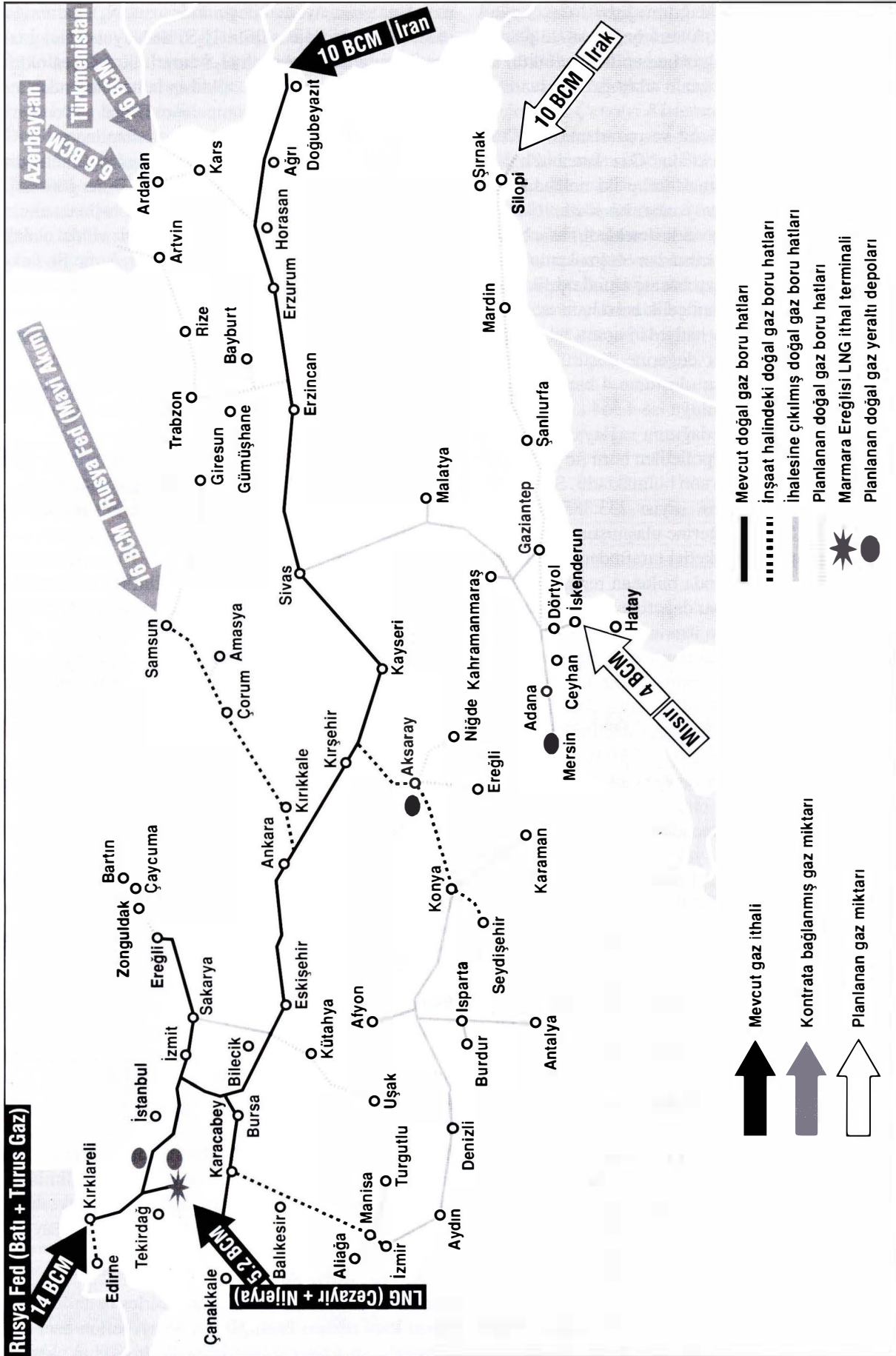
1.2 DOĞAL GAZIN TANIMI

Organik teoriye göre, diğer fosil yakacaklar gibi doğal gaz da milyonlarca yıl önce yaşamış bitki ve hayvan artıklarından oluşmuştur. Yeryüzü kabukları arasına gömülen bu artıklar, basınç ve sıcaklık etkisiyle, kimyasal değişikliklere uğrayarak doğal gazı meydana getirmiştir. Genelde doğal gazı sıradağ yamaçlarında, petrol yatakları ile birlikte veya serbest olarak rastlanılmaktadır. Bugün üretilen doğal gazın %40 kadarı petrol ile aynı yatlardan, %60 kadarı ise petrolün olmadığı yatlardan sağlanmaktadır.

Dünyada bilinen doğal gaz rezervleri 100 trilyon m³ mertebesinde olup, geleceğe yönelik olarak yapılan tahminlerde bu rezervin en az 70 yıl yeterli olduğu hesaplanmaktadır. Doğal gaz rezervlerinin dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. En büyük rezerv %35 ile eski Sovyetler Birliği topraklarında bulunmaktadır. Bunu %34 payla Ortadoğu takip etmektedir. Geri kalan rezerv dünyanın farklı bölgelerinde çok daha küçük oranlarda dağılmıştır. Türkiye'de tüketime sunulan yıllık doğal gaz miktarı bugün için 16 milyar m³ mertebesinde olup, bu kapasitenin yapımı süren hatlarla ve imzalanan anlaşmalarla 2005 yılında 40 milyar m³, 2010 yılında 55 milyar m³ mertebesine ulaşması beklenmektedir. Özellikle evsel kullanımda doğal gazın kesilmesi riski yoktur. Gazın büyük bir kısmı sanayide kullanılmaktadır ve gaz dağıtım firmaları sanayideki aboneleri ile özel bir sözleşme yaparak olası bir gaz arzı sıkıntısında sanayiye verdiği gaz miktarını azaltıp bunu konutlara vermektedir. Böyle bir durum, bugün için çok uzak bir ihtimaldir, çünkü ülkemizde gaz arzı talepten fazladır. Türkiye'de de sınırlı miktarda doğal gaz çıkmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Türkiye doğal gazı esas olarak Rusya ve İran'dan boru hatlarıyla, Cezayir ve Nijeryadan sıvılaştırılmış (LNG) olarak deniz yoluyla satın almaktadır. Ayrıca Azerbaycan ve Türkmenistan ile doğal gaz temini için anlaşmalar yapılmıştır.



Şekil 1. DOĞAL GAZ REZERVİNİN DÜNYADAKİ DAĞILIMI



Şekil 2. DOĞAL GAZ BORU HATTI SİSTEMİ

Doğal gazın Türkiye'deki dağılımı Şekil 2'deki haritada görülmektedir. Mevcut, karara bağlanan ve planlanan boru hatlarıyla doğal gaz hemen hemen bütün ülkeye yayılacaktır. Halen gazın ulaştığı 10 civarında şehrimiz bulunmaktadır.

İstanbul'da doğal gaz dağıtımı ve pazarlaması İGDAŞ tarafından gerçekleştirilmektedir. Gaz İstanbul'a Küçükçekmece ve Pendik olmak üzere iki noktadan girmektedir. Ana regülatör istasyonları buradadır. Gaz basıncı burada 20 bar değerine indirilmektedir. İstanbul'da doğal gaz dağıtım hattı üç kısımdan oluşmaktadır.

Ana dağıtım şebekesi 20 bar basınç altında çelik borulardan oluşmaktadır. Toplam çelik boru hattı uzunluğu 733 km'ye ulaşmıştır. Bu hatlardan sonra basınç 391 bölge regülatöründe 4 bar değerine düşürülmektedir. İkinci ve esas büyük kısmı oluşturan 4 bar basınçtaki polietilen tali hatların uzunluğu ise 4.354 km uzunluğa ulaşmıştır. Sokak bazında dağıtımı sağlayan bu hatlardan binalara bağlantı yine polietilen boru ile yapılmakta ve bina servis kutusu ile son bulmaktadır. Servis hattı adı verilen bu boruların sayısı 233.385 adete ve uzunluğu da 1.155 km değerine ulaşmıştır. Bina servis kutusundan itibaren hat tüketici tarafından gerçekleştirilmektedir. Servis kutusunda bulunan regülatörde basınç 22 mbar veya 300 mbar değerine düşürülmektedir. 300.000 kcal/h kapasitenin üzerinde konutlarda ısıtma amaçlı kazan dairesi bağlantılarında ve sanayi bağlantılarında 300 mbar kullanılabilir. Diğer bağlantılar ise 22 mbar ile olmaktadır. Mayıs 2003 itibarıyla İstanbul'daki sistem en büyük gaz dağıtım sistemidir. Bireysel ısıtma sistemleri için 1.187.748 abone, merkezi ısıtma için 425.234 abone ve ticari yapılarındaki sistemler için 345.143 abone olmak üzere 1.958.134 abone kayıtlıdır. Abone olan merkezi ısıtma yapı miktarı 21.808 adettir. İstanbul'u yaklaşık yarısı kapasiteyle Ankara takip etmektedir. İstanbul'da gaz kullanım miktarı konutlarda 1.028.759.550 m³ ve sanayide 293.446.279 m³ olmak üzere toplam 1.322.205.829 m³ değerindedir. Türkiye'de şehirlerde kullanılan doğal gaz miktarı 2002 sonu itibarıyla 2.287.469.031 m³ değerindedir. Halen doğal gaz kullanan şehirler Ankara, İstanbul, Bursa, İzmit, Eskişehir olarak sayılabilir. 2005 yılında doğal gaz kullanan şehirlerin sayısının 36'ya ulaşması planlanmaktadır. İlk etapta doğal gaza geçecek şehirler Adapazarı, Balıkesir, Bilecik, Çorum, Erzincan, Erzurum, İzmir, Kayseri, Kırıkkale, Konya, Manisa, Samsun ve Sivas'tır. Doğal gazın kullanıma sunulduğu şehirlerde dağıtım hattı basınçları ve regülatör çıkış basınçları kendine özgüdür. Bu şehirlerin dağıtım şirketleri dağıtım hatlarını ve basınçlarını kendi ihtiyaçları doğrultusunda belirlemektedir.

1.3 DOĞAL GAZIN ÖZELLİKLERİ

Doğal gaz esas olarak metan (CH₄) ve daha az oranda etan (C₂H₆) ve propan (C₃H₈) gibi hidrokarbonlardan

meydana gelir. Ayrıca bileşiminde azot (N₂), karbondioksit (CO₂), hidrojen sülfür (H₂S) ile helyum (He) gazları da bulunabilir. Ancak H₂S zararlı bir bileşen olduğundan, doğal gaz üretim noktasında bu bileşenden temizlenerek boru hattına pompalanır. Doğal gaz renksiz ve kokusuz bir gazdır. Türkiye'de kullanılan ve Sovyetler Birliği'nden ithal edilen doğal gazın garanti edilen fiili bileşimi Tablo 3'de verilmiştir. Buna göre kullanılan gaz hemen tamamen metandan oluşmaktadır.

Doğal gazın evsel kullanım ve merkezi ısıtma olmak üzere konutlarda iki farklı kullanım alanı vardır. Bu farklı alanlardaki alternatif yakıtlar da farklıdır. Evsel kullanımda alternatifler hava gazı, LPG; ısıtmada ise kömür ve fuel oil'dir. Doğal gazın özellikleri, alternatif yakıtlarla karşılaştırılmalı olarak Tablo 4 ve 5'de verilmiştir.

Evsel kullanımdaki diğer gazlarla doğal gazın karşılaştırılmalı bazı özellikleri Tablo 4'de verilmiştir. Buna göre;

Doğal Gaz Ekonomiktir.

Doğal gaz özellikle yoğunmalı kazan (veya duvar tipi yoğunmalı kazan) ile kullanıldığında kömür ve fuel oil'e göre çok daha ekonomik ısıtma imkanı sağlar. Kazan verimlerindeki artışlar dikkate alındığında doğal gazın diğer yakıtlara göre en az %10 mertebesinde yakıt ekonomisi sağladığı söylenebilir. İlave olarak temizlik, depolama, yakıt hazırlama ve kül atma maliyetleri gözönüne alınırsa, doğal gaz yakılmasının işletme maliyetlerinde önemli kazançlar sağladığı söylenebilir. Yapılan bir çalışmaya göre doğal gaz yakılması halinde sadece işletme giderlerinde fuel oil'e oranla yıllık tüketiminin %1'i mertebesinde bir tasarruf sağlanmaktadır. Kömür olması halinde bu kazanç çok daha yüksek olacaktır. Doğal gaz kazanları yatırım maliyeti olarak da avantajlıdır.

Doğal Gaz Temiz Bir Yakıttır.

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

Doğal Gaz Havadan Hafiftir.

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

Doğal Gaz Kuru Bir Gazdır.

İçinde su buharı bulunmaz. Vidalı birleşmelerde doğal gazın kuru olması özelliğinden dolayı teflon özel sızdırmazlık malzemesi kullanılmalıdır. Ancak yanma

ürünü baca gazları içinde su buharı oranı bütün yakıtlardan daha yüksektir (yaklaşık %19 mertebesinde). Bu nedenle bacalar izolasyonlu olmalı ve baca içerisine paslanmaz çelik baca borusu yapılmalıdır.

Doğal Gaz Zehirsizdir.

Doğal gazın en önemli özelliklerinden birisi zehirsiz olmasıdır. Doğal gazın solunması halinde zehirleyici ve öldürücü etkisi yoktur. Ancak ortamda çok fazla birikmiş teneffüs edilecek oksijen azaldığından dolayı boğulma tehlikesi vardır. Yanma ürünü gazlar ortama yayılırsa, diğer yakıtlarda olduğu gibi içerisindeki CO nedeniyle zehirlenme yapılabilir. Banyo ve yatak odalarına gazlı cihaz tesisi yasaktır. Cihazlar havalandırılan mutfak, kapalı balkon, koridor gibi mahallere yerleştirilebilir.

Kokusuz Bir Gazdır.

Şehirde dağıtım yapılmadan önce içine özel olarak kokulu verici katılmaktadır. Böylece ortamda gazın varlığını hissetmek mümkün olmaktadır.

Doğal Gaz Çevreyi Kirliletmeyen Bir Yakıttır.

Çevreyi kirlileten üç ana faktör doğal gaz dumanı içerisinde bulunmamaktadır. Bunlardan birincisi kükürt oksitleridir. Bu madde duman gazındaki ve havadaki nemle, sülfirik aside dönüşür. Böylece hem kazan borularını, hem de asit yağmurları ile çevreyi aşındırır ve tahrip eder. Ayrıca solunması halinde insanlar için zehirleyici etkisi vardır. İkincisi is ve uçan kül parçacıklarıdır. Özellikle kömür yakılması halinde çevreye yayılan bu katı parçacıklar temizlik ve insan sağlığı açısından son

	Garanti edilen	Fiili
Metan (CH ₄)	min. %85	%98,68
Etan (C ₂ H ₆)	maks. %7	%0,211
Propan (C ₃ H ₈)	maks. %3	%0,043
Bütan (C ₄ H ₁₀)	maks. %2	%0,017
Diğer Hidrokarbonlar (C _m H _n)	maks. %1	%0,033
Karbondioksit (CO ₂)	maks. %3	%0,035
Oksijen (O ₂)	maks. %0,02	-
Azot (N ₂)	maks. %5	%0,829
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	maks. 5,1 mg/m ³	-
Toplam kükürt (S)	maks. 102 mg/m ³	-
Üst ısısal değer	Maks. [MJ/m ³ (kcal/m ³)] Ortalama [MJ/m ³ (kcal/m ³)] Min. [MJ/m ³ (kcal/m ³)]	39,02 (9.335) 37,62 (9.000) 36,57 (8.750)
		37,41 (8.950) -

Not: m³, 15°C sıcaklık, 1,01325 bar basınçtaki gazın hacmine karşı gelir.

Tablo 3. RUSYA'DAN İTHAL EDİLEN DOĞAL GAZIN GARANTİ EDİLEN ÖZELLİKLERİ

	Hava gazı	Tüp gaz (LPG)	Doğal gaz
Yoğunluk (kg/m ³)	0,56	2,59	0,76
Isıl değer [MJ/m ³ (kcal/m ³)]	19,45 (4.650)	114,72 (27.445)	35,86 (8.580)
Zehirlilik	Zehirli	Zehirli	Zehirsiz
Patlama aralığı (%)	5 - 30	1,5 - 9	5 - 15
Yanma hızı (m/s)	1	0,48	0,43

Tablo 4. DOĞAL GAZIN EVSEL KULLANIMDA DİĞER GAZLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

	Kömür	Fuel oil	Doğal gaz
Karbon oranı (%)	77,4	84,58	73,98
Hidrojen oranı (%)	1,4	10,90	24,57
Kükürt oranı (%)	1,0	4,00	-
Kül oranı (%)	8,0	-	-
Nem oranı (%)	7,0	-	-
Isıl değeri [kJ/kg (kcal/kg)]	29.600 (7.080)	39.220 (9.380)	49.085 (11.780)
Baca gazındaki buhar oranı (%)	1,8	8,1	16,9
Baca gazındaki SO ₂ oranı (ppm)	1,644	5,5	-
Baca gazı su çığ noktası (°C)	35	49	56
Ocak yükü (KJ/m ³ h)	0,4 - 1,2 . 10 ⁶	1,2 - 3,1 . 10 ⁶	1,6 - 4 . 10 ⁶
Ocak sıcaklığı yaklaşık (°C)	900	1200	1500
Teorik özgül hava miktarı	6,3 Nm ³ /kg	10,4 Nm ³ /kg	9,3 Nm ³ /m ³
Gerçek özgül hava miktarı	10,1 Nm ³ /kg	13,0 Nm ³ /kg	10,3 Nm ³ /m ³
Teorik özgül duman miktarı	6,7 Nm ³ /kg	10,8 Nm ³ /kg	10,7 Nm ³ /m ³
Gerçek özgül duman miktarı	10,5 Nm ³ /kg	13,4 Nm ³ /kg	11,6 Nm ³ /m ³
Hava fazlalığı	1,4 - 2,0	1,2 - 1,3	1,05 - 1,1
Alev ışınım katsayısı	0,55 - 9,8	0,45 - 0,8	0,3 - 0,5

Tablo 5. DOĞAL GAZIN ISITMADA KULLANIMDA DİĞER YAKITLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

derece zararlıdır. Ayrıca kazan yüzeylerini kaplayarak verimi ve ısı kapasiteyi düşürürler. Üçüncü faktör ise yanmamış gazlardır. Bunlar içinde özellikle karbonmonoksit belirli dozlara ulaştığında öldürücü etkisi olan son derece zararlı bir maddedir. Her üç zararlı da doğal gaz yanma ürünlerinde bulunmamaktadır. Sera etkisi olan karbondioksit emisyonu da diğer yakıtlara göre düşüktür. Yanma ürünleri içinde bulunan ve çevreye zarar veren bir başka bileşen de azotoksitlerdir (NO_x). Azotoksitler fiziksel rahatsızlıklara, gözlerde yanmaya ve yüksek dozda bulunduğu boğulma hissine neden olur. Yanma ürünleri içinde NO_x oluşumunun ana nedenlerinden biri yanma sıcaklığının yüksek olmasıdır. Doğal gaz ocak sıcaklıkları yüksek olup, NO_x emisyonu da, eğer önlem alınmazsa, diğer yakıtlara göre daha az olmakla birlikte yine de önemli mertebededir. Azotoksit emisyonlarının azaltılması için kazanlarda özel önlem alınması gerekir. Düşük azotoksit (Low NO_x) emisyon değerlerine sahip doğal gazlı cihazlar üstün cihazlardır ve doğal gazlı cihazlarda bu özellik aranmalıdır.

Doğal Gazın Yakılması İçin Ön Hazırlama ve Depolama Gerekmez.

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

Doğal Gaz Patlayıcıdır.

Doğal gazın en önemli tehlikesi diğer gaz yakıtlarda da olduğu gibi belirli oranlarda hava ile karışması halinde patlayıcı olmasıdır. Havadaki doğal gaz çok az veya çok fazla ise herhangi bir patlama olmaz Ancak Tablo 4'de görüldüğü gibi %5-15 aralığında bir karışım söz konusu olduğunda tehlike vardır. Bu nedenle gaz sızıntılarının olmaması, olacak kaçakların hemen belirlenmesi ve gaz sızabilecek yerlerin iyi havalandırılmış olması emniyet açısından çok önemlidir.

Doğal Gazın Isıl Değeri.

Doğal gazın ısı değeri hava gazına göre daha fazla, tüp gaza göre daha düşüktür. Bu sebeple hava gazından doğal gaza dönüşen ocaklarda yemekler daha çabuk pişebilecektir. Isıtma amacı ile kullanımda doğal gaz, fuel oil ve kömür özelliklerinin karşılaştırması Tablo 5'de verilmiştir.

Otomatik Kontrole Uygunudur.

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

Doğal Gaz Kazanları Yüksek Verimlidir.

Doğal gazlı kazanlarda ısı verim de yüksektir. Bir kazanın ısı veriminin yüksek olması, kazanı terk eden duman gazlarının sıcaklığının düşük olmasına bağlıdır. Fuel oil veya kömür yakılması halinde, daha önce sözü edilen, kükürt oksitlere bağlı asit korozyonu nedeniyle duman sıcaklıklarını fazla düşürülmez. Halbuki doğal gazda böyle bir sorun olmadığından daha verimli kazanlar yapmak mümkündür. Nitekim doğal gazlı Buderus döküm kazanlarda ısı verim %93-96 gibi çok yüksek değerlere çıkabilmektedir.

1.4 DOĞAL GAZIN YANMA ÖZELLİKLERİ

Doğal gaz kömür ve fuel oille karşılaştırıldığında yanma özellikleri açısından mükemmel bir yakıttır.

Doğal Gaz Isıl Değeri Yüksek Bir Gazdır.

Doğal gazın birim kütle başına ısı değeri diğerlerinden daha yüksektir. Dolayısı ile herhangi bir dönüşüm işleminde, kazanlarda doğal gaza geçiş nedeniyle bir kapasite düşmesi söz konusu değildir.

Ocak Yükü Fazla Olup Gerekli Ocak Hacmi Küçüktür.

Alev boyu fuel oille göre daha kısadır. Yanmayı tamamlamak için gereken zaman 0,4 - 0,6 s mertebesinde olup kısadır. Bu nedenle ocak hacmi küçük kazanlar yapılabilir.

Ocak Sıcaklığı Yüksektir.

Gerek ocak yükünün fazla olması, gerekse alevde is ve katı tanecik radyasyonunun olmayışı nedeniyle alev radyasyon kabiliyetinin az olmasından dolayı, ocak sıcaklığı yüksektir. Doğal gaz ısı radyasyonu olmadığı için mavi renklidir. Bu alevden ocağı çevreleyen soğutucu cıdarlara geçen ısı nispeten azdır. Daha az soğutmaya bağlı olarak da ocak sıcaklıkları daha yüksektir. 1.500°C mertebelerine ulaşabilen ocak sıcaklıkları nedeniyle kazan konstrüksiyonunda bazı önlemler alınmalıdır.

Doğal Gazlı Kazanlarda Asıl Isı Geçiş Konveksiyonla Olur.

Yanma sonucu yanma ürünü sıcak duman gazlarına geçen yakıt ısı, büyük ölçüde ocak dışında kalan konveksiyon yüzeylerinde suya geçer. Bu nedenle doğal gaz kazanlarında konveksiyon yüzeyleri iyi dizayn edilmelidir.

Duman Gazları İçinde Su Buharı Oranı Yüksektir.

Yakıt içinde su bulunmasa da, hidrojen yanması sonucu duman gazı içinde yüksek oranda su buharı bulunur. Bu su buharının yoğunlaşması nedeniyle hem çelik yüzeylerde korozyon, hem de bacada ve komşu duvarlarda kirlilik ve rutubet oluşur. Yoğunlaşmanın önlenmesi için kazan ve baca konstrüksiyonunda gerekli önlemler alınmalıdır.

Gerekli Hava Fazlalığı Düşüktür.

Doğal gaz iyi bir yakıt olduğundan, tam yanma için gerekli fazla hava değeri düşüktür. Yanma için gerekli hava miktarı ve yanma sonucu oluşan duman miktarı diğer yakıtlara göre çok önemli bir farklılık göstermez.

2. DOĞAL GAZ TÜKETİM CİHAZLARI

2.1 DOĞAL GAZ SICAK SU KAZANLARI

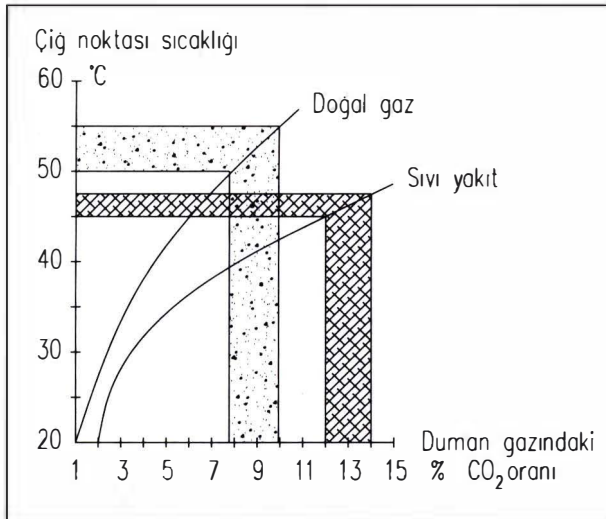
Günümüzde ısıtma amacı ile kullanılan doğal gazlı sıcak su kazanlarını üçe ayırmak mümkündür:

a. Standart Kazanlar

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

b. Düşük Sıcaklık Kazanları

Sıcak su kazanlarında yanma ürünü gazları içindeki su buharı, çığ noktası sıcaklığı altında yoğunlaşır ve oluşan kondensin pH değeri doğal gazda 3,5 - 4,5 arasında, sıvı yakıtta ise 2,5'a kadar değerler alır. Bilindiği gibi pH değerinin 7 ile 3 arasındaki değerleri asitlere karşı gelir. Bu değer küçüldükçe asitlik derecesi artar. Kazanlarda duman gazları, çığ sıcaklığı altındaki yüzeylerle temas etmemeli veya duman gazı sıcaklığı bu değerin altına inmemelidir. Aksi takdirde oluşan kondensin korozyon tehlikesi vardır. Şekil 6'da yakıt cinsine



Şekil 6. ÇİĞ NOKTASI SICAKLIĞININ DUMAN GAZI İÇİNDEKİ CO₂ ORANINA GÖRE DEĞİŞİMİ

bağlı olarak çığ noktası sıcaklık değerleri verilmiştir. Doğal gazda çığ noktası sıcaklığı daha yüksektir. Dolayısı ile standart kazanlarda su sıcaklıklarını ve yüzey sıcaklıklarını 55 °C altına indirmek mümkün değildir. Ancak hava fazlalık katsayısını artırarak (yani CO₂ değerini azaltarak) biraz daha düşük su sıcaklıklarına inilebilir. Bu da baca kaybını artıracığı için yararsızdır. Halbuki su sıcaklığı ne kadar düşük olursa ve duman gazları ne kadar fazla soğutulabilirse, kazan verimi aynı oranda yükselecektir. Modern kazanlarda amaç kazan su (gidiş) sıcaklığını ve buna bağlı olarak da dönüş sıcaklığını düşürmek ve kazan verimini yükseltmek, buna karşın kazanda yoğunlaşma olmamasını sağlamaktır. Bunu yaparken hava fazlalık katsayıları optimum değerde tutulmaya devam edilecektir. Düşük su sıcaklıklarında zarar görmeden çalışabilen modern kazanlara Düşük Sıcaklık Kazanı (DSK) adı verilmektedir. Düşük sıcaklık kazanlarında bu, kazan konstrüksiyonunda alınan önlemlerle gerçekleştirilmektedir.

Düşük Sıcaklık Kazanlarında Aranılan Özellikler

- Düşük baca gazı sıcaklığı,
- Düşük su sıcaklıklarıyla çalışabilme,
- Yanma veriminin yüksek olması,
- Düşük emisyon değerleri,
- Ömür boyu yüksek verimdir.

Yani kazan yüksek verim özelliğini sürekli korumalı, zamanla performansı düşmemelidir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için düşük sıcaklık kazanlarında yapısal olarak pek çok iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Bu gelişmelerin içinde en önemlisi thermostream teknolojisi. Bu kazanlarda norm kullanma verimleri %95-96 değerlerine kadar yükselebilmektedir.

c. Kendinden Yoğuşmalı Kazanlar

Bu kazanlarda daha yüksek verimler, daha küçük boyutlarda elde edilmektedir. Yakıt tüketimi azaltılırken, montaj için daha küçük alanlar yeterli olmaktadır. Kendinden yoğuşmalı tip kazanlarda baca gazları içindeki su buharının yoğunlaştırılması ile buharın yoğunlaşma enerjisinden çok yüksek oranda yararlanmak mümkün olabilmektedir. Bu kazanlarda tasarımın ana gayesi yoğunlaşma yaratmaktır. Diğer kazanlarda kullanılamayan duman gazı içindeki yoğunlaşma enerjisinin, fazladan kullanılmasıyla bu kazanlarda alt ısı değere göre tanımlanan ısı verim %100 değerinin üzerine çıkabilmektedir. Bunun için duman gazı ile temas eden yüzeylerin sıcaklıklarının 55 °C altına indirilmesi gerekir. Dönüş suyu sıcaklıkları ne kadar düşük olursa, duman aynı oranda soğutulabilir ve yoğunlaşma aynı oranda yüksek olur. Bu kazan verimlerinin yükselmesi anlamına gelir. Pratik olarak en düşük dönüş suyu sıcaklıklarına döşmeden ısıtma sistemlerinde inilebilmektedir. Bu tip uygulamalarda %109'a varan değerlerde norm ısı kullanma verimlerine pratikte ulaşılabilir.

Kendinden yoğuşmalı kazanlarda yüzeylerde yoğunlaşan suyun yarattığı korozyon etkisine karşı özel malzeme

kullanmak gerekmektedir. Duvar tipi yoğuşmalı cihazlar, asidik yoğuşma suyundan etkilenmeyecek özel malzemenin imal edilmiş yanma odasına sahip olmalıdır. Özel magnezyum-alüminyum-silisyum alaşım veya paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiş cihazların ekonomik ömürleri son derece uzundur. Döşeme tipi orta ve büyük kapasitede gaz yakıtlı yoğuşmalı kazanlarda yanma odası ve yoğuşmalı ısı geçiş yüzeyleri paslanmaz çeliktir. Yoğuşma doğrudan kazan içindeki ısıtıcı yüzeylerde meydana gelmektedir. Bu nedenle yüzeyler korozyona dayanıklı paslanmaz çelikten oluşturulmuştur.

Standart Kazanlarda Üç Yollu Vana ve Şönt Pompa Gereksinimi

Doğal gazın yanması ile baca gazında yüksek oranda su buharı oluşur. Eğer standart tip kazanda dönüş suyu sıcaklığı 55°C'nin altındaysa bu su buharı tekrar yoğuşarak su haline dönüşür. Yoğuşan su asidiktir ve kazan gövde malzemesine zarar verir. Yoğuşmasız tip standart kazanlar önlem alınmazsa bu nedenle 1-2 yıl içinde delinmekte ve kullanılmaz hale gelmektedir. Standart tip kazanlarda yoğuşmayı önleyici tedbirler dizayn esnasında düşünülmeli ve kazan dönüş suyu sıcaklığı etkili bir şekilde kontrol altına alınmalıdır. Bu amaçla da tesisata üç yollu vana ve şönt pompa konularak dönüş suyu sıcaklık kontrolü sağlanmalıdır. Dönüş suyu sıcaklık kontrolü sağlanmadığı takdirde kazanlar kısa sürede kullanılmaz hale gelmektedirler.

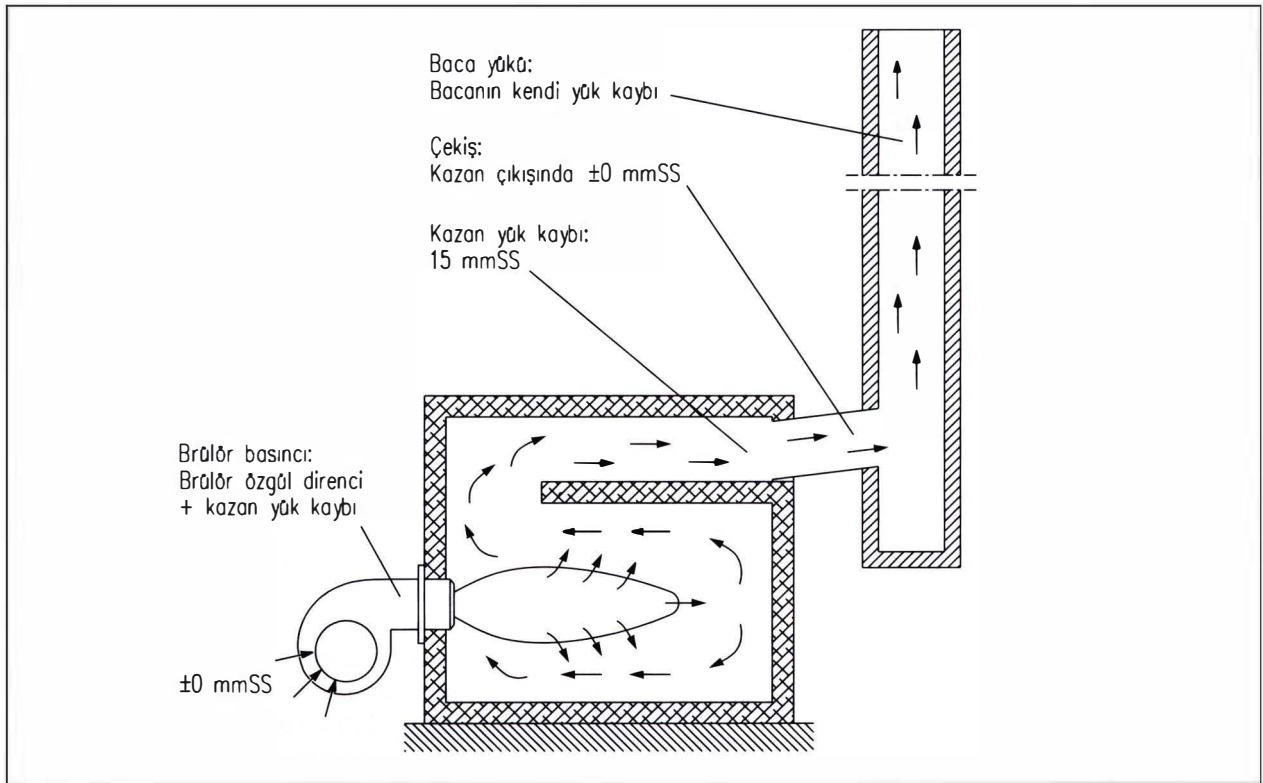
Düşük sıcaklık kazanlarında ise, şönt pompa kullanmaya gerek yoktur. Kazana dönen su, kazanın özel

yapısı sayesinde soğuk suyun sıcak yüzeylerle temas etmeyeceği şekilde kazan içerisinde dolaştırılır. Kazan içerisindeki suyun dolaşımı doğal akış ile sağlanır. Buderus Ecostream kazanlarında özel konstrüksiyonu ile kazan içinde yoğuşma olmayacağını garanti eder ve bunu garanti şartlarının içine alır.

Bu sayede kazana dönüş suyu sıcaklığı çok düşük olabilir (örneğin 90°C sıcak su çıkışı, 20°C dönüş suyu sıcaklığı olabilir). Kazana dönüş suyu debisi için limit değeri yoktur. Yani ısıtma devresi 3 yollu vanaların bypass devreleri açıldığında kazana dönen su miktarı sıfır debide olabilir.

2.1.1 Üflemlili Brülörlü Döküm Kazanlar

Doğal gaz yakan üflemlili brülörlü kazanlarda ısıtma yüzeyleriyle çevrili kapalı bir yanma odası bulunur. Bu tip kazanlarda yanma için gerekli hava tamamen cebri olarak brülör fanı ile temin edilir. Yanma ürünü sıcak duman gazlarının kazanda hareketi yüksek basınçlı brülör fanının üflemesi ve baca çekişinin ortak etkisiyle gerçekleşir (Şekil 7). Yanma odasında ve konveksiyon yüzeylerinde artı basınç hüküm sürer. Dolayısıyla bu tip kazanlar dışarıya karşı tamamen sızdırmaz yapılmalıdır. Ayrıca kullanılabilecek basınç düşümü fazla olduğu için duman geçiş kesitleri dar tutularak akış hızlandırılabilir ve buna bağlı olarak konveksiyonla ısı geçişi artırılabilir. Dolayısıyla bu tip kazanlar aynı kapasitede daha küçük ve daha ucuzdur. Ancak yüksek basınçlı fan dolayısı ile ses için önlem



Şekil 7. YÜKSEK BASINÇLI BRÜLÖRLÜ KAZAN BASINÇ DAĞILIMI PRENSİP ŞEMASI

alınmasını gerektirir. Bu tip kazanların düşük alev başlangıçlı brülörler veya iki kademeli brülörler ile donatılması gereklidir. Daha büyük kapasitelerde en iyisi oransal brülör kullanılmasıdır.

Döküm kazanların, döküm işlemi sırasında oluşan silisyum içeren yüzeylerinin, korozyona özel bir direnci vardır. Bu nedenle döküm kazanlarda su sıcaklıklarını daha fazla düşürmek mümkündür. Yine bu nedenle döküm kazan ömürleri çok fazladır. Üflemeli döküm doğal gaz kazanlarının çalışma aralığı çok geniştir. Kat kaloriferi olarak kullanılabilir 15.000 kcal/h kapasiteden 1.000.000 kcal/h kapasiteye kadar döküm kazanlar üretilmektedir.

Döküm kazanlar genellikle dilimler halinde üretilir ve bu dilimler küçük kazanlarda fabrikada ve büyük kazanlarda yerinde monte edilerek kullanıma hazır hale getirilirler. Kazanların dilimli olmasının önemli avantajları mevcuttur. Birincisi inşaat sırasında kazan dairesine sokulması gereği ortadan kalkar. Dilimli döküm kazanlar istenildiği zaman dilimler halinde kazan dairesine sokulabilir veya çıkartılabilir. İkincisi herhangi bir kapasite arttırımı, basitçe dilim ilavesiyle gerçekleştirilebilir.

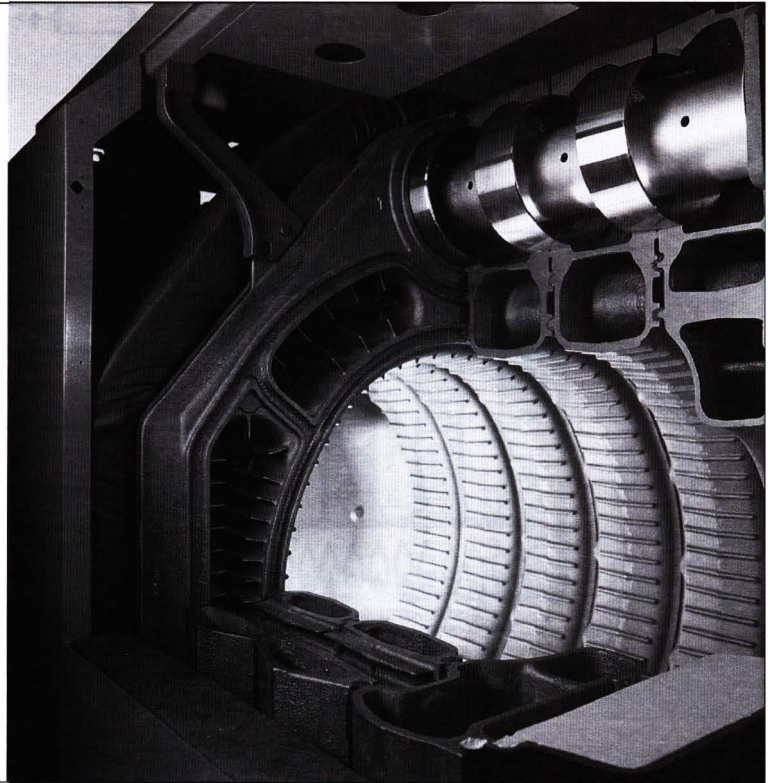
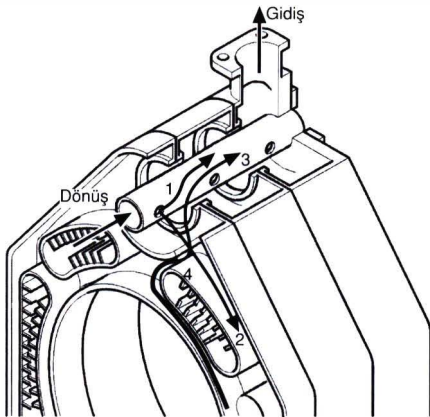
Döküm kazanların konveksiyon yüzeylerinde çeşitli formlarda kanat ve çıkıntılar oluşturulur. Bu genişletilmiş yüzeyler sayesinde ısı geçiş katsayısı çok yüksektir. Dolayısı ile az miktarda yüzeyden çok fazla ısı geçişi gerçekleştirilebilir. Bu nedenle döküm kazanlar aynı kapasitedeki çelik kazanlara göre daha az yer kaplarlar, daha küçüktürler. Bu kanatlı yüzeyler, aynı

zamanda, ısıtma yüzeylerinde sıcak noktalar oluşturarak yoğunlaşmayı önlerler.

Şönt pompa gereksinimini ortadan kaldıran ve sistemden kazana suyun düşük sıcaklıklarda dönmeye izin veren yeni Buderus Ecostream döküm kazan tipi çalışma prensibi Şekil 8'de verilmiştir. Bu kazanda iç içe oluşturulan iki su gömleği mevcuttur. İçteki gömlekten (ocakla temasta) su yukarı doğru yükselirken dıştaki gömlekten bunun yerini almak üzere su aşağıya iner (Termosifon prensibi). Dolayısı ile kazana giren soğuk su, önce ocaktan ısınmış olarak gelen sıcak su ile karışır. Belirli oranda ısındıktan sonra göreceli olarak soğuk duman gazları ile temastaki yüzeylerden aşağı inerken biraz daha ısınmakta ve ısınmış su ocak yüzeyleri ile temas ederek yukarı yükselmektedir. Bu sırada su kazan içinde en yüksek sıcaklığa erişmektedir. Böylece bir yandan kazana giren soğuk su ocaktan yükselen en sıcak su ile karışarak ısınmakta ve böylece kondensasyon önlenmekte; diğer yandan ise bu su dumanla temastaki yüzeylerde daha da ısınarak ocak yüzeylerine ulaşmakta ve böylece termal şok önlenmektedir. Bu sayede bu kazanlarda sistemden dönerek kazana giren su sıcaklığı 15°C olabilmektedir. Bu sıcaklık kazanda hiçbir sakınca yaratmamaktadır. Özetlenecek olursa,

- Soğuk geri dönüş suyu çok sıcak ocak yüzeyleri ile temas etmemektedir.
- Kazanda sıcaklık dıştan içe doğru kabuklar halinde simetrik olarak giderek artmaktadır. Böylece ısıl gerilmeler ortadan kalkmaktadır.

- 1- Soğuk dönüş suyunun kısmi akımı, gidiş yönündeki
- 2- Soğuk dönüş suyunun kısmi akımı, kazan diliminin dış bölgesine doğru
- 3- Sıcak kazan suyunun kısmi akımı, gidiş yönündeki
- 4- Sıcak kazan suyunun kısmi akımı, kazan diliminin içine doğru



Şekil 8. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ BUDERUS ECOSTREAM DÖKÜM KAZANI ÇALIŞMA PRENSİBİ

- Dıştaki ısı kaybeden yüzeyler kazandaki en soğuk yüzeyler olduğundan dış cidar kayıpları en aza inmektedir.

460 kW'a kadar tek Thermostream kazanlı normal su hacimli yeni tesislerde sadece,

- Sisteme giden su sıcaklığı (3 yollu vana veya değişken devirli pompa ile)
- Kazan suyu sıcaklığı (kontrol paneli ile) kontrol edilir.

Şekil 9'da sistem şeması verilmiştir.

Ecostream Üflemlü Brülörlü Döküm Kazanın Avantajları

- Minimum su debisi sınırlaması yoktur.
- Minimum su geri dönüş sıcaklığı sınırlaması yoktur.
- Minimum brülör kademe gücü sınırlaması yoktur.
- 3 geçişli bir kazandır. Duman gazları ocakta arkaya giderler , sonra çevredeki duman kanalları ile duman geriye döner ve öne gelir. Burada tekrar geri döner , ayrı duman kanalları ile kazan arkasına ulaşır ve buradan iyice soğutulmuş olarak kazanı terkederler. Ocak radyasyon tipi (kendi içinde gazların geri döndüğü tip) olmadığından ocak sıcaklığı düşüktür ve NO_x emisyonları düşük tutulabilmektedir (ocak yükü 1 MW/m² değeri altındadır).
- Düşük baca sıcaklığı ve düşük su sıcaklığı dolayısı ile verim çok yüksektir (%96'ya kadar).
- Hidrolik devre daha basittir ve gerekli kontrol tekniği daha basittir. Farklı hidrolik devreler ve kazan kombinasyonları bakımından büyük esneklik tanır.
- Robust çalışma (termo şok tehlikesi yoktur).

- İlk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti ekonomisi sağlar (kazan ve geri dönüş suyu sıcaklığı kontrolü için gerekli tesis masrafı ve şönt pompanın maliyeti yoktur).

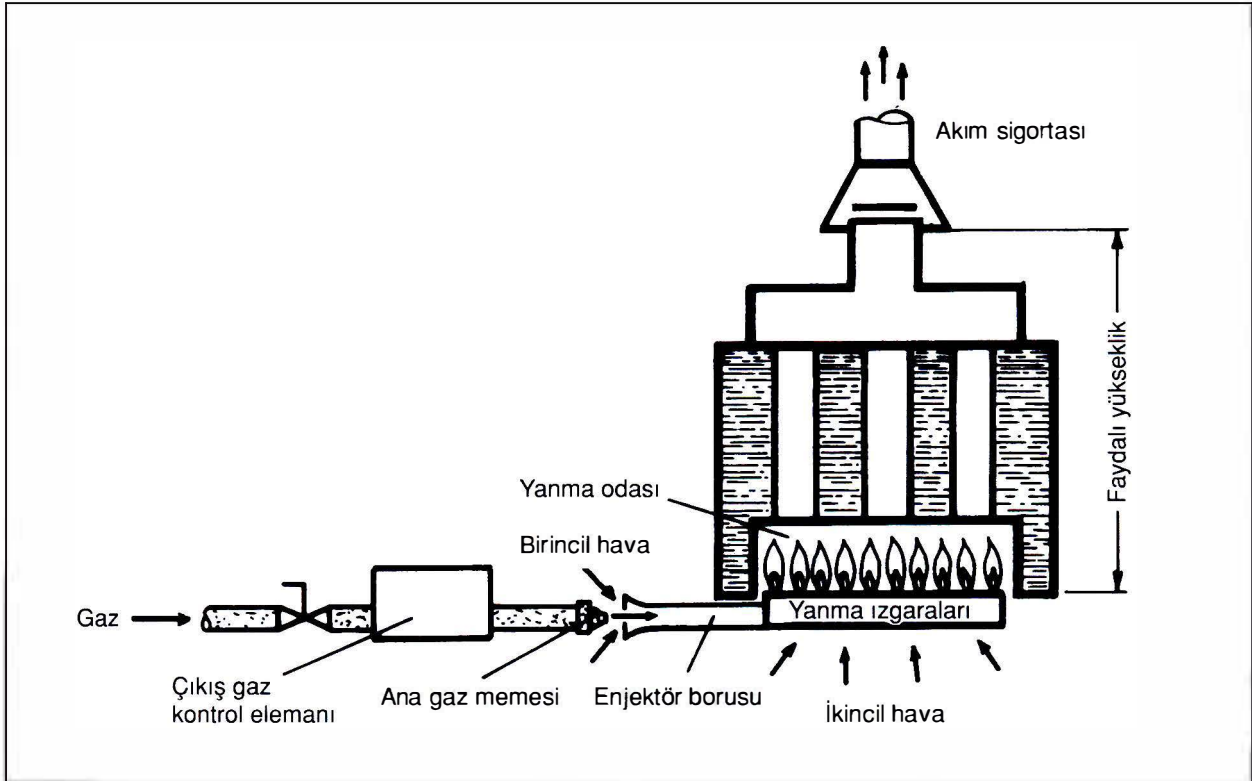
- En düşük geri dönüş su sıcaklığı, en düşük su debisi ve brülör minimum çalışma seviyesi sınırlaması olmaksızın bağımsız tesisat planlaması imkanlarını getirir.

- Baca gazı sıcaklığı nominal (anma) şartlarında 170°C, %60 kapasitede 130°C değerindedir.

2.1.2 Atmosferik Brülörlü Döküm Doğal Gaz Kazanları

Bu kazanlarda yanma olayı düşey doğrultuda gerçekleşir ve göreceli olarak daha küçük bir yanma odası yeterlidir. Yanma için gerekli hava doğal baca çekişi ile sağlanır. Gaz ile hava karışımının yakılması atmosferik yakıcılarda gerçekleşir. Gaz yakıt normal basıncı ile bir lüleden geçerek yanma odasına üflenir. Birincil hava lülede enjeksiyon prensibi ile emilir ve yakıtla karışır. İkincil hava ise baca çekişi ile sağlanır. Bu nedenle yanma odası altı açıktır (Şekil 10). İkincil hava emişinin etkilenmemesi için kazan duman çıkış ağzına gaz akım sigortası denilen özel bir eleman konur.

Thermostream tekniği, atmosferik brülörlü döküm sıcak su kazanlarında da kullanılmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi, Thermostream prensibi soğuk geri dönüş suyunu sıcak gidiş suyu ile karıştırarak ısıtma yüzeylerine girmesini sağlamaktadır. Bu karışım



Şekil 10. ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN ŞEMATİK GÖSTERİMİ

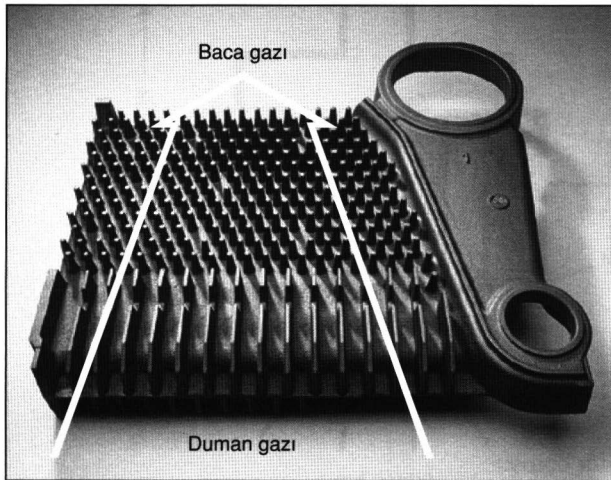
kazan geometrisi ve yapısının özelliği ile kazan içinde gerçekleşir.

Atmosferik brülörlü kazanlarda gazların hareketi doğal çekişle sağlanmaktadır. Bir üfleme yoktur. Öte yandan konveksiyon yüzeyleri girişinde 860°C mertebelerinde olan gaz sıcaklıkları, çıkışta 160°C değerlerine iner. Bu gaz hacminin %30 oranında azalması demektir. Buna bağlı olarak gaz hızları düşer ve ısı geçişi kötüleşir. Gaz tarafındaki ısı geçişini arttırmak için türbülans artırıcı elemanlar kullanmak mümkündür. Ancak bunlar aynı zamanda akışa karşı direnç oluşturlar. Bu problemin doğru çözümü geçiş kesitlerinde, hacimsel büzülme gözetimine almaktır. Geçiş kesitleri orantılı olarak azaltıldığında, gaz yolunun sonundaki ısı geçişini iyileştirmek mümkündür.

Üfleme yapılmaksızın, dolayısı ile ses ve titreşim yaratılmaksızın, atmosferik kazanlarda aynı mükemmellikte ısı geçiş yüzeylerinin oluşturulması bilgisayar destekli tasarımla gerçekleştirilmektedir. Sonuçta ortaya çıkan tasarımda, gaz geçiş kesiti boyunca farklı tipte ve geometride kanatlar ve giderek azalan geçiş kesitleri ana özellikler olmaktadır (Şekil 11).

Yanma hacminin hemen üzerinde akışa paralel geniş aralıklı uzun kanatlar kullanılırken, daha sonra kısa kanatlar gelmektedir. Böylece hem gaz geçişi rahatlatılırken, hem de ısınımın mümkün olduğu kadar iç bölgelere ulaşması temin edilmektedir. Daha sonra ise kanatlar yerini giderek sıklaşan pimlere bırakmaktadır. Bu tasarım sonucu bütün yüzeyler boyunca yüksek ısı geçişi korunmuş olmaktadır.

Atmosferik brülörlü kazanlarda hava fazlalık katsayısı yüksektir. Dolayısı ile duman gazlarındaki su buharı yoğunlaşması kazanda ve bacada daha az olur. Ayrıca döküm kazanlarda, konveksiyon yüzeylerinde kanat ve çıkıntılar yapılarak yüzey sıcaklıkları yükseltildiğinden, yoğunlaşma tamamen önlenmektedir. Atmosferik



Şekil 11. SERBEST KESİTİN ŞEKİLLENDİRİLMESİ İLE DUMAN GAZI HACMİNİN AZALMASI DENGELENMEKTEDİR.

brülörlü kazanlar doğal çekişle çalıştığından sessizdir. Atmosferik brülörlü kazanlarda NO_x ve CO emisyonu kontrolü, yanma tekniği açısından en önemli problemidir. Bu iki bileşenin birden istenilen limitlerin altında kalabilmesi için yakıcıda özel önlemler alınmalıdır. Atmosferik brülörlü kazanlar 1 MW güce kadar kullanılabilir. 1 MW güce kadar atmosferik brülörlü kazanlar, özellikle sessizlik istendiğinde üfleme brülörlü kazanlarla rekabet edebilir. 1 MW'ın üzerinde ise üfleme brülör tercih edilmektedir. Bu değerlendirmede esas kriterler ses ve maliyettir. Yanma tekniği açısından her iki tip de eşdeğerdir.

Ecostream prensibinin uygulaması atmosferik kazanlarda da söz konusudur. Şekil 12'de Ecostream prensibinin uygulandığı Buderus GE 434 Atmosferik Brülörlü Kazanın iç yapısı görülmektedir.

Ecostream Atmosferik Brülörlü Döküm Kazanın Avantajları

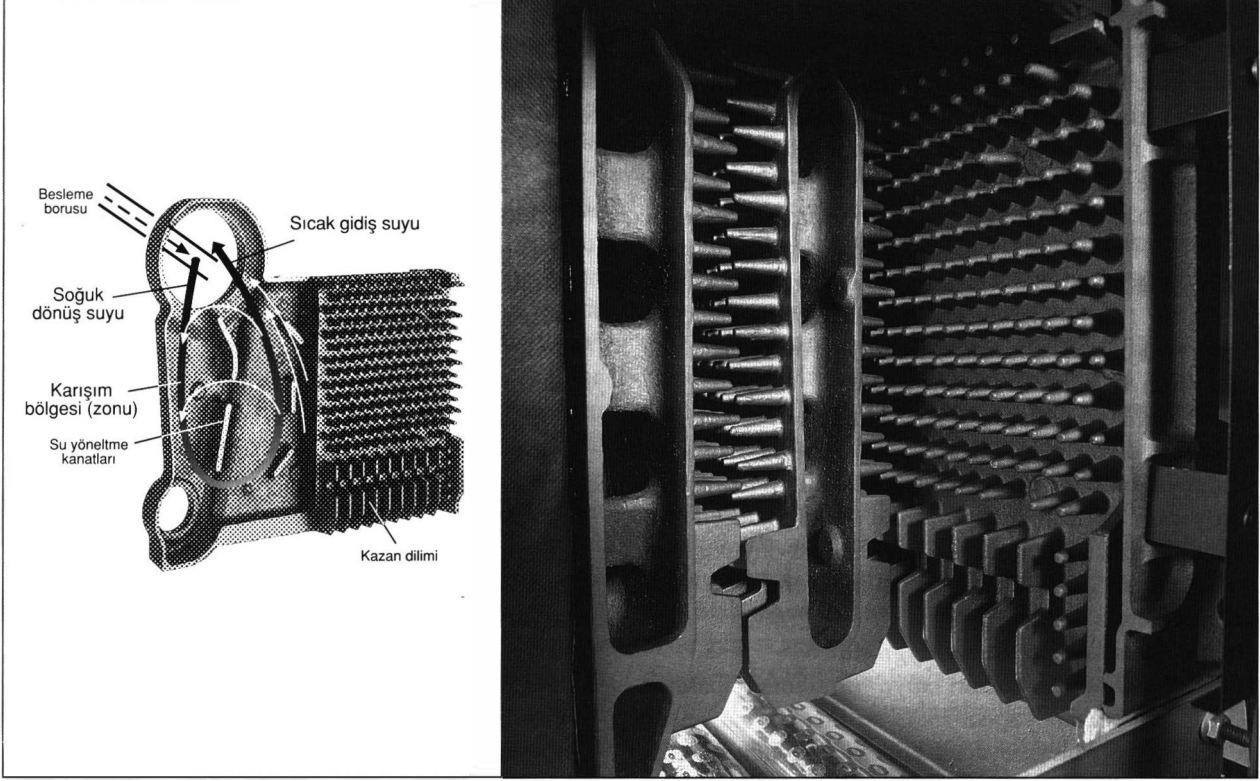
- Minimum su debisi sınırlaması yoktur.
- Minimum su geri dönüş sıcaklığı sınırlaması yoktur.
- Düşük baca sıcaklığı ve düşük su sıcaklığı dolayısı ile verim çok yüksektir (%95'e kadar).
- Hidrolik devre daha basittir ve gerekli kontrol tekniği daha basittir. Farklı hidrolik devreler ve kazan kombinasyonları bakımından büyük esneklik tanır.
- Robust çalışma (termo şok tehlikesi yoktur).
- İlk yatırım maliyeti ve işletme maliyeti ekonomisi sağlar (kazan ve geri dönüş suyu sıcaklığı kontrolü için gerekli tesis masrafı ve şönt pompasının maliyeti yoktur).
- En düşük geri dönüş su sıcaklığı, en düşük su debisi ve brülör minimum çalışma seviyesi sınırlaması olmaksızın bağımsız tesisat planlaması imkânlarını getirir.

2.1.2.1 Atmosferik Brülörlü Doğal Gaz Kazanlarında Aranacak Özellikler

Basınç Emniyet Düzeni

Bu özelliklerin başında emniyet gelir. Atmosferik brülörlü kazanlarda güvenli bir yanma için gaz basıncı belirli değerlerin altına düşmemeli veya üstüne çıkmamalıdır. Bina girişindeki regülatörden 21 mbar'da bina ve kazana beslenen gaz, kazan girişinde sabit 20 mbar basıncında olmalıdır. Eğer bu basınç brülör sisteminin öngördüğü değerin altında olursa, doğal gaz dışarıya, kazan dairesine yayılır. Memelerden belirli bir basınçla püskürtülen gaz çevreden birincil havayı da emerek beklere girmektedir. Eğer gaz basıncı düşük olursa memeden çıkan gaz beke ulaşmadan çevreye yayılacaktır.

Tam tersine gaz basıncı çok yüksek olursa, memeden çıkan gaz jeti çok yüksek hızlı olacak ve birincil hava ile istenen ön karışım sağlamayacaktır. Böylece bekteki yanma stabilitesi bozulacak ve yanmamış ürünlerin ocakta veya bacada tutuşması tehlike oluşturacaktır.



**Şekil 12. THERMOSTREAM PRENSİBİNİN
GAZ YAKITLI DÜŞÜK SICAKLIK KAZANI GE 434 ÖRNEĞİNDEKİ UYGULAMASI**

Gaz giriş basıncının değişmesi ile oluşan bu istenmeyen durumlarla uygulamada karşılaşmıştır. Bu tehlikelerin ortadan kaldırılabilmesi için doğal gazlı atmosferik brülörlü kazanlarda,

- Normal doğal gaz brülörleri, gaz basıncındaki $\pm \%15$ değişimde çalışabilir. Basıncın daha fazla düşmesi veya artması yangın riski oluşturur. Buderus atmosferik brülörlü kazanlar 21 mbar olması gereken gaz basıncını, 10 mbar değerine düşürüp yakar. Gaz besleme basıncı 9 mbar ile 50 mbar arasında ise normal çalışır.
- Düşük basınç emniyeti bulunmalıdır (Doğal gaz basıncı 10 mbar'ın altına düştüğünde düşük basınç presostadı gaz devresindeki valfi kapatır. Böylece doğal gaz kazanının dairesine yayılma tehlikesi önlenir).
- Yüksek basınç regülatörü bulunmalıdır (LPG kullanıldığında 100 mbar'a, doğal gaz kullanıldığında ise 50 mbar'a kadar olan basınç artışlarını düzelteren bir regülatör sistemi gaz basıncını istenen değerlere düşürür).

Çift Manyetik Ventil

Kapasite ne olursa olsun, yanmaya gönderilen gazı kontrol eden manyetik ventillerin sayısı iki olmalıdır. Bu ventillerden herhangi birinde arıza olursa gaz devresi kapanmalı ve arıza sinyali vermelidir.

Otomatik Ateşleme ve İyonizasyon ile Alev Kontrolü
Ateşleme sisteminin otomatik olması gerekir. En çok bilinen ateşleme sistemi pilot alev kullanılmasıdır.

Ancak bu yöntemde önemli ölçüde gaz tüketimi söz konusudur. Modern doğal gaz kazanlarında otomatik ateşleme sistemi mevcut olup, bu sistem gaz verilmeden 10 saniye gibi kısa bir süre önce devreye girer. Yanma iyonizasyon ile kontrol edilir.

Düşük Kirlenici Emisyonu

Çevre kirliliği yönünden atmosferik brülörlü kazanlarda atmosfere atılan tehlikeli yanma ürünleri azotoksitler (NO_x) ve karbonmonoksit (CO) gazlarıdır. Diğer kirlenici emisyonları bu kazanlarda söz konusu değildir. CO insan sağlığı için, NO_x ise hem insan sağlığı hem de bitki örtüsü için tehlikeli ve zararlı maddelerdir. Atmosferik brülörlü doğal gaz kazanlarının baca gazları içinde bu ürünlerin bulunabileceği en yüksek değerler sınırlandırılmıştır. Bu sınırlar Almanya'da DIN tarafından,

$\text{NO}_x = 200 \text{ mg/kWh}$, $\text{CO} = 100 \text{ mg/kWh}$

olarak belirlenmiştir. Yine Almanya'da böyle bir kazanın çevre dostu olduğunu göstermek üzere verilen "Mavi Melek" amblemini alabilmesi için üst emisyon sınırları

Yoğuşmasız kazanlarda $\text{NO}_x = 80 \text{ mg/kWh}$, $\text{CO} = 60 \text{ mg/kWh}$

Yoğuşmalı kazanlarda $\text{NO}_x = 65 \text{ mg/kWh}$, $\text{CO} = 50 \text{ mg/kWh}$

şeklinde. İyi bir doğal gaz kazanının "Mavi Melek" amblemine sahip olabilecek emisyon değerlerine inmiş olması gerekir.

Uygun Bir Otomatik Kontrol Sistemi

Değişen dış sıcaklık şartlarına ve değişen işletme şartlarına göre kazan kapasitesini otomatik olarak ayarlayan ve verimi sürekli optimum noktada tutan bir otomatik kontrol sistemi (Ecomatic panel) bulunmalıdır. Bu sayede yıl boyunca en az yakıtla en fazla konfor sağlamış olur. İstanbul'da ısıtma mevsiminde dış hava sıcaklığı (+17°C) ile (-3°C) değerleri arasında (toplam 20°C) değişmektedir. Oysa dış hava sıcaklığı günde (2°C) ile (14°C) değişebilmektedir (ortalama 7°C). Sonuçta otomatik kontrol 7/20 = %35 oranında yakıt sarfiyatını ve konforu etkilemektedir.

Uzun Ömür ve Yüksek Kaliteli Malzeme

Özellikle doğal gaz sözkonusu olduğunda, yoğunlaşmanın yarattığı korozyona dayanıklı kaliteli malzemeden yapılmış, uzun ömürlü kazan kullanılmalıdır. Bu açıdan, iyi dizayn edilmiş döküm kazanlar büyük avantaj sağlamaktadır. Buderus kazanlarda ömür 30 yılın üzerinde olmaktadır.

Düşük Sıcaklık Isıtmasına Uygunluk

İstanbul ikliminde kazan suyu ortalama sıcaklığı ~55°C'dir. Kazan yapısı 35°C su sıcaklığına kadar kondenzasyon oluşmayacak konstrüksiyonda olmalıdır. Düşük sıcaklık ısıtması ayrıca ekonomi ve konfor sağlayacaktır. Buderus kazanlarda 32°C'ye kadar yoğunlaşma olmaz.

Yüksek Isıl Verim

İstenilen ölçüde yakıttan ekonomi sağlanabilmesi için, kazan ısı veriminin yüksek olması gerekir. Yüksek verimli kazanlarda baca gazı sıcaklığı düşüktür ve kazan yalıtımı kusursuzdur. Buderus kazanlarda ısı verim %94 değerinden büyüktür.

2.1.2.2 Atmosferik Brülörlü ve Üflemlili Brülörlü Döküm Doğal Gaz Kazanlarının Karşılaştırılması
Her iki tip kazanın değişik kriterlere dayanarak karşılaştırması *Tablo 13*'de verilmiştir.

2.1.3 Çelik Doğal Gaz Kazanları

Doğal gaz yakmaya en uygun çelik kazan tipleri, özel üretilmiş modern doğal gaz kazan tipleridir. Çelik kazanlar çelik sac levha ve borulardan kaynak tekniği ile üretilirler. Yüksek basınçlara ve ısı gerilmelere dayanıklı olduklarından, tek kazanda çok büyük kapasitelere ulaşılabilir. Bu nedenle genellikle büyük kapasiteli kazanlar çelik kazandır. Bu kazanlarda enine ondüle külhan ve özel alaşımlı çelik malzemeler kullanılmaktadır. Boru ve kaynak bağlantıları farklı olup, kazan üretildikten sonra normalizasyon işlemi uygulanmaktadır.

Çelik kazanlarda, duman borularında ısı transferini arttırmak amacıyla paslanmaz çelik türbülötörler kullanılır. Türbülötörlerle boru içindeki akışta homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanır. Genel olarak ısı transferini, dolayısıyla da verimi arttıran türbülötörler, ısı kapasiteyle birlikte artan duman borusu sayısı nedeniyle

yüksek kapasitelerde efektif olmaktan çıkmaktadır. Zira kazanın temizlik ve bakım işlemi zorlaşmakta ve yüksek maliyetli bir hale gelmektedir. Özetlenecek olursa,

- Türbülötörler yoğunlaşmaya izin verilmeyen kazanlarda yoğunlaşmayı önlemek ve kazan maliyetini azaltmak için kullanılmaktadır.
- Yeni seri kendinden yoğunlaşmalı kazanlarda ise, tam tersine; olabildiği kadar yoğunlaşma olması istenmektedir. Böylece norm kullanma verimleri %109'a kadar artırılıp, yakıt harcaması en aza indirilmektedir. Kazan konstrüksiyonu ve malzemesi ise yoğunlaşma olduğunda korozyon olmayacak şekilde seçilerek, çok uzun ömürlü kazanlar imal edilmektedir. Bu kazanlarda türbülötör kullanılmadığı için ömür boyu çok yüksek performans sağlanmaktadır.
- Yoğunlaşmaya izin verilmeyen türbülötörsüz kazanlarda, duman borularının çapları biraz daha küçük seçilmekte ve biraz daha fazla adette duman borusu kullanılmaktadır. Böylece yoğunlaşma olmadan yüksek verime ulaşmakla birlikte, işletmede duman borularında akış sürekliliği sağlanmaktadır. Boruların tıkanma ve kirlenme riski çok azaldığı için, işletmede çok daha az temizlik işlemi gerekmemekte ve işletme verimi daha yüksek kalabilmektedir.
- Yoğunlaşmaya izin verilmeyen türbülötörlü kazanlarda, gaz yakıt kullanıldığında dış hava sıcaklığının değişimlerine göre her saat brülör hava ayarı yapılmadığı için, az da olsa kirlenme riski bulunmaktadır. Ayrıca gaz yakıt kullanıldığında türbülötörler bir süre sonra duman borularına kaynadığı için çıkartılması zorlaşmakta, hatta kopan türbülötörleri boru içerisinden çıkarmak için özel servis işlemi gerekmektedir. Çok zor olan bu işler gerçekleştirilemeyince, türbülötörler boruyu tıkamış durumda terk edilmektedir. Bu durumda tıkalı boruların yükü diğer borulara taşınmakta ve kazanın işletme dengesi bozulmaktadır. Yanma odasında (külhan) yüksek ısı transferi yapılamıyorsa ve yanma odasından sonraki 2. geçişte de gazlar yeterince soğutulamıyorsa, duman borularına giren yanmış gazların sıcaklığı çok yüksek olmakta ve türbülötörlerin boruya kaynama riski daha da artmaktadır.
- Sonuç olarak türbülötörlerin işletme şartlarını güçleştirmesi, kısa sürede tıkanarak verimde sürekliliği engellemesi, ya da bu nedenle söküldüklerinde baca gazı sıcaklığının çok artması nedeniyle bu tip kazanlarda ömür boyu yakıt maliyetinin planlanandan çok yüksek olduğu bilinmektedir.

Buderus'un düşük sıcaklık kazan tipi çelik kazanlarına Ecostream çelik kazanlar adı verilmektedir. Hem yoğunlaşma ve termal gerilme riski olmayan, hem de şönt pompa ihtiyacını ortadan kaldıran bu kazanlar düşük işletme maliyeti gibi kullanıcı açısından çok önemli avantajlara sahiptir (*Şekil 14*).

Kazana ön taraftan giren soğuk dönüş suyu bir su yönlendirme plakası ile kazanın sıcak bölgelerine temas etmeyecek şekilde kazanın yan cidarına yönlendirilmektedir. Bu sırada dönüş suyu, plakasının hemen altında bulunan sıcak su ile ısı transferi yapmakta ve ısınmaktadır. Dönüş suyu, su yönlendirme plakasını terkettiğinde de doğal sirkülasyon nedeniyle cidar boyunca aşağıya doğru akmakta, bu sırada da hem karışım hem de temas yolu ile sıcak su ile ısı alışverişinde bulunmaktadır. Böylece dönüş suyu sıcaklığı, su henüz yanma odası seviyesine inmeden, emniyetli seviyelere yükselmektedir. Şönt pompa ile sıcak gidiş suyunun bir kısmının soğuk dönüş suyuna karıştırılması yoluyla sağlanan sıcaklık kontrolü, yukarıda tarif edildiği gibi şönt pompa ihtiyacı göstermeden kazan içinde gerçekleştirilebilmektedir. Su sirkülasyonu bu noktadan itibaren yanma odası çevresinde ve buradan da duman borularının arasından kazanın arkasına doğru sirküle etmektedir.

Ecostream çelik kazanların standart kazanlardan tamamen farklı olan diğer bir elemanı da kompozit duman borularıdır. Üç katmana sahip olan kompozit duman boruları, içiçe iki boru ve bunların arasında içteki boruya sarılmış olarak bulunan çelik şeritten oluşur. Bu şeridin hatvesi kazan çıkışına doğru artmakta, yani şeritlerin arasında bulunan hava tabakası genişlemektedir. Bu yapının amacı, gaz tarafında yoğunlaşma meydana gelmeyecek şekilde kontrollü bir ısı transferi sağlamaktır. Kazanın çıkışına doğru sıcaklığı düşen yakıt gazından, başlangıçtakine benzer bir oranda ısı çekilmesi durumunda, gaz sıcaklıkları hızla yoğunlaşma sınırının altına düşecek ve çelik kazanlarda sıkça görülen, kazanın arka tarafından hasar oluşumu meydana gelecektir. Bu riske karşı, kompozit duman boruları ile ısı transferi kazan çıkışına doğru azalmakta, yakıt gazından yoğunlaşma olmayacak şekilde olabildiğince enerji alınmaktadır. Kompozit duman borularında, paslanmaz çelik türbülötörler bulunmaktadır.

Bu kazanların diğer bir üstünlüğü de yüksek norm kullanma verimleridir. Yukarıda tarif edilen şekilde, kazanın dış cidarının soğuk dönüş suyu ile kaplı olması nedeniyle cidar sıcaklıklarının düşük olması, brülörün çalıştığı veya durduğu anlarda buralardan meydana gelecek ısı kaybını da minimize etmektedir.

2.1.3.1 Yüksek Kapasiteli Çelik Kazanlar

Buderus'un yüksek kapasiteli çelik kazan serisi S815'in en önemli özellikleri kompakt yapısı ve değişik ihtiyaçları karşılayabilen esnek konstrüksiyonudur (Şekil 15).

S815 serisi kazanlar standart olarak 1.000 kW ile 9.300 kW arasında sunulmakta, ihtiyaca göre ise bu kapasite aralığı 19.200 kW sınırlarına kadar genişlemektedir.

Tam üç geçişli yapıya sahip olan S815 serisi kazanlar, silindirik yanma odası ve bunun çevresinde tam simetrik

olarak yerleşmiş bulunan çift sıralı, küçük çaplı ikinci geçiş duman boruları ile, tek sıralı, büyük çaplı üçüncü geçiş duman borularından oluşan gaz tarafı ile, bunların çevresi ve aralarını dolduran su hacminin oluşur.

Kazan konstrüksiyonunda ilgi çekici önemli bir farklılık, kazanda sadece ön aynanın bulunması, tamamıyla su ile dolu olan ve böylece ısı transfer yüzeyinin bir parçası olan arka duman sandığının herhangi bir yere mesnetlenmemiş durumda olmasıdır.

S815 serisi kazanlarda, duman borusu sayısı yüksek tutularak ısı transfer yüzeyi artırılmış ve türbülötör kullanımına ihtiyaç kalmamıştır. Kazanların temizlik ve bakımında, türbülötörlerin tek tek sökülmesi ve işlem sonunda da yeniden yerleştirilmesi gibi uzun ve zahmetli bir işlem söz konusu olmamaktadır.

Kazanlarda su hacminin benzerlerine göre düşük seviyede olması nedeniyle, kazanın kumandalara tepkisi çok hızlı olabilmekte, kazanın ilk hareketi çok kısa sürede gerçekleşebilmektedir.

Buderus S815 Kazanlarda, dönüş suyu kazana bir enjektör ile girer. Bu sırada büyük bir hızla kazanın ön tarafına yönelen dönüş suyu, ortaya çıkan vakum etkisi ile sıcak gidiş suyunun bir kısmının bu bölgeye çekilmesiyle sıcak su ile karışarak, daha duman boruları ile temas etmeden ön ısıtılmaya tabi tutulur. Bu özelliği sayesinde, S815 serisi kazanların minimum dönüş suyu sıcaklığı 50°C'dir. Sadece bu şartın yerine getirilmesi ile kazanda herhangi bir yoğunlaşma riski bulunmaz.

Buderus S815 Kazanlar 40°C sıcaklık farkıyla çalışabilirler. Bu sayede sorunsuz bir şekilde 90/50°C işletmeye imkan verirler. Proje aşamasında bu avantaj göz önünde tutulursa, sistem düşük debilerle tasarlanabilir. Dolayısıyla küçük çaplı borular ile küçük pompalar kullanılabilir. Buda ilk yatırım ve işletme maliyeti açısından önemli bir tasarruf anlamına gelir.

S815 serisi kazanların, tüm yan ve arka cidarı tamamen su ile çevrili durumda olduğundan dolayı kazanın cidar sıcaklığı, bulunduğu ortamın sadece 1-2°C üzerindedir; bundan dolayı da kazanın ısı yitimi kayıpları son derece düşük seviyededir. Bunun yanı sıra kazanın 100 mm kalınlığındaki taş yünü izolasyonu ve bunun üzerindeki 0,6 mm kalınlığındaki alüminyum kaplaması da ısı yitimi kayıplarını minimize etmektedir.

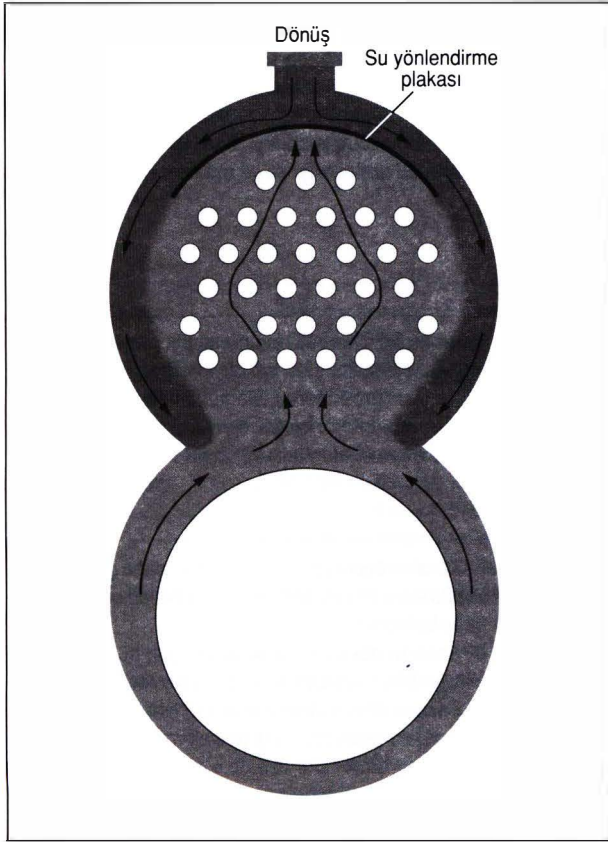
Kompakt yapısı ile ısı kaybının gerçekleşeceği yüzey toplamı oldukça küçük olan ve yukarıda tarif edildiği gibi ısı yitimi kayıpları da %3'ün altında gerçekleşen S815 serisi çelik kazanlarda, üç geçişli ve benzerlerine göre %10-15 seviyelerinde daha büyük olan ısı transfer yüzeyi sayesinde, yüksek norm kullanma verimlerine ulaşmak mümkün olmaktadır. Bu seriye ait kazanlarda, kazanın tüm çalışmasını kapsayan (brülör çalışma zamanı ve bekleme zamanı dahil) norm kullanma verimi %95'in üstüne çıkmaktadır.

Değerlendirme Kriteri	ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ KAZANLAR	ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLAR
1- Ses Seviyesi	Atmosferik brülörlü kazanlar, fansız ve motorsuz brülör yapısı sayesinde sessiz çalışırlar.	Üflemeli brülörlü kazanlardaki fan sesi, yanma sesi ve titreşim sonucu oluşan gürültü daha yüksek olmaktadır. Ancak Buderus üflemeli brülörlü kazanlarda kazan gaz tarafı direnci daha az olduğu için, daha az ses oluşur.
2- Gaz Basıncı	Atmosferik brülörlü kazanlar düşük gaz basıncında çalışma özelliğine sahiptirler. Buderus atmosferik brülörlü kazanlar 5 mbar doğal gaz basıncına kadar çalışabilirler.	Üflemeli brülörlü kazanlarda yanmanın sağlanması için 17-18 mbar gaz basıncı gerekir.
3- Verim- Yakıt Sarfiyatı	Buderus atmosferik brülörlü kazanlar %94 gibi yüksek bir norm kullanma verimiyle çalışırlar. Thermostream teknolojisi ve optimum kapasite ile hem verim artırılmış, hem de uzun ömür ve emniyetten ödün verilmemiştir. Buderus atmosferik brülörlü kazanların yakıt sarfiyatı az olup, yıllık verimi çok yüksektir. Kazan-brülör-panel uyumu ile en az yakıtla en iyi konfor sağlanır. Bu tip kazanlarda, kazanın çalışmayan kısmından su dolaşmaz. Kısmi ve tam yükte maksimum verim elde edilir.	Buderus üflemeli brülörlü kazanlarda norm kullanma verimi %95'tir. Burada dikkat edilmesi gereken husus emniyetli ve uzun ömürlü bir işletmenin de sağlanabilmesi şartıdır. Yoğuşmaya neden olan bir konstrüksiyona sahip bir kazanda verim ilk planda yüksek gözükse de, kazan çok kısa sürede hurda olabilmektedir. Bu sebeple Thermostream teknolojisi ile dizayn edilmiş kazanı tercih etmek, verim ve yakıt sarfiyatı açısından daha doğru bir tercih olacaktır.
4- Servis Bakım Sıklığı ve Kolaylığı- Arıza Riski	Buderus atmosferik brülörlü kazanlarda brülörün karmaşık olmayan bir yapısı vardır. Üzerinde fan, motor, vb. hareketli parça olmadığı için servis ihtiyacı azdır. Yılda bir defa periyodik temizlik ve kontrol yeterlidir. Dış hava sıcaklığındaki değişim Buderus atmosferik brülörlü kazanlarda yanmayı etkilemez. Yaz-kış ve geçiş mevsimlerinde brülör ayarı gerekmez.	Üflemeli brülörlerde hareketli parçalar bulunur ve bu parçalarda aşınma ve arıza riski vardır. Buderus kazanlarda ömür muadillerine göre daha uzundur. Logamatic panelin 175 V'a kadar çalışacağını Buderus garanti etmektedir. Buderus kazan-panel-brülör sistemine yıllık bakım anlaşması kapsamında servis verilmesi halinde, sistem arızasız, yüksek verimle çalışır.
5- Kapasite Aralığı	Buderus atmosferik brülörlü kazanlardan en büyük kapasite tek kazanla 375.000 kcal/h, double kazanla 650.000 kcal/h'dir. Kazanları Buderus'un özel otomasyonu sayesinde çoklu gruplar halinde sıra kontrollü çalıştırarak kapasiteyi 2.000.000 kcal/h'e çıkartmak mümkündür.	Buderus üflemeli brülörlü kazanlarda tek kazanda en büyük kapasite esnek döküm kazanlarda 1.032.000 kcal/h, çelik kazanlarda 18.000.000 kcal/h'e çıkar. Kazanları çoklu gruplar halinde kontrol ederek kapasiteyi esnek döküm kazanlarda 6.200.000 kcal/h'e yükseltmek mümkündür. Çelik kazandaysa üst sınır çok daha fazladır.
6- Çatı Kazan Dairesine Uygunluk	Atmosferik brülörlü kazanlar çok sessiz çalıştıkları için, dilimler halinde teslim edilip, yerinde monte edildiklerinden, çatı kazan dairelerinde kullanıma son derece uygundurlar. Bu kazanlarda gerekli olan baca çekişi 3 Pa olduğu için bacayla ilgili bir sorun da yoktur. Kazanların kendi yüksekliği bile bu çekişe yetmektedir.	Üflemeli brülörlü kazanlardaki ses ve titreşim problemi, kazanları çatı kazan dairelerinde kullanım için dezavantajlı ve uygunsuz yapmaktadır. Gürültünün problem olmayacağı yerlerde titreşim yutucu ayaklar da kullanılarak uygulama yapılabilir. Özellikle dilimli olan esnek döküm kazanlar rahatlıkla çatıya yerleştirilebilir.
7- Döküm Kalitesi ve Kazan Ömrü	Buderus kazanlar GL-180 M esnek dökümden imal edilirler. a- GL180 M diğer dökme demirlere göre %40 daha esnektir. b- Döküm işleminin son aşamasında döküm yüzeyi üzerinde koruyucu kabuk (barrier skin) oluşur ve korozyona karşı çok dirençli bir koruma sağlar. c- Kazan çalışırken oluşacak termal gerilmelere karşı çok dayanıklıdır. d- Kazan ömrü 30 yıldan fazladır (66 yıldan beri çalışan Buderus kazanlar bunun kanıtıdır).	Buderus kazanlar GL-180 M esnek dökümden imal edilirler. a- GL180 M diğer dökme demirlere göre %40 daha esnektir. b- Döküm işleminin son aşamasında döküm yüzeyi üzerinde koruyucu kabuk (barrier skin) oluşur ve korozyona karşı çok dirençli bir koruma sağlar. c- Kazan çalışırken oluşacak termal gerilmelere karşı çok dayanıklıdır. d- Kazan ömrü 30 yıldan fazladır (66 yıldan beri çalışan Buderus kazanlar bunun kanıtıdır).

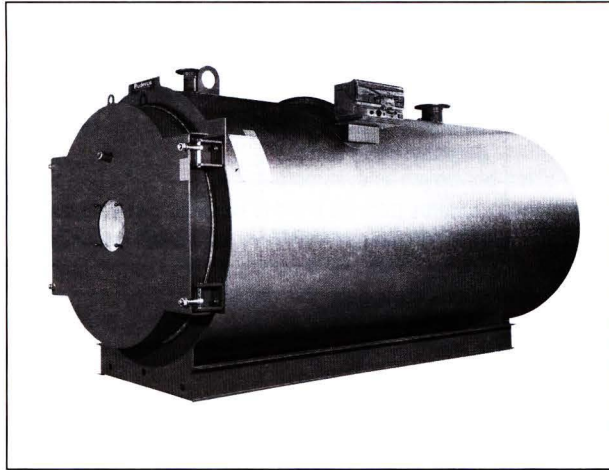
Tablo 13. ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ KAZANLARLA, ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARIN KARŞILAŞTIRMASI

8- Baca Konusu	Buderus atmosferik brülörlü kazanlarda yanma için gerekli olan hava, doğal baca çekişi ile sağlanır. Atmosferik kazanların fazla baca çekişinden etkilenmemesi için kullanılan hava akım sigortası (davlumbaz) sayesinde hem hava fazlalık sayısı sabit kalarak verim bozulmaz, hem de davlumbaz üzerinden alınan ikincil hava ile bacadaki su buharı oranı azaltılır ve yoğunlaşma en aza indirilir. Bu nedenle baca sorunları daha azdır. Ancak yine de en doğrusu paslanmaz çelik bir baca kullanılmasıdır.	Üflelemeli brülörlü kazanlarda yoğunlaşmadan etkilenmeyecek baca (genellikle paslanmaz çelik) kullanımı şarttır. Bacada yoğunlaşma ve sese yönelik ek tedbirler düşünülmeli, bu amaca yönelik olarak çift cidarlı, izolasyonlu baca kullanılmalıdır. Bacada olabilecek fazla çekiş için ek tedbirler almak gereklidir.
9- Elektrik Sarfiyatı	Atmosferik brülörler üzerinde elektrik motoru, fan vs. bulunmamakta ve ek hiç bir enerjiye ihtiyaç olmamaktadır. Bu yüzden atmosferik brülörlü kazanların elektrik sarfiyatı çok azdır ve kazanın üzerindeki panelin çektiği enerjiye eşittir. Ayrıca Thermostream teknolojisi sayesinde şönt pompa için harcanan enerjiden tasarruf edilir.	Üflelemeli brülörlerdeki fanın elektrik motoru ve hava klapesi servo motoru, ek bir enerji sarfiyatı getirir. Diğer taraftan Buderus üflelemeli brülörlü kazanlarda Thermostream teknolojisi sayesinde şönt pompa için harcanan enerjiden tasarruf edilir.
10- Thermostream Teknolojisi	a- Kazanın özel yapısı sayesinde, kazana giren soğuk dönüş suyu kazan dilimlerine değmeden sıcak kazan suyu ile karışır. b- Kazana dönüş suyu sıcaklığı çok düşük olabilir (örneğin 90°C çıkış suyu, 20°C dönüş suyu sıcaklığı olabilir). c- Kazana dönüş suyu debisi için limit değer yoktur. Üç yollu vanaların by-pass devreleri açıldığında kazana dönen su miktarı sıfır debide olabilir. d- Buderus Thermostream kazanlarında ömür çok daha fazla olacaktır. e- Dönüş suyu sıcaklığının düşük olabilmesi, yıllık verimi en yüksek değerlere ulaştırır.	a- Kazanın özel yapısı sayesinde, kazana giren soğuk dönüş suyu kazan dilimlerine değmeden sıcak kazan suyu ile karışır. b- Kazana dönüş suyu sıcaklığı çok düşük olabilir (örneğin 90°C çıkış suyu, 20°C dönüş suyu sıcaklığı olabilir). c- Kazana dönüş suyu debisi için limit değer yoktur. Üç yollu vanaların by-pass devreleri açıldığında kazana dönen su miktarı sıfır debide olabilir. d- Buderus Thermostream kazanlarında ömür çok daha fazla olacaktır. e- Dönüş suyu sıcaklığının düşük olabilmesi, yıllık verimi en yüksek değerlere ulaştırır.
11- Otomatik Kontrole Uygunluk	Buderus kazanlar Buderus'un bütün kazanları için özel geliştirilen Logamatic panelleriyle, tamamen otomatik olarak iç ve dış hava şartlarına bağlı olarak çalışırlar. Buderus "kazan - Logamatic panel - brülör ve boyler" sistemini birlikte geliştirilip, mükemmele ulaşmayı hedef almıştır.	Buderus kazanlar Buderus'un bütün kazanları için özel geliştirilen Logamatic panelleriyle, tamamen otomatik olarak iç ve dış hava şartlarına bağlı olarak çalışırlar. Buderus "kazan - Logamatic panel - brülör ve boyler" sistemini birlikte geliştirilip, mükemmele ulaşmayı hedef almıştır.
12- Yakıt Cinsleri	Buderus atmosferik brülörlü kazanlar gaz yakıtlarının tümü ile (Doğal gaz - LPG) kullanılabilir.	Buderus üflelemeli brülörlü kazanlar gaz yakıtlarının tümü (Doğal gaz - LPG) ve sıvı yakıtla kullanılabilir.
13- Brülör	Ön karışimli brülör: a- Sayısı artırılmış müstakil alevler, b- Genişletilmiş alev yüzeyi, c- Özel venturi form sayesinde mükemmel yakıt ve hava karışımı, d- Düşük gaz basıncında çalışabilme yeteneği, e- 60 kW'dan sonra iki kademeli ve sıra kontrollü yanma, f- Yüksek yanma verimi özellikleri ile bir teknoloji harikasıdır. Önemli Not: Gaz brülörlerini seçerken gaz hattı armatürleri boru çapını mutlaka karşılaştırınız. Küçük çaplı gaz hatları emniyetsiz ve kısa ömürlü olup, gaz basıncı düştüğünde çalışmazlar.	Marka ve modele göre değişir.
14- Çevre	Baca gazı emisyon değerleri: CO : 5 mg/kWh ve altında NOx : 30 mg/kWh ve altında Mükemmel yanma sonuçları ve yüksek işletme verimi ile Buderus atmosferik brülörlü Ecostream esnek döküm kazanlar çevre dostudur.	Yüksek kazan verimi ve uygun bir brülörle sağlanan çok düşük baca gazı emisyon değerleri ile çevre dostudur.

Tablo 13. Devamı



Şekil 14. ECOSTREAM ÇELİK KAZAN



Şekil 15. BUDERUS TÜRBÜLATÖRSÜZ VE 3 TAM GEÇİŞLİ ÇELİK KAZAN

Brülör ile birlikte açılarak, kazanın yanma odası ve tüm duman borularına ulaşma izin veren çift kat izolasyona sahip (içte refrakter malzeme, dışta ısı izolasyonu) tek parça kazan kapısının açılma yönü, isteğe bağlı olarak sağa veya sola doğru olabilir. Aynı şekilde, her zaman 160 cm (ortalama insan göz hizası) yükseklikte bulunan kazan kumanda panelinin konumu da kazanın sağ veya sol yanında olabilir. Kazanlarda isteğe bağlı olarak yürünebilir üst platform (bodest), hat-ta yönü seçilebilen korkuluk ve merdiven bulunabilir.

2.1.4 Kazanların Dönüşümü

Mevcut sıvı ve katı yakıtlı kazanların doğal gaz yakar hale dönüştürülmesi veya yeni bir doğal gaz kazanı ile değiştirilmesi mevcut kazanın yaşına, durumuna, boyut ve tipine bağlıdır. Ancak,

- Mevcut kazanların doğal gaza dönüşümü için yapılacak masraflar yeni bir kazan bedelinin %20-30'u mertebesindedir.
- Bu kazanların ömrü de doğal gaz kullanıldığında 3-5 yıl mertebesinde olacaktır.
- Bu süre içerisindeki mevcut kazanların fazladan yaktığı yakıt miktarı ise yaklaşık olarak yeni bir kazan bedeli kadar olacaktır. Buna göre klasik kazanların doğal gaza dönüşümünün 3 - 5 yıl sonraki maliyeti, yeni kazan almaya göre ortalama 2,5 katı daha pahalı olacaktır.
- Bu süre içerisinde bakım ve tamir masrafı yapılacak, arıza nedeniyle ısıtınada kesintiler olabilecektir.

Aşağıdaki durumlarda kazanın değiştirilmesi iyi olacaktır:

- Sistem için çok büyük veya çok küçük ise,
- Mekanik durumu zayıf ise,
- Ömrünün sonuna yaklaşmış ise,
- Uygun bir brülör bulunamayacak tipte ise.

5 yaşından büyük yarım silindirik ve radyasyon tipi çelik kazanların doğal gaza dönüştürülmesi yerine, yeni bir doğal gaz kazanı ile değiştirilmesi daha uygundur. Doğal gaz kazanı olarak öncelikle atmosferik brülörlü döküm kazanların düşünülmesi tavsiye edilir.

2.1.4.1 Sıvı Yakıt Yakan Kazanların Dönüşümü

Sıvı yakıt yakan kazanların doğal gaza dönüşümünde önemli problem çıkmaz.

Sıvı yakıtlı kazanlarda alevin yüksek radyasyon kabiliyetine bağlı olarak ocakta geçen ısı miktarı fazladır. Özellikle radyasyon tipi kazanlarda ısı geçişinin büyük kısmı bu özellikten yararlanarak ocakta gerçekleştirilir. Doğal gaz dönüşümünde ocakta bu yüksek ısı geçişi elde edilemez. Daha sonraki konveksiyon yüzeylerinde doğal gazın özelliklerine bağlı olarak biraz daha fazla ısı geçerse de toplamda geçen ısı azalır. Kapasitedeki bu düşüş kazan tipine bağlıdır. Skoç tipi kazanlarda dönüşüm dolayısıyla kapasite azalması sistem emniyetleri içinde kalırken, radyasyon tipi kazanlarda bu azalma önemli mertebelerdedir.

Sıvı yakıttan dönüşüm sonucunda baca sıcaklığında da kazan tipine bağlı bir yükselme görülür. Kapasiteyi arttırmak üzere daha fazla doğal gaz yakılırsa baca gazı sıcaklığındaki bu artış fazlalaşır, buna bağlı olarak da kazan ısı verimi düşer.

Kazan duman borularının aynaya kaynak edilmesi ve boru uçlarındaki fazla çıkmaların traş edilmesi gereklidir. Ocak içinde bozulan, dökülen kısımlar tamir edilmeli, ısıtma yüzeyleri pislik ve kurumdan temizlenmelidir. Duman borularının içine paslanmaz çelik türbülötörler yerleştirilmelidir.

Brülör tarafı ve kapaklar refrakter malzeme ile kaplanmalıdır. Kazan kapakları, duman sandıkları sızdırmaz tip contalı özel imalat ile mutlaka değiştirilmelidir. Bu kapak ısıya karşı yalıtılmalıdır.

2.1.4.2 Kömür Yakan Kazanların Dönüşümü

Kömür yakan kazanlarda ocakta yapılacak tadilat kazanın tipine, bünyesindeki kömür yakma sistemine bağlı olarak değişmektedir. Kömürlü kazanların doğal gazla dönüştürülmesinde yapılacak işler ile ilgili prensipler:

- Mümkünse ızgara ve yardımcı düzenekler kaldırılmalıdır.
- Kazan ocağında uygun bir yere patlama kapağı yapılmalıdır.
- Kazandaki hava girebilecek bütün açıklıklar tıkanmalı, sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Yanma hücresi, kazan boruları, duman kanalı iyice temizlenmelidir.
- Alevle temasta olan soğutulmayan yüzeyler refrakter malzeme ile kaplanmalıdır.
- Kazanda yeterli ocak hacmi sağlanmalıdır.
- Duman boruları aynalara kaynak edilmelidir.
- Duman borularına türbülötör yerleştirilmelidir.
- Aynı ısı kapasitede tabii çekişli kömürlü kazanlarda ocak hacmi sıvı ve doğal gazla göre daha büyüktür. Ayrıca oluşan duman gazı hacmi de büyüktür. Dolayısıyla kazan tasarımında aynı ısı kapasitede kullanılan toplam duman borusu kesiti (sayısı) fazla olmaktadır.

2.1.5 Yoğuşmalı Doğal Gaz Sıcak Su Kazanları

Yoğuşmalı tip kazanlarda baca gazları içindeki su buharının yoğuşturulması sonucu yanma ürünlerinin (baca gazları) gizli ısısından da (yoğuşma ısısı) kısmen yararlanılabilmektedir. Bu nedenle yakıtın alt ısı değerine göre tanımlanan klasik verim, bu kazanlarda %100'ün üzerinde olabilmektedir. Buna göre teorik olarak elde edilebilecek ideal maksimum verim değeri, yakıtın üst ve alt ısı değerleri arasındaki oranla belirlidir. Örneğin 1 m³ propan yandığı zaman duyulur ısı olarak (alt ısı değeri) 25,88 kWh ısı açığa çıkar. Teorik olarak bu ısı'nın tamamını suya geçirebilen bir kazanda verim %100 olacaktır. Ancak duman gazları içindeki suyu da yoğuşturmak mümkün olursa, bu durumda, 1 m³ yakıttan gizli ısı ve duyulur ısı toplamı olarak 28,11 kWh elde edilebilir ki bu yakıtın üst ısı değeridir. Klasik verim tarifi göre, tam yoğuşma yapılabilmesi halinde, böyle bir kazanın verimi teorik olarak $28,11/25,88 = \%109$ değerine ulaşılacaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi, yoğuşmalı kazanlarda ulaşılacak maksimum verim değerleri yakıt cinsine bağlıdır. Yakıt cinsine göre yoğuşmalı kazanlarda ulaşılacak maksimum verim değerleri *Tablo 16*'da verilmiştir.

Aynı tabloda teorik bir yanma sonucunda oluşan duman gazları içindeki su buharının yoğuşma sıcaklıkları da

Yakıt özellikleri	Yakıt				
	Doğal gaz L	Doğal gaz H	Propan	Bütan	Sıvı yakıt
Üst ısı değeri H_o	10,30 kWh/m ³	12,18 kWh/m ³	28,11 kWh/m ³	37,17 kWh/m ³	12,61 kWh/kg
Alt ısı değeri H_u	9,30 kWh/m ³	11,02 kWh/m ³	25,88 kWh/m ³	34,32 kWh/m ³	11,80 kWh/kg
Oran H_o/H_u	1,11	1,11	1,09	1,08	1,06
Baca gazı çığ noktası sıcaklığı	56 °C	56 °C	53 °C	52 °C	47 °C

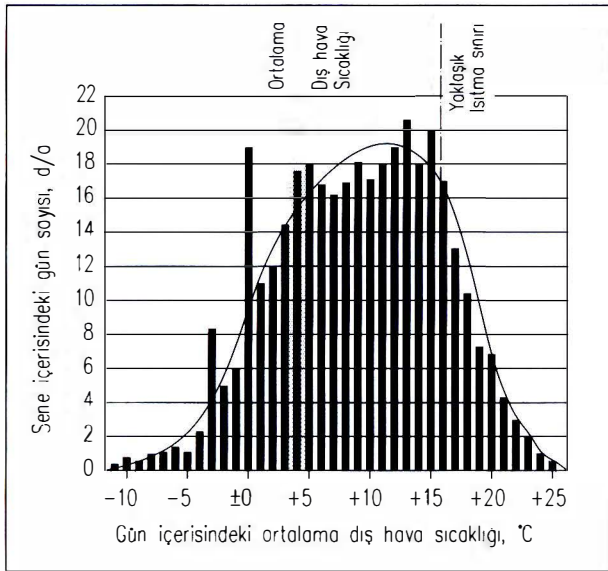
Tablo 16. ÇEŞİTLİ YAKITLARIN ÜST ISIL DEĞER/ALT ISIL DEĞER ORANI

verilmiştir. Görüldüğü gibi yoğuşma sıcaklıkları yakıt cinsine bağlıdır. Yoğuşmalı kazanlarda duman içindeki su buharını yoğuşturabilmek için gazların temas ettikleri yüzeylerin sıcaklıkları, bu yoğuşma sıcaklığı değerinin altında olmalıdır. Aksi halde bir yoğuşma olmaz. Örneğin 90/70°C çalışan bir sıcak su kazanı yoğuşmalı bir kazan olarak çalıştırılmaz. Böyle bir kazan, ancak kısmi yüklerde, kazan su dönüş sıcaklığı yoğuşma sıcaklığının (örneğin doğal gaz için 56°C) altına düşüğünde, yoğuşmalı olarak çalışmaya başlayabilecektir.

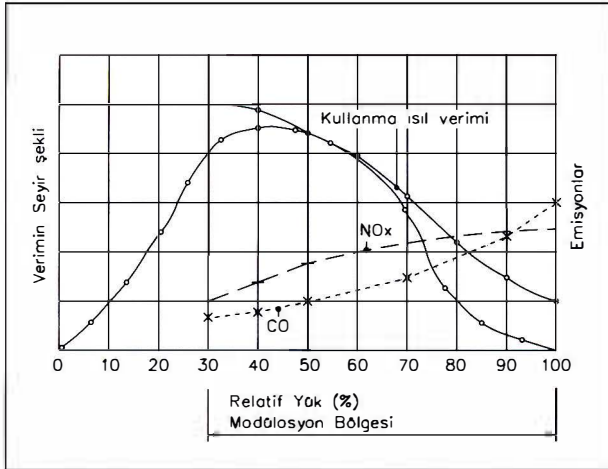
O halde yoğuşmalı tip kazanların etkin bir biçimde kullanılabilmesi için, su sıcaklıkları yoğuşma sıcaklıklarının (çığ sıcaklıkları) çok daha altında olmalıdır. Buna yardımcı olabilmek için ısı geçiş yüzeyleri ters akışlı olarak düzenlenir. Duman gazları en soğuk oldukları yerde en soğuk su ile karşılaşır. Böylece mevcut şartlar içinde en fazla yoğuşmanın olması sağlanır.

Sistem Tasarımı

Isı geçiş yüzeylerinde çığ noktası altına inebilmek için sistem tasarımında mümkün olduğunca düşük kazan dönüş suyu sıcaklıkları hedeflenmelidir. Bunun yanında ısıtma su devrelerinin hidrolik olarak iyi dengelenmesi ve bütün devrelerde eşit soğutma elde edilmesi diğer bir ana hedeftir. Almanya'daki yeni yönetmeliklerde radyatörlü sistemlerde optimum sistem dizayn sıcaklığı 55/45°C olarak verilmektedir. Bu yeni yönetmeliklerde amaç duman gazlarının üst ısı değerinden yararlanmak olduğu kadar, aynı zamanda konforlu bir ısıtma sağlamaktır. Yine Almanya'daki yönetmeliklere göre uygun radyatörlü sistem dizayn sıcaklığı ise 70/50 °C olarak tarif edilmektedir. Bu durumda maliyet-fayda ilişkisi optimum değerdedir. Eski yapıların modernizasyonunda ve kazan dönüşümlerinde yapının ısı yalıtımı yolu ile su dönüş sıcaklıklarının düşürülmesi imkanları aranmalıdır. Böylece eski yapılarda mevcut ısıtma tesisatında da modern yoğuşmalı tip kazanları kullanmak mümkün olabilecektir. *Şekil 17*'de Almanya için gün içindeki ortalama dış hava sıcaklıklarının tekrarlanma dağılımı verilmiştir. Gözönüne alınan yerdeki dış hesap sıcaklığı -15°C değerindedir. Şekilden görüldüğü gibi dizayn sıcaklığı veya buna yakın



Şekil 17. GÜN İÇİNDEKİ ORTALAMA DIŞ HAVA SICAKLIĞININ TEKRARLANMA DAĞILIMI



Şekil 18. BÜYÜK BİR MODÜLASYON BÖLGESİ NEDEN ÖNEMLİDİR?

sıcaklık değerleri yıl içinde ancak birkaç gün mertebesinde meydana gelmektedir. Sistemin esas çalışması kısmi yüklerde olmaktadır. En fazla tekrarlanan günlük ortalama sıcaklık değerleri +10°C mertebelerindedir. Kısmi yüklerde çalışma halinde, dış sıcaklığa ve ısıtma eğrisinin ayarına göre, ısıtma gidiş suyu sıcaklığı ve buna bağlı olarak dönüş suyu sıcaklığı daha düşük olmaktadır. Bu durumda tam yükteki kazan dönüş suyu sıcaklığı, su buharı çığ noktası sıcaklığından daha yüksek olan 75/60°C (hatta 90/70°C) sıcak sulu sistemlerde de kısmi yüklerde yoğuşmalı kazanlardan yararlanmak mümkün olmaktadır.

Modülasyonlu Brülörler

Şekil 17'de en fazla meydana gelen kısmi yük hallerinin %30-50 yüke karşı gelen dış sıcaklıklarda olduğu görülmektedir. Bu durumda ancak bu oranda bir ısıtma gücü suya aktarılmalıdır. Tek kademeli brülörlü yakma sistemlerinde brülörün devreye girmesi ile, yükten

bağımsız olarak, tam (%100) güçte ısı verilir. Böylece kısmi yük hallerinde brülör on-off olarak çalışacaktır. Bunun alternatifi olan sistemde ise, brülör kademesiz olarak %100 güçten belirli bir kısmı yüke kadar (örneğin %30) gücünü değiştirebilmektedir. Bu tip brülörlere, modülasyonlu brülörler adı verilmektedir.

Modülasyonlu brülörlerde kısmi yüklerde çalışmada baca sıcaklıkları azalmakta ve ısı geçiş yüzeylerinde yoğuşma daha fazla olmaktadır. Çünkü kısmi yüklerde baca gazı kütsel debisi azalmakta ve gazlar daha fazla soğuyabilmektedir. Böylece yoğuşmalı kazanlarda baca gazı sıcaklığının düşük olması talebi, modülasyonlu brülör kullanılması halinde, daha geniş bir çalışma aralığında karşılanabilmektedir. Öte yandan yakma gücünün modülasyonu, brülör çalışma sürelerinin uzaması sonucunu doğurmaktadır. Bu ise çalışmaya başlama ve durma sırasında ortaya çıkan aşırı emisyonların azalmasına neden olmaktadır.

Şekil 18'de modülasyonlu brülörlü yoğuşmalı kazanlarda boyutsuz olarak farklı yükteki kullanma ısı verimlerinin, dış hava sıcaklığının tekrarlanma dağılımı ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Burada görüldüğü gibi, en sık görülen yük durumlarında (%30-50) kullanma ısı verimleri bir maksimumdan geçmektedir. Aynı şekil üzerinde görülen bir başka avantaj, emisyonlarla ilgilidir. NO_x ve CO emisyonları izafi brülör yükü ile birlikte azalmaktadır. Baca gazını, ısı geçiş yüzeylerinde, kazan dönüş suyu sıcaklığına çok yakın değerlere kadar soğutmanın mümkün olduğu Şekil 19'da görülmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere, modülasyonlu brülörlü yoğuşmalı kazanlar, bir taraftan üst ısı değerinden yararlanma avantajı yaratırken, diğer yandan da duyulur ısıdan en geniş ölçüde yararlanma imkanı getirmektedir. Yoğuşmanın hangi ölçüde gerçekleştirilebildiği Şekil 20'de verilen kondenzasyon katsayısı ile gösterilebilir. Kondenzasyon katsayısı oluşan kondensin (yoğuşan su buharı miktarı) oluşması mümkün olan maksimum kondense oranı şeklinde tarif edilebilir. Buna göre kondenzasyon katsayısı 1 ise baca gazı içindeki bütün su buharı yoğuşturulabilmiştir. Örneğin doğal gazda maksimum kondens miktarı yaklaşık olarak 1,7 litre/m³ değerindedir. Kondenzasyon katsayısı, düşük kazan dönüş suyu sıcaklıklarında ve kazanın düşük yüklerde çalışması halinde daha büyük değerler alabilmektedir. Yoğuşmalı kazanlarda amaç, baca gazı içindeki su buharının mümkün olduğunca yoğuşturulması, yani yüksek kondenzasyon katsayılarına ulaşılmasıdır.

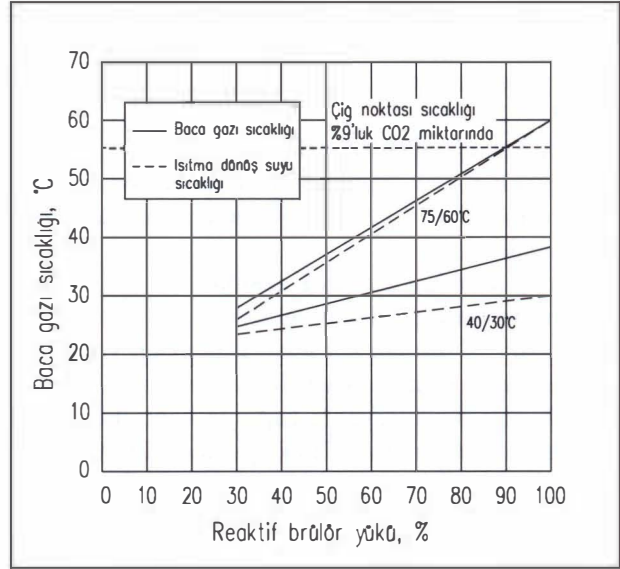
Yüksek Su Buharı Yoğuşma (Çığ Noktası) Sıcaklığı
Üst ısı değerinden faydalanma çığ noktası sıcaklığının değerine çok bağlıdır. Çığ noktası sıcaklığı, gaz halindeki su buharının yoğuştuğu ve sıvı faza geçtiği sıcaklık olarak tanımlanmaktadır. Bu yoğuşma sırasında, su buharında bulunan buharlaşma entalpisi (gizli ısı) açığa çıkmaktadır. Yüksek bir su buharı çığ noktası sıcaklığı

üst ısı değerinden faydalanmaya olumlu yönde etki etmektedir. Daha önce belirtildiği gibi, yoğunlaşmanın olabilmesi için, sistemin dönüş suyu sıcaklıklarının mümkün olduğu kadar bu çığ noktası sıcaklığının altına indirilmesi gerekir. Ancak sistem tasarımı ve boyutlandırılması burada sınırlamalar getirmektedir. Dolayısı ile çığ noktası sıcaklığının yüksek olması tasarımda ve boyutlandırmada rahatlatma getirecektir. Çığ noktasına tesir eden iki temel faktör vardır.

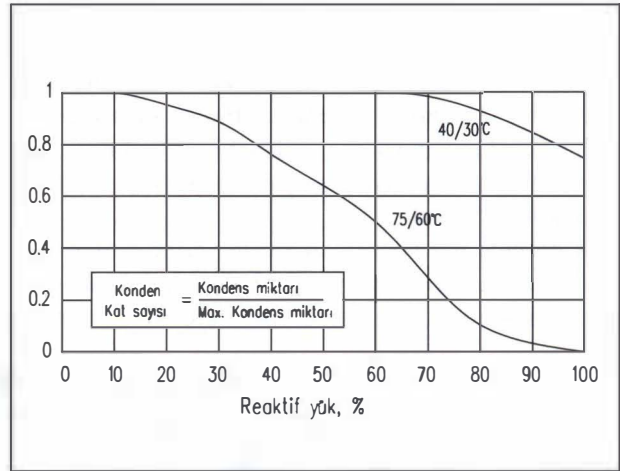
- **Yakıt:** Yakıttaki yüksek hidrojen oranı prensip olarak yüksek bir su buharı çığ noktası oluşmasına neden olmaktadır. Buradaki ilişki yakıttaki hidrojen oranının artması ile orantılı olarak, baca gazlarındaki hidrojenin oksidasyon ürünü olan su buharının artması şeklindedir. Böylece baca gazı içindeki su buharı kısmi basıncı artar ve bu da çok yüksek sıcaklıklarda su buharının yoğunlaşabilmesi imkanını getirir. Yani çığ noktası sıcaklığı yükselir. Bu durum Şekil 6'da görülen doğal gaz yanma ürünleri çığ noktası sıcaklığının, sıvı yakıt yanma ürünleri çığ noktası sıcaklığına göre daha yüksek olmasını açıklamaktadır.
- **Hava Fazlalığı:** Baca gazları içinde yüksek bir su buharı konsantrasyonu elde edilebilmek için yanma düşük bir hava fazlalık katsayısı ile, stokiyometrik bölgeye yakın gerçekleşmelidir. Şekil 6'da görüldüğü gibi, stokiyometrik yanmaya yaklaştıkça, çığ noktası yükselmekte ve daha ekonomik bir yanma sağlanmaktadır. Stokiyometrik bir yanma pratikte bugünkü şartlarda mümkün değildir. Ancak gaz yanmasında %10-20 arasında bir hava fazlalığı yeterli olabilmektedir. Baca gazındaki hava fazlalığının bir ölçüsü, baca gazları içinde CO₂ oranı veya bakiye O₂ oranı olabilmektedir. Modülasyonlu işletmede önemli olan her yükte mümkün olduğunca düşük hava fazlalığı ile çalışmak ve su buharı çığ noktası sıcaklığını sabit bir şekilde yüksek tutmaktır. Bunun sağlanabilmesi için yakıt ve hava arasındaki oranın tüm modülasyon bölgesinde sabit tutulması gerekir. Bu işlemin teknik çözümü gaz hava bileşik kontrolü sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Gaz Hava Birleşik Kontrolü ile Dış Hava Kompanzasyonlu İşletme

Kazanın kontrol ünitesi dış hava sıcaklığına ve ısıtma eğrisine göre gerekli ısıtma gidiş suyu sıcaklığını hesaplamaktadır. Bu gerekli ısıtma gidiş suyu sıcaklığı kontrol ünitesi tarafından brülörün kontrol ünitesine (beyine) bildirilmektedir. Bu ünite gerekli ısıtma gidiş suyu sıcaklığını, kazanın su sıcaklık hissedicisi tarafından ölçülen fiili ısıtma gidiş suyu sıcaklığı ile karşılaştırmaktadır. Gerekli ve fiili ısıtma gidiş suyu sıcaklıkları arasında bir kontrol sapması olması durumunda gaz yakıtlı yoğunlaşmalı kazan aşağıda belirtilen şekilde çalışarak bir güç ayarlaması (modülasyon) yapmaktadır.



Şekil 19. BACA GAZININ SICAKLIĞININ YÜKE BAĞLILIĞI



Şekil 20. KONDENZASYON KATSAYISININ YÜKE BAĞLILIĞI

- Kontrol sapmasının büyüklüğüne bağlı olarak, brülör kontrol ünitesi yeni bir fan devir sayısı hesaplamaktadır.
- Öngörülen fan devir sayısı bir kumanda hattı üzerinden fan motoruna iletilmektedir. Fan, devir sayısına bağlı olarak daha çok veya daha az yanma havasını brülöre sevk etmektedir. Fan devir sayısına ve sevk edilen yanma havası miktarına bağlı olarak fanın çıkışında bir statik basınç oluşturmaktadır.
- Gaz miktarının kontrolü ile ilgili giriş büyüklüğü olarak fan çıkışındaki söz konusu statik basınç hizmet etmektedir. Bu bir kumanda hattı üzerinden gaz arnatörü içindeki bir membrana etkimektedir. Membran ise konum değişmesi ile brülöre daha çok veya az gazın akmasını sağlayan bir ventil ile irtibatlandırılmıştır.

Bu teknik sayesinde bütün modülasyon bölgesinde hemen hemen sabit bir CO₂ miktarının oluşması garanti

edilmiştir. Böylelikle sabit yüksek bir su buharı çığ noktası sıcaklığı yardımıyla optimum yoğuşma şartları oluşturulmuştur.

2.1.5.1 Yoğuşmalı Kazan Tipleri

Yoğuşmalı Kazan ürün gamında sürekli bir biçimde tek kazanda 7 kW güçten 1500 kW güce kadar ürün bulunmaktadır.

a. Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar (Kapasite Aralığı 11 kW-60 kW)

Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar, kendinden yoğuşmalı kazanların en düşük kapasiteli olanlarıdır.

Bu cihazlar modülasyonlu kapasite kontrolü (havayı ve gazı birlikte oransal olarak ayarlayabilme) imkanına sahiptirler. Modülasyonlu brülörler yoğuşmalı kazan teknolojisine en uygun brülör tipleridir. Bu kazanlar %0-%100 aralığında kapasite kontrolü yaparlar.

Bu kontrolü %100-%30 aralığı alev modülasyonu ile, %30-%0 aralığı çalışma süresi ayarlanarak gerçekleşir. Cihaz verimi, 40/30°C döşemeden ısıtma sistemlerinde %109 değerlerine kadar ulaşabilmektedir. Bu durumda baca gazı sıcaklığı 38°C değerine kadar inebilmektedir. Bacada gazların hareketi fanla gerçekleşmektedir. Ön karışımli seramik brülör sayesinde düşük sıcaklıkta tam yanma sağlanabilmektedir. Bu yüzden zararlı gaz emisyonları çok düşüktür.

b. Kaskad Sistem (Şekil 21)

Tek döşeme tipi yoğuşmalı kazan yerine birden fazla sayıda duvar tipi cihazı paralel bağlayarak kaskad sistem oluşturmak, belirli kapasitelere kadar yatırım

maliyeti açısından daha ekonomik olabilmektedir. Örneğin tek 80 kW döşeme tipi cihaz yerine iki 43 kW duvar tipi cihaz daha ekonomiktir. Kaskad sistemde sekiz cihaza kadar duvar tipi yoğuşmalı kazanı birlikte çalıştırmak mümkündür.

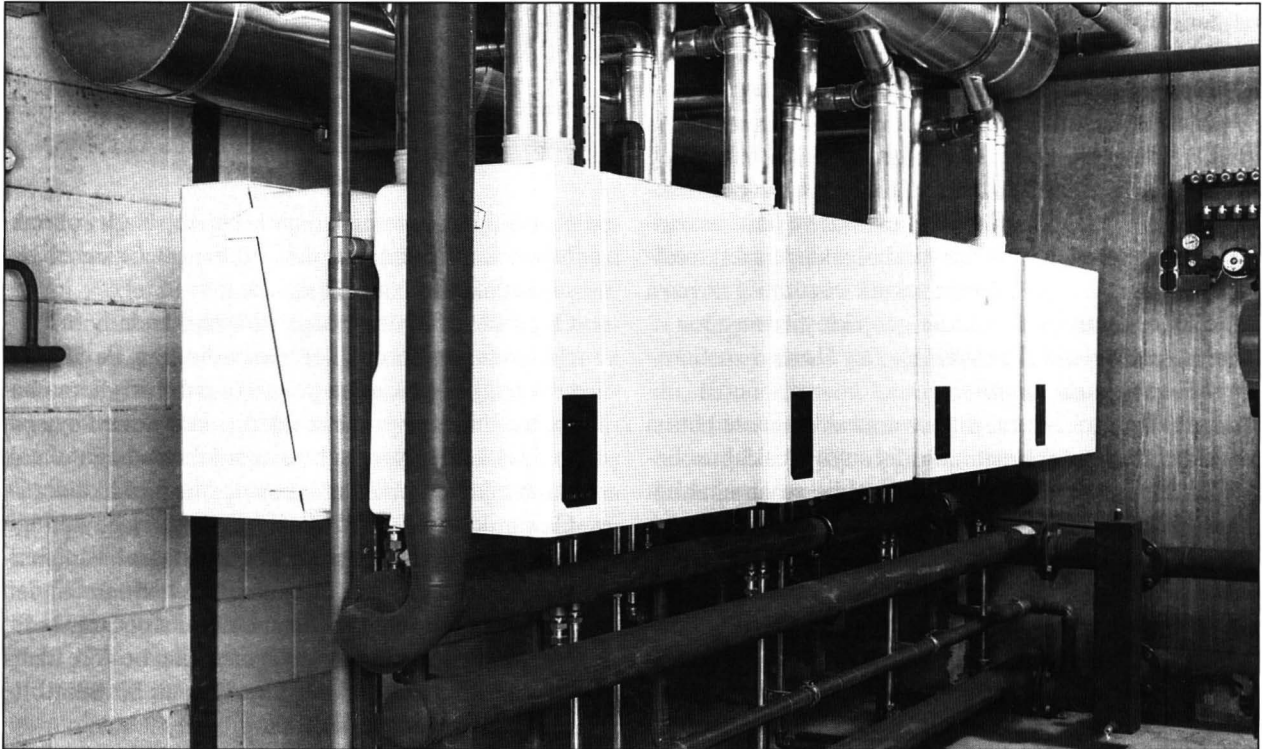
Ana kumanda paneli ile dört kazana kadar kumanda edebilme imkanı vardır. Kaskad sistemde çalışan kazanların günlük olarak otomatik rotasyonu yapılır. Kazan kapasiteleri kumanda edilir. Kaskad sistemde bütün kazanlar modülasyonlu olarak çalıştırılmaktadır.

Kaskad Sistemin Çalışma Prensibi

Şekil 22'de ilk çalışma sırasındaki sıcaklık değişimleri görülmektedir.

İstenen oda sıcaklığında bir değişim görüldüğünde ilk önce bir numaralı kazan devreye girer ve %100 kapasite ile çalışmaya başlar.

- Panel, servis bölümünde girilmiş istenen sıcaklığa ulaşma süresine bakar. Yine servis bölümünde girilmiş hedef süresi ile (fabrika ayarı 30 dk.) kıyaslar ve mevcut kazan kapasitesinin bu sürede olması gereken sıcaklığa ulaşip ulaşamayacağını hesaplar. Eğer yetmeyeceğine karar verirse, diğer kazanı devreye sokar.
- Bu işlemi tesisatı istenilen sıcaklığa, belirlenen sürede ulaştıracak şekilde, ısı ihtiyacını karşılayınca ya kadar devam ettirir. Şekil 23'de dört kazanlı sistemin çalıştırılması (ısıtma periyodu) durumunda kazanların davranışlarını göstermektedir. Kazanların çalışmaları tesisatın ısı ihtiyacına göre değişmektedir. İstenilen oda sıcaklığında bir düşme meydana geldiğinde, aşağıdaki yol izlenmektedir.

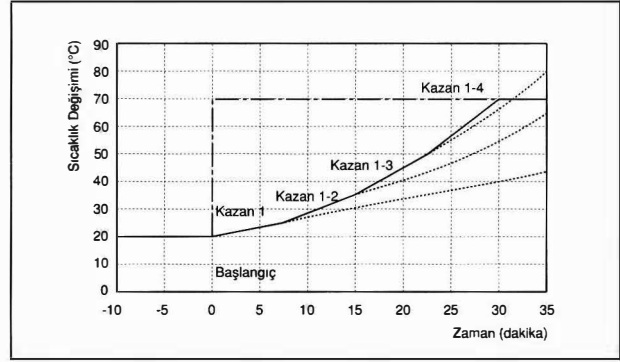


Şekil 21. 70 DAİRELİ APARTMAN KAZAN DAİRESİ

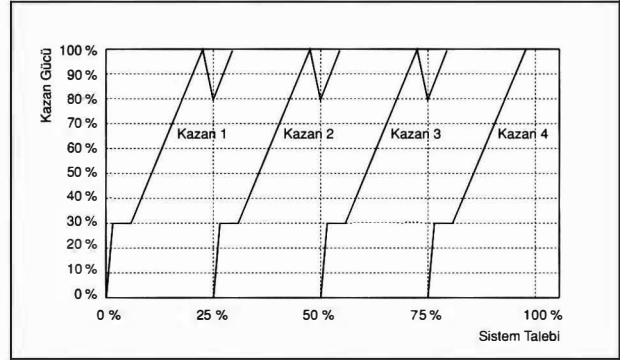
- Birinci kazan çalışmaya başlar ve kapasitesini %100'e çıkarır.
- İkinci kazan minimum kapasitede devreye girer.
- Birinci kazan modülasyon ile kapasitesini bir miktar geriye çeker. Bu geri çekme ikinci kazanın devreye girerken getireceği ek enerji ile aynı orandadır. Ardından tekrar %100'e çıkmaktadır.
- İkinci kazan %100 kapasiteye doğru çıkmaya başlar.
- Diğer kazanlar da devreye girerken aynı yolu izler. Bir önceki kazanın, diğer kazan devreye girdiğinde kapasitesini düşürmesinin sebebi, bir anda oda sıcaklığında ani değişimlere neden olmamak içindir. *Şekil 24'*de dörtlü kaskad yapan bir sistemin kapanırken izlediği yol görülmektedir. Kazanların davranışları tesisat yükü ile değişmektedir. Oda sıcaklığında bir değişim meydana geldiğinde,
- Dördüncü kazan minimum kapasiteye ulaşınca kadar modülasyonu gerçekleştirir.
- Üçüncü kazan da minimum kapasiteye ulaşınca kadar modülasyonu gerçekleştirir.
- Dördüncü kazan kapanır.
- Üçüncü kazan, dördüncü kazanın kapanmasından kaynaklanacak ısı farkını karşılayacak şekilde kapasitesini artırır. Ardından yavaş yavaş minimum kapasiteye kadar yine kapasitesini düşürür.
- İkinci kazan kapasitesini modülasyon ile minimum kapasiteye kadar düşürür.
- Üçüncü kazan kapanır.
- Diğer kazanlar da aynı davranışı sergileyerek sıra ile kapanır. Kapasite azaltarak kapama yapılması ve diğer kazanın ısı miktarını karşılaması, oda sıcaklığındaki oynamaları önlemeye yöneliktir. *Şekil 25'*de denge kabında kapama işlemi sırasındaki sıcaklık değişimlerini göstermektedir.
- Sıcaklık değişiminde önce dördüncü kazan panel tarafından kapatılır ve üçüncü kazanın modülasyonu serbest bırakılır.
- Hafızasındaki soğuma süresine göre mevcut soğuma süresini kontrol eder. Eğer hafızasındakinden (fabrika ayarı 30 dk.) daha düşükse, diğer kazanı da devre dışı bırakır. Çalışan kazana modülasyon yaptırır.
- Bu işlem tesisatın ihtiyacı sıfıra inene kadar devam eder.

Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazanlardan Oluşturulan Kaskad Sistemlerin İlave Avantajları

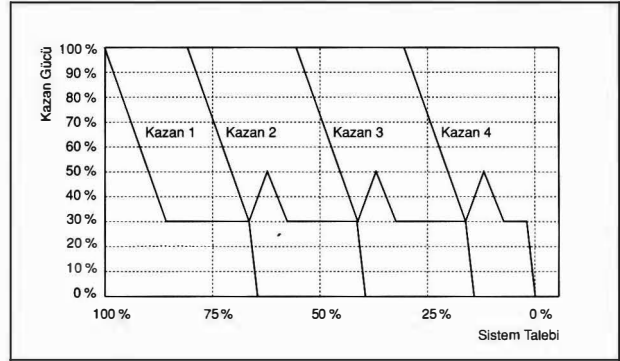
- Bu sistemler tam modülasyonlu brülörlere sahiptir ve bu brülörlerde hava ve yakıt birlikte oransal olarak ayarlanır.
- Oransal kontrol yanında aynı zamanda sıra kontrol avantajına da sahiptir. Böylece toplamda kapasite %4 ile %100 arasında sürekli kontrol edilebilmektedir.
- En alttaki %4'e kadar olan dilimde ise pompa start-stop ile modülasyon sağlanır.
- Oda sıcaklığı kontrol hassasiyeti 0,1°C değerindedir.



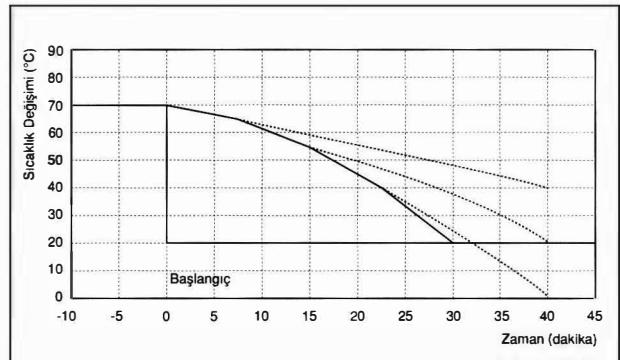
Şekil 22. İlk çalışma sırasında sıcaklık değişimi



Şekil 23. Kazanların ısıtma durumunda davranışları



Şekil 24. Kaskad sistemin kapanma davranışı



Şekil 25. Kapanma sırasında denge kabındaki sıcaklık değişimi

- Primer pompalar çok küçüktür. Dolayısıyla elektrik tüketimi çok azdır.
- Yer kaybı çok azdır.
- Gövdesi küçük olduğundan ısıtım kaybı çok azdır.
- Tek zonlu ısıtma sistemlerinde ve tek zon ısıtma+boyler sistemlerinde 3 yollu vana ve aksesuarlarına ihtiyaç yoktur.
- Alev sıcaklığı çok düşüktür. Bu nedenle NO_x emisyonları 20 mg/kWh değerinin altında kalmaktadır ve nötralizasyona gereksinim duymaz.

c. Döşeme Tipi Orta Kapasitede Gaz Yakıtlı Yoğuşmalı Kazanlar

Bu seri kazanlar 60-1.200 kW güç aralığındadır (Şekil 26). Üç tam geçişli olarak üretilen bu kazanların yanma odası ve yoğuşmalı ısı geçiş yüzeyleri paslanmaz çeliktir. Yoğuşma doğrudan kazan içindeki ısıtıcı yüzeylerde meydana gelmektedir. Gaz ve suyun akışı ters yöndedir. Gaz sıcaklıklarının en düşük olduğu noktada sistemden dönen en düşük sıcaklıktaki su ile karşılaşır. Yoğuşmalı ısı geçiş yüzeylerinde ısı geçişini optimize etmek üzere duman tarafında sıvı filmi oluşmasını önleyecek yapıda borular kullanılmalıdır. Oval borular gaz geçiş kesitini aşağıdan yukarı doğru genişletme imkanı verir. Böylece düşük basınç kaybı ve sabit hız elde etmek mümkündür. Ayrıca düşey yapı ve aşağı doğru gaz akışı, kondensin aşağı akışına imkan verir.

Kazana iki ayrı dönüş suyu bağlantı ağzı vardır. Böylece farklı dönüş suyu sıcaklığına sahip iki ayrı devreyi kazana bağlama imkanı vardır. En düşük sıcaklıktaki dönüş devresi en sona bağlanır. Tek girişe göre iki girişle %4'e kadar tasarruf yapmak mümkündür. Bu tip kazanlarda kazan içerisinde iki kademeli

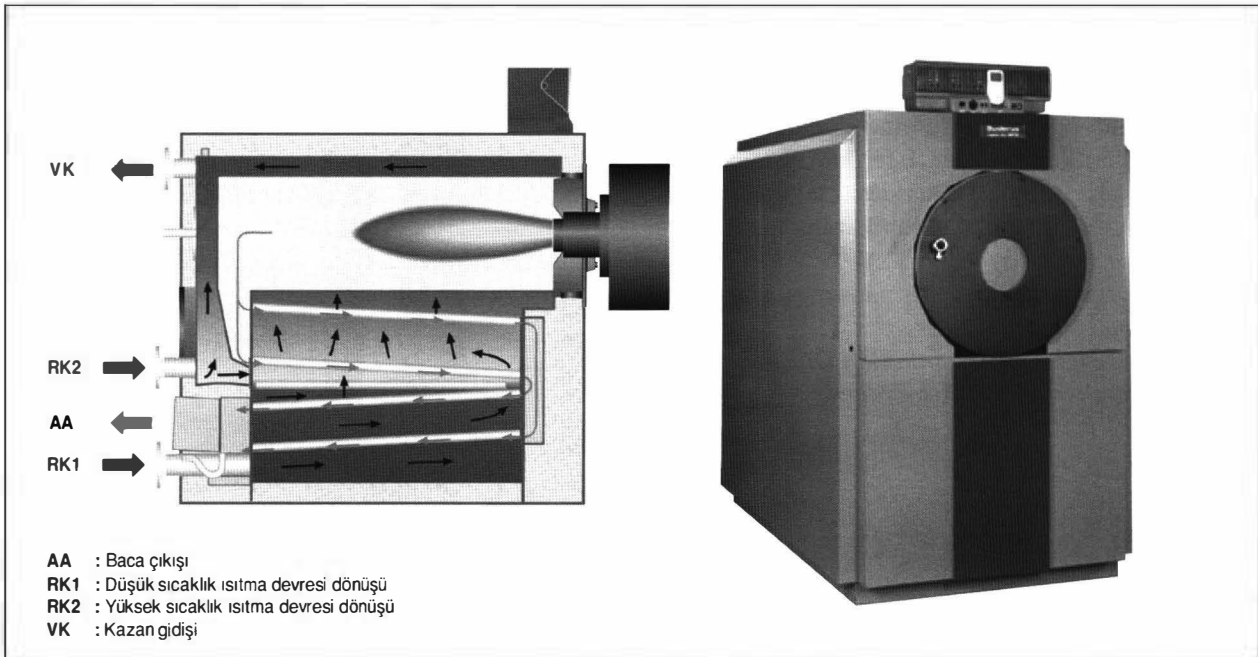
ses absorberinin olması nedeniyle, bacadaki ses seviyesi ciddi oranda azaltılmaktadır.

Avantajları

- Verim çok yüksek.
- Türbülator yok (ömür boyu yüksek performans).
- Dönüş suyu sıcaklık limiti yok.
- Şönt pompaya,
- Üç yollu vanaya ve } ihtiyaç YOK.
- Aksesuarlarına
- Şönt pompa olmadığı için, elektrik enerjisi tüketimi de yok.
- Kazandan çıkış suyu sıcaklığı limiti yok.
- Üç yollu karışım vanası ve aksesuarlarına ihtiyaç yok.
- Boyutlar daha küçük.
- Durma ve aşınım kayıpları daha az.
- Yer kaybı daha az.
- Kamyon nakliyesi daha ucuz (araçta çok daha az yer kapladığı için).
- Yatay ve düşey taşıma daha kolay.
- Montaj maliyeti daha ucuz.
- Baca susturucusuna ihtiyaç yok (susturucu özelliği var).
- Bakım ve servis daha kolay.
- Kazan içerisinde homojen bir ısı dağılımı var.
- Su tarafı direnci daha az.
- Gaz tarafı direnci daha az.

d. Döşeme Tipi Büyük Kapasitede Gaz Yakıtlı Yoğuşmalı Kazanlar

Dört tam geçişli olarak üretilen bu kazanlarda, yoğuşma için verilen korozyona dayanıklı paslanmaz çelik malzemeden yüzeyler kazanın son bölümlerinde yer almaktadır. Bu paket tip çözümde yine norm kullanma verimleri %108 mertebelerine kadar yükselebilmektedir. Duman gazlarındaki ısıнын büyük kısmı yoğuşmanın



Şekil 26. BUDERUS 3 TAM GEÇİŞLİ VE TÜRBÜLATÖRSÜZ KENDİNDEN YOĞUŞMALI KAZANLAR

olmadığı emniyetli kazan su sıcaklıklarında kazanda-ki suya geçmektedir. Geri kalan ısı geçişi ise son bölümde düşük su sıcaklıklarında ve düşük duman gazı sıcaklıklarıyla gerçekleşmektedir. Bu bölümde yoğunlaşma olmaktadır.

Duman borularında türbülator bulunmamalıdır. Bu kazanlarda da iki farklı sıcaklıkta dönüş devresi bağlama imkanı bulunmaktadır. En düşük sıcaklıktaki dönüş yoğunlaşma bölümüne bağlanır.

e. Düşük Sıcaklık Kazanı + Yoğuşmalı Isı Eşanjörü Kombinasyonu

Şekil 27’de bu sistemin şematik gösterilişi verilmiştir. Yine yüksek kapasite aralığında kullanılır. Çelik düşük sıcaklık kazanına dıştan ilave olarak yoğuşmalı eşanjör takılmaktadır. Daha ucuz bir çözümdür. Bu kombinasyonda da yoğunlaşma enerjisinden belirli ölçüde yararlanma imkanı vardır. Şekilde görüldüğü gibi en düşük sıcaklıkta gelen su eşanjöre bağlanmaktadır. Burada ısınan su daha sonra kazan kısmına gönderilmektedir.

2.1.5.2 Kendinden Yoğuşmalı Kazanlarla, Düşük Sıcaklık Kazanı + Yoğuşmalı Ekonomizör Alternatiflerinin Karşılaştırılması

Her iki çözüm arasında verim ve fiyat olarak önemli farklar bulunmaktadır. Doğal olarak kendinden yoğuşmalı kazanların diğer çözüme göre önemli avantajları bulunmaktadır. Avantajları:

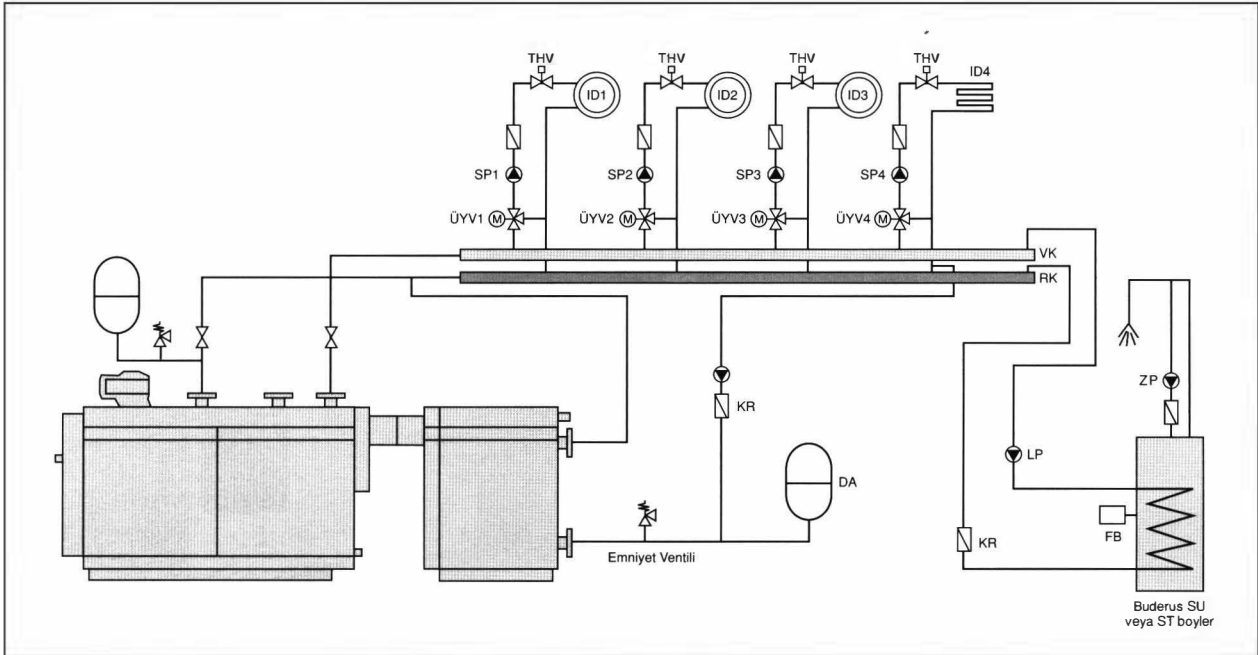
- Verim çok yüksek.
- Türbülator yok (ömür boyu yüksek performans).
- Boyutlar daha küçük.
- Durma ve ısınım kayıpları daha az.
- Yer kaybı daha az.

- Kamyon nakliyesi daha ucuz (araçta çok daha az yer kapladığı için).
- Yatay ve düşey taşıma daha kolay.
- Su hacmi daha az (kesintili çalışmada daha düşük enerji tüketimi).
- Bakım ve servis daha kolay.
- Kazan içerisinde homojen bir ısı dağılımı var.
- Su tarafı direnci daha az.
- Gaz tarafı direnci daha az.
- Beton kaide biraz daha ucuz.

Kendinden yoğuşmalı kazanlarının boyutları etkin ısı geçiş yüzeyleri nedeniyle küçüktür ve kazanlar az yer kaplarlar. Aynı nedenle bu kazanların su hacmi az ve kütlesi daha az ağırdır. Bu kazanların küçük ve hafif olma özellikleri hem mimari açıdan (daha az yere ihtiyaç vardır) ve hem de işletme açısından önemli avantajlar getirmektedir. Yer kazancı aynı zamanda kıymetli inşaat alanlarından kazanç anlamına gelir ve bu aynı zamanda maliyet kazancı olarak değerlendirilebilir.

2.2 KOMBİ CİHAZLARI

Kombi cihazlar villa tipi yapıların ısıtma ve kullanma sıcak suyu ihtiyacını birlikte karşılarlar. Bu cihazlar bireysel ısıtma amacıyla apartman dairelerinde de kullanılırlar ve bu tip uygulamalara pratikte kat kaloriferi adı verilir. Kombi cihazlar gaz yakıt yakmak üzere geliştirilmiş özel cihazlardır. Kombi özel olarak gazlı cihazlara verilen bir isimdir. Kombi cihazlarda genellikle sirkülasyon pompası ve genleşme kabı cihazın içindedir. Cihazı doğrudan tesisata bağlamak mümkündür. Kombiler bacalı ve hermetik olarak ikiye ayrılabilir. Normal olarak bacası bulunan yapılarda bacalı tipler kullanılır. Cihaz yakma havasını bulunduğu ortamdan



Şekil 27. DÜŞÜK SICAKLIK KAZANI + YOĞUŞMALI EŞANJÖR KOMBİNASYONUNUN TESİSAT ŞEMASI

alır. Yanma sonucu oluşan duman gazları baca yardımıyla çatıdan dışarı atılır. Yakma havasının emilmesi ve duman gazlarının dışarı atılması baca çekişiyle doğal olarak gerçekleştirilir. Bir fan yoktur. Bu tip cihazlarda bacada bir tıkanıklık varsa ve duman gazları dışarı istenilen biçimde atılamıyorsa, cihazı durduran bir emniyet sistemi mutlaka bulunmalıdır. Baca tepme sensörü veya baca gazı akış emniyeti adı verilen bu cihaz duman gazı sızmasının yarattığı zehirlenmelere karşı bir güvencedir.

Hermetik kombiler ise bacası bulunmayan mahallere cihaz tesisi gerektiğinde kullanılır. Hermetik kombi yanma havasını bir boru ile dışardan kendi alır ve yanma ürünü duman gazlarını başka bir boruyla kendi dışarı atar. Bu amaçla bir fan kullanılır. Genellikle dış duvara monte edilirler ve içiçe iki boruyla yakma havası dış duvardan emilir ve duman gazları dış duvardan atılır. Hermetik kombilerin farklı uygulamaları da vardır.

2.2.1 Kombi Tipleri

Uygulamada farklı gelişmişlik düzeyinde ve kalitede çok çeşitli kombi cihaz bulunmaktadır. Buderus kombi cihazları 3 tipe ayrılabilir;

Yoğuşmalı Kombi, Bilgisayarlı Kombi ve Delta Kombi. Bunlara ek olarak klasik kombileri ekleyebiliriz. Dört farklı tip kombinin tanımı *Tablo 28 A*'da özetlenmiştir. Buna göre en üst sırada yoğuşmalı kombi bulunmaktadır. Hemen altında bilgisayar kontrollü Buderus U122 Kombi gelmektedir. Üç tam modülasyon yapabilen Buderus Bilgisayarlı Kombi, oda kumandası

değiştirilerek hem dış hem de iç hava sıcaklığına göre çalışabilmektedir (*Şekil 28 B*). Hemen arkasında Buderus Delta Kombi bulunmaktadır. Kompakt bir yapısı olan cihaz, modülasyonlu oda kumandası ile kullanıldığında hem ısıtma hem de kullanma sıcaklığının yanı sıra oda sıcaklığından da kumanda alarak çalışabilmektedir. Bu yüzden Buderus Bilgisayarlı Kombi ve Buderus Delta Kombiye üç tam modülasyonlu kombi adı verilir. Son sırada ise basit klasik tip kombi yer almaktadır. Klasik kombi karşılaştırma yapabilmek amacıyla eklenmiştir.

On-Off Çalışma

Isıtma veya sıcak su ihtiyacı için tam kapasite ile çalışıp durur. Her durma ve çalışmada kötü yanma oluşur ve daha fazla yakıt harcanır.

İki Modülasyon

Birinci modülasyon kullanma suyu sıcaklığına göre yapılır. Duş, lavabo, vb. ihtiyaçlar için oransal yanma ile sıcak su düzenli ve verimli olarak sağlanır. İkinci modülasyon ise kombi üzerindeki ısıtma (kalorifer) termostatının ayarlandığı değere göre yapılır. Örneğin termostat 60°C ayarlanmış ise, kalorifer devresi su sıcaklığı bu değere yaklaştığında, oransal yanma ile su sıcaklığı kontrol edilerek alev kısılır veya açılır. Dış hava sıcaklığı sürekli değiştiği için kombi termostatu hep yüksek sıcaklığa ayarlanmak zorundadır.

Üç Modülasyon

Üç modülasyonlu kombide iki modülasyonluya ek olarak ayrıca oransal tip hassas oda termostatu; oda sıcaklığı istenilen değere yaklaştığında alevi kısarak

KOMBİ TİPİ	YOĞUŞMALI YOĞUŞMASIZ	BRÜLÖR TİPİ		ODA SICAKLIĞI KONTROLÜ	ODA KUMANDASI HASSASİYETİ	KULLANMA SICAK SUYU		GENLEŞME DEPOSU HACMİ (Litre)
		Yanma Verimine Etkisi	Yıllık Verime Etkisi			Sıcaklığın Oransal Kontrolü	Isıtıcı Tipi	
GB 122 Duvar Tipi Kendinden Yoğuşmalı Kombi	Yoğuşmalı Norm kullanma verimi: %107	Ön karışımli (Yüksek yanma verimi) Akkor elektrot (Patlamasız yanma)	Tam modülasyonlu (Yüksek yıllık verim)	Var (Oransal)	± 0,1°C	Var	Boylar (Anında sıcak su)	12
U 122 Bilgisayarlı Kombi (3 Tam Modülasyonlu) (Dış hava sıcaklığına göre çalışabilme)	Yoğuşmasız Norm kullanma verimi: %93,5'a kadar	Ön karışımli (Yüksek yanma verimi) Akkor elektrot (Patlamasız yanma)	3 tam modülasyonlu ve ön soğutmalı (Yüksek yıllık verim) Düşük gaz basıncında çalışabilme imkanı	Var (Oransal)	± 0,1°C	Var	Boylar (Anında sıcak su)	12
U 012 Delta Kombi (3 Tam Modülasyonlu)	Yoğuşmasız Norm kullanma verimi: %93,5'a kadar	Difüzyon alev	3 tam modülasyonlu (Modülasyonlu oda kumandası ile)	Var (On-off veya modülasyonlu oda kumandası ile oransal alternatifleriyle)	± 0,1°C (Modülasyonlu oda kumandası ile)	Var	Bivalent eşanjör (U012-28T60 modelinde 60 litre boylar)	8
K-1 Kombi (2 Modülasyonlu)	Yoğuşmasız	Difüzyon alev	2 modülasyonlu	Eğer ayrıca termostadı alınırsa on-off	>± 1°C	Yok	Plakalı eşanjör	6 veya 8

Tablo 28 A. KARŞILAŞTIRILACAK HERMETİK KOMBİLERİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

oda sıcaklığının (0,1°C'nin altındaki tolerans ile) sabit kalmasını sağlar. Böylece hem konfor, hem de düşük yakıt tüketimi birlikte sağlanır. Kullanma sıcak suyu günlük ortalamada bir saatten daha kısa sürelerde kullanılır. Oysa evin ısıtılması 24 saattir. Bu nedenle en yararlı kontrol oda hissedicisinden yapılır. Daha doğrusu üç modülasyonun da olması konfor ve ekonomik işletmeyi birlikte sağlar, yakıt tüketimini çok azaltır. Ayrıca eşanjöre temas eden yüksek alev süresini düşürdüğünden, kombi ömrünü yaklaşık iki misli artırır.

2.2.2 Kombilerin Performansı

Dış hava sıcaklığına göre çalışma avantaj sağlar. İç ortamdaki bir termostattan yapılan kumanda her zaman ataletlidir. Özellikle yerden ısıtma söz konusu ise, dış hava sıcaklıklarındaki değişiklikler ortamı etkilediğinde devreye girebilen cihazlar geç kalmaktadır. Dış hava sıcaklığını da ölçerek çalışabilen cihazlar konforun her zaman en üst seviyede kalmasını sağlarken yakıt tüketimini de düşük seviyelerde tutarlar.

Kombi uygulamasında önemli bir konu kombilerin 10 lt/dk kullanma sıcak suyu ihtiyacını karşılayabilmek üzere genelde minimum 24 kW güçte seçilmeleridir. Halbuki kombi kullanılan dairelerin ısıtma için ihtiyaç duydukları güç genellikle 10 kW'ın altında kalmaktadır. Bu nedenle kombiler ısıtma modunda çalışırken çok düşük kısmi yük oranlarına inmektedirler ve bu nedenle yıllık şalt sayıları çok yüksek olmaktadır. Özellikle on-off çalışan kombilerde yıllık şalt sayısı

125.000 mertebesinde olabilmektedir. Modülasyonlu kombilerde şalt sayısı doğal olarak daha az olmaktadır. On-off kontrol ile çalışan kombiler (iki modülasyonlu kombilerde kısmen); her kırmızı ışıktaki durup kontağı kapatılan, yeşil ışıktaki tekrar çalıştırılıp sonraki kırmızı ışığa kadar tam gaz gidip tekrar duran bir arabaya kısmen benzetilebilir. Üç modülasyonlu kombiler ise; hızını ayarlayan, hiç kırmızı ışığa yakalanmadan aynı sürede aynı mesafeyi hep yeşil ışıktaki geçen bir arabaya kısmen benzetilebilir. Doğaldır ki bu arabanın yakıt tüketimi daha az olacaktır. Kombin her durup kalkması bir süre kararsız ve kötü yanmaya ve daha önemlisi 30-90 saniye süren ön süpürme nedeniyle enerji kaybına neden olurken; durma periyodundaki ilave soğuma kayıpları yakıt tüketimini artırmaktadır. *Tablo 29*'da brülör üreticisi firmadan alınan şalt sayıları verilmiştir.

Tablo 28 A'da görüldüğü gibi dört farklı düzeydeki cihazın yıllık yakıt tüketimleri, sağladıkları konfor ve fiyatları arasında önemli farklar bulunmaktadır. Cihaz

Güç	Yıllık şalt sayısı	Cinsi
< 25 kW	125.000	Tek kademeli kombi
< 25 kW	60.000	Modülasyonlu kombi
< 50 kW	40.000	Tek kademeli kazan
< 50 kW	30.000	İki kademeli kazan
> 50 kW	20.000	Modülasyonlu kazan
> 500 kW	< 10.000	Modülasyonlu kazan

Tablo 29. FARKLI BRÜLÖRLERİN YILLIK ŞALT SAYISI DEĞERLERİ



Şekil 28 B. BUDERUS LOGAMAX U122 BİLGİSAYARLI KOMBİ

seçerken satın alma maliyeti ve yakıt maliyeti birlikte değerlendirilmelidir. En ekonomik seçimde amaç, toplam maliyetin minimize edilmesidir.

2.2.3 Bir Kombide Aranacak Önemli Özellikler

- Düşük gaz basıncında çalışabilmelidir.
- Düşük voltajda çalışabilmelidir.
- Düşük su basınçlarında çalışabilmelidir.
- En az 2 litrelik bir boyleri bulunmalıdır.
- Mikroprosesör (elektronik) kontrollü olmalıdır.
- Modülasyonlu olmalı ve ihtiyaca göre, kapasitesi (alev boyu) azalıp, artabilmelidir.
- Oda sıcaklığını hassas olarak kontrol edebilmelidir.
- Tam güvenlik sistemine sahip olmalıdır.
- Baca tepme sensörü mutlaka bulunmalıdır.
- İyi bir servis teşkilatı olmalıdır.

2.2.4 Çeşitli Tip Kombilerde Sistemin Toplam Isıl Verimi ve Yakıt Tüketimi

Bir kombinin yıllık yakıt tüketimine etki eden ana faktörler aşağıdaki altı konu ile ifade edilebilir:

- Kombilerin kullanma verim değerleri
- Oda sıcaklığını kontrol kabiliyeti
- Oda sıcaklığı kontrol hassasiyeti
- Şalt sayısı (durup-kalkma sayısı)
- Kullanma sıcak suyunun ekonomik ısıtılması
- Dış hava sıcaklığına göre kontrol imkanı (opsiyonel)

Yukarıda sıralanan faktörlerin yarattığı yakıt tasarrufu oranları, ısı kaybı 24 kW olan bina için *Tablo 30*'da bir arada verilmiştir. Her tip kombi için göreceli toplam tasarruf oranları son sütunda verilmiştir. Buna göre aynı koşullarda on-off kombi yılda 100 birim yakıt tüketirken; yoğuşmalı kazan 55 birim yakıt tüketmektedir.

2.2.5 Kombi Kapasitesinin Belirlenmesi

- Konutların ısı ihtiyacı genellikle 20.000 kcal/h (24kW)'ın çok altındadır.
- Ancak duş yapabilmek için en az 10 lt/dk. sıcak su ihtiyacı vardır. Bunu sağlamak için kombilerin en az 20.000 kcal/h kapasiteye sahip olması gerekmektedir.

- Bu yüzden konutun ısı ihtiyacına göre kapasitesini ayarlayabilen 3 tam modülasyonlu kombiler tercih edilmelidir.
- Isı ihtiyacına göre çalışan modülasyonlu kombiler ile çok daha fazla yakıt tasarrufu sağlanacaktır.
- Büyük konutlarda (200 m² ve üstü) ise 25.000 kcal/h (28 kW) kapasiteli kombiler kullanılabilir. Eğer sıcak su ihtiyacı fazla ise (çok sayıda banyo, jakuzi, masajlı duş vb. bulunması durumunda) yüksek konfor için 60 litre boyleri bulunan Delta U012-28T60 modeli veya Buderus Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazan ve Buderus duoCLEAN Boyler ikilisi tercih edilmelidir.
- 25.000 kcal/h kapasitenin yeterli olmayacağı daha büyük konutlarda (örneğin villalarda) ise daha yüksek kapasiteli Buderus Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar kullanılabilir.

2.3 GAZLI ŞOFBENLER

Binalarda kullanma amaçlı sıcak su üretmek için kullanılırlar. Doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı (tüp-gaz) ile çalışır. Genellikle ani ısıtıcı (eşanjörlü) tipi kullanılır. Ana bölümleri su ısıtıcı kanatlı borulu (eşanjör) atmosferik brülörlü yanma odası, gaz kontrol ve güvenlik donanımı, gövde ve su ve gaz boruları olarak sayılabilir. *Şekil 31*'de bir gazlı şofben, şematik olarak verilmiştir.

Açık yanma odalı ve doğal gazlı şofbenler mutlaka bacaya bağlanmalıdır. Baca olmayan yerler için ise hermetik (kapalı yanma odalı) tipleri mevcuttur. Hermetik tiplerde iç içe iki boru ile yanma havası dış duvardan dışardan alınır ve yanma ürünleri aynı yere atılır. Mecbur olmadıkça hermetik cihaz kullanılmamalıdır. Hermetik tipler hem daha pahalıdır, hem de bacalı cihazlar daha güvenlidir. Gazlı şofbenler banyo gibi iç hacimlere konulmamalıdır. Yanma havasının yeteri kadar beslenmesi için, şofbenin yerleştirildiği hacmin büyüklüğü ve dış hava bağlantısı önemlidir. Şofbenler elektronik ateşlemeli veya pilot alev ateşlemeli olabilir. Yanmanın devamı ve alev sönmüşse gazın kesilmesi güvenlik altına alınmalıdır. Pilot alevli

KOMBI TİPİ	VERİM FAKTÖRÜ	ODA SICAKLIĞI AYAR FAKTÖRÜ	TERMOSTAT HASSASİYETİ FAKTÖRÜ	ŞALT SAYISI FAKTÖRÜ	KULLANMA SUYU ISITMA FAKTÖRÜ	GERÇEKLEŞECEK TAHMİNİ YAKIT TÜKETİMİ ORANI
GB 122 Yoğuşmalı Kombi	%78,0	%80,0	%90,0	%97,5	%99,0	54
U 122 Bilygisayarlı Kombi (3 Tam Modülasyonlu) (Dış hava sıcaklığına göre çalışabilme)	%94,0	%80,0	%90,0	%99,0	%99,0	66
U 012 Delta Kombi (3 Tam Modülasyonlu)	%97,0	%80,0	%90,0	%99,5	%99,0	69
K-1 Kombi (2 Modülasyonlu)	%100	%100	%100	%100	%100	100

Tablo 30. DOĞAL GAZ KULLANILAN, 75/60 °C ISITMA SİSTEMİ OLAN VE HESAP ISI KAYBI 24 kW OLAN BİNALARDA ÇEŞİTLİ TİP KOMBİLERİN YILLIK YAKIT TASARRUFU ORANLARI

sistemlerde çift metal bir termostat pilot alev sönünce gaz beslemesini keser. Daha güvenli olan elektronik ateşlemeli sistemlerde alev sürekli gözlenir ve sönünce gaz vanası kendiliğinden kapanır. Elektronik ateşlemeli sistemler ayrıca pilot alevde gaz tüketimi olmadığından daha ekonomiktir.

Bir başka güvenlik sistemi ise atık gaz akış otomatıdır. Bu sistem baca gazı çıkışı olmazsa gaz beslemesini keser. Ayrıca bütün şofbenlerde baca gazı akım sigortası vardır. Bu bacadaki basınç değişimlerinden yanma odasının etkilenmesini önler. Şofbende su akışı da güvenlik altına alınmıştır. Sıcak su kullanımı olmadan gaz vanası açılmaz. Ayrıca su basıncı da minimum bir değere (Buderus Kombide 350 mbar değerine) ayarlanmıştır. Su basıncı bu değer üzerine çıkmadıkça gaz beslemesi olmaz. Bu nedenle şebeke basıncının sabit olmadığı yerlerde şofbenlerin stabil çalışması mümkün değildir. Gazlı şofbenlerin kullanıldığı yapılarda hidrofor kullanılmalıdır. Su sıcaklığı ise on-off veya oransal olarak kontrol edilebilir. Daha konforlu olan oransal kontrolde su ayarlanan sıcaklığa yaklaştıkça gaz orantılı olarak azaltılır ve alev giderek küçülür. Su kullanılmadığı zaman gaz kesilir ve ana alev söner. Şofbenlerde su sıcaklığı 35-62°C arasında ayarlanabilir. Bu cihazların verimleri ise % 70-92 arasında tipe göre değişir. Standart cihazların özellikleri *Tablo 32*'de verilmiştir. Gazlı şofben satın alırken elektronik ateşlemeli, oransal kontrollü ve tam güvenlik sistemi olan en kaliteli tipler tercih edilmelidir.

2.4 GAZ BRÜLÖRLERİ

Gaz yakıt diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında en kolay yakılan ve dolayısı ile en basit yapıya sahip olan yakıt tipidir. Doğal gaz brülörünün temel görevi yakıt ve havayı karıştırmak ve ateşlemektir. Ayrıca yanmanın kontrolü ve güvenlikle ilgili fonksiyonları vardır. Gaz brülörleri iki ana gruba ayrılır;

- Üflemesiz (atmosferik) gaz brülörleri
- Üflemeli (Fanlı) gaz brülörleri

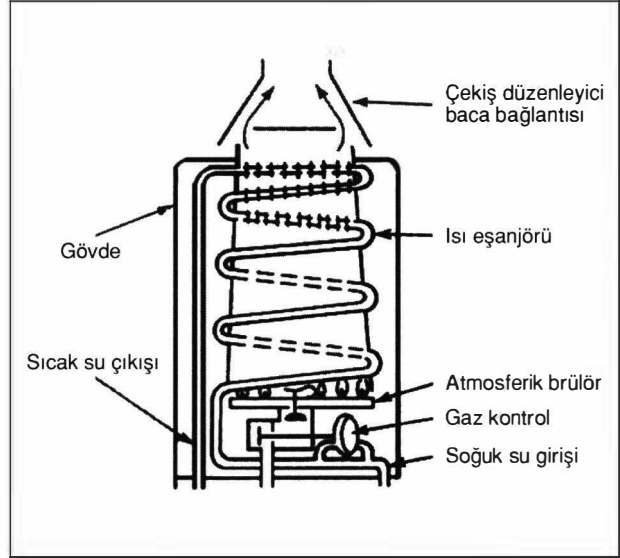
Üflemeli gaz brülörleri ise günümüzde ikiye ayrılmaktadır;

- Ön karışimsız (difüzyon alevli) üflemeli gaz brülörleri
- Ön karışimli üflemeli gaz brülörleri

Ön karışimli brülörler son yıllarda geliştirilen ve atmosferik brülör alternatifi olarak kullanılan tip brülörlerdir. Özellikle düşük emisyon değerleri ve oransal kapasite kontrol imkanı ile öne çıkan ve daha çok modern kazanlarda kullanılan brülör tipidir.

2.4.1 Atmosferik Gaz Brülörleri

Bu tip brülörlerde birincil (primer) hava, basınçlı doğal gazın bir lülede genişlemesi sırasında ejeksiyon prensibi ile çevreden emdiği hava ile karşılaşır. İkincil (sekonder) hava ise termik olarak, alevle ısınır



Şekil 31. GAZLI ŞOFBEN

Anma gücü (kW)	8,7	17,5	22,8	28,0
Su debisi 25°C'de (lt/dk)	5,0	10,0	13,0	16,0
Su debisi 50°C'de (lt/dk)	2,5	5,0	6,5	8,0
Gaz bağlantı değeri (m³/h)	2,5	5,0	6,0	8,0
Gaz basıncı (mbar)	4,5	4,5	5,0	5,0
Su bağlantı basıncı (bar)	2,1	1,9	2,4	2,4
Boru bağlantı ölçüleri (DN)				
Gaz	15,0	20,0	25,0	25,0
Sıcak su	15,0	15,0	15,0	15,0
Soğuk su	10,0	15,0	15,0	15,0

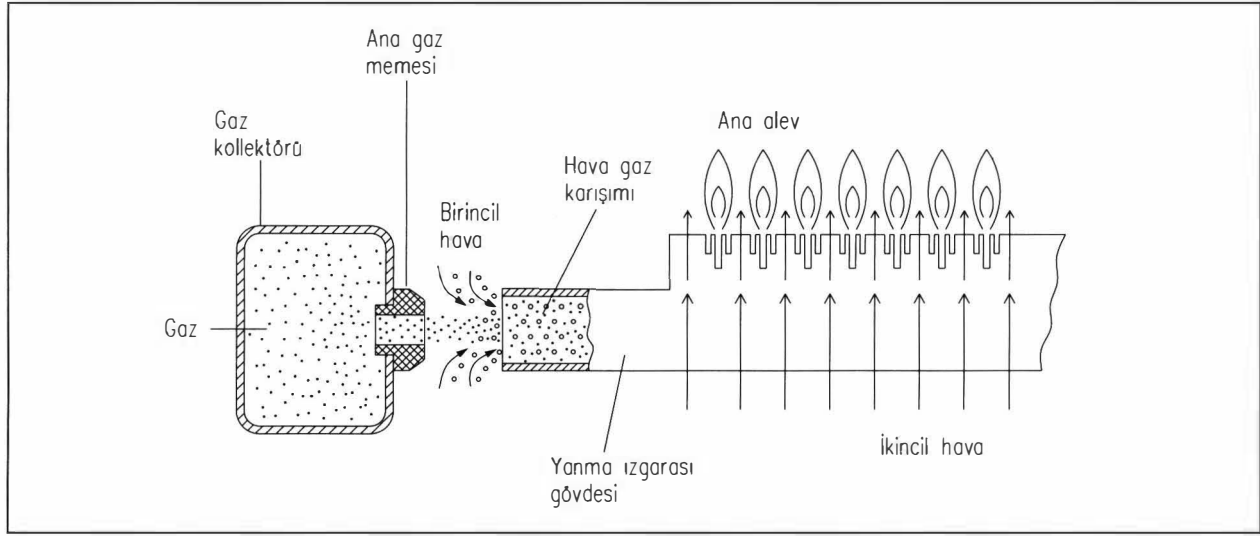
Tablo 32. STANDART GAZLI ŞOFBEN ÖZELLİKLERİ

yükselen gazların yerine, açık olan yakıcının altından emilir. Böylece modern atmosferik brülörlerde hem ön karışma, hem de difüzyon prensipleri alevin oluşumunda kullanılır. Şekil 33'de görülen atmosferik brülörler basit yapıları ve iyi bir yanma verimine sahip olmaları dolayısı ile son yıllarda merkezi ısıtımda 1 MW= 860.000 kcal/h kapasitelere kadar kullanılabilirler. Ancak bu tip brülörleri kullanan kazanların yapılarının da özel olması gerekir. Bu nedenle atmosferik brülörler kazanla birlikte satılırlar.

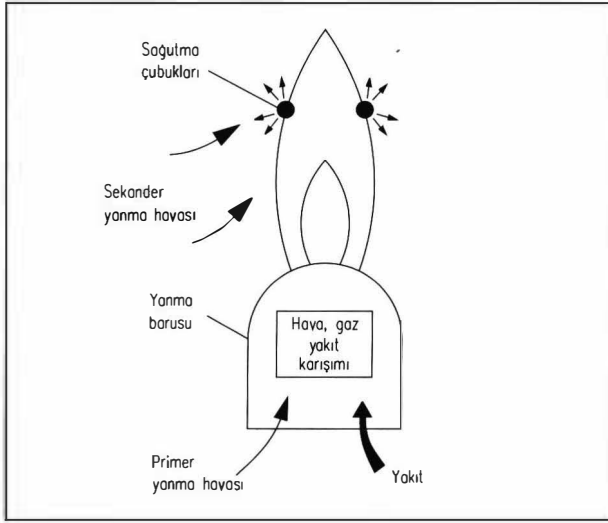
Atmosferik normal tip brülörlerde tam yükte hava fazlalığı %20 mertebesinde. Ancak düşük yüklerde gaz miktarı azaldıkça aynı oranda hava miktarını ayarlamak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle düşük yüklerde, özel önlem alınmamış klasik atmosferik brülörlerde artan hava fazlalığına bağlı olarak, kazan verimi düşer. Halbuki üflemeli brülörlerde hava ve yakıt miktarını birlikte ayarlamak mümkün olduğundan böyle bir düşme görülmez. Aynı şekilde ön karışimli modülasyonlu brülörlerde de bütün modülasyon aralığında hava fazlalığı sabit tutulabilir.

Atmosferik Brülörün Ana Parçaları

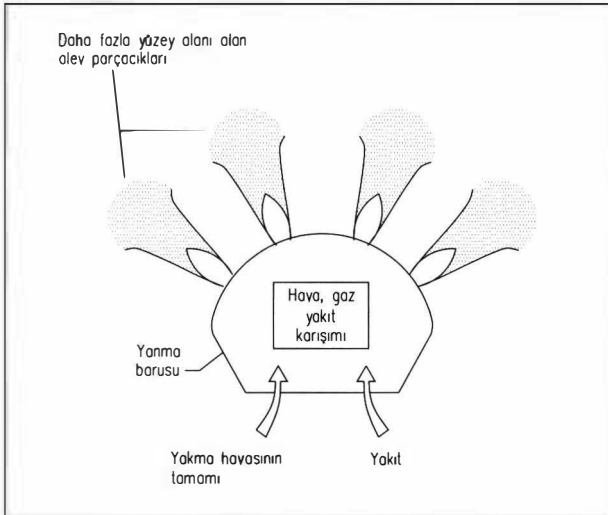
- Brülör tespit plakası (brülörün ana kaidesini oluşturur ve kazana bağlanmasını temin eder). Yanma odasındaki sıcaklığa dayanıklı malzemeden yapılır.



Şekil 33. ATMOSFERİK GAZ YAKICI (BRÜLÖR)



Şekil 34. SOĞUTMA ÇUBUKLARI İLE ALEVİN SOĞUTULMASI PRENSİBİ



Şekil 35. ÖN KARIŞIMLI PARÇALANMIŞ ALEV YOLU İLE ALEVİN SOĞUTULMASI PRENSİBİ

- Yanma borusu. İçinde basınçlı gazın tesiriyle havanın emilmesini sağlayan ventüri borusu ve üzerinde alevin oluştuğu çıkış delikleri bulunan, tespit plakasına bağlı borular. Yanma borularının yanına dizilmesi ile brülör kapasitesi artırılır. Tek bordaki brülör gücü 5 ile 20 kW arasındadır.
- Üzerinde yakıt püskürtme memeleri bulunan ana gaz dağıtım borusu (kollektörü).
- Gaz besleme hattı. Gazı besleyen ve regüle eden armatürlerin bulunduğu hat.
- Ateşleme tertibatı (pilot alev terkedilerek, yeni sistemlerde artık tamamen tam otomatik elektronik ateşleme kullanılmaktadır)
- Alev kontrol ve gözetleme tertibatı (alev oluşmadığı veya söndüğünde gazı kesen emniyet tertibatı). Modern brülörlerde alev iyonizasyon prensibi ile çalışan tertibatlar kullanılmaktadır.
- Enerji besleme ve kontrol paneli.

Atmosferik brülörde oransal kapasite kontrol imkanı yoktur. Bunun yerine yanma borularını gruplar halinde devreye sokmak suretiyle kademeli kontrol sağlanabilir. Genellikle iki kademeli çalışma kullanılmaktadır.

Emisyon Kontrolü

Gaz yakıt yanmasında sadece iki zararlı madde emisyonu söz konusudur. Bunlar karbonmonoksit (CO) ve azotoksitler (NO_x)'dir. Bu iki zararlının oluşum mekanizmaları birbirine ters yönde çalışmaktadır. Alev sıcaklığı ne kadar yüksek olursa CO azalırken NO_x artmaktadır. Bunun için iyi bir yanma ve düşük sıcaklıkta alev gereklidir. Atmosferik brülörlerde NO_x değerini düşürmek için geçmişte soğutma çubukları kullanılmıştır. Şekil 34'de görüldüğü gibi alev üzerine yerleştirilen ateşe dayanıklı seramik veya benzeri malzemeden çubuklar alevden aldığı ısıyı, akkor hale geçerek, ocak duvarlarına ısıtım ile yansıtmakta ve alevi soğutmaktadırlar. 1991'li yıllara kadar kullanılan bu teknoloji ile CO 30 mg/kJ ve NO_x 100 mg/kW değerlerine kadar indirebilmiştir.

Günümüzde kullanılan ön karışım prensibinde ise, *Şekil 35*'de görüldüğü gibi hava ve yakıtın yanma borusunda veya öncesinde tam veya tama yakın stokiometrik karışımı sağlanmaktadır. Bu durumda yanma borusundan karışım yarıklardan değil, memelerden püskürtülerek yakılmaktadır. Ortaya küçük parçalanmış alev çıkmaktadır. Stokiometrik oranda karışmış yanma havasının içindeki büyük orandaki azot nedeniyle alev sıcaklığı düşük olduğu gibi, parçalı alev nedeniyle artan alev ışıınım yüzeyi dolayısı ile de alev soğumaktadır. Böylece bu tip yakıcılarda CO oranı 5 mg/kW ve NO_x oranı 30 mg/kW değerlerine indirilebilmiştir.

2.4.2 Üflemleri Brülörler

1 MW gücün üstündeki tesislerde üflemleri brülörleri kullanmak daha ekonomik ve avantajlı olmaktadır. Aynı zamanda üflemleri brülörleri kendileri için imal edilmiş özel bir doğal gaz kazanında kullanmak şartı da yoktur. Başka yakıtlar yakan, özellikle sıvı yakıt yakan kazanlarda bir dönüşüm işlemi ile bu brülörler kolaylıkla kullanılabilir. Ayrıca üflemleri brülörlerin hem sıvı hem de gaz yakıt yakabilen kombine tipleri de vardır. Üflemleri brülörlerde basınçlı doğal gaz çok sayıdaki lülelerden içinde bulundukları hava akımına (karışım hücresine) yüksek hızla püskürtülür. Hava bir vantilatör tarafından cebri olarak temin edilir. Yüksek bir hızla karışan hava ile yakıt, yanma odasına gönderilir. Vantilatörde sağlanan hava *Şekil 36 A*'da görüldüğü gibi iki yoldan ilerler. İlk yakıtla karışan iç hava primer hava olarak değerlendirilir. Çevreden gelen ve daha sonra yakıtla karışan hava ise sekonder havadır ve aleve formunu bu hava verir. Brülör üzerinde ayrıca bir ateşleme elektrodu ve bir alev emniyet düzeni bulunur. Türbülötör olarak isimlendirilen parça alev tutucudur. Alevin stabilitesini ve geri tepmemesini sağlar.

Üflemleri brülörlerdeki vantilatör hem yanma için havayı sağlar, hem de kazandaki yük kayıplarının bir kısmını karşılar. Eğer kazandaki gaz tarafı direnci küçükse normal tip üflemleri brülörler kullanılır. Bunların fan devir sayıları düşük olup 1.400 d/d mertebesindedir. Dolayısı ile sessiz çalışırlar ve az enerji harcarlar. Eğer kazanda direnç yüksek ise (karşı basınçlı kazan) bu durumda yüksek basınçlı üflemleri brülör kullanılır. Bu brülörlerde devir sayısı 2.800 d/d gibi yüksektir. Fazla ses yaparlar ve daha çok enerji harcarlar. Üflemleri brülörlerde ses istenmiyorsa, özel susturucu brülör hücresi kullanmak gerekir.

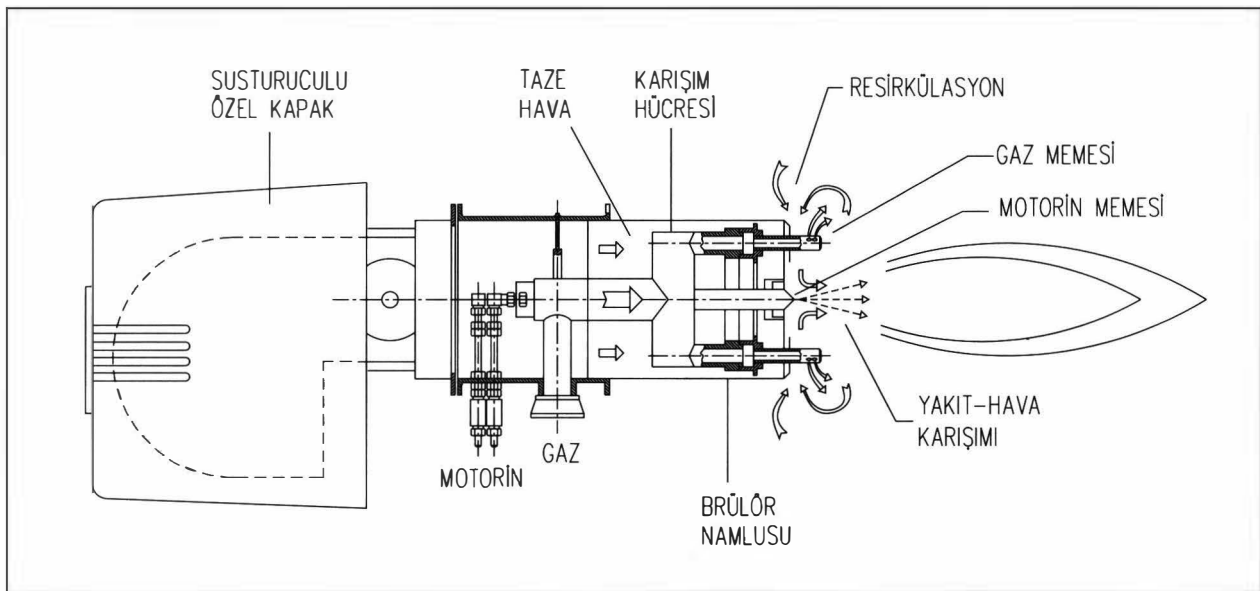
Üflemleri brülörlerde yük değişimine göre yakıtla birlikte hava ayarı da yapmak mümkündür. Dolayısı ile kazan veriminde azalma olmadan oransal kontrolle düşük yüklere inmek mümkündür. Hava fazlalık katsayısı bu brülörlerde 1,05-1,10 arasında tutulabilir ve bu durumda CO oranı %0,1 değerini aşmamalıdır.

Üflemleri Brülörler Kontrol Sistemine Göre Üçe Ayrılır

- Tek kademeli On-Off kontrol. Burada çekilen ısıya bağlı olarak brülör durup kalkarak çalışır. Ancak sıvı yakıttan farklı olarak, kalkış hızını belirli ölçüde ayarlayabilme imkanı vardır.
- İki kademeli On-Off kontrol. Burada brülör iki kademede çalışabilir. Kalkış birinci düşük kademede olur. Birinci kademe ihtiyacı karşılayamazsa ikinci kademe belli bir süre sonra devreye girer. Daha büyük güçlerde ve karşı basınçlı kazanlarda iki kademeli brülörler kullanılmaktadır.
- Oransal brülörler. Bu brülörler yüksek verimli kazanlarda kullanılır.

2.4.2.1 Klasik Oransal Brülörler

Oransal brülörler düşük yüklerde ihtiyaca göre alevi kısarak çalışma süresini uzatmakta, şalt sayısını



Şekil 36 A. ÜFLEMELİ ÇİFT YAKITLI BRÜLÖR

azaltmakta ve durma kayıplarını ortadan kaldırmaktadır. Isıtma tesisatlarının toplam çalışma sürelerinin %85'lerine varan büyük bir kısmında düşük kapasiteler söz konusu olduğu için, oransal brülörler, modülasyon aralığının artışına uygun oranda daha fazla yakıt tasarrufu sağlayabilmektedir. Modülasyon aralığı %10 ile %100 arasında olabilmektedir.

Klasik oransal brülörlerde yakıt ve hava klapeleri mekanik bir mekanizmayla birbirlerine bağlıdır. Güç ihtiyacı azaldığında yakıt klapesi kısıılırken buna bağlı olarak hava klapesi de kısıılır. Klapeler belirli bir orana göre baştan ayarlanır ve sabitlenir. Daha sonraki çalışma sürecinde yakıt/hava oranı başta ayarlanan sabit değer korunur. Mekanik sistemlerin en önemli dezavantajı ayarın bozulmadan korunmasının zor oluşudur. Ayar zamanla değişir ve bunun zaman zaman kontrolü gerekir. Bir diğer dezavantajıysa fan üfleme-sine veya baca çekişine bağlı olarak hava debisi değişirse klasik sistemin bunu algılayamamasıdır. Bu durumda yakıt/hava oranı değişir. Klapelerin kontrolü esas olarak su sıcaklığından alınan sinyalle gerçekleştirilir. Klasik oransal kontrollü brülörlerde fan devri sabittir. Bütün kapasite aralığında fan aynı devirde ve güçte çalışır, aynı miktarda elektrik enerjisi tüketir.

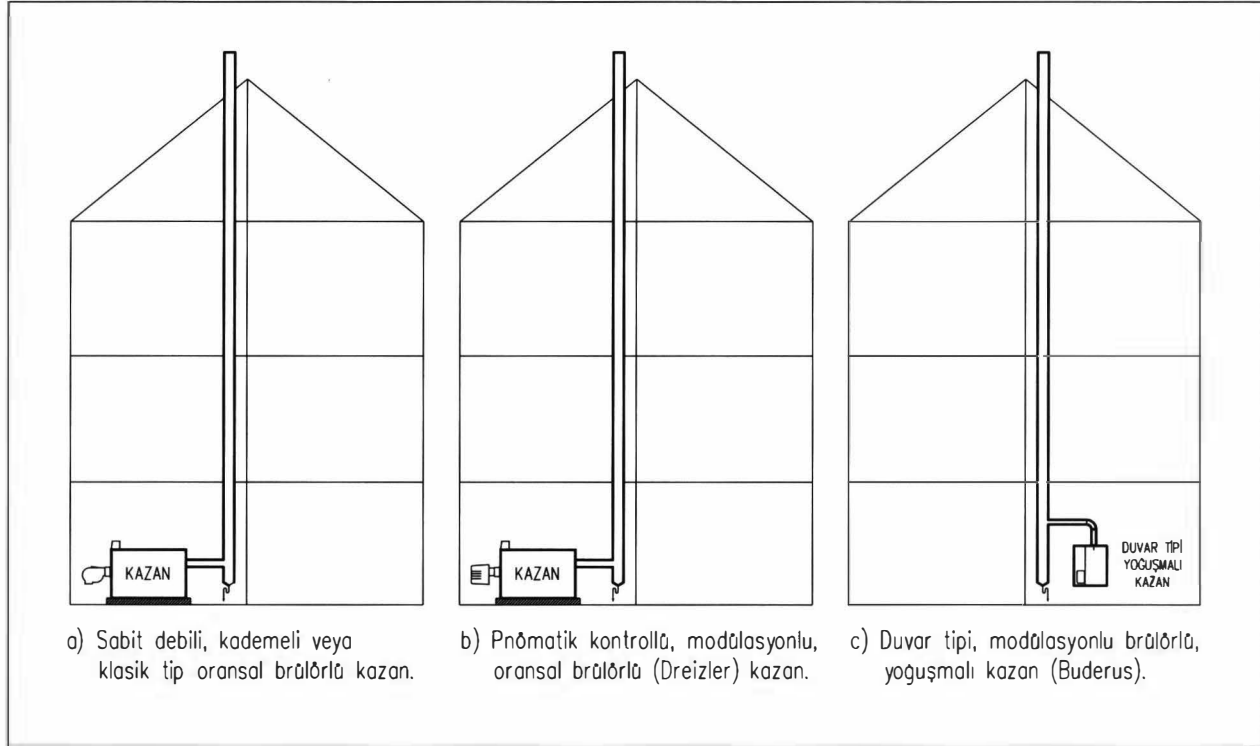
2.4.2.2 Dreizler Pnömatik Kontrollü Oransal Brülörler

Dreizler brülörlerde modülasyon aralığı % 10 ile %100

arasında olabilmektedir. Özel siparişle bu aralığı %5 kapasiteye kadar genişletmek mümkündür. Klasik oransal brülörlerden en önemli farkı, pnömatik kontrollü olmasıdır. Dreizler oransal brülörlerin kapasite kumandası standart sistemlerde, fan tarafından tek kapasitede üflenlen havanın önünde bulunan bir hava klapesi ve gaz yakıt klapesinin, pnömatik olarak beraber çalışması ile gerçekleştirilir. Hava klapesi kazandan gelen sinyale göre brülör beyni tarafından açılır veya kapanırken, klappenin hemen arkasında oluşan hava basıncı ile kazan yanma odasındaki karşı basınç, pnömatik olarak ölçülür. Gaz yakıt hattındaki gaz klapesi buna göre yine pnömatik olarak ayarlanır. Pnömatik sistem sayesinde uzun çalışma süreleri boyunca, yeniden ayar gereksiz kapalı kademeler biçimde, oransal kumanda edilebilmektedir. Pnömatik sistem basit, güvenli, servis ve ayar gerektirmeyen özelliktedir.

Değişen Baca Çekişine Karşılık Hava Ayarının Bozulmaması

Dış hava sıcaklığındaki değişimler özellikle üflemlerli brülörlü kazanlarda etkilidir. Şekil 36 B'de en solda görülen tek veya çok kademeli sabit hava ayarlı veya klasik oransal brülörlerde, dış sıcaklık değişimleri yanmadaki hava fazlalık değerinin değişmesine, bu da yanmanın kötüleşmesine, kazanda kurum oluşumuna ve baca kayıplarının değişmesine neden olur. Üflemlerli brülörde kazana gönderilen hava ve gaz yakıt oranı en uygun değere ayarlanır. Bunun için ayar yapılan



Şekil 36 B. ÜFLEMELİ BRÜLÖRLÜ KAZANLARDA BRÜLÖRÜN FANI İLE KALORİFER BACASI, BİRBİRİNE SERİ BAĞLI İKİ FAN GİBİ ÇALIŞIR. YANMA HAVASI DIŞ HAVA KOŞULLARINDAN ETKİLENİR.

koşullarda kazan çalışırken baca gazı analizi yapılır ve bu analiz sonuçlarına bakılarak ayar tamamlanır. Ayar yapıldığı sırada dış hava sıcaklığı yüksekse baca çekişi az olacaktır. Daha sonra kışın dış sıcaklık düştüğünde baca çekişi artar. Bu durumda kazana emilen hava artar. Üflenilen yakıt değişmediğinden hava fazlalık katsayısı artar ve fazla havayla bacadan atılan enerji artar, kazan verimi düşer. Tam tersine soğuk havada ayar yapıldığında ve sonradan dış hava sıcaklığı yükseldiğinde kazana emilen hava azalacaktır. Azalan hava nedeniyle yakıt tam yakılamaz ve kurum oluşumu, tam yanmamış zehirli gazların atmosfere salınması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar. Burada verim düşümü yanında, kazanda meydana gelen kirlenme çok önemlidir. Kazanda belirli zaman aralıklarıyla bakım ve temizlik gerekecektir.

Bu durum göz önüne alınarak *Şekil 36 B'* de ortada görülen pnömatik kontrollü oransal brülörlerde yakıt beslenmesi hava debisine bağlı olarak yapılmaktadır. Baca çekişi arttığında hava debisi ve buna bağlı olarak yakıt debisi artar. Bu durumda kazan su sıcaklığı yükselir. Su sıcaklığını hisseden sensörün uyarısıyla, su sıcaklığını tekrar set değerine düşürmek üzere brülörde hava debisi (ve bağlı olarak yakıt debisi) kısılır. Bu mekanizmayla kazan dış sıcaklık değişimlerinden bağımsız olarak sürekli gerekli kapasitede ve optimum stokiometrik oranda yakılmaktadır. Böylece yıl boyunca değişen dış hava koşullarında verim düşümü olmadığı gibi kazanda kurum oluşumu ve kirliliğe de rastlanmamaktadır.

Şekil 36 B' de sağda görülen duvar tipi modülasyonlu brülörlü yoğunlaşmalı kazanda da aynı mantık geçerlidir. Bu nedenle modülasyonlu brülörlü duvar tipi yoğunlaşmalı kazanlarda ve Dreizler modülasyonlu brülör kullanılan kazanlarda uzun çalışma yılları sonunda kuruma ve kirliliğe rastlanmamaktadır. Isısan servis tecrübesi yoğunlaşmalı kazanlarda 10 yıl, Dreizler brülörlerde 2 yıldır. Bu süre boyunca çalışan cihazlarda kuruma ve kirliliğe rastlanmamıştır.

Yakıt/Hava Oranı Ayarının Bozulmaması

Yukarıda mantığı anlatılan pnömatik kontrol sistemi son derece basit bir yapıya sahiptir. Hava tarafındaki hissedilen basınç değerlerine göre yakıt klapesi pozisyonu pnömatik olarak ayarlanır. Hava basıncına karşılık yakıt klapesi pozisyonu daha önce brülör beynine yüklenen programa göre belirlenir. Hiçbir mekanik bağlantı olmadığından ayar bozulmaz.

Hava Fazlalık Katsayısı Optimum Değere Ayarlanabilir
Klasik tip oransal brülörlerde ve sabit kapasiteli brülörlerde brülör ayarı yapılırken, ayarın zaman içinde bozulabilme riskine karşılık, genellikle daha yüksek hava fazlalık değerlerine ayar yapılır. Halbuki pnömatik kontrollü oransal brülörlerde buna gerek yoktur ve istenilen optimum değere ayar yapılır. Hava fazlalık katsayısının fazla oluşu, baca kaybını artırır ve kazan verimini düşürür.

2.4.2.3 Değişken Devirli Fanlı Pnömatik Kontrollü Oransal Brülör

Modülasyonlu brülörlerde, fanın çalışma süresi uzadığından fanda tüketilen elektrik enerjisi de artmaktadır. Bu nedenle modülasyonlu brülörlerde, fanın da kademeli veya modülasyonlu olarak çalıştırılabildiği durumlarda, yakıt tasarrufu yanında, fanın tükettiği elektrik enerjisinde de önemli ölçüde tasarruf yapmak mümkündür. Brülör fanlarında devir kontrolü farklı şekillerde sağlanmaktadır.

- Çift rotorlu (kalender) motorlar ile iki kademeli fan devri
- Frekans konverterleri ile kademesiz fan devri

Çift Rotorlu Motorlar ile Fan Devir Kontrolü

Bu sistemde, birbirinden ayrı olarak 2 kutuplu, 1.500 d/d ve 4 kutuplu 3.000 d/d devir veren rotor bulunmaktadır. Brülör modülasyonlu çalışırken, brülör fan motoru ise 2 kademeli olarak devir kontrolü gerçekleştirmektedir. Bu teknoloji sayesinde motorda yıllık %50'nin üzerinde elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir.

Frekans Konverterli Motorlar ile Fan Devir Kontrolü

Frekans konverterli motor kullanılan bu devir kontrol sisteminde motor devir sayısı, bir frekans konverteri ile fan motoruna verilen elektrik enerjisinin frekansının değiştirilmesi sayesinde istenen aralıklarda kademesiz olarak ayarlanabilmektedir. Frekans konverteri ile, brülör fan motorunun yıllık ortalama devir sayısı aşağılara çekilmekte ve elektrik gücü düşürülerek %75 mertebesinde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Devir Kontrollü Brülörlerin Sağladığı Diğer Avantajlar

Devir kontrollü brülörler, yıllık ısıtma süresinin çok büyük bir bölümünde düşük devirlerde çalışmaktadır. Bu devirlerde brülörler, devir sayılarına eş oranda daha sessiz olmaktadır; bu da bu tip brülörlerde susturucu kullanımı ihtiyacını büyük oranda ortadan kaldırmaktadır.

2.4.3 Ön Karışımli Üflemlili Brülör

Bu tip brülörlerde gaz yakıt tam yanma için gereken miktarda yakma havası ile önceden karıştırılır. Böylece elde edilen yanıcı karışım yanma odasına gönderilir. Burada her türlü yanma şartında karışımındaki hava oranı aynı kalmaktadır. Dolayısı ile yanma sonucundaki baca gazı bileşimi de değişmeyecektir. Yakma havasının temini, gaz yakıtla karışması ve regülasyonu bir fan yardımı ile sağlanır. Yanma odası tamamen kapatılır. Baca gazlarının dolaşımı ve atımı baca çekişi veya baca aspiratörü ile sağlanır. Alevin stabilitesi ve güvenliği karışımın mükemmelliğine bağlıdır. Ön karışımli brülörler esas olarak aşağıdaki tip uygulamalarda kullanılmaktadır;

- Tavandan radyant ısıtma sistemlerinde. Infrared ısıtıcı borularda meydana gelen düşük yoğunluktaki

kapalı yanmada geleneksel olarak ön karışimli brülörler kullanılmıştır. Isıtıcı boruların ısıtma gücü 150 kW/m^2 mertebelerine kadar olabilmektedir.

- Yoğuşmalı duvar tipi kazanlarda. Isıtma gücü 40 kW mertebelerine kadar çıkabilmektedir. Burada kullanılan yanma borularında özgül güç $800\text{-}1400 \text{ kW/m}^2$ mertebelerindedir.
- Küçük güçlü (100 kW 'a kadar) döşeme tipi kazanlarda. Bu tip uygulamada yanma borusu özgül güç $300\text{-}1000 \text{ kW/m}^2$ mertebelerindedir.
- Daha büyük güçlü (100 kW üzeri) doğal gaz kazanlarında. Burada göreceli olarak daha küçük özgül ısıtma gücü olan ($150\text{-}400 \text{ kW/m}^2$) yanma boruları kullanılır.

Sistem Tanımı

Ön karışimli yakma sistemleri kısmen atmosferik brülörlere benzemektedir. Sistemin şematik görünüşü Şekil 37'de verilmiştir. Fan ile temin edilen yakma havası debisi ayarlanarak karışım odasına verilmektedir. Burada gaz yakıtla hava tamamen karışmaktadır. Yanmaya hazır karışım yanma borusuna gönderilir. Genellikle sıcaklığa dayanıklı keramik malzemeden yapılan poroz yanma borusuna merkezden giren karışım, radyal olarak dağıtıcı elekten geçerek delikli boru yüzeyine ulaşır ve burada yanar. Yanma borusunun bütün dış yüzey çevresi boyunca her delikte yanma vardır. Dağıtıcı elekte gaz hızı yanma hızından daha büyük olmak zorundadır. Aksi halde alev geri teper ve tehlike yaratır.

Ön karışimli gazın bu şekilde yanmasının aşağıda sıralandığı gibi büyük avantajları vardır:

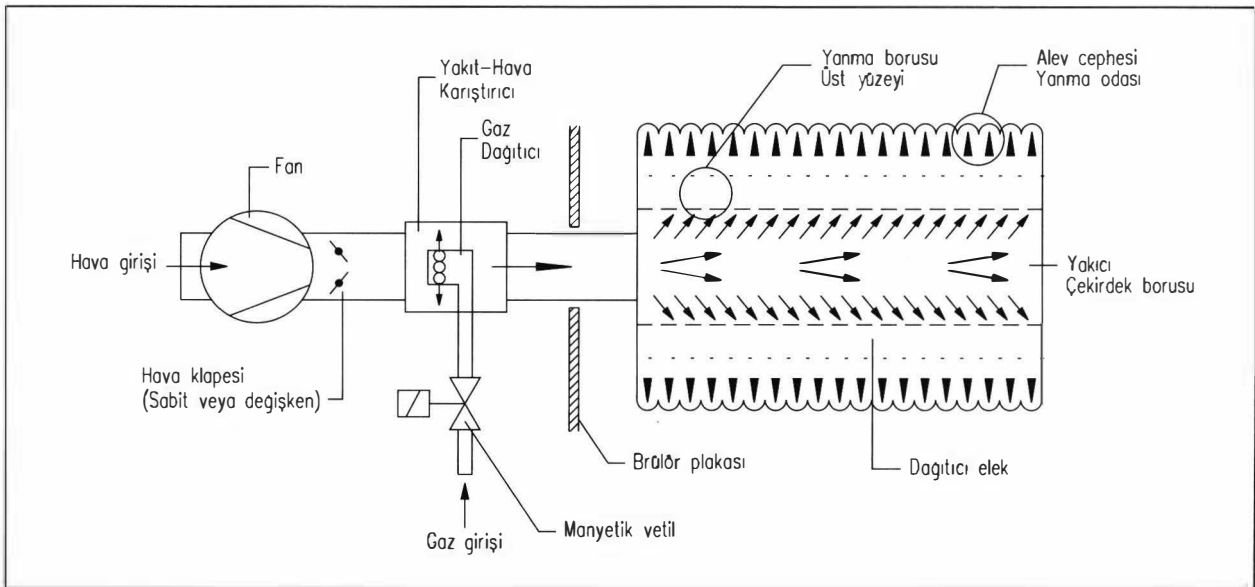
- Homojen bir hava-yakıt karışımı elde edilir. Hava fazlalık katsayısı sabit tutulabilir.
- Daha yoğun ve iyi bir yanma elde edilir. Bütün yüzey boyunca eşit büyüklükte alev ve eşit alev hızında yanma elde edilir.

- Büyük alev yüzeyi ve düşük alev yüzey yükü dolayısı ile alev sıcaklığı düşüktür ve bu nedenle NO_x oluşumu büyük ölçüde önlenmiştir. Ön karışimli yakıcılarda NO_x emisyonu 30 mg/kWh ve CO emisyonu 10 mg/kWh değerlerine kadar düşebilmektedir. Ön karışimli brülörde kompakt bir yapı oluşturulmuştur. Brülörün tek yanma borusu bulunmakta ve bu boru yanma odasına girmektedir. Ön karışimli brülör, brülör plakası ile yanma odasına sızdırmaz biçimde monte edilir. Bu brülörde alevin şekli sabit olduğundan yanma odasını küçük toleranslar içinde gerçekleştirmek ve küçük yanma odaları ile yetinmek mümkündür. Bu brülörde üflemlerli brülörlerde olduğu gibi bir ses problemi yoktur. Her ne kadar atmosferik brülörlerle karşılaştırıldığında bir fan sesi varsa da bu ses uygun bir ses yutucu kabinle giderilebilmektedir.

2.4.4 Alev Emniyet Kontrol Düzeni

Doğal gaz yakıldığında sıvı yakıt brülörlerinde kullanılan fotoseller kullanılamaz. Alevin donuk mavi rengi dolayısı ile farklı bir alev emniyet düzeni kullanılmalıdır. Bu düzen alevi sürekli kontrol ederek, herhangi bir sönme durumunda ana gaz emniyet vanasını kapatır. Doğal gaz sistemlerinde alev emniyet düzenleri, pilot alevi kontrol edenler ve ana alevi gözleyenler olarak ikiye ayrılabilir.

Pilot alevi kontrol eden sistemler daha çok atmosferik brülörlerde kullanılır. Termo elektrik prensiple çalışan bu sistemler pilot alev söndüğünde ana gaz vanasını kapatırlar ve daha çok küçük yakıcılar için kullanılırlar. Merkezi sıcak su kazan sistemlerinde ve üflemlerli brülörlerde ise ana alev gözlenir. Bu brülörlerde pilot alev bulunmaz. Doğrudan alevin gözlenmesi, atmosferik brülörlerde gaz iyonizasyon düzenleri ile veya üflemlerli brülörlerde ultraviyole düzenler ile gerçekleştirilir.



Şekil 37. ÜFLEMELİ ÖN KARIŞIMLI BİR BRÜLÖR SİSTEM ŞEMASI

Daha büyük kapasitelerde üflemler brülörlerde de pilot alev düzeni bulunur. Böyle durumlarda hem pilot alevin hem de ana alevin gözlenmesi söz konusudur.

Ateşleme tertibatı:

- Pilot alevli
- Elektronik ateşlemeli olabilir.

Pilot alev eski bir düzen olup, küçük cihazlarda kullanılan bir yöntemdir. Hem gaz tüketimi olduğu için hem de sönme riski olduğundan modern cihazlarda terkedilmektedir. Bunun yerine elektronik ateşleme daha güvenli bir biçimde kullanılmaktadır.

2.5 GAZ KONTROL HATTI

Brülöre gaz akışını kontrol eden elemanlara gaz kontrol hattı adı verilir. Gaz kontrol hattı brülörün atmosferik veya üflemler olmasına göre değişmez. Elemanlar ve uygulama aynıdır. Bu hatta bulunan elemanlar üç ayrı kalite sınıfında üretilir. Doğal gaz tesisatında kullanılacak elemanların sınıfları uygulamaya bağlı olarak standartlarca tarif edilmiştir. Ancak 1. sınıf (A sınıfı) elemanların kullanılması her zaman emniyet açısından tavsiye edilir. Gaz kontrol hattı basit olarak Şekil 38'deki şemada gösterilmiştir. Daha büyük kapasitelerde temel fonksiyonlar aynı kalmakla birlikte daha karmaşık bir yapı ortaya çıkar. Buna karşılık 350 kW güce kadar kombine gaz kontrol elemanları kullanılabilir ki bu elemanlar devredeki bütün fonksiyonları içeren tek cihazlardır. Bu durumda sadece bir küresel vana ve filtre yeterlidir. Gaz kontrol hattı projelendirmesi genellikle brülör üreticilerinin sorumluluğundadır. Brülör kapasitesine bağlı olarak kullanılacak elemanların seçimi ve boyutlandırılması üretici tarafından yapılır. Genel tesisatın projecisi sadece brülöre kadar olan boru hattını belirler. Gaz kontrol hattı girişindeki çap ve basınç brülör üreticisi tarafından verilir. Ancak ilgili bölümde bina girişinden brülör girişine kadar, gaz kontrol hattı da dahil boru projelendirilmesi anlatılacaktır.

a. Gaz Kontrol Hattındaki Elemanlar

Küresel Vana

Gaz hattına giren gazı elle kesmek için kullanılır. Doğal gazda kullanılmaya uygun vanalar olmalıdır.

Filtre

Gaz borularından gelebilecek toz vs. pisliklerin hassas kontrol vanalarına zarar vermemeleri için hattın başında kullanılır. Filtreler kaset içinde yıkanabilir, sentetik, üç kat malzemeden yapılır. Filtre kapağının üzerinde diferansiyel manometre veya presostat bağlamak için iki adet ölçü nipeli bulunur. Filtrenin göz açıklığı 5 mikron olmalıdır.

Manometreler

Değişik kademelerde basıncı görebilmemize yarar. Özellikle basınç regülatöründen önce ve sonra konulur.

Gaz Basınç Regülatörü

Sistemin ana elemanlarından biridir. Hattın kendinden sonraki bölümünde gaz basıncını istenen değere

düşürür ve bu değerde hep sabit kalmasını temin eder.

Basınç Otomatığı (Presostat)

Tesisattaki gaz basıncı brülörün çalışabileceği minimum basınç değerlerinin altına düşünce solenoid vana kumanda ederek gaz beslemesini keser. Büyük sistemlerde aynı zamanda üst basıncı kontrol eden ayrı bir basınç otomatığı daha kullanılabilir.

Manyetik Kontrol Ventili (Solenoid Vanalar)

Gaz kontrol hattının sonunda manyetik vanalar kullanılır. Bu vanalar brülöre beslenen gazı kontrol eden ventillerdir. Brülör durunca gazı kesen, çalışmaya başlayınca da açan ana elemanlardır ve kesin sızdırmaz olmalıdır. Manyetik vanaların çeşitli tipleri vardır. Ancak bütün tipler hızlı kapamalıdır (1 saniyenin altında). Açma süreleri ise hızlı veya yavaş olabilir. Ayrıca manyetik vanaların tek veya çift kademeli olması söz konusudur. Manyetik vanalar normalde kapalı ve yay geri dönüşlü olmalıdır. Avrupa'da bu vanalar voltajdaki %10 değişimde çalışacak şekilde üretilmektedir. Ancak Türkiye şartlarında bu tolerans daha geniş olmalı ve magnet 150 volta kadar çekebilmelidir. Kontrol hattında İGDAŞ şartnamesine göre 350 kW güce kadar A sınıfı tek kontrol vanası yeterlidir. 350 kW gücünün üzerinde iki adet A sınıfı manyetik vana kullanılması zorunludur. Ancak bu sınıra varmadan da iki adet vana kullanımı tavsiye edilir. Böylece sistem emniyeti artırılmış olur.

Oransal kontrollü hatlarda ise motorlu vana kullanılır ve elektronik veya pnömatik kontrolle geçen gaz debisi ayarlanabilir. Bu durumda aynı zamanda hava debisi de uygun olarak ayrı motorlu klapelele kontrol edilir.

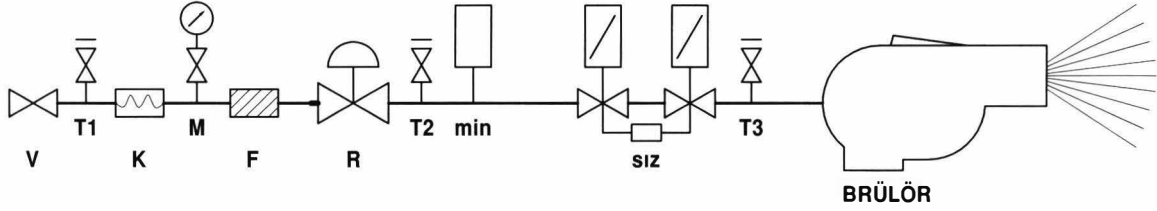
Kombine Manyetik Ventiller

Daha önce de sözü edildiği gibi küçük tesislerde gaz kontrol hattı elemanları yerine kombine manyetik ventil kullanılır. Bu cihaz basınç regülatörü, emniyet ventili ve manyetik kumanda vanasını birlikte içerir.

Yangın Emniyet Ventilleri

Doğal gaz tesisatlarında çok önemli konulardan birisi de yangın emniyet vanasıdır. Ortam sıcaklığı belirli limitlerin (92°C) üzerine çıktığında kendiliğinden gaz akışını kesen ve yangın esnasında (900°C civarındaki sıcaklıklarda) dahi sızdırmazlık sağlamaya devam eden tipte yangın emniyet ventilleri artık doğal gaz tesisatlarında herkesin uygulamaya başladığı ekipmanlardır. Vana içinde bir yay tarafından sıkıştırılan ve 92°C sıcaklıkta eriyen bir malzeme tarafından tutulan bir kapatma küresi bulunur. Bu sıcaklığa gelindiğinde küre serbest kalır ve gaz akışını engeller ve bir basınç oluşturur. Böylece kürenin arkasında bulunan yay sıcaklık etkisi ile fonksiyonunu kaybetse bile sızdırmazlık devam eder. Yangın emniyet ventilleri gaz akış istikametine doğru ve sıcaklığa karşı dayanıklı olmayan ekipmanlardan önce monte edilirler. Yangın emniyet ventilleri doğal gaz ile çalışan kazan, kombi, şofben, ocak gibi her türlü cihazda kullanılabilir.

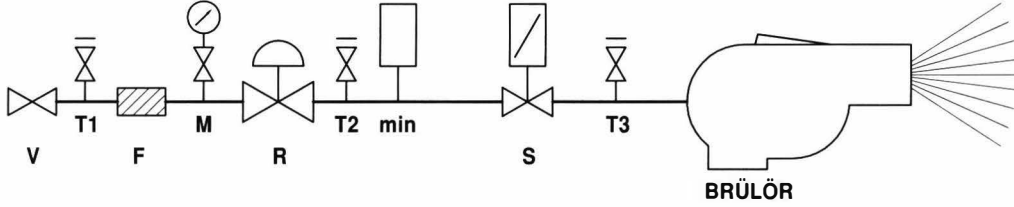
Kızgın Sulu Kazanları, Brülör Gaz Hattı Elemanları



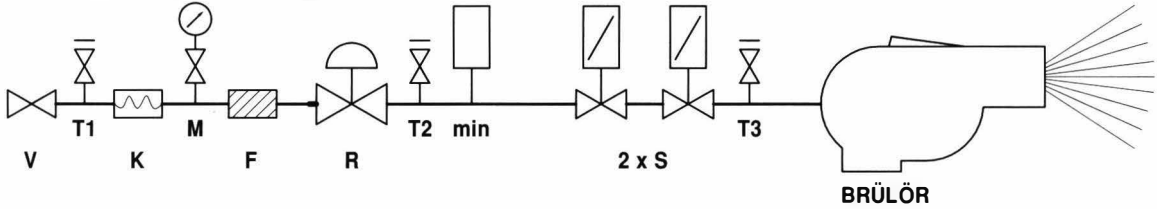
- V : Vana (TS 9809)
 K : Kompansatör (350 kW'den büyük brülörlerde)
 M : Manometre (TS 827)
 R : Gaz basıncı regülatörü (TS 10624 ve EN 88)
 min : Minimum gaz basıncı şalteri (TS 11225, TS 11226)
 S : Selenoid valf (Asıntı EN 161)
 T1 : Bağlantı basınç ölçme ağzı (Test nipeli)
 T2 : Ayar basıncı ölçme ağzı (Test nipeli)
 T3 : Brülör kafa basıncı ölçme ağzı (Test nipeli)
 sız : Sızdırmazlık kontrol cihazı
 Not : Brülör üzerinde bulunması gereken ekipmanlar TS 3818'de verilmiştir.
 Filtre, regülatör; marka, çap, konstrüksiyon basıncı giriş çıkış basıncı proje üzerinde yazılı olacak.

Sıcak Su Kazanları, Brülör Gaz Hattı Elemanları

Brülör kapasitesi (Q) ≤ 350 kW



Brülör kapasitesi (Q) > 350 kW



- V : Vana (TS 9809)
 K : Kompansatör
 M : Manometre (TS 827)
 F : Filtre (TS 10276)
 R : Gaz basıncı regülatörü (TS 10624 ve EN 88)
 min : Minimum gaz basıncı şalteri (TS 11225, TS 11226)
 S : Selenoid valf (Asıntı EN 161)
 T1 : Bağlantı basınç ölçme ağzı (Test nipeli)
 T2 : Ayar basıncı ölçme ağzı (Test nipeli)
 T3 : Brülör kafa basıncı ölçme ağzı (Test nipeli)
 sız : Sızdırmazlık kontrol cihazı
 Not : Brülör üzerinde bulunması gereken ekipmanlar TS 3818'de verilmiştir.
 Filtre, regülatör; marka, çap, konstrüksiyon basıncı giriş çıkış basıncı proje üzerinde yazılı olacak.

Şekil 38. BRÜLÖR BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

Deprem Emniyet Ventilleri

Doğal gaz tesisatı için önemli olan deprem sırasında veya hemen sonrasında bina gaz bağlantısının kesilmesidir. Ancak şu anda genellikle gaz bağlantılarının kesilmesi insan eliyle gerçekleştirilmektedir. Doğal gaz tesisatı yönetmeliklerinde bu yönde bir zorunluluk yoktur. Ancak deprem anında otomatik olarak gazı kesen vanalar mevcuttur ve bunlar örneğin ABD deprem bölgelerinde kullanılmaktadır. Bu vanaların bilyeli mekanik tipleri çok güvenilirdir. Türkiye’de deprem riski yüksek olan bölgelerde kullanılması gündemdedir. Bina içinde binaya etkiyen kuvvetler neticesinde doğal gaz hatları kırılabilir ve kontrolüz gaz kaçaqları meydana gelebilir. Bu gaz kaçaqları sonunda oluşabilecek yangınlar depremin getirdiği olumsuz şartları artıracaktır. Kullanılacak deprem emniyet ventilleri sayesinde depremlerde binaya gaz akışı kesilecektir.

Doğal gaz tesisatında deprem açısından önemli olan bir başka nokta ise, mutfak fırını, ocak vs cihazların sabit boru tesisatına çok kaliteli tip esnek hortum vb elemanlar kullanılarak bağlanmasıdır. Esnek hortumlar yeteri kadar uzun olmalı ve cihazın depremdeki hareketlerine kopmadan izin vermelidir.

b. Büyük Sistemlerde Gaz Kontrol Hattındaki İlave Elemanlar

Gaz Kaçak (Sızdırmazlık) Kontrolü

Büyük tesislerde manyetik veya motorlu vanaların sızdırmazlığını otomatik olarak test eden cihazlara gaz kaçak kontrolü adı verilir. Bunlar basınç veya vakum prensibine göre çalışır ve iki manyetik valf arasına bağlanırlar. Eğer kaçak varsa (30 lt/h’den fazla) yakma sistemini durdurur ve alarm verirler. 350 kW üzerinde kullanımı tavsiye edilir. Ancak kaynar su sistemlerinde ve buhar sistemlerinde kullanımı mecburidir.

Gaz Emniyet Kapama Ventili (SAV)

SAV regülatörden önce yerleştirilir. Regülatörden sonra gaz basıncının ayarlanan değerin üzerine çıkması halinde bu vana kapanır. Regülatör önündeki basınç 0,1 bar ve üzerinde ise bu emniyet vanası kullanılmaktadır. SAV kapandığında kendiliğinden tekrar açılmaz, elle kumanda etmek gerekir.

Emniyet Vanası (SBV)

Gaz emniyet kapama ventiline ilave olarak regülatörden sonra bir adet emniyet vanası kullanılır. Bu vana ayarlanan basıncın üzerine çıktığında bağlı olduğu hattı dışarı açar. Basınç düşünce kendiliğinden kapanır.

Pilot Brülör Hattı

Bazı büyük brülörlerde kazan içinde sürekli bir pilot alevin yanması istendiğinde bu hat teşkil edilir.

Gaz Yakıt - Hava Karışım Regülatörü

Modülasyonlu brülörlerde kapasite düştükçe gaz yakıt ve havanın belirli bir oranda birlikte azalması gerekir. Bunun için üflelemeli brülörle gaz hattında karışımı ayarlayan bir regülatör kullanılır.

İhtiyaca göre öncelikle hava klapesine kumanda edilir.

Hava miktarı artınca basıncı da artar. Regülatör hava basıncını, gaz basıncını ve yanma odası basıncını algılamaktadır. Buna göre gaz basıncını ayarlanan orana uygun değiştirerek yanmaya gönderilen gaz miktarını istenilen değere getirir.

2.6 GOODMAN GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICILAR

Tamamen fabrikada monte ve test edilmiş ısıtma (veya ısıtma/soğutma kombinasyonu) amaçlı cihazlardır (Şekil 39). Isıtma amaçlı sıcak hava, gaz yakıt yakılarak temin edilmektedir. Genellikle bodrum kata veya çatı arasına yerleştirilmektedir. Ancak dolap içine veya tesisat odasına da yerleştirilebilir.

Bu cihazlar mutlaka baca bağlantılı olmalı, temiz hava cihazın bulunduğu ortama temin edilirken, yanma ürünleri baca ile dış atmosfere atılmalıdır. Isıtma için kullanılacak hava iç ortamdan kanallarla emilir, temiz dış hava ile belirli oranda karıştırılır ve ısıtıldıktan sonra besleme kanalları ile yine iç odalara gönderilir. Hava hareketi bir fanla sağlanır.

GMP kanal tipi hava ısıtıcıların tam güvenlik sistemi ile donatılmış olmalıdırlar. Bu cihazlarda iyonizasyon ile yanma kontrolü, baca tepmesine karşı emniyet sistemi, aşırı ısınma emniyeti ve arıza bildirim sistemi ile %100 emniyetli çalışma sağlanmalıdır. Brülör üzerinde herhangi bir sebeple alevin oluşmaması, alevin yanma beklerinden dışarı taşması, bacada tıkanma veya yeterli çekişin oluşmaması gibi durumlarda güvenlik sistemine bağlı olan sensörler bunu anında yakalayıp, sistemi kapatarak emniyeti sağlarlar. GMP (ve PGB)



Şekil 39. GOODMAN GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICI

cihazlarının kontrol ünitesi, herhangi bir arıza durumunda arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahip olmalıdır. Böylece servis arızayı bulmak için cihazı söküp takmak yerine cihazın gösterdiği kısma müdahale edecektir.

Kullanım Yerleri

GMP kanal tipi hava ısıtıcılar hava ile ısıtma yapılması düşünülen ve dış hava şartlarının heat pump çevrimiyle ısıtma yapmak için uygun olmadığı sistemlerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Özellikle karasal iklimin hüküm sürdüğü yerlerde GMP kanal tipi hava ısıtıcılar, gaz yakıtla (doğal gaz veya LPG) çalışmaları sayesinde dış hava şartlarından etkilenmeksizin sorunsuz şekilde ısıtma yapılabilir. Hafta sonu evleri kesintili kullanıldığında çabuk etkili olan cihazlar avantaj sağlar. Hafta sonu evlerinde GMP kullanarak sıcak hava ile ısıtma yapmak aşağıdaki avantajları getirir:

- Donma riski yoktur. Bu nedenle sulu sistemlerde getirilen pek çok önleme gerek kalmaz.
- Ev çabuk ısınır. Sulu sistemlerde saatler alan ısınma süreci çok kısadır. Duvar ve eşyalar ısınmadan önce oda havası ısınır. Evin önceden ısıtılması şart değildir.
- Ev terk edilirken bırakılan depo edilmiş ısı daha azdır. Ev çabuk soğur. Böylece çabuk ısınma ve çabuk soğuma önemli bir enerji tasarrufu sağlar. Özellikle otomobil showroamları gibi cepheleri boydan boya yere kadar cam olan binalarda cam önünden radyatörle ısıtma yapmak mimari açıdan uygun olmayabilir. Bu tür binalarda GMP kanal tipi hava ısıtıcıların kullanılması halinde hava tavanda dolaşan hava kanalları yardımıyla cam önlerinden aşağıya doğru üflenerek ısıtma yapılabilir.

2.6.1 Cihaz Yerleşimi

Genellikle bodrum kata veya çatı arasına yerleştirilir. Ancak ahşap olmayan veya yanmaz dolap içine veya tesisat odasına da yerleştirilebilir. Isıtma ünitesi bacanın yakınında, ısı dağıtım sistemlerine uygun olarak yerleştirilmelidir. Bu cihaz, kullanılan bir odaya yerleştirilecekse, kapının, cihazın en geniş parçasının geçmesine izin verecek kadar geniş olması gerekir. Bu cihaz, sadece kapalı mekanlarda yerleştirilmek üzere tasarlanmıştır. Bu cihaz, dışarıya (açık mekana) yerleştirilmemelidir. Cihaz sudan korunacak şekilde yerleştirilmelidir. Gazlı ısıtıcının havalandırma kutusunun karşısına veya üstüne malzeme konulmamalıdır. Cihazın çevresi temiz tutulmalıdır. Benzin veya diğer patlayıcı buhar ve sıvılar içeren maddeler, cihazdan uzak tutulmalıdır.

Baca Bağlantısı

Cihazlar bacaya yakın bir yere monte edilmeli, atık gazlar baca bağlantısı ile mahya üzerine kadar çıkarılmalıdır. Cihazların tüm modellerinde cihaz baca çapı 10 cm'dir. Bacalar mutlaka paslanmaz çelik malzemedan imal edilmiş olmalı ve bacadaki yoğunlaşmaya karşı drenaj bağlantısı yapılmalıdır. GMP kanal tipi

hava ısıtıcılar direkt yan cepheye baca çıkışı yapılarak kullanılamazlar.

Gaz Bağlantısı

GMP kanal tipi hava ısıtıcılar ısıtmayı doğal gaz ve LPG ile yapmaktadırlar. GMP kanal tipi hava ısıtıcıların gaz bağlantı çapı 1/2" değerindedir. Cihaz doğal gaz ile çalışacaksa 21 mbar, LPG ile kullanılacaksa 50 mbar gaz basıncına ihtiyaç vardır.

Yanma Havası

Cihazların yerleştirildiği mahalin gazla çalışan tüm cihazlarda olduğu gibi alt ve üst havalandırmasının yapılması gerekir. Çalışma mahallerinde yönetmelikler çerçevesinde alt ve üst havalandırma yapılmalıdır. LPG ile çalışacak cihazlar bodrum veya kot altı mahallere monte edilmemelidir. Aksi halde, egzost sisteminde Ex-proof fan kullanılmalıdır. Gerekli yanma havası bir temiz hava kanalı yardımıyla veya dış cephe panjuru ile dış ortamdan sağlanmalıdır. Sisteme yanma havasının beslemesi için aşağıdaki konulara dikkat edilmelidir:

- Yanma/havalandırma havasını besleyen geçiş yolları, havanın tesisat odasına geçişini engellemeyecek şekilde yapılmalıdır.
- Yanma ve havalandırma havası kanallarının büyüklüğü, hava kaynağının bulunduğu yerle ilgilidir. İlgili tablolarda verilen alanlar serbest alanlar olup, kullanılacak panjur veya kafes net açıklığı bu değere eşit olmalıdır. Tüketici, bu açıklıkları bloke etmemesi veya sınırlandırmaması konusunda bilgilendirilmelidir.
- Eğer ünite egzost fanının yakınına yerleştirilmişse, egzost fanının odada negatif basınç yaratmaması için yeterli havalandırma yapılmalıdır.
- Yanma havasının yatak odası veya banyodan sağlanmaması gerekir.
- Eğer cihazın konulduğu kapalı hacim sızdırmaz nitelikte ise yanma ve havalandırma havası temini için gerekli önlem alınmalıdır.

2.6.2 Montaj ve Kanal Dizaynı

GMP cihazları ile birlikte filtre verilmemektedir. Kanal boyutlarına bağlı olarak uygun boyutlarda filtre takılmalı ve bu filtreler belirli periyotlarda değiştirilmelidir. Servis kolaylığı açısından ve filtre değişimi için, bütün gazlı ısıtıcıların ön tarafında en az 60 cm boşluk bırakılması gereklidir. Atmosferik brülörü sayesinde sessiz yanma gerçekleşir. Eşanjör içinden geçen baca gazı, üzerinden geçen havaya ısısını aktarır ve ısınan hava kanal yardımıyla ortama üflenir.

Şartlandırılmış hava menfez veya anemostadlar yardımıyla ortama üflenir. Isıtma için kullanılacak hava iç ortamdan kanallarla emilir, temiz dış hava ile belirli oranda karıştırılır ve ısıtıldıktan sonra besleme kanalları ile ısıtılan mekana gönderilir. Üfleme kanalları ısıtılmayan mekanlardan geçiyorsa mutlaka kanallar izole edilmelidir. Kanal dizaynı akış hızı 5 m/s değerini geçmeyecek şekilde yapılmalıdır. Cihaz titreşimlerinin

kanallara iletiminin engellenmesi için kanal ile cihaz bağlantısı, yüksek sıcaklığa dayanıklı branda konnektör ile yapılmalıdır. Ayrıca sac kanal yerine, ses sönümleme özelliğine sahip özel esnek kanallar kullanılması halinde, ses ile ilgili en olumlu sonuçlara ulaşılmaktadır. Cihaz açık ofis uygulamasında kullanılacaksa, dönüş kanalı çekmeden uygulama yapılabilir. Dönüş kanalı çekilmeyen uygulamalarda yakma havası ile dönüş havasının farklı mahallerden sağlanmasına dikkat edilmelidir. GMP kanal tipi hava ısıtıcıların dönüş havası yandan (sağdan veya soldan) veya alttan cihaza verilebilmektedir (Şekil 40). Yoğunluğu az olan sıcak havanın üst kotta birikmemesi için cihaz dönüş havası mutlaka yer seviyesinden toplanmalıdır. GMP kanal tipi hava ısıtıcılar, cihaz çıkışlarına bağlanan soğutucu batarya ve dış ünite (kondenser) ile soğutma da yapılabilir. Ancak cihaz aşağı üfleme konumunda monte edilmiş ise, soğutucu batarya aşağıda ısıtıcıdan sonra monte edilmelidir. Yüksek ısıtma verimi ve soğutma kapasiteleri ile, büyük hacimler kolaylıkla klimatize edilebilir. GMP kanal tipi hava ısıtıcılar soğutma bataryası ile kullanıldıklarında, evaporatör ile cihaz ara parça kullanarak birleştirilmelidir. Isıtma ve soğutma yapacak cihazın hava kanalı dizaynı, ısıtma konumunda düşük fan hızına göre seçilmelidir.

2.7 ÇATI TİPİ GAZLI ISITICI VE PAKET KLİMALAR

Çatı tipi paket klima cihazları sadece dış hacimlere (açık

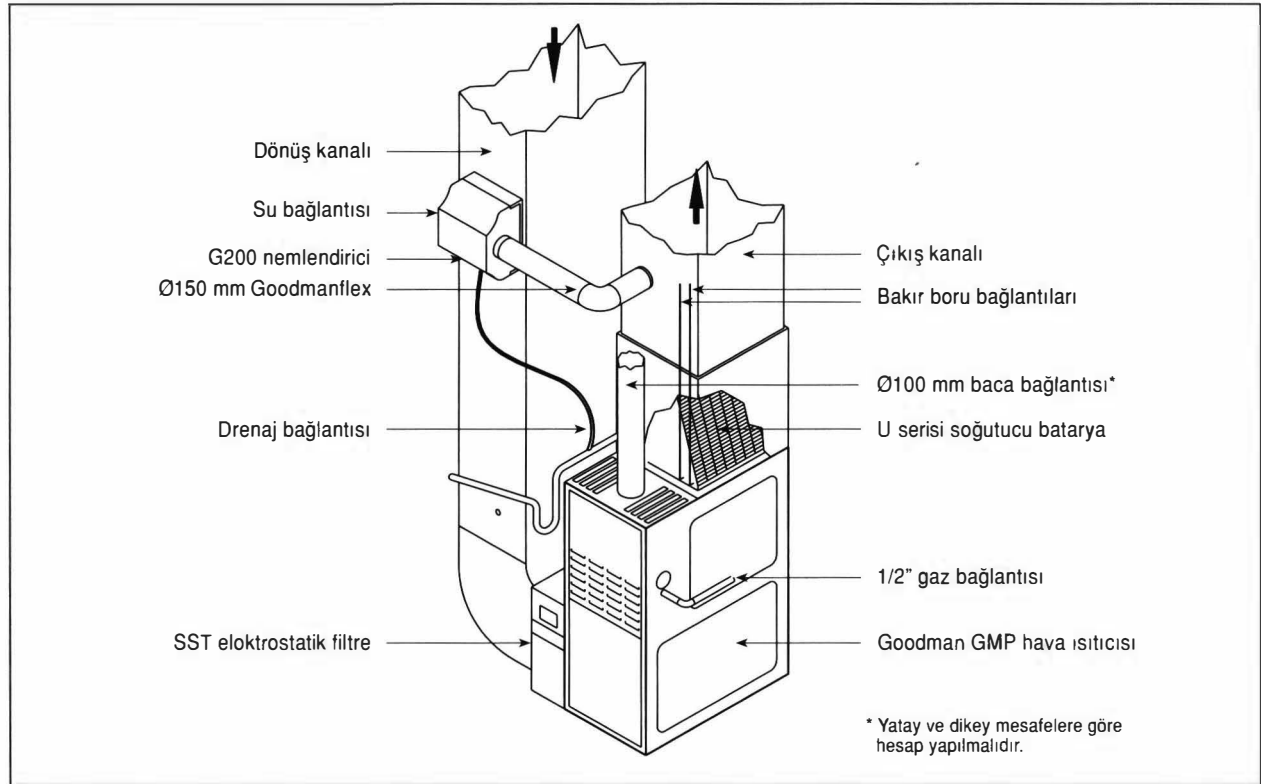
havaya) yerleştirilmek üzere dizayn edilmiştir. Genelde çatı üzerine monte edilmiş çelik bir montaj platformu üzerine yerleştirilir. Çatı tipi cihazlar paket halinde, fabrika testi yapılmış olarak sevki edilir. Cihaz Şekil 41'de görüldüğü filtre, soğutucu ve ısıtıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Tek fanla dış hava ve dönüş havası emilerek karıştırılmakta ve şartlandırıldıktan sonra kanal sistemine basılmaktadır. Soğutma DX olup, kompresör, kondenser ve evaporatör (soğutucu serpantin) ünitenin kendi bünyesi içindedir. Isıtma elektrikle veya gaz yakıtlı hava ısıtıcı (furnace) ile gerçekleştirilmektedir.

PGB çatı tipi paket klimalar 220.000 Btu/h soğutma ve 180.000 Btu/h ısıtma kapasitelerine ulaşılabilir. Isıtmayı gazlı ısıtıcı, soğutmayı ise direkt genleşmeli (DX) soğutucu yapar. Isıtma gazlı ısıtıcı ile yapıldığından kapasiteler dış hava sıcaklığından bağımsızdır.

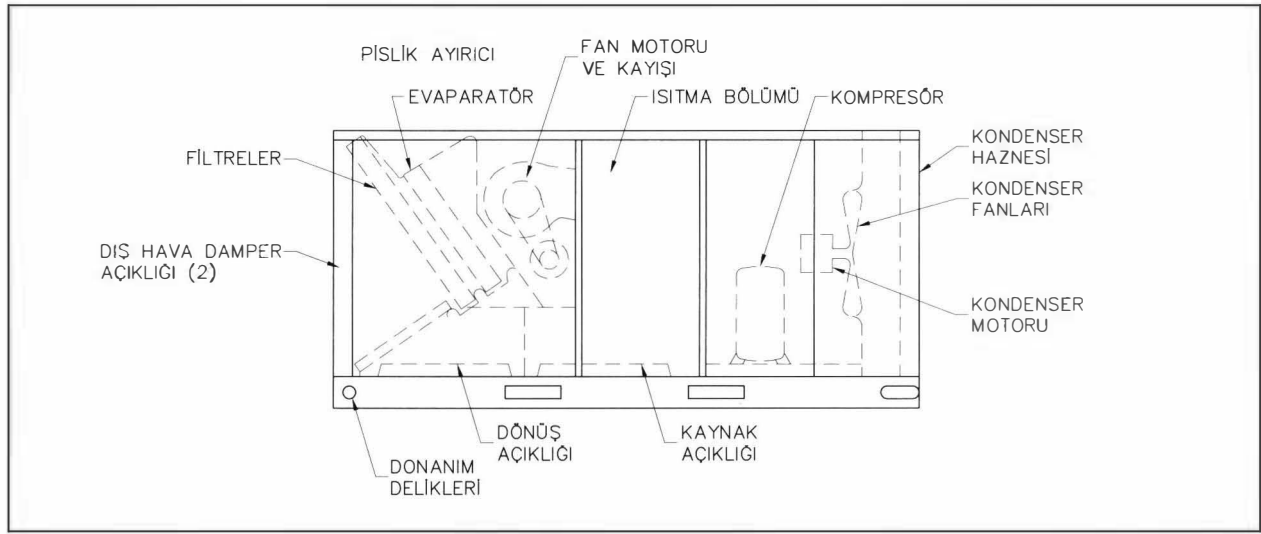
Cihaz etrafında, güvenlik, servis, bakım ve değişik operasyonlar için uygun açıklık bırakılmalıdır. Cihaz herhangi bir engel veya çıkıntının altına monte edilmemelidir.

2.7.1 Goodman PGB Çatı Tipi Paket Klimalar (Soğutma + LPG/Doğal Gaz)

Cihazlarda kademeli kompresör ve kondenser fanı kullanılmaktadır. Isıtma gaz yakıtla çalışabilen ve sessiz bir yanma sağlayan brülör ile yapılmaktadır. Sistem, bir fan yardımı ile yanma havasını atmosferden alarak yanmış gazları tekrar atmosfere bırakır. Brülör sistemi dış hava şartlarından etkilenmeden verimli şekilde çalışır. Özel uygulamalarda baca gazı bir kanal ile daha



Şekil 40. GOODMAN GMP KANAL TİPİ HAVA ISITICISI MONTAJI



Şekil 41. ÇATI TİPİ PAKET KLİMA CİHAZI İÇ YAPISI

uzağa taşınabilir. Cihazlarda kullanılan termostat, kompresörleri ve brülörü iç ortam sıcaklığına göre kademe kontrolü ile devreye sokup çıkarabilirler. Cihazlar böylece daha az dur/kalk yaparak verimli çalıştıkları gibi hava üfleme sıcaklıkları da kontrol edildiğinden maksimum konfor sağlanmış olur. Cihazda filtre yoktur. Dönüş kanalı üzerinde (taze hava ayırımından önce) mutlaka bir filtre kaseti yapılarak cihaz evaporatörü ve klimatize edilen ortam tozdan korunmalıdır.

Goodman PGB Çatı Tipi Paket Klimalarla İlgili Özel Notlar

- Taze hava bağlantısı ile soğutmanın yanında tüm yıl boyunca havalandırma da yapılır.
- Taze hava alabilme özelliği ve filtresi sayesinde sigara içilen kalabalık ortamlarda bile hava kalitesi yüksek tutulur, koku ve nem önlenir.
- Termostat kullanımı ve değişik noktalardan üfleme ile homojen ve sabit sıcaklık dağılımı sağlanır.
- İç ünite yoktur, cihaz çatı üzerine veya yere monte edilebilir, binada yer kaybı olmaz.
- Kanal bağlantıları alttan veya yandan (yatay kanal bağlantı kiti kullanıldığında) yapılabilir.
- Cihazlar ısıtmayı doğal gaz veya LPG ile yapmaktadır. Cihazlar doğal gaza ayarlı gelmekte, yapılan küçük bir değişiklik (LPG dönüşüm seti) LPG ile de kullanılabilir.
- Cihazlar tam güvenlik sistemi ile donatılmıştır. Brülör üzerinde alev oluşmadığı zaman, alev beklerden dışarı taştığına, bacada tıkanma-çekmeme hallerinde, sistem kendini kapatarak emniyeti sağlar.
- Bütün cihazlar kontrol ünitesi herhangi bir arıza durumunda, arızanın hangi kısımda olduğunu servise bildiren özel bir sisteme sahiptir.
- Çatı tipi paket klimalar havayı cihaz altından basacak şekilde teslim edilmektedirler ve bu yüzden kaide üzerine yerleştirilmelidirler. Ancak özel bir aksesuar yardımı ile yatay hava üfleme de mümkün olabilmektedir.

- Cihazlar ısıtmada doğal gaz kullanıldığında tek kademeli olarak çalışırlar. LPG kullanımında ise PGB 060 modeli dışındaki bütün modellerin gaz valfleri iki kademelidir. 1. kademe %60 kapasite ile, 1. ve 2. kademeler beraber %100 kapasite ile çalışmaktadır. PGB 060 modelinde ise LPG valfleri de tek kademelidir.
- PGB 060 pistonlu, diğer PGB ve PCB modeller ise scroll kompresörlüdürler. Scroll tip kompresörlü tüm cihazlar mutlaka faz koruma rölesi ile beraber kullanılmalıdır.
- Cihazların fanları kayış kasnak mekanizmalıdır. Katalogdan seçilebilecek debi ve statik basınca göre yetkili servis tarafından istenilen hava debisine göre fan devri ayarlanabilmektedir.
- Cihazların kondenser hava atışı yukarı doğrudur.
- Cihazlar bina içerisinde özel bölümlere de yerleştirilebilir, ancak cihaz etrafında belirli mesafeler bırakılması gereklidir (hava atışı, hava emişi ve servis için).
- PGB 060 modeliyle beraber filtre verilmemektedir. Cihaz dönüşüne filtre kaseti yapılarak filtre ayrıca sipariş edilmelidir. Cihazlar filtersiz kullanılmamalıdır.

Gaz Besleme Boruları

Cihaz gaz girişinde sırasıyla yangın emniyet vanası-filtre-küresel gaz kesme vanası kullanılmalıdır. Cihazların gaz bağlantısı 3/4"tir. Gaz hattı çapı hattın uzunluğu ve gazın kalorifik değerine göre değişiklik gösterebilir. Gaz hattı üzerinde yangın kesme ventili, 20 - 50 mbar arasında ayarlama yapılabilen (kapasitesi LPG için min. 6 kg , doğal gaz için gerekli ise 8,5 m³/h'lik) bir regülatör, küresel vana, üzerinden 0 - 100 mbar okunabilen bir manometre bulunmalıdır. Regülatör yatayda bacaya en az 120 cm uzakta monte edilmelidir. LPG kullanımında LPW - 06 LPG kiti monte edilmelidir. Kit içerisinde uygun meme seti ve LPG regülatörü yer alır. Cihazlar atmosfere tamamen açık alanlara monte edildiğinden havalandırma şartı istenmez.

3. CİHAZ YERLEŞTİRİLMESİ, KAZAN DAİRELERİ VE HAVALANDIRMA

3.1 CİHAZ YERLEŞİMİ VE HAVALANDIRILMASI

Gaz tüketim cihazlarını yakma düzenlerine, yani yanma havasını alış ve yanma ürünlerini veriş biçimlerine ve büyüklüklerine göre üç tipe ayırmak mümkündür:

A Tipi Cihazlar

Yakma havasını ortamdan alıp yanma ürünlerini ortam verirler. Bir başka anlatımla açık alevli cihazlardır. Bunlardan sadece yemek pişirme amaçlı ocaklara doğa gaz bağlanmaktadır.

B Tipi Cihazlar

Yakma havasını bulundukları ortamdan alıp, yanma ürünü gazları bacaya veren 60 kW gücün altındaki cihazlardır. Bu cihazlar atmosferik veya üflemlü brülörlü olabilir (örneğin şöfben veya duvar tipi kombi cihazı).

C Tipi Cihazlar (Hermetik)

Yakma havasını dışarıdan alıp yanma ürünlerini tekrar dışarı veren cihazlardır. Bu cihazların yanma odaları, cihazın içinde bulunduğu ortamdan (odadan) bağımsız olup kapalı yanma odası adını alır. Bu cihazlar da üflemlü veya atmosferik brülörlü olabilir.

Merkezi kazanlar: Esas olarak B tipi cihazlardır. 60 kW gücün üzerinde olup özel bir kazan dairesine gereksinim gösterirler.

3.1.1 A Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırması

Bu cihazlar banyolara, yatak odalarına ve 12 m³ hacimden küçük hacimli odalara yerleştirilemezler. Genellikle mutfaklara yerleştirilirler. Odanın 100 cm² net geçişi olan ve sürekli dışa açık kalan bir havalandırma menfezi olmalıdır. Eğer odanın havalandırması bitişik odalar yardımı ile yapılıyorsa bu mahallerin dışa açık pencereleri olmalıdır.

Açık yanmalı radyant ısıtıcılar için tesis hacmi kuru lu gücün her 1 kW'ı için en az 10 m³ olmalıdır. Bu tip cihazların konulacağı mahallere ait tavan yükseklikleri cihaz üretici firma katalog değerlerine uygun olmalı, mekanik hasar görmeyecek yerlere yerleştirilmeli, ısıtıcıları taşıyacak konsol, zincir v.b. elemanlar mukavemet açısından yeterli olmalı, iç tesisat yerleştirme kurallarına aykırı olmamak şartıyla üretici firma talimatlarına uyulmalıdır. Yanıcı ve parlayıcı maddelerin yoğun olduğu yerlere bu tip ısıtıcılar konulmamalıdır.

3.1.2 B Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması

Bu cihazlar için özel bir kazan dairesi gereksinimi yoktur.

Herhangi bir mahalle yerleştirilebilirler (mutfak gibi). Bu odaya tesis odası adı verilir. Tesis odası hacmi 8 m³ değerinden daha küçük olamaz. Hacmin büyüklüğü ne olursa olsun bu tip cihazlar açık balkon, yatak odası, banyo ve WC gibi yerlere yerleştirilemez. Yatak odası, banyo ve WC'den duman boruları geçirilerek baca bağlantısı yapılamaz.

Cihazların Monte Edilemeyeceği Yerler

- Binaların merdiven boşlukları ve genel kullanımına açık koridorlarına,
- Baca duvarları üzerine,
- Apartman aydınlıklarına,
- Hacim ve büyüklüğü ne olursa olsun; açık balkon, yatak odası, banyo ve WC' lere,
- Net hacmi 8 m³'den küçük mahallere,
- İçinde kolay yanabilen madde bulunan ve yanması halinde özel bir tehlike oluşturabilecek oda veya bina bölümlerine,
- İçinde patlayıcı maddeler bulunan mahallere yerleştirilemezler.

B tipi cihazların yerleştirilebileceği en uygun yer mutfaktır. Donmaya karşı önlem alınması halinde imar izni alınmış kapalı balkonlar kullanılabilir. Tesis odasında basınç dışarıya göre 0,4 mmSS (4Pa)'dan daha düşük olmamalıdır.

Havalandırma ile odaya her 1 kW ısı gücü için 1,6 m³/h hava temin edilmelidir. Bunun için cihazın monte edileceği odanın hacmi cihaz/cihazların toplam anma ısı gücünün her 1 kW'ı için 1 m³ olmalıdır. Montaj odasında bu hacim sağlanamıyor ise, yanma havası, cihazın monte edileceği odaya bitişik bir veya birden fazla odadan her biri en az 150 cm² serbest enkesit alanlı iki menfez ile temin edilmelidir.

Bu şekilde birbirine bitişik odaların toplam hacmi 1 kW anma ısı gücü başına en az 1 m³ olmalı, iki menfez de aynı duvara açılmalı, üst menfez döşemeden en az 1,80 m yüksekliğe, alttaki menfez döşemeden en fazla 45 cm yükseklikte olmalıdır (Şekil 42).

Yanma havası için montaj odası ile irtibatlandırılan komşu mahal, yatak odası, banyo ve WC olmamalıdır. Cihazların bulunduğu mahallerde atmosfere açılan ve serbest enkesit alanı 150 cm² olan havalandırma menfezi olmalı ve menfez döşemeden en az 1,80 m yüksekliğe monte edilmelidir. Hava sirkülasyonu sağlanan bina aydınlıkları da menfez bağlantısı için kullanılabilir.

Cihazların, bina yapı elemanına bağlantısı rijit şekilde olmalı, cihaz ile gaz hattı arasındaki bağlantı ise esnek bağlantı elemanı ile yapılmalıdır.

Cihazlar mümkün olduğunca baca çıkış deliği yakınına monte edilmeli, cihaz ile baca çıkış deliği arasındaki yatay bağlantı mesafesi kısa tutulmalıdır. Ancak, bunun mümkün olmadığı durumlarda baca yatay mesafesinin açındırılmış uzunluğu en fazla 2,5 m olmalıdır.

Alman Standartlarına Göre, Tesis Odası Aşağıdaki Şartlardan Birini Sağlamalıdır:

- Tesis odasının dışı açılan bir kapısı veya penceresi varsa her 1 kW için 4 m³ oda hacmi yeterlidir.
- Tesis odası, dışı açılan 150 cm² kesitli bir delik varsa yeterlidir.
- Tesis odası, dışı açılan en az 150 cm² kesitli bir deliği olan komşu oda ile en az 300 cm² kesitli bir delik ile birleşiyorsa yeterlidir.
- Üstteki 2. ve 3. maddelerde eğer atmosferik brülörlü cihaz kullanılıyor ise ayrıca her 1 kW güç için 1 m³ oda hacmi gereklidir.
- Tesis odası hacmi yeterli değilse komşu odalardan yararlanılabilir. Bunun için komşu ile en az 300 cm² kesitli bir delikle bağlantı bulunmalıdır.

3.1.3 B Tipi Fanlı Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması

Tesis odası hacmi 8 m³ değerinden daha küçük olamaz. Hacmin büyüklüğü ne olursa olsun bu tip cihazlar açık balkon, yatak odası, banyo ve WC gibi yerlere yerleştirilemez. Bu cihazların yerleşimi için B tipi cihaz yerleşimiyle ilgili verilen kurallar aynen geçerlidir.

Bu cihazların temiz hava temin menfezi, atık gaz borusu çıkış ağzından daha alt seviyede bulunmalıdır. Yan yana olmaları halinde aradaki mesafe en az 30 cm olmalıdır. Baca çıkışları rüzgarla direkt karşı karşıya gelmemelidir.

3.1.4 C Tipi Cihazların Yerleşimi ve Havalandırılması

Bu cihazlar yakma havasını dışardan (veya hava/yanmış gaz baca sisteminden) alıp yanma ürünlerini yine dışarıya verdiklerinden tesis edildikleri odadan bağımsızdır. Bu cihazlar en fazla 28 kW gücünde olabilir. Bu tip cihazlar dış atmosfere duvarı olan banyo, WC, mutfak gibi bölümlere yerleştirilebilir.

C tipi cihazların montajı yapılmaması gereken yerler:

- Binaların merdiven boşluklarına, genel kullanımına açık koridorlarına,
- Baca duvarları üzerine,
- Bina aydınlıklarına.

Cihazların, bina yapı elemanına bağlantısı rijit şekilde olmalı, cihaz ile gaz hattı arasındaki bağlantı ise esnek bağlantı elemanı ile yapılmalıdır.

Bunların çıkışları mutlaka atmosfere açık hava sirkülasyonu olan yerlere bağlanmalıdır. Hermetik cihazların atık gazları kapalı balkona verilemez. Genişliği en az 1 m olan açık balkonlara verilebilir. Gaz cihazlarının ısınan dış yüzeyleri ile yanabilen veya kolayca tutuşabilen yapı elemanları ve kullanılan eşyalar arasındaki açıklık en az 50 cm olmalıdır. Açık alanlarda hermetik cihazların baca çıkış borularının yerden minimum yüksekliği borunun alt kenarından ölçülmek üzere en az 0,3 m olmalıdır. İnsanların geçtiği yerler-

de, örneğin kaldırımlarda, yerden yükseklik baca çıkış borusunun ucunda özel muhafazanın bulunmaması durumunda en az 2 m olmalıdır. Araçların bulunduğu veya geçtiği yerlerde ek olarak özel önlemler alınmalıdır (Şekil 43).

Dışarıya taşan çatı veya ahşap kaplamanın, üstten bacaya uzaklığı en az 1,5 m olmalıdır. Baca çıkışları paslanmaz veya galvanize çelik tel örgü kafeslerle korunmalıdır. Rüzgarla direkt karşı karşıya gelen baca çıkışlarından kaçınılmalıdır.

3.1.5 Merkezi Sıcak Su Kazanları ve Kazan Daireleri Yerleşimi ve Havalandırılması**3.1.5.1 Doğal Gazlı Kazan Daireleri**

Anma ısı gücü 60 kW değerinden fazla olan cihazlar kazan dairesine yerleştirilmelidir. Kazan daireleri, doğal gazlı kazan kullanılması halinde güvenlik ve havalandırma tekniği ile ilgili bazı şartları yerine getirmelidir.

Kazan dairesi yüksekliği 2,5 m.'nin altında olmamalıdır. Kazan üst noktasıyla tavan arasındaki mesafe 350 kW kazan gücü üzerinde en az 1,8 m olmalıdır. Özellikle büyük kapasiteli kazan boyutları, kazan dairesine yerleşim ve kazan dairesinde gerekli olan hacim açısından çok önemlidir. Aynı kapasitede daha az yer tutan kompakt kazanlar avantaj sağlarlar.

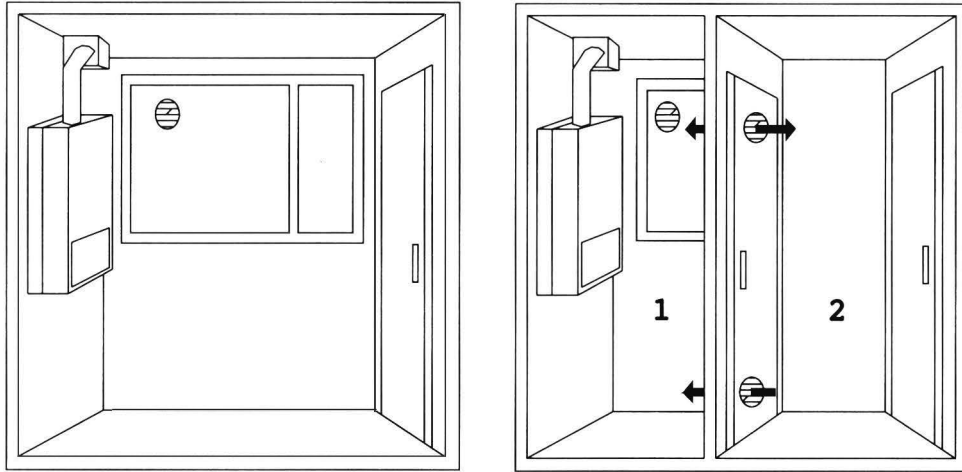
Kazan daireleri kapıcı dairesine ve merdiven boşluklarına doğrudan bağlantılı olmamalıdır. Kazan dairesine mümkünse küçük bir giriş odasından geçilmeli ve bu odanın kapıları sızdırmaz olmalıdır. Böylece yangın halinde dumanın merdiven boşluğunu doldurması önlenmelidir. Kazan dairesinden bina içine açılan kapılarda en az 10 cm yükseklikte eşik bulunması önerilir. Kazan dairesinde 350 kW gücün üstünde biri içe diğeri dışı açılan en az iki çıkış kapısı bulunmalıdır. Kazan dairesi kapıları ve döşemesi yangına dayanıklı olmalıdır.

Kazan dairesinde yangın tüpü bulunmalıdır.

Kazan dairesinin doğal olarak aydınlatılması mümkünse aydınlatma açıklıklarının binanın diğer pencerelerinin altına gelmemesine dikkat edilmelidir. Yapay aydınlatma yapılıyorsa göz kamaştırmayan fakat daireyi iyice aydınlatan bir sistem kurulmalıdır. Aydınlatma armatürlerinin exproof olmasına özen gösterilmelidir. Kazanlar döşeme rutubetinden ve çevre yıkama sularından korunmak üzere bitmiş döşemeden 10 - 15 cm yükseklikte bir kaide üzerinde oturmalarıdır. Ayrıca brülör kazana monte edildiğinde brülör fanının yerden toz emmemesi için brülörün altı, yerden en az 30 cm yukarıda olmalıdır.

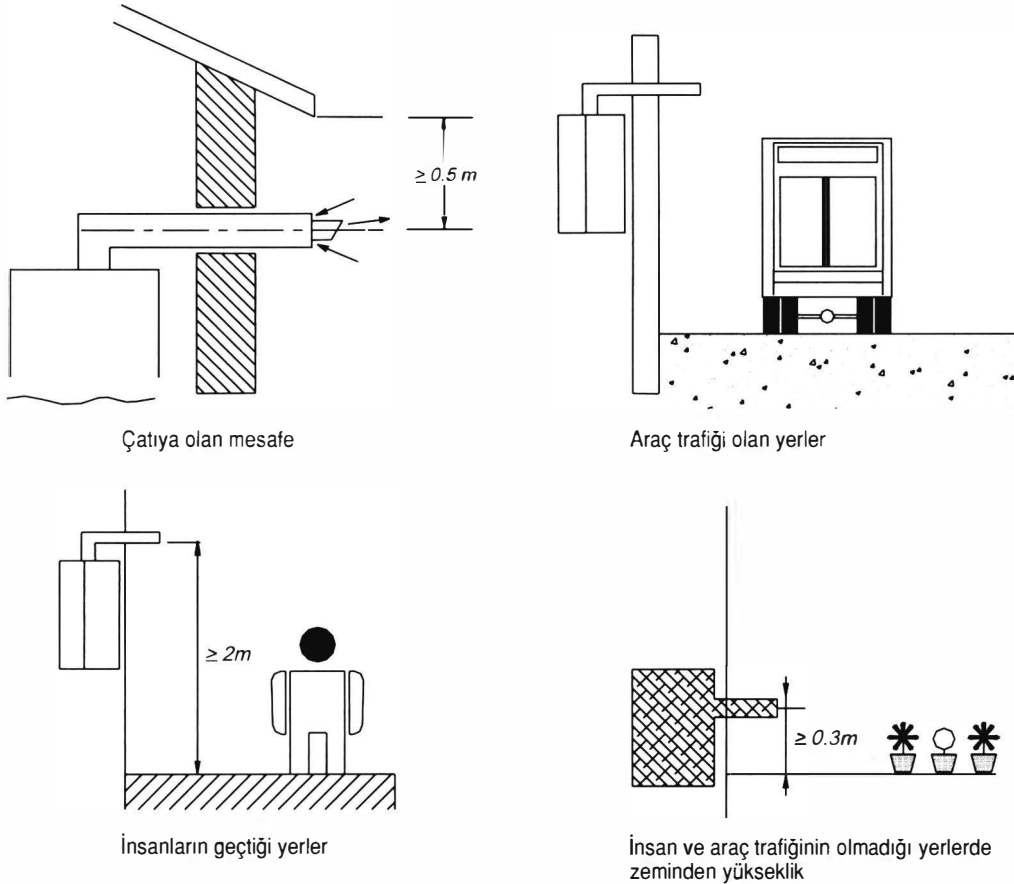
Kazan dairesinde çevre sularını toplayan büyük boy bir döşeme süzgeci bulunmalıdır. Ayrıca kazan dairelerinde 15 x 15 cm boyutunda bir çevre kanalı (su toplama kanalı) yapılmalıdır.

Kazan üzerindeki brülörler, kazan dairesi dışında yerleştirilmiş bir elektrik şalteri ile her zaman kapatılabilir.



Oda hacmi $\geq 1 \text{ m}^3/\text{kW}$
 1 No' lu oda hacmi $< 1 \text{ m}^3/\text{kW}$
 1 ve 2 No' lu oda toplam hacmi $\geq 1 \text{ m}^3/\text{kW}$

Şekil 42. B TİPİ CİHAZLARIN YERLEŞİM KURALLARI



Şekil 43. HERMETİK CİHAZ BACALARININ DIŞARI AÇILIM KURALLARI

Yardımcı elektrik enerjisi gerekmeyen yakma sistemlerinde tehlike şalteri yerine gaz kapama vanası yeterlidir. Ancak her durumda boru hattında kazan dairesi dışından el ile kapatılabilen bir vana bulunmalıdır.

Doğal gazlı büyük kazan dairelerinde en az bir doğal gaz dedektörü bulunmalıdır. Bu dedektör küçük kazan dairelerinde sadece alarm verebilir. Büyük sistemlerde ise aynı zamanda kazan dairesi dışında ayrı bir bölmede bulunan emniyet vanasını otomatik olarak kapatıp alarm vermelidir.

Daha gelişmiş bir kazan dairesi güvenlik sisteminde ise dedektör tehlike sınırının %20'sine karşı gelen 1. kademedede uyarı sinyali verir ve exproof emniyet fanını devreye sokar. Tehlike sınırının %40'ına karşı gelen 2. kademedede ise gaz kesilir, exproof emergency lambaları ve emniyet fanı dışında bütün lambalar ve motorlar durur. Emniyet aspiratörü debisi kazan dairesi havasını saatte 10 defa değiştirecek kapasitededir.

Büyük kazan dairelerinde, 1.400 kW gücün üzerinde, bir yırtılma yüzeyi inşa edilmelidir. Bu yüzey kazan dairesinin tavanında veya yan duvarlarında olabilir ve bir patlama anında yırtılarak fazla basıncı dışarı atar. Böylece ana binaya zarar gelmez.

Kazan dairelerinde ses seviyesi 90 dB(A) değerini aşmamalıdır. Ayrıca kazan dairesindeki gürültü ve titreşimlerin yaşam mahallerine geçmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

3.1.5.2 Kazan Daireleri Havalandırma Tekniği

Kazan Dairelerinde Üç Nedenle Taze Dış Havaya Gereksinim Vardır:

- Kazandaki yanma için gerekli olan yakma havası.
- Kazan dairesinin havalandırılması, kirlenmesinin önlenmesi, sızabilecek atık gazların ve yakıtın dışarı atılması için gerekli olan havalandırma havası.
- Kazan dairesinde sıcaklığın aşırı yükselmemesi için yapılacak havalandırma havası.

İlk iki amaç için havalandırma ihtiyacı sürekli geçerlidir. Üçüncü amaç için havalandırma ihtiyacı genellikle sadece yazın çalışan kazan daireleri için söz konusu olabilir. Isıtma mevsiminde kazan dairesi sıcaklığı 32°C değerini aşmamalıdır. Yazın ise kazan dairesi sıcaklığının dış sıcaklığın en fazla 5°C üzerinde olmasına müsaade edilir.

Kazan dairelerinin havalandırılması doğal yoldan, yani iç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkından ve rüzgar kuvvetlerinden yararlanılarak yapılabilir. Doğal havalandırma için kazan dairesiyle dış hava arasında havalandırma açıklıkları oluşturmak gerekir. Doğal havalandırma yeterli bir biçimde yapılamıyorsa ikinci yöntem fanlarla gerçekleştirilen mekanik havalandırmadır. Bu amaçla temiz havayı kazan dairesine besleyen temiz hava vantilatörü ve pis havayı kazan dairesinden atan pis hava aspiratörü birlikte kullanılır. Kömürlü kazan dönemlerinde pis havayı atmakta kullanılan

pis hava bacalarından, doğal gazlı kazan dairelerinde de yararlanılmasını tavsiye ederiz. Pis hava bacaları etkin bir havalandırma sağlarlar. Buna göre kazan dairelerinin havalandırmasında üç yöntemden söz edilebilir:

- Taze dış hava doğal akışla alt havalandırma açıklığından sağlanır. Egzoz havası daha küçük boyutlu üst havalandırma açıklığından doğal olarak atılır.
- Taze dış hava alt menfezden fan yardımıyla zorlanmış olarak sağlanır ve egzoz havası yine fan yardımıyla zorlanmış olarak üst menfezden atılır. Fan debileri kazan dairesinde pozitif basınç oluşacak biçimde seçilir.
- Ara bir çözüm olarak taze hava fanla alt havalandırma menfezinden zorlanmış olarak temin edilir. Egzoz havası üst açıklıktan doğal yolla atılır. Üst açıklığın hesabı doğal havalandırmadaki gibi hesaplanır. Bunun tersi düşünülmemelidir. Alt açıklıktan doğal olarak giren hava üst açıklıktan zorlanmış olarak fanla atılmamalıdır. Bu durumda ortaya çıkan negatif basınç kazandaki yanmayı etkileyerek bozar.

Sistem tam güçte çalışırken kazan dairelerinde toplam 1.000 kW güce kadar 0,4 mmSS (4Pa), daha büyük kazan için 5 mmSS (50Pa)'dan fazla alçak (negatif) basınç oluşmamalıdır. Bu nedenle kazan dairesinden emiş yapan klima santrali, egzoz fanı gibi cihazlar dikkate alınmalı, daha iyisi kazan dairelerinde böyle cihazlar bulunmamalıdır.

Sıvı yakıtlı kazanların gaz yakıtlı kazanlarla aynı kazan dairesinde kullanılması halinde bu kazanlar da gaz yakıt kazanı gibi düşünülmelidir.

Üst menfezler mümkün olduğu kadar üst seviyelere (tavandan en fazla 40 cm aşağıya), alt menfezler de mümkün olduğu kadar alt seviyelere (döşmeden en fazla 50 cm yukarıya) yerleştirilmelidir.

Fanlarla zorlanmış havalandırma yapıldığında fanlar birbirlerine kilitlenmeli ve biri bozulup durduğunda diğeri de durmalıdır.

Konut Kazan Dairelerinin Doğal Havalandırılması (1.000 kW Gücün Altında)

Kazan dairesine temiz hava girişi için yerden en fazla 50 cm yükseklikte bir hava giriş menfezi net kesit alanı TS 7363 tarafından;

$$F_{alt} = 540 + (Q - 60) \times 4,5 \text{ cm}^2 \text{ olarak verilmiştir.}$$

Q (kW): Kazan dairesindeki toplam brülör ısı gücüdür.

Kazan dairesinden havalandırma çıkışı için tavandan en çok 40 cm aşağıda ikinci bir menfez bulunmalıdır.

Üst hava çıkış menfezi net kesit alanı;

$$F_{üst} = F_{alt} / 2 \text{ cm}^2 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Net menfez alanı ızgara, kanat veya kafesle korunan menfezin kanatlar arasında kalan net hava geçiş kesitidir. Menfez brüt alanını bulmak için net alanı 1,5 değeriyle çarpmak yeterlidir. Menfez dikdörtgen kesit alanıysa kısa kenarı en az 10 cm olmalıdır. Menfezi

korumak için kullanılan ızgara veya tel kafes göz büyüklükleri 10 x 10 mm değerinden küçük olmamalıdır. Kazan dairesi bodrumda ise ve dış hava ancak üst havalandırma açıklığı seviyesinde ise taze hava alt açıklığa bir kanalla getirilir. Kazan dairesi tamamen dış havanın altında kalıyorsa bu durumda hem üst hem de alt menfezlere hava kanalla getirilecektir. Bu kanal kesiti menfez kesitinden küçük olamaz. *Şekil 44'*de kanal uzunluğuna göre kanal kesit alanları verilmiştir. Kanal ve menfezler korozyona karşı galvanizli sacdan yapılmalı veya DKP sacdan yapıp antipas üzeri yağlı boya ile korunmalıdır. *Şekil 45'*de ise pis hava bacası kullanılması halinde, kazan gücüne bağlı baca kesit alanları verilmiştir.

Konut Kazan Dairelerinin Mekanik Havalandırılması (1000 kW Gücün Altında)

Fan kullanılması halinde üfleme brülörlü kazan dairelerinde gerekli hava debileri,

Temiz hava vantilatörü için; $P = 3,24 \cdot Q \text{ (m}^3/\text{h)}$

Pis hava aspiratörü için; $P = 2,16 \cdot Q \text{ (m}^3/\text{h)}$

şeklinde bulunabilir. Burada Q (kW) toplam brülör (kazan) gücüdür.

Atmosferik brülörlü kazan dairelerinde ise

Temiz hava vantilatörü; $P = 3,96 \cdot Q \text{ (m}^3/\text{h)}$

Pis hava aspiratörü; $P = 1,62 \cdot Q \text{ (m}^3/\text{h)}$ debisindedir.

Büyük Kazan Dairelerinin Havalandırılması (1.000 kW Gücün Üstünde)

Kazan dairesi için gerekli taze hava debisi, yakma havası+havalandırma havası debisi toplamı olarak belirlenir. Egzoz havası debisi ise sadece havalandırma havası kadar olacaktır. Yakma havası ihtiyacı toplam anma ısı gücünün her kW'ı için 1,6 m³/h olacak şekilde belirlenir. Havalandırma havası debisinin belirlenmesindeyse hava kirliliğinin önlenmesi ve kazan dairesinde aşırı ısınmanın önlenmesi olarak iki kritere bakılabilir. Kışın kirliliğin önlenmesi için yapılacak havalandırma yeterli olurken, yazın çalışan kazan dairelerinde aşırı ısınmanın önlenmesi öne çıkabilir.

Sıcaklık kontrolü amaçlı havalandırmada, kazanlardan kazan dairesine olan ısı kazancı esas alınır. Günümüz kazanlarında izolasyonların çok iyi yapılması nedeniyle kazan dış yüzeylerinden olan ısı kayıpları (kazan dairesi için kazanç) önemsiz mertebelere inmiştir. Kazan dış yüzeylerinden olan kayıp %0,5 alındığında ve yaz koşullarında iç-dış sıcaklık farkı 5 °C ile sınırlandırıldığında soğutma amaçlı havalandırma miktarı çalışan kazan ısı gücünün her kW'ı için 2,5 m³/h mertebesinde bulunur. Kazan dairesinde kirliliğin önlenmesi için kazan dairesi havasını saatte 5 defa değiştirecek şekilde havalandırmak yeterlidir. Kazan gücüyle kazan dairesi hacmi arasında basit bir ilişki kurulamaz. Ancak pratikteki kazan dairesi boyutlarına bakarak 1.000 kW gücünde 200 m³ hacimli bir kazan dairesinin çok yeterli olduğu söylenebilir. Bu durumda havalandırma için kazan ısı gücünün her kW'ı için 1 m³/h mertebesinde

havalandırma havasının yeterli olduğu söylenebilir. Buna göre aşağıdaki değerler verilebilir:

Kışın çalışan bir kazan dairesinde temiz hava debisi her kW kazan gücü başına = 2,6 m³/h

Kışın çalışan bir kazan dairesinde egzoz hava debisi her kW kazan gücü başına = 1,0 m³/h

Bulunan debilerden hareketle mekanik havalandırma da fan seçerken fan debileri hesaplanan debilerden en az %25 fazla seçilir. Eğer doğal havalandırma yapılacaksa bulunan debilerden hareketle *Şekil 46'*dan havalandırma açıklıkları seçilebilir. Bu şekildeki $h \cdot (t_{hh} - t_o)$ terimi açıklıklar arasındaki mesafenin iç-dış sıcaklık farkıyla çarpımına karşı gelmektedir.

3.2 ÇATI ISI MERKEZLERİ

Yakıt olarak fuel oil veya kömür kullanılmasında kazan dairesinin çatıda oluşturulmasında en önemli sakınca, yakıtın çatıya taşınması, depolanması ve bu depolanmanın getirdiği statik yüklerdir. Halbuki doğal gaz söz konusu olduğunda kazan dairelerini çatı katında düzenlemek büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle atmosferik brülörlü döküm doğal gaz kazanları ile çatı ısı merkezleri birlikte düşünülmesi gerekli kavramlar olarak ele alınmalı ve klasik düşünce tarzından uzaklaşarak bu imkanı eski ve yeni bütün yapılarda değerlendirmelidir. Bu yolla önemli ölçüde avantaj ve farklılık yaratmak mümkündür.

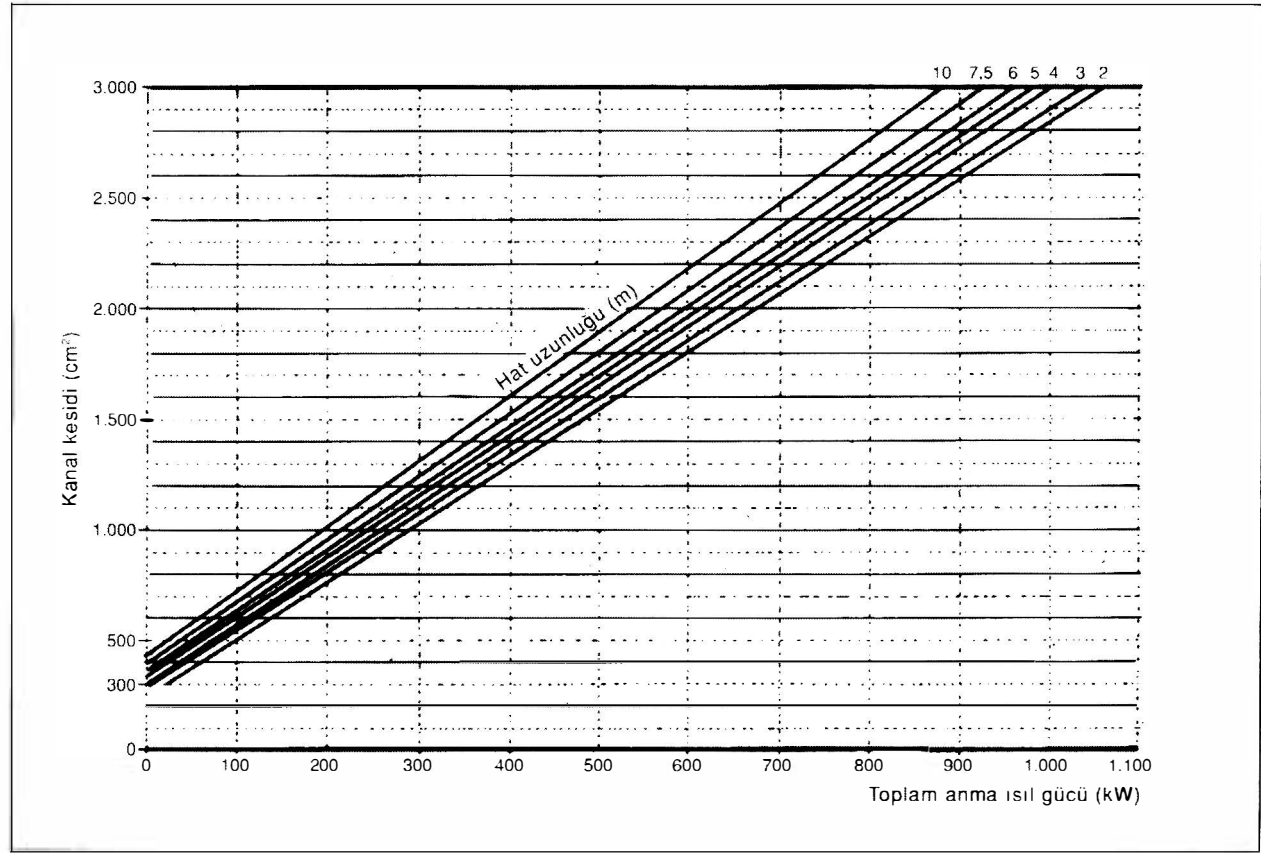
Kazan dairelerinin çatıda oluşturulması, doğal gaz halinde teknik ve ekonomik avantajları yanında bazı hallerde yapı kullanımı açısından bir gereklilik de olabilmektedir. Örneğin;

- Bodrum katta park yeri kazanabilmek,
- Bodrum katta çeşitli amaçlı kullanım sahaları kazanabilmek (büyük marketlerde alışveriş sahası, tek aileli evlerde hobi odaları, jimnastik salonu vs.),
- Yüksek zemin suyu seviyesi veya kayalık temel nedeniyle.

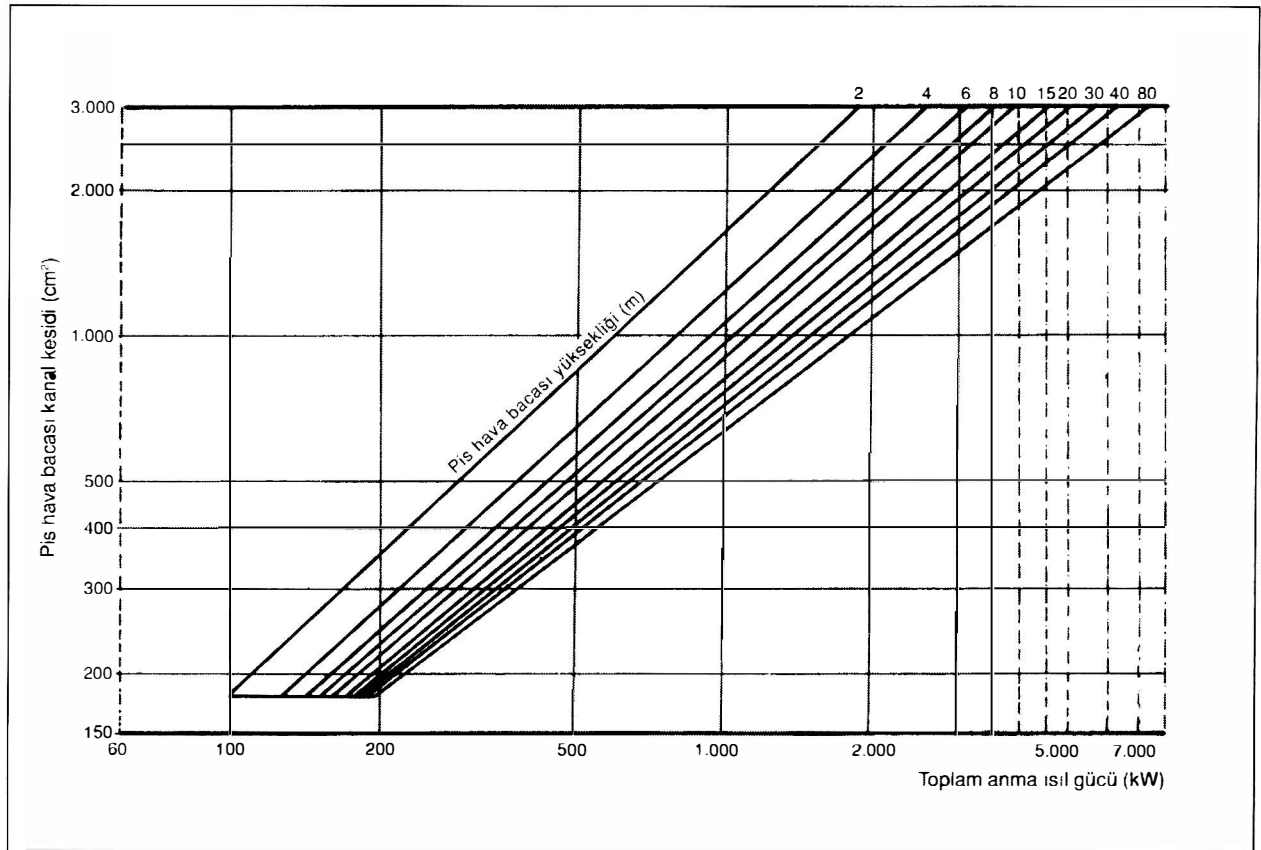
3.2.1 Çatı Isı Merkezlerinin Avantajları

Kazan Dairesi Açısından

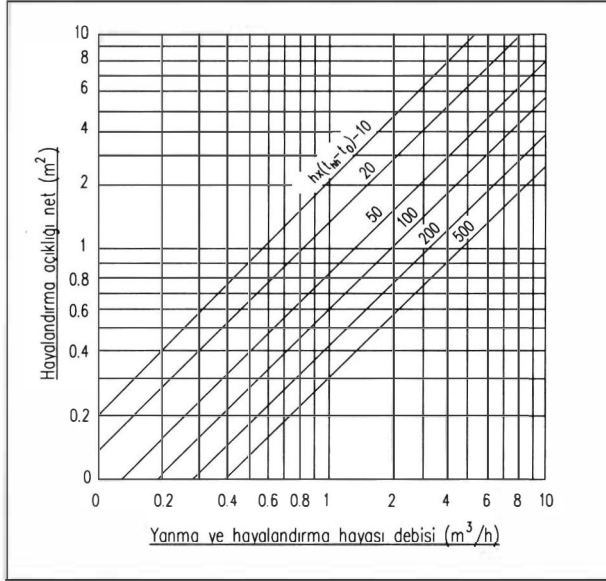
- Bodrum katı yapılması mümkün olmayan yerlerde ideal çözümü getirir.
- Kıymetli bodrum katlarını kazanmak mümkün olur.
- Doğal gaz için gerekli pahalı havalandırma ve emniyet önlemlerinden tasarruf sağlanır.
- Herhangi bir gaz sızıntısı riski ve bunun yarattığı patlama tehlikesi çatı katında bulunmayacaktır. Olası bir gaz sızıntısı, gaz havadan hafif olduğundan yükselerek çatıdan dışarı kaçacağı için binada tehlike yaratmayacaktır. Ayrıca herhangi bir patlama halinde, çatının kolayca yırtılarak basıncı yok etmesi sonucu, binada oturma mahallerinde herhangi hasar yaratmayacaktır.
- Doğal gaz depolama gerektirmediğinden, kazan dairesinde fazla yere gerek yoktur.



Şekil 44. DAR KESİTLİ VE DÜZ HAVALANDIRMA KANALLARININ ÖLÇÜLERİ



Şekil 45. PİS HAVA BACASI BOYUTLANDIRMASI



Şekil 46. DOĞAL HAVALANDIRMA İÇİN HAVALANDIRMA AÇIKLIĞI

Baca Açısından

- Kazanların doğal gazda dönüşümünde en büyük problem kömüre göre gelişmiş projelendirilmiş ve kötü yapılmış bacalardan kaynaklanmaktadır. Doğal gazda dumandaki yüksek su buharı oranı dolayısı ile bacada yoğunlaşma olmaktadır. Bu yoğunlaşan sular bacaya komşu duvarlardan ıslı kara bir leke olarak yaşam mahallerine sızmakta ve istenilmeyen bir durum yaratmaktadır. Bunun önüne geçilmesi için çok pahalı önlemler gerekir. Böyle bir durumda bacanın iptal edilerek kazan dairesinin çatıda düzenlenmesi basit ve pratik bir çözümdür.
- Yeni yapılacak binalarda baca olmayacak, gerek yapıım masrafları, gerekse kazanılan inşaat alanı olarak önemli bir avantaj sağlayacaktır.
- Bacada yoğunlaşma problemi ortadan kalkacaktır. Buna bağlı olarak, baca çekiş ayarı veya baca çekiş sınırlayıcısı gibi düzenlere gerek kalmayacaktır.
- Baca çekişindeki değişimler ve bodrumdaki kazan dairelerindeki havalandırma tertibatlarının yanma-ya etkileri ortadan kalkacaktır. Böylece kazanda işletme kolaylığı ve verim artışı elde edilecektir. Çekişteki değişimler dolayısı ile ortaya çıkan kötü yanma ve kurum problemleri olmayacaktır.
- Durma sırasında baca çekişi olmadığından kazanda soğuma olmayacaktır.
- Bacanın bakım temizlik ve işletme giderleri azalır.

Kazan Açısından

- Kazanda statik basınç olamayacağından bütün uygulamalarda (yüksek bloklarda bile) normal tip kazan kullanılabilir.
- Bacada yoğunlaşma problemi olmadığından baca gazı sıcaklığı düşürülebilir ve kazandan en yüksek verim değerlerine çıkılabilir.

- Atmosferik brülörlü kazanlar bu uygulama için idealdir. Bu kazanlarda sağlanması gerekli baca çekişi çok küçüktür. Ayrıca dilimli döküm kazanların taşıma avantajı da vardır. Bunların çatıya taşınması problem yaratmaz.

Boru Tesisatı Açısından

- Açık genişleme kabı kullanan sistemlerdeki emniyet gidiş ve dönüş borularından ve haberci borularından tasarruf edilir. Bunlarda oluşan ısı kaybı ve açık genişleme kabından emilen hava problemleri ortadan kalkar. Çatı katındaki merkezlerde kapalı genişleme kabı kullanılır. Genleşme deposu sistemin susuz kalmaması için kazanın üst seviyesinden daha yukarı monte edilir.
- Sistemin havasını almak kolaylaşır.
- Kazanla birlikte pompa ve diğer armatürler de düşük basınç altında çalışırlar. Ayrıca sistemde klima ve havalandırma santralleri de varsa çoğu zaman çatıdaki kazan dairelerinde bu cihazlara olan bağlantı daha kısa olur.

3.2.2 Çatı Isı Merkezlerinin Dezavantajları

- Bu sistemin en önemli dezavantajı kazan ve pompa tarafından yaratılan sesin izole edilerek yapıya geçmesinin önlenmesidir.
- Boru şebekesi üstten dağıtma üstten toplama yapıldığında boru maliyetleri değişmez. Ancak alttan dağıtma yapıldığında çatıdan bodruma bir ana kolon çekilmesi gerekir. Buna karşılık emniyet geliş dönüş borularının kalkması bu ana kolonu kompanse eder.
- Kazan dairesi henüz kaba inşaat bitiminde tamamlanmalıdır. Ayrıca döşeme desteklenmelidir. Buderus kazanlar dilimli olduğu için sonradan da monte edilebilir. Kazanlar mahya altında, giriş üzerine monte edildiğinde genelde özel önlem gerekmecektir.
- Çatıda uygun boru geçiş delikleri bırakılmalıdır.
- Çatı katı yeterli yükseklikte olmalıdır.
- Yakıt bağlantısı, elektrik kablosu bağlantıları ve kazan soğuk su bağlantılarının çatıya kadar uzatılması ilave yatırım maliyeti getirir.

3.2.3 Çatı Isı Merkezleri İçin Teknik Şartlar Kazan Dairesi Yapısı ile İlgili Şartlar

- Çatı katının ve tüm yapının statikinde kazan dairesinin etkisi dikkate alınmalıdır. Kazanın işletme ağırlığı esas olmakla birlikte, genelde 1.000 - 2.000 kg/m²'lik bir yük hesaplanmalıdır. Toplam ağırlığı (su dahil) 4 tonu geçen kazanların monte edileceği yerlerde statik proje mutlaka kontrol edilmelidir.
- Uygun bir akustik izolasyon seçilmelidir. Çatının altındaki veya yanındaki katlara rahatsız edici gürültülerin geçmemesi gerekmektedir. Bu yönde DIN 4109 "Yüksek Yapılarda Ses Yalıtımı" esasları faydalı bir kaynak olarak alınabilir. Çatı kazan dairelerinde düşey pencere açılmaması akustik

yönden faydalıdır. Sadece ısı için çatı kaplaması üzerinde aydınlatma camları düşünülebilir. Atmosferik brülörlü kazanlar, ses problemi olmadığı için avantajlıdır.

- Kazan tipine bağlı olarak ısı merkezine komşu alanlarda kazan için uygun giriş deliği bırakılmalıdır.
- Doğal gazlı büyük tesislerde (5000 kW'dan büyük tesisler) gaz sayacı, basınç düşürme ve basınç besleme istasyonu için ayrı bir oda yapılması gerekir.
- Birkaç binayı birden besleyen tek çatı ısı merkezi kurulacaksa, bu merkez en yüksek binanın tepesinde olmalıdır. Ancak her binanın tepesine bağımsız kazan dairesi kurulması alternatifini daha iyi çözümdür.
- Acil çıkış için bir merdivene gerek vardır. Isı merkezinin bütün kapıları ve pencereleri kaçış yönünde kilitsiz ve kolay açılabilen cinsten olmalıdır. Merdiven basamaklı yada gemici merdiveni tipinde sabit yapılmalıdır.
- Kazanların oturması için titreşim izoleli kaideler yapılmalıdır (atmosferik tip brülörlü kazanlarda buna ihtiyaç yoktur).
- Kazan dairesinde havalandırma açıklıkları hesabı ve yapımı için TS 7363 ve MMO 133 nolu yayınlar geçerlidir.
- Donma riski olan bölgelerde çatı arasında ısı yalıtımı çok iyi yapılmalıdır.

Kazanlarla İlgili Şartlar

- Kazanlar için baca çekişine gereksinim duyulmalıdır. Bunun için atmosferik brülörlü kazanlar veya yüksek basınçlı üflemlerli brülörlü kazanlar kullanılmalıdır.
- Kazanların taşınması ve yerleştirilmesi kolay olmalıdır. Kazan mümkün olduğu kadar az yer kaplamalıdır.
- Kazan sessiz çalışmalıdır. Bunun için üflemlerli brülörlü kazanların brülörleri akustik özel bir kutu (kapak) içine alınmalıdır. Ya da kendinden su izolasyonlu brülörler tercih edilmelidir. Atmosferik tip kaliteli kazanlar (sessiz çalıştığı ve servis sıklığı çok az olduğu için) kullanılmalıdır.

Tesisatla İlgili Şartlar

Gaz tesisatının projelendirilmesi ve yapımı TS 7363'e uygun olmalıdır.

- Bina bağlantısı ve basınç ayar istasyonu, bina girişinde veya ısı merkezinde ayrı bir odada bulunur.
- Gaz sayacı ısı merkezinde ayrı bir odada, binada uygun bir yerde veya kazan dairesinde olmalıdır.
- Gaz hattında, borular merdiven boşluğunda duvardan açıkta monte edilmeli, havalandırılan ve her kattan ulaşılabilen bir şafttan geçirilmelidir. Havalandırma bacası, çöp bacası, asansör boşluğu gibi boşluk ve şaftlar kullanılmalıdır. Boruların bina dışından geçirilmesi mümkündür. Ancak bu durumda dış etkenlere karşı korunmaya alınmalıdır. Özellikle bina dışından geçen borularda uzamaya karşı önlem alınmalı ve düşey boru uzunluğu 40 m'yi

geçerse kompanseör kullanılmalıdır. Borular döşemeden geçerken mutlaka koruyucu kılıf (veya 2. boru içinde) geçirilmelidir.

4. Kazan dairesi dışında çıkış kapısına yakın bir tehlike anahtarı konulmalıdır. Yakıt kesme vanasının bulunduğu yerle ilgili bir tabela asılmalıdır.

- Düşük su seviyesi emniyeti (termal kontrol daha iyidir) yapılmalıdır.
- Baca tepmesi riskine karşı kontrol sistemi (baca üzerinde hissedici ve panel üzerine ilave modül) monte edilmelidir.
- Brülörlerde; düşük basınçta çalışma yeteneği, çift manyetik ventil, düşük basınç presostadı ve iyonizasyon ile kontrol yapılmalıdır (tam güvenlik sistemi).

3.2.4 Otomatik Kontrol

Çatı kazan dairelerinde sistemin kendi kendine çalışması ve bir işleticinin gözetimine ihtiyaç göstermemesi önemli bir noktadır. Klasik kazan işletiminde kapıcı genellikle zaten kazan dairesine komşu yaşadığından kazanın sürekli gözetimi zor değildir. Ancak çatıdaki kazan dairesi uzaktır ve sürekli kapıcının ilgilenmesi pratik olarak mümkün değildir. Ayrıca kapıcının kazan dairesindeki faaliyetleri gürültü açısından dezavantajlıdır. Doğal gazda uygun bir otomatik kontrol düzeni kurulduğundan sisteme el değdirilmeden çalışmak mümkündür. Bu anlamda Buderus kazanları için geliştirilmiş Ecomatic panel son derece uygun bir çözüm oluşturmaktadır. Bu panel ile, dış hava sıcaklığına bağlı olarak ısıtma sistemini, varsa kullanma sıcak suyu sistemini el değmeden otomatik olarak çalıştırmak mümkündür. Bu panelin bazı özelliklerini şu şekilde özetlemek mümkündür.

- Dış hava sıcaklığı, ayarlanan bir değerin (örneğin 17°C'e) altına düşünce sistem kendiliğinden çalışmaya başlar ve bütün mevsim boyunca iç sıcaklıkları sabit tutar.
- Uzaktan kumanda imkanı verir.
- Günlük ve haftalık programlama yapılabilir. Gece ve gündüz işletme rejimlerine programlanan saatlerde geçer. Gece programında sistem minimum seviyede tutulur.
- Tesisatı dona karşı korur. Dış sıcaklık + 1°C'ye düştüğünde sistem kendiliğinden çalışmaya başlar.

3.2.5 Sistemin Ekonomisi

Kazan dairesinin çatıda veya bodrumda düzenlenmesi ile ilişkili asıl maliyet farklılığı bacadan ve bodrum katların kullanılabilmesi veya bodrum dairesi inşaat maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Tesisat maliyeti bodrum veya çatı ısı merkezinde büyük bir farklılık göstermemektedir. Esas olarak bina ne kadar yüksekse çatı ısı merkezleri o kadar ekonomik olmaktadır. Binadaki katların sayısı arttıkça yatırımda karlılık da artmaktadır.

4. BACALAR

Bacalar, kazan dairelerinin ve kazan sistemlerinin en önemli elemanlarından biridir. İki ana görevi vardır. Birinci görevi yanma sonucu oluşan duman gazlarını emniyetli bir biçimde bina içine ve yaşanan mahallere sızmadan dış atmosfere taşıyıp atmaktır. İkinci görevi de kazan dairelerinin havalandırılmasıdır. Yakma sistemlerinde can kaybına neden olan olaylar en çok baca kaynaklı olarak meydana gelir. Baca çekmez veya iyi çalışmazsa duman yaşam mahallerine sızar ve içindeki zehirli gazlar ölümlere neden olur. Aynı zamanda kazan da yanmanın iyi olması ve kazan ısı verimi, bacanın performansına doğrudan bağlıdır. Baca fazla veya az çekerse yanma odasındaki basınç etkilenir. Kazana giren hava miktarı artar veya azalır. Bu da yanmayı ve kazan verimini etkiler. Kazan dairesinin hava kalitesi havalandırma bacalarının etkinliğine bağlıdır. Kazan dairesinde belirli bir havalandırma sağlanmalı, pis hava dışarı atılırken yerine temiz dış hava alınmalıdır. Böylece koku oluşumu, pis hava birikimi ve sızan duman birikimi önlenmiş olur. Ayrıca gaz yakıt yakılıyorsa herhangi bir nedenle sızan gazın tehlike oluşturmadan tahliyesi duman bacasının ve havalandırma bacasının iyi çalışmasına bağlıdır. Duman bacasından ve havalandırma bacasından çekilen havanın karşılanması için kazan dairesine taze hava girişi temin edilmelidir.

Uygun olmayan bacaların yarattığı bir sorun da yoğun sulardan kaynaklanır. Duman gazları içinde bulunan su buharının yoğunlaşması büyük miktarlarda su oluşmasına neden olur. Özellikle doğal gaz yakıldığında bu yoğunlaşma çok fazladır. Bacada yoğunlaşmanın önlenmesi için bacanın ısı kaybına karşı izole edilmesi gerekir. Ancak baca ne kadar mükemmel olursa olsun ilk çalışmada baca ısınana kadar mutlaka yoğunlaşma meydana gelir. Yoğuşmalı kazanlarda da bacada mutlaka yoğunlaşma olur. Bu su oluşumu önlenemezse veya oluşan su iyi bir biçimde tahliye edilemezse bütün baca boyunca binada kirliliğe, kazan dairesinde kirliliğe, baca yapısında tahribata ve atık su sisteminde zarara neden olur.

Basit bir eleman ve basit bir kanal olarak algılanmaları nedeniyle bacalar en fazla yanlış yapılan ve sonuçları en ağır biçimde ödenen elemanlardır. Halbuki bacalar, hesabı ve teorik modellemesi çok karmaşık elemanlardır. Tam bir hesap istendiğinde mutlaka bilgisayar programlarının desteğine gereksinim vardır.

4.1 BACA UYGULAMALARINDA YAPILAN YANLIŞLAR

Günümüzdeki baca sistemlerini üç ana grupta tanımlamak mümkündür:

- Doğal çekimli sistemler
- Fan destekli sistemler
- Hermetik cihazlar

Bu grupların içinde de farklı uygulamalar yapma imkanı bulunmaktadır. Ancak bütün bu bacaların tasarımında esas alınması gereken temel konulardan biri, bina etrafındaki rüzgarın yarattığı basınç dağılımıdır. Rüzgarın estiği yöndeki bina cephesinde pozitif basınç oluşurken, ters yönde negatif basınç oluşur.

Şekil 47’de farklı tipteki binalar etrafındaki rüzgar basınç dağılımları verilmiştir. Bina çevresindeki bu basınç dağılımı eğer önlem alınmazsa, bacaların çalışmasına büyük ölçüde etki yapar.

Buna göre Şekil 48’de gösterildiği gibi bir baca uygulaması olamaz. Yan duvardan açılan baca rüzgardan doğrudan etkilenecektir. Rüzgarın yarattığı artı basınç dumanı kazana geri basacak, duman kazan dairesine yayılacak, yanma bozulacak ve belki de brülör duracaktır.

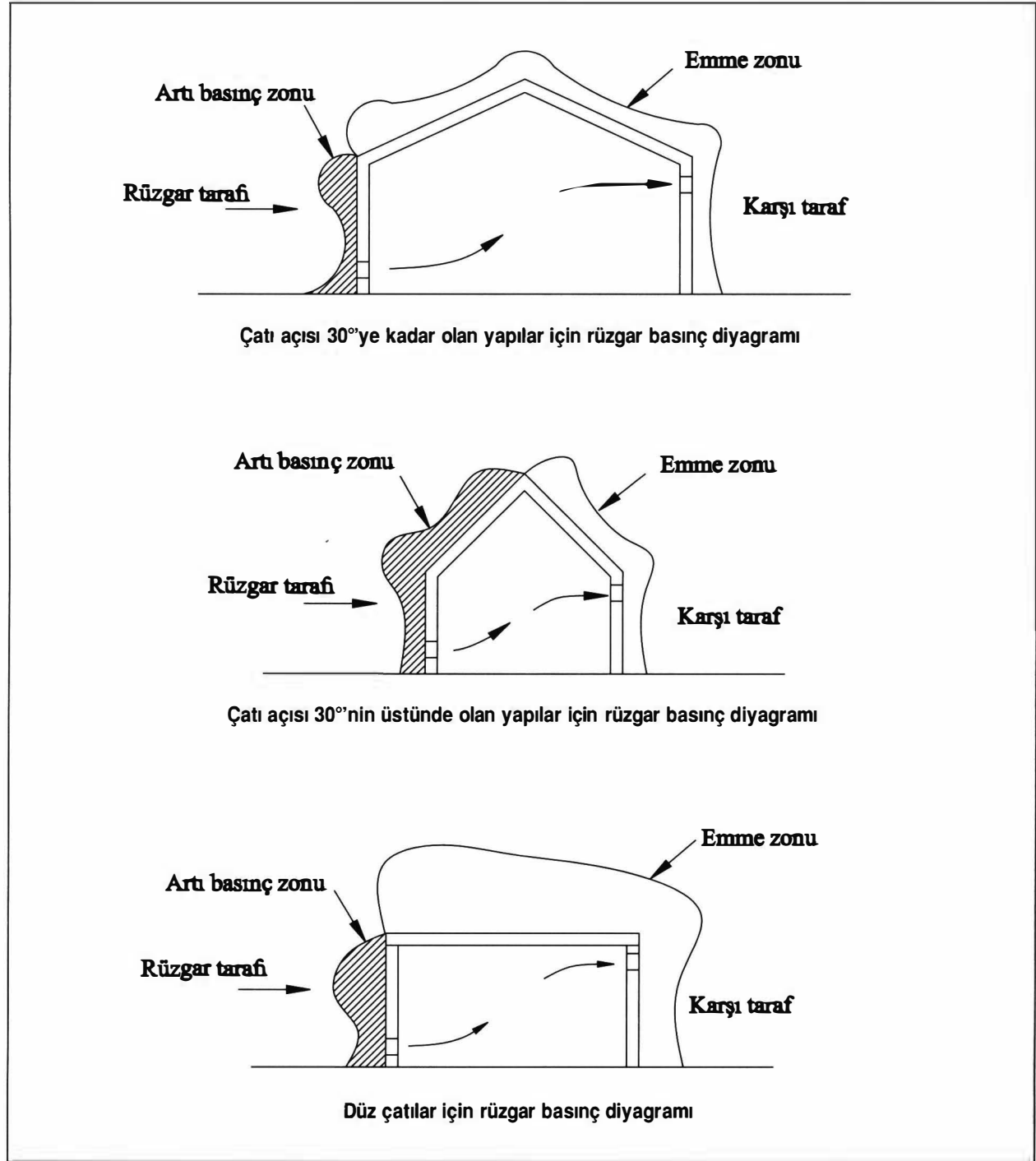
Şekil 49’daki uygulama yukarıdaki yanlışın benzeridir. Bu durumda kullanılan cihaz fanı havayı yanma odasından alıp dumanı bir kurangleze basmaktadır. Bu yönde esen bir rüzgar kuranglezde artı basınç yaratacak ve bu basınç duman gazlarını cihaza geri basmaya çalışacaktır. Yine bu durumda yanma ürünü gazların odaya yayılma riski, yanmanın bozulması ve cihazın durması riski bulunmaktadır. Böyle bir uygulama yapılmamalıdır.

Ancak hava emilmesini ve gazların atılmasını aynı noktadan veya aynı cepheden yapmak mümkündür. Bu durumda bu cephedeki rüzgar basıncı giriş ve çıkışı birlikte etkilediğinden toplam etki sıfır olacaktır. Bu durum Şekil 50’de sağ tarafta gösterilen sıcak su sirkülasyon devresine benzetilebilir. Gidiş ve dönüş borularındaki suyun statik yüksekliği aynı olup, birbirini dengeler. Pompa sadece sirkülasyonda ortaya çıkan sürtünmeleri karşılamaya gerekli basınç farkını sağlamakla yetinir. Halbuki sol tarafta görülen durum, Şekil 48 ve 49’da görülen tek taraflı açılıma benzetilmektedir. Burada pompa sadece sürtünmeleri değil aynı zamanda statik su basıncını da karşılamalıdır ve çok daha büyük olmalıdır.

Bu mantık içerisinde Şekil 51 A’de görülen uygulamada rüzgar basıncının cihazın çalışmasına net bir etkisi yoktur. Bu sistem sorunsuz olarak çalışır. Şekil 51 B’de görülen bağlantıda iç içe borular kullanılmıştır. Aynı mantık çerçevesinde çalışmada bir sorun yaşanmaz. Ayrıca duvarda tek noktadan çıkış yapıldığından montajı daha kolaydır.

Şekil 52’de de uygun bir baca sistemi görülmektedir. Burada baca çıkış ağzının çatı üzerindeki sınır tabakanın (basınç alanının) dışında bir noktaya açılması halinde rüzgarın bacaya hiç bir etkisi görülmemektedir. Nötr basınçta emilen hava nötr basınçtaki dış havaya açılmaktadır.

Baca ağzının çatı yüzeyinden ne kadar yükseltilmesi gerektiği konusunda standart değerler Şekil 53’de verilmiştir. Sınır tabaka dışında rüzgar yönünden bağımsız olarak nötr basınç söz konusudur.

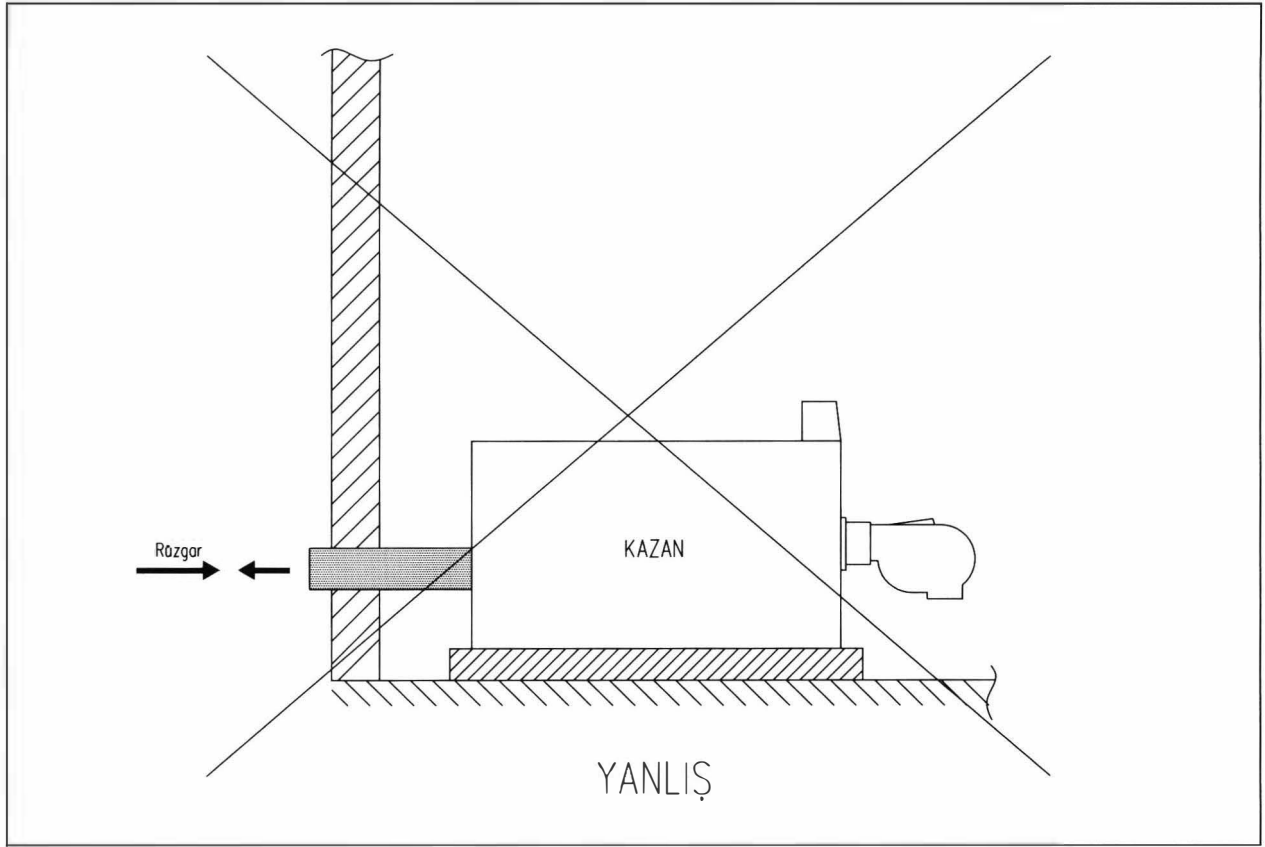


Şekil 47. BİNA ETRAFINDA RÜZGARIN YARATTIĞI BASINÇ DAĞILIMI

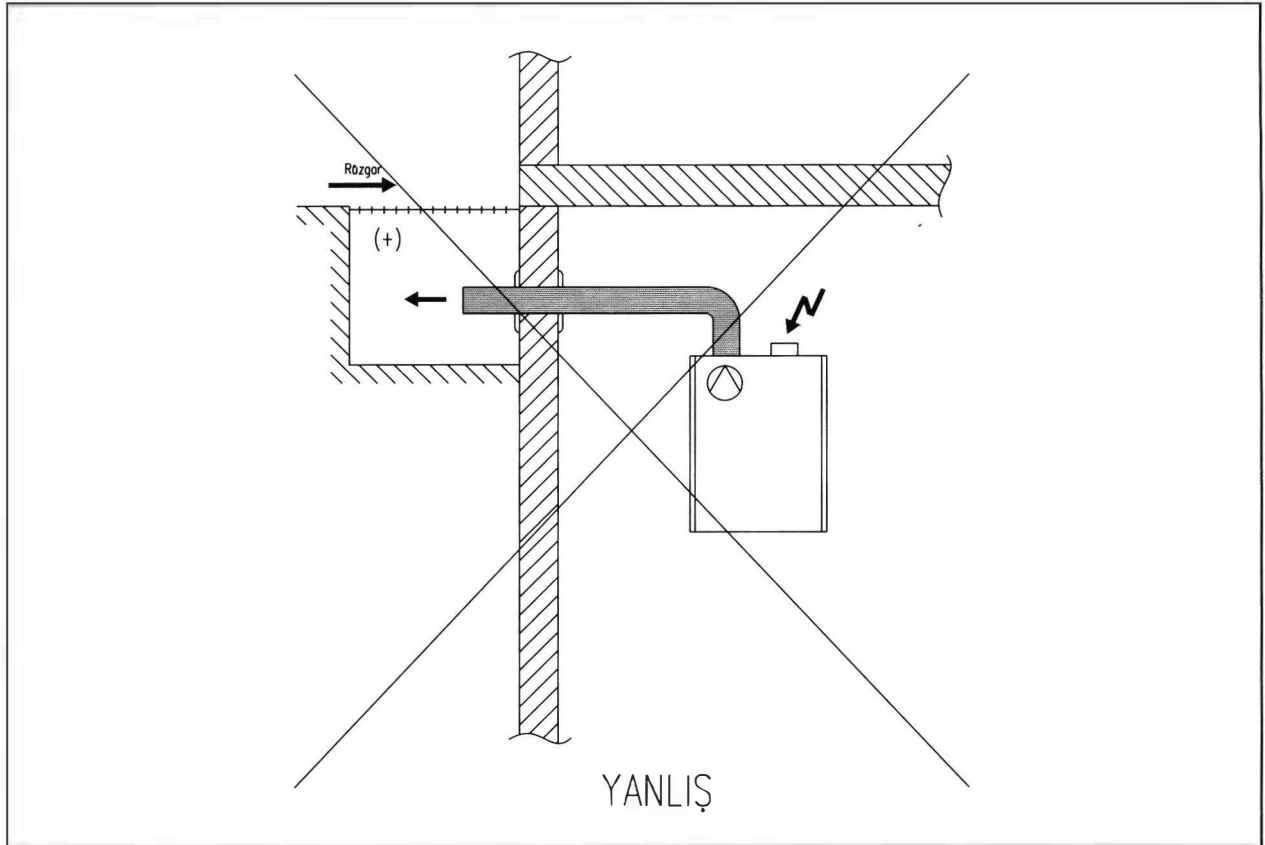
Şekil 54 A'daki sistem yine uygun değildir. Çıkış nötr ortama yapılırsa da hava emişi rüzgar basıncından etkilenecektir. Buna karşılık Şekil 54 B'deki sistem sorunsuz olarak çalışabilir. Burada hava emişi yine nötr ortamdan olmaktadır.

Daha iyi baca sistemlerinde aynı zamanda kazan dairesinin havalandırılması da gerçekleştirilmelidir. Şekil 55 A'da görülen sistemde üst havalandırma açıklığından pis hava emilerek çatı üzerinden dışarı atılmaktadır. Taze hava girişi için kazan dairesinde

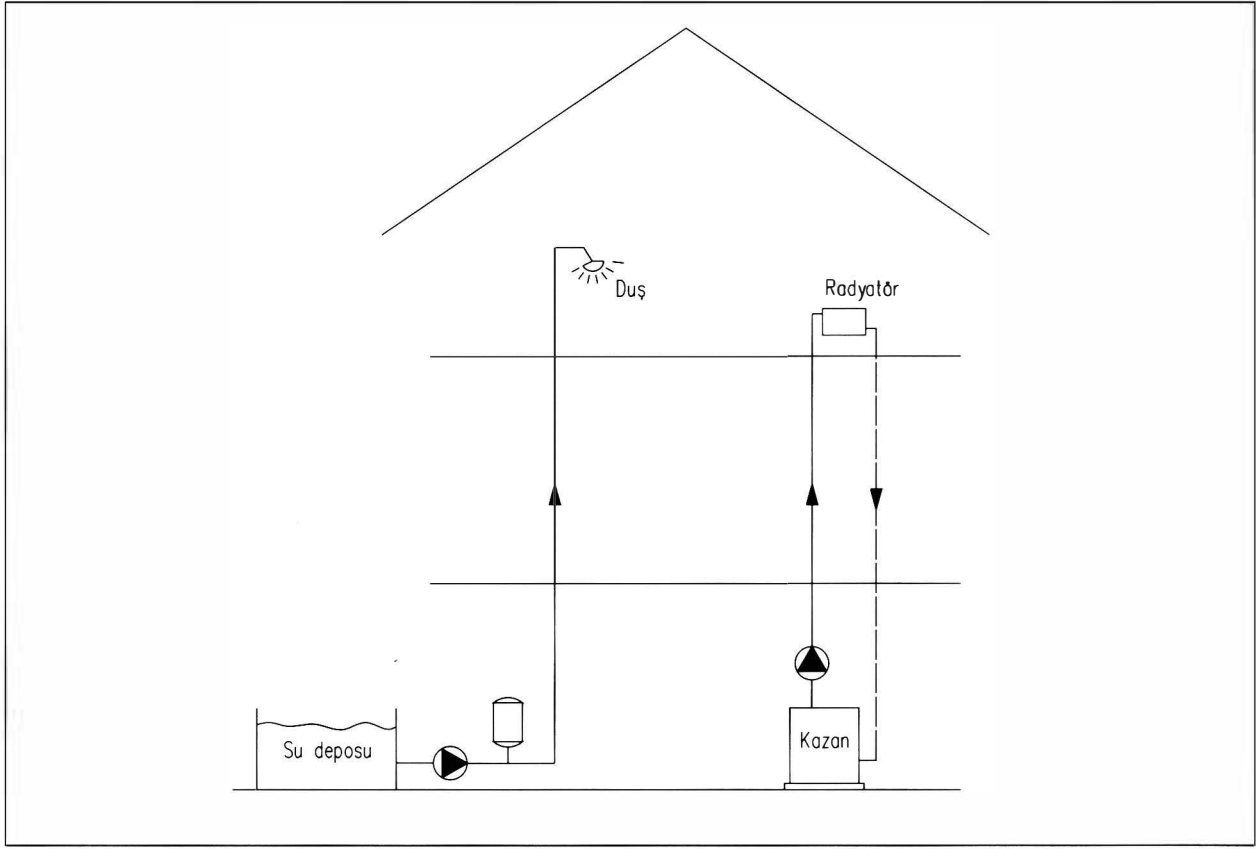
dışa açılan bir delik bulunmalıdır. Doğal gazlı kazan dairelerinde olası gaz kaçağı da üst havalandırmadan kolayca tahliye edilebilir. Bu tür sistemlerde havalandırma havası sirkülasyonu yüksekliğe bağlı olarak çok kuvvetlidir. Yaz koşullarında dış hava, kazan dairesinden daha sıcaksa bu durumda hava sirkülasyonu yönü değişir. Şekil 55 B'de döşeme tipi kazan yerine duvar tipi yoğunmalı bir kazan bulunmaktadır. Bacanın ve havalandırmanın aynı prensiple çalıştığı görülmektedir.



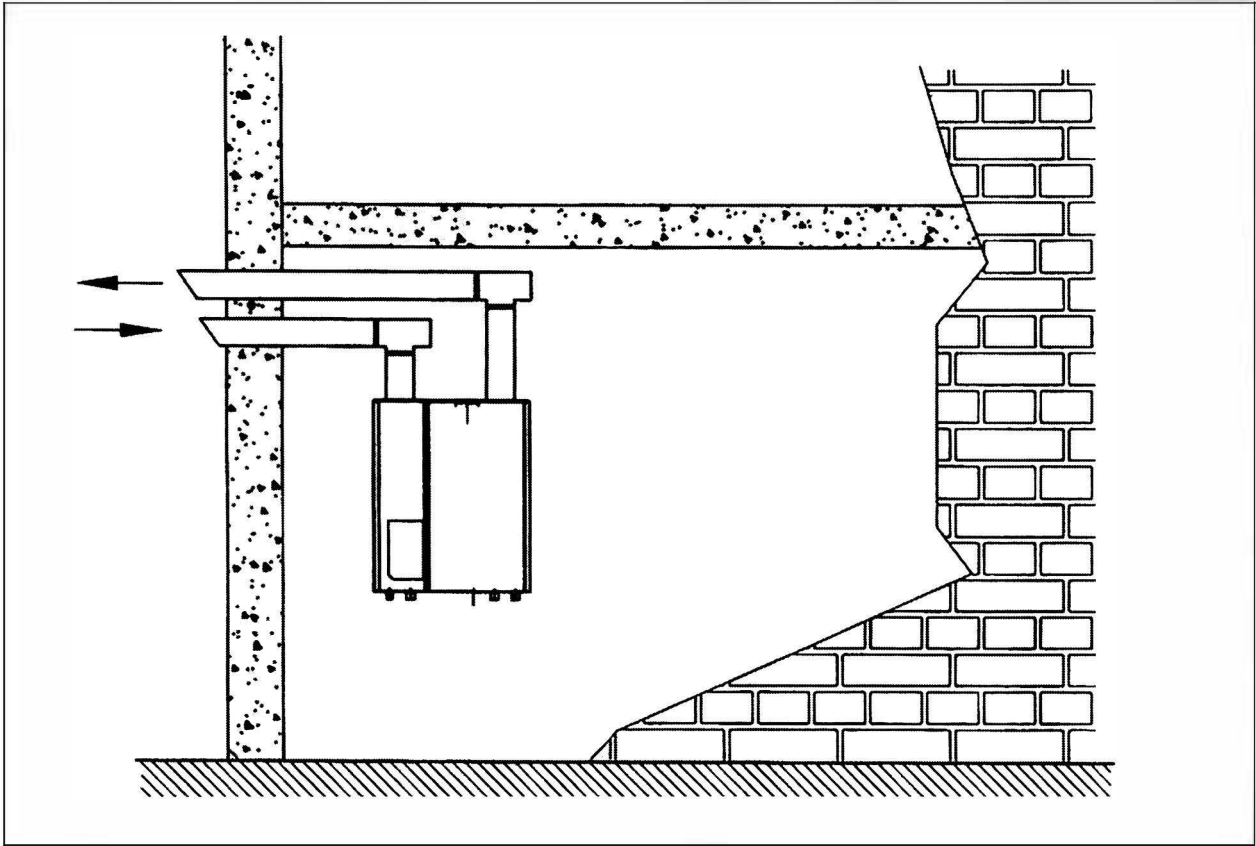
Şekil 48. BACA YAN DUVARDAN DIŞARI AÇILAMAZ.



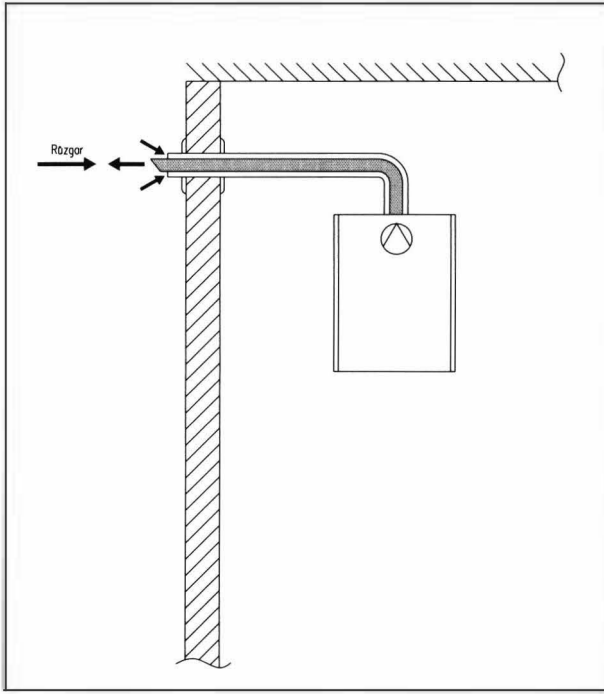
Şekil 49. BACA KURANGLEZE AÇILAMAZ.



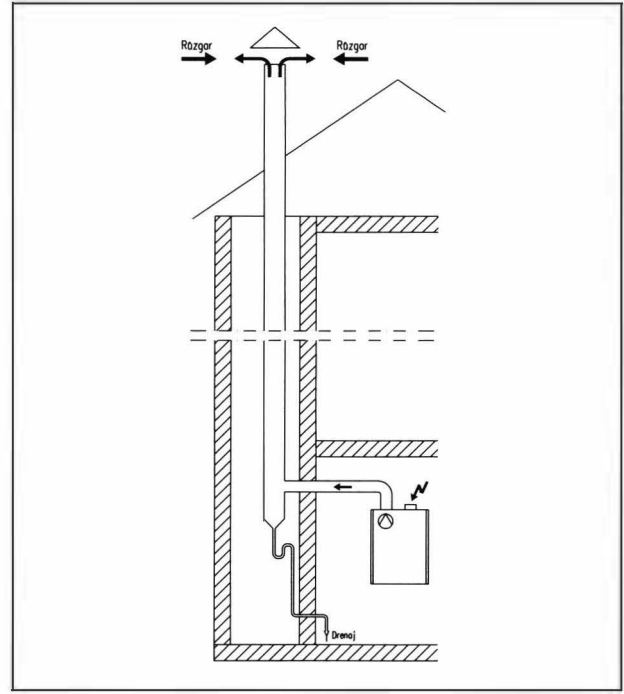
Şekil 50. SU DEVRELERİYLE BACA SİSTEMLERİ ARASINDA BENZEŞİM VARDIR.



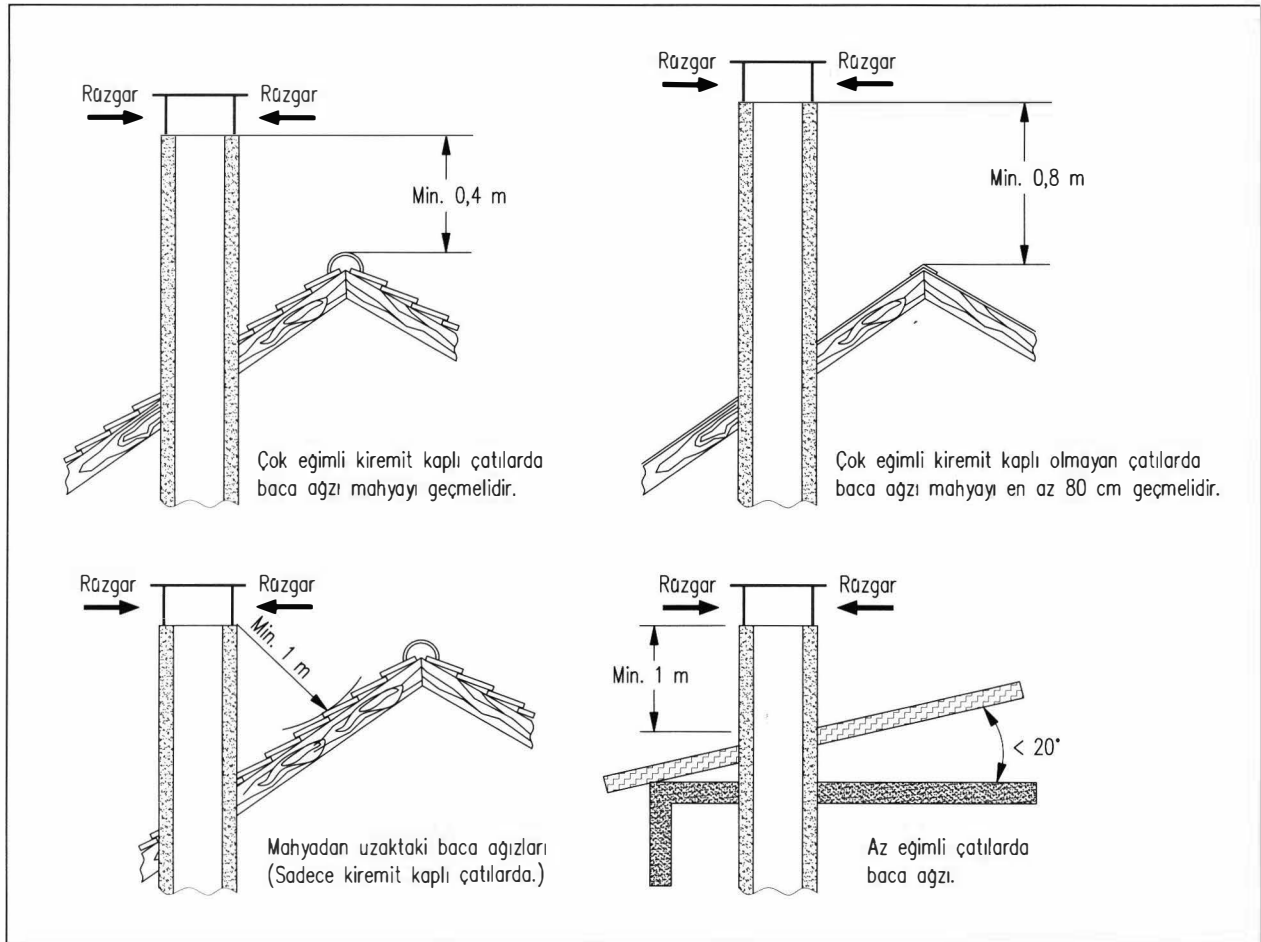
Şekil 51 A. HERMETİK CİHAZLARDA AYNI CEPHEDEN HAVA EMMEK VE GAZLARI ATMAK MÜMKÜNDÜR.



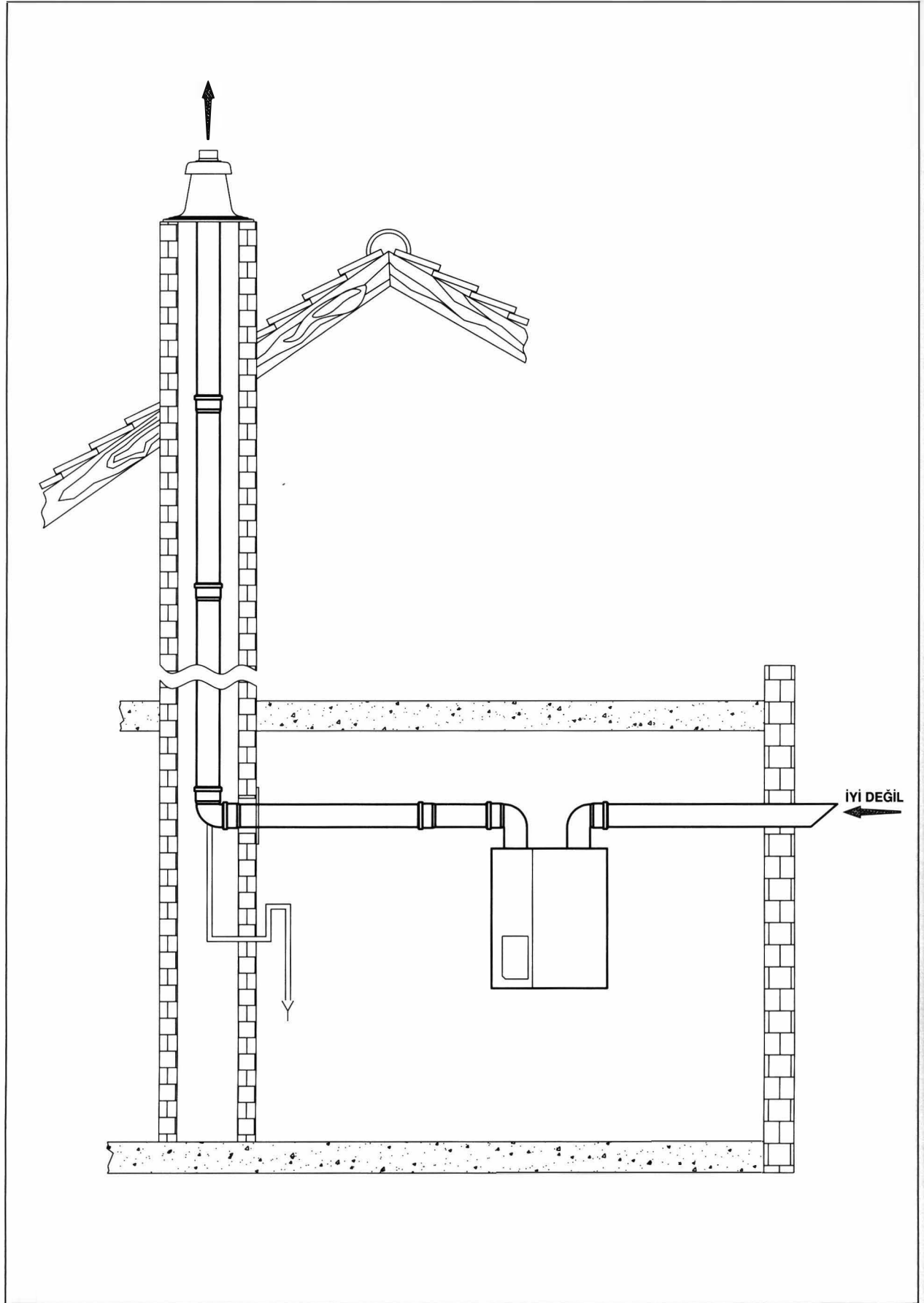
**Şekil 51 B. KONSANTRİK BACALI
HERMETİK CİHAZLAR YAN DUVARDAN
DIŞARI BAĞLANABİLİR.**



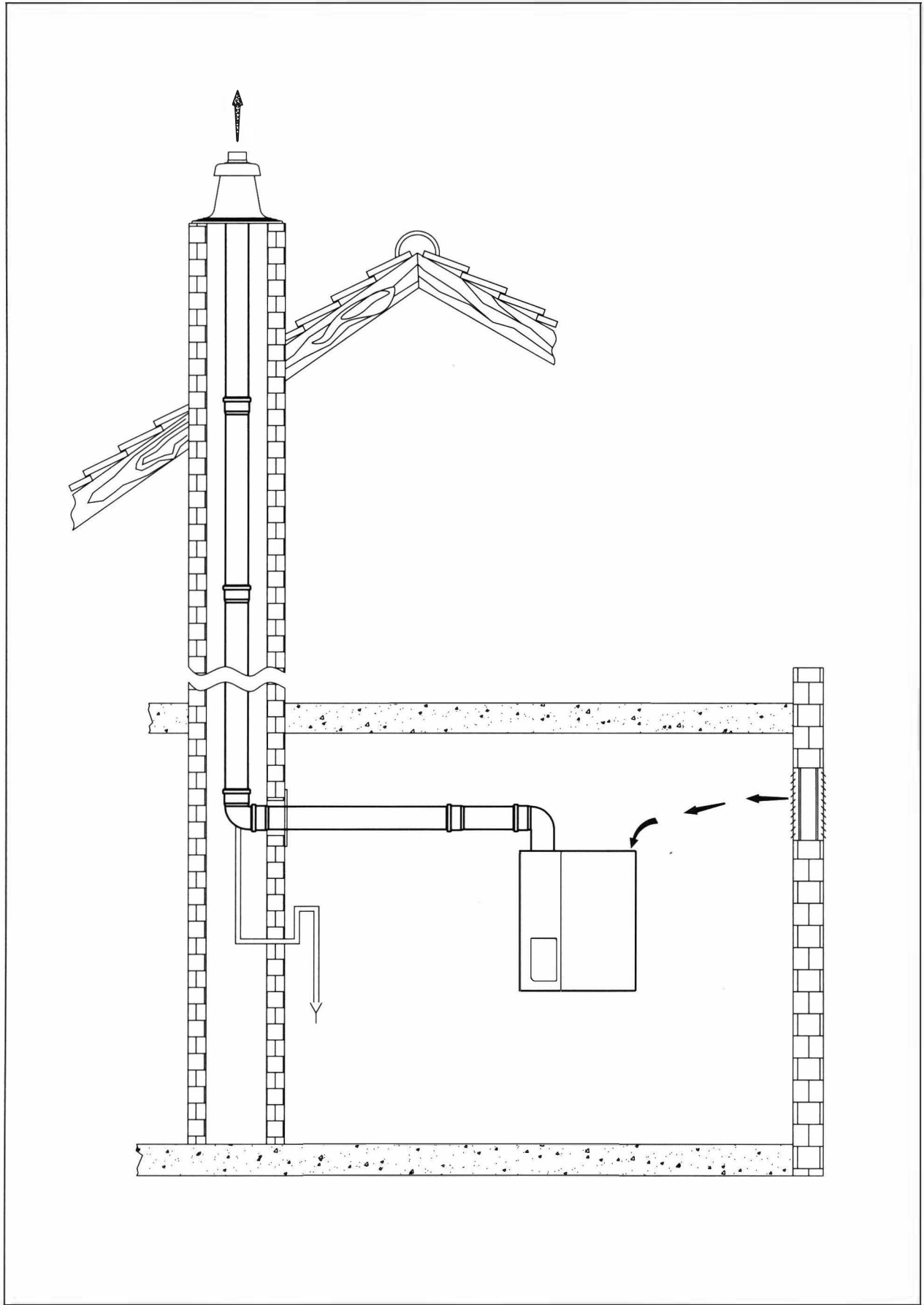
**Şekil 52. FANLI CİHAZ HAVAYI
KAZAN DAİRESİNDEN ALIP DUMANI
ÇATI ÜZERİNDEN ATABİLİR.**



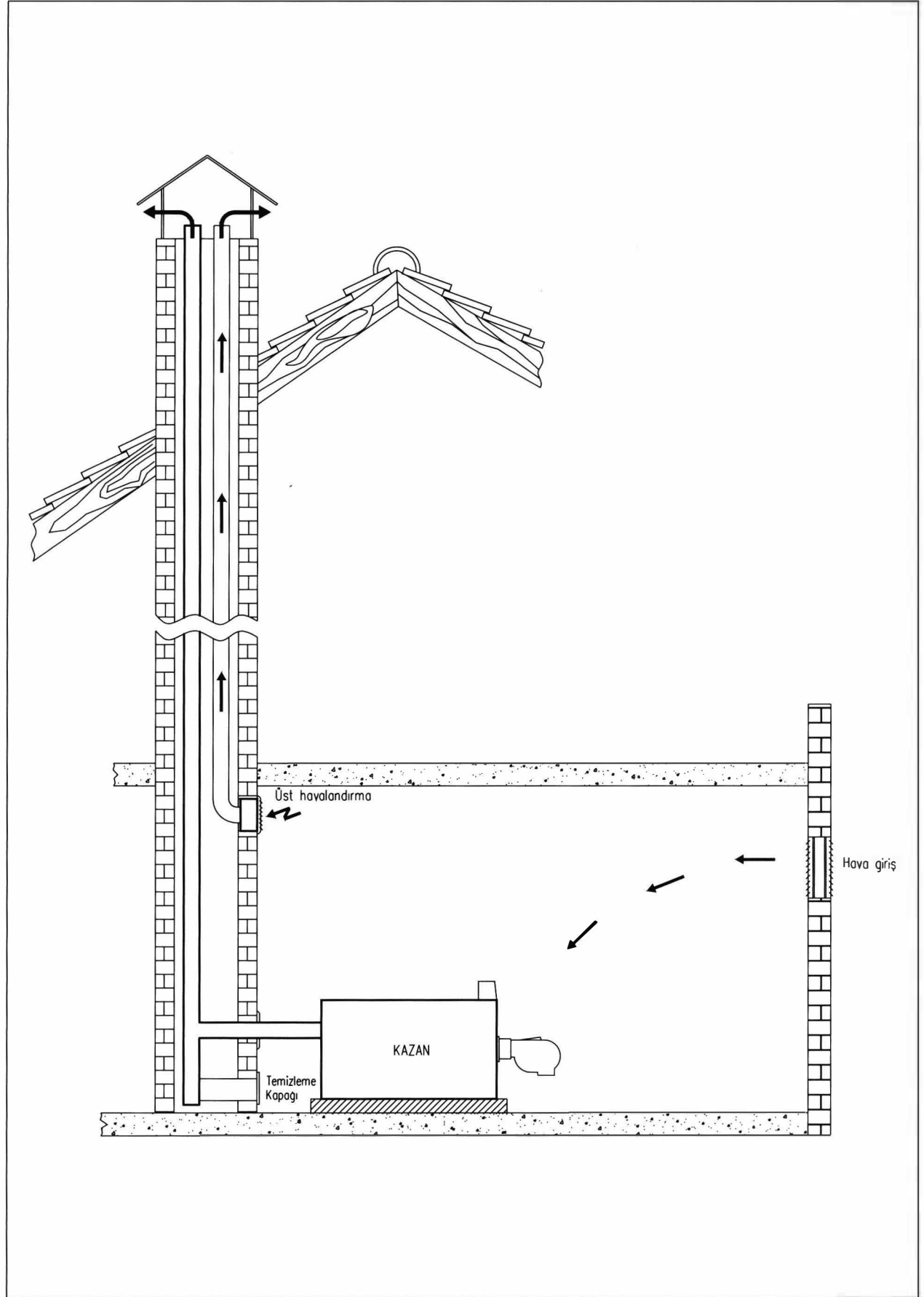
Şekil 53. BACA AĞZI ÇATI ÜZERİNDE SINIR TABAKANIN DIŞINA AÇILMALIDIR.



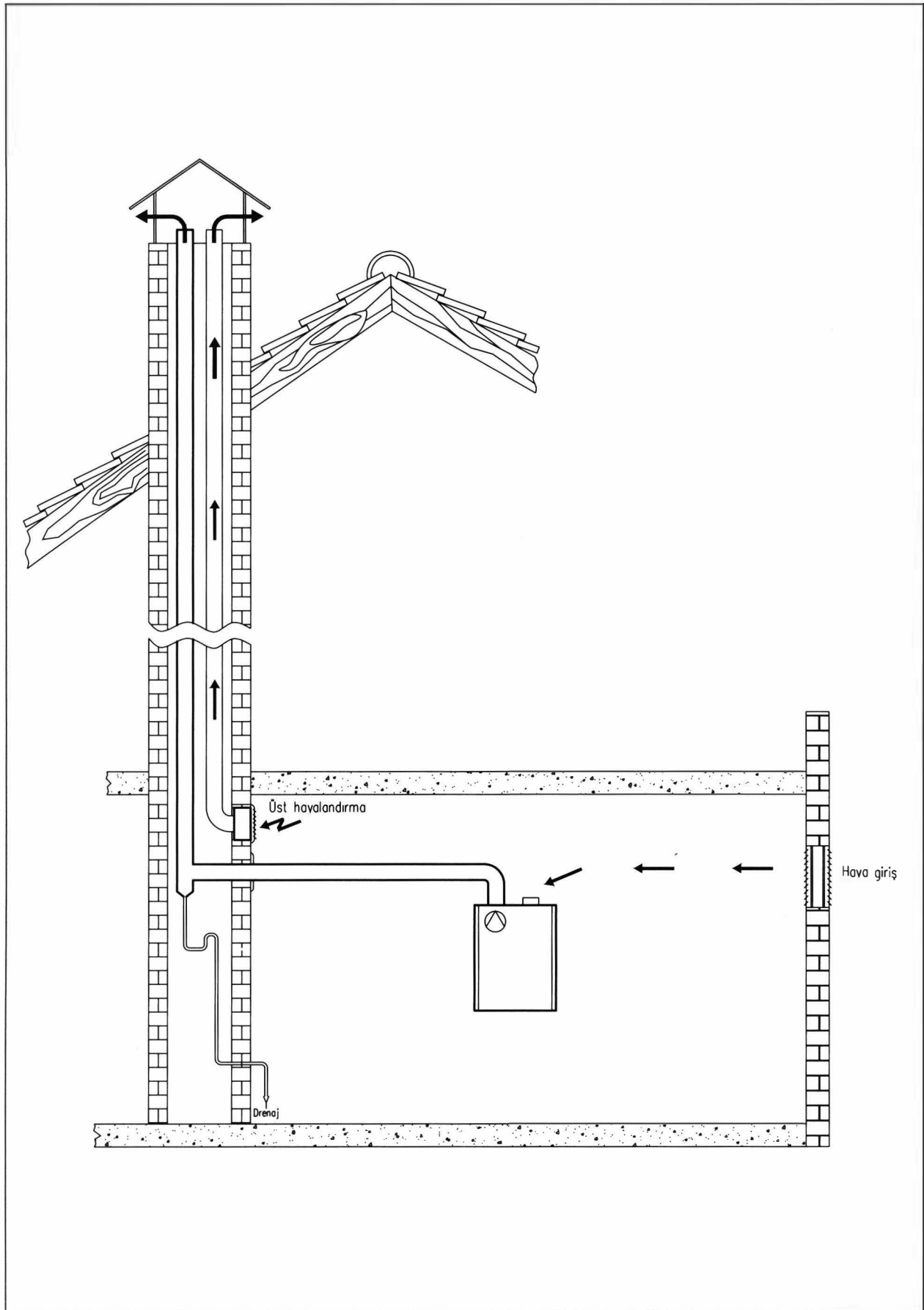
Şekil 54 A. HAVA DIŞ DUVARDAN ALINDIĞINDA RÜZGAR NEDENİYLE YANMA ETKİLENİR.



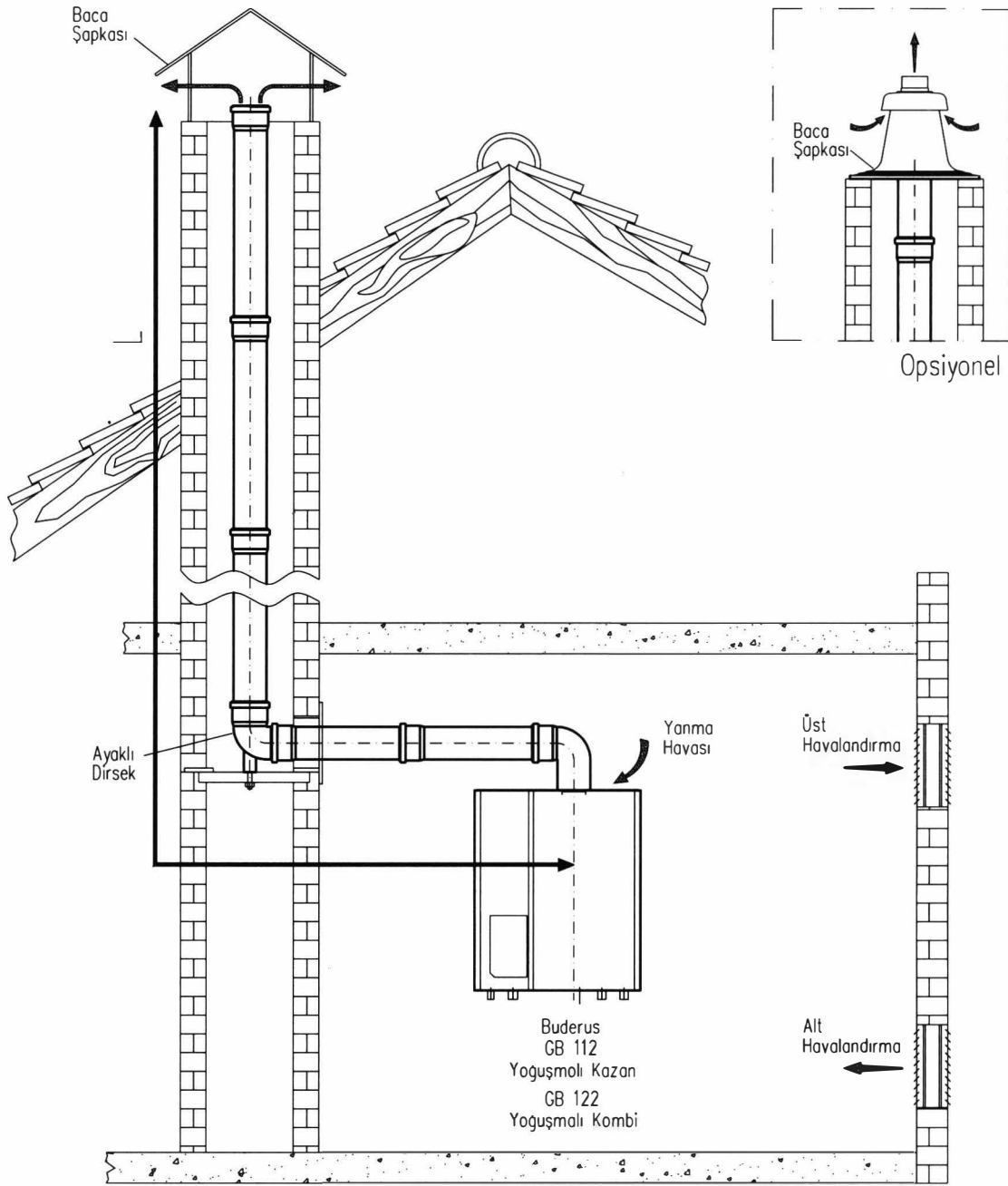
Şekil 54 B. HAVA İÇ ORTAMDAN ALINIRSA HER HANGİ BİR SORUN YAŞANMAZ.



Şekil 55 A. PİS HAVA BACASI KULLANILMASI KAZAN DAİRESİNİN HAVALANDIRMASI İÇİN ÇOK YARARLIDIR.



Şekil 55 B. DUVAR TİPİ CİHAZLARDA DA PİS HAVA BACASI YAPIMI TAVSİYE EDİLİR..



Model	Baca çapı (DN)	L maksimum toplam baca uzunluğu (m)	Her ek dönüş başına toplam uzunluktaki azalma (m)
GB112 - 24WT	80	25	Yok
GB112 - 29W/WT	80	25	Yok
GB112 - 43W	80	25	-1,5
GB112 - 60W	100	25	-1,5
GB122 - 24K	80	25	Yok

Şekil 56. ISISAN MAGNEZYUM - ALÜMİNYUM - SİLİSYUM ALAŞIMI MUFLU VE CONTALI SIZDIRMAZ BACALARIN YOĞUŞMALI KAZAN VE KOMBİLERDE UYGULANMASI

4.1.1 Duman Kanalları ve Bacalar Sızdırmaz Olmalıdır

Kullanılan brülör cinsine ve yoğunlaşma durumuna göre kazanları ve bunların bacalarını aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür:

- Atmosferik brülörlü kazanlar
- Üflemlili brülörlü kazanlar
- Yoğuşmalı kazanlar

Atmosferik brülörlü kazanların gaz dolaşımı ve baca çekişi tamamen doğal çekişle gerçekleştirilir. Üflemlili doğal gaz kazanlarında gaz hareketinin bir kısmı üflemlili brülörün itmesiyle gerçekleştirilir. Dolayısıyla zorlanmış ve doğal çekiş birlikte etkilemektedir.

Yoğuşmalı kazanlarda ise baca sıcaklıklarının düşük olmasına bağlı olarak baca çekişi daha düşüktür ve bu nedenle brülör fanıyla sağlanan itme gücüne daha çok ihtiyaç vardır.

Bütün bacalarda ve duman kanallarında sızdırmaz bir bağlantıya gerekir. Bunun amacı duman gazlarının yaşanan ortamlara sızmaması ve bacada oluşan yoğunlaşma nedeniyle kirli suların baca yapısına ve kazan dairesine sızmaması ve akmamasıdır. Bacalarda ve bağlantı kanallarında vakumda dışarıdan hava emilmemelidir, basınçta dışarı gaz sızma imkanı bulunmamalıdır.

Duman gazı içindeki su buharının yoğunlaşması için gazın geçtiği yollardaki temas ettiği yüzeylerin sıcaklıklarının dumanın çığ noktası sıcaklığı altında olması gerekir.

Çığ noktası sıcaklığı en yüksek olan ve yoğunlaşma ihtimali en fazla olan duman, doğal gaz yanması sonucu ortaya çıkar. Doğal gaz yanması sonucunda duman gazında yaklaşık %16 mertebesinde su buharı vardır ve bu durumda çığ noktası sıcaklığı 56°C mertebelerindedir. Duman içindeki su buharının yoğunlaşmaması için dumanın ve baca iç cidar sıcaklıklarının bu değerin üzerinde tutulması gerekir. Ancak her durumda soğuk kalkışlarda yoğunlaşma olacaktır. Yoğuşmanın azaltılması ve önlenmesi için bacanın ısı izolesi gerekir.

Kaliteli bacalarda dumanla temas eden iç yüzeyler kondenssten etkilenmeyen paslanmaz çelik veya alüminyum alaşımı metal yüzeylerden oluşturulmalıdır. Bunun dış tarafında ısı izolasyonu ve izolasyonun da dışında tekrar koruyucu metal kılıf olmalıdır. Doğal gaz kullanıldığında, baca tek katmanlı olsa bile mutlaka metal baca kullanılması gerekir. İç metal kılıf suya ve gaza karşı sızdırmaz olmalıdır.

Yoğuşmalı tip doğal gaz kazanlarının bacasında yoğunlaşma sürekli ve daha yoğun olarak gerçekleşir. Bu nedenle bu tip bacalarda baca dibinde yoğunlaşan suyun toplanması ve dışarı alınması için, örneğin Şekil 52'de görüldüğü gibi bir sifon oluşturulmalıdır.

4.2 DOĞAL GAZ BACALARI

4.2.1 Magnezyum - Alüminyum - Silisyum Alaşımı

MUFLU VE CONTALI SIZDIRMAZ BACALAR

Bacalarda baca gazı ve yoğunlaşan suyun sızdırmazlığı çok iyi olmalıdır. Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı muflu ve contalı olan bu bacalar çok iyi sızdırmazlık özelliğine sahiptir. Bu nedenle duvar tipi kazan ve kombi tesisatlarında, magnezyum-alüminyum-silisyum alaşımı muflu ve contalı sızdırmaz bacalar, günümüzde hızla yaygınlaşan bir şekilde kullanılmaktadır. Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı bacalar malzeme özellikleri ve uygulama açısından, paslanmaz çelik ve diğer alternatif bacalara göre bir çok avantaja sahiptir.

Isısan Magnezyum - Alüminyum - Silisyum Alaşımı Muflu ve Contalı Sızdırmaz Bacaların, Buderus Yoğuşmalı Kazanlar ile uygulama örneği Şekil 56'da gösterilmiştir.

Kimyasal Dayanım

Alüminyum malzeme oksijenle reaksiyona girerek yüzeyinde bir alüminyum oksit tabakası oluşturur. Bu tabaka malzemeyi korozyondan koruyan bir kaplama gibi hareket eder ve bu tabaka sayesinde magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı bacalar korozyondan etkilenmezler.

Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı su, hava ve asit kaynaklı korozyon ortamlarında çalışmaya uygundur. Bu nedenle yoğuşmalı kazan üretiminde başarıyla kullanılmaktadırlar. Aynı şekilde yoğuşmalı ve yoğuşmasız kazan bacalarında da bu malzeme tercih edilmektedir. Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı bacaların daha hafif ve dayanıklı olmaları ve montajlarının da daha kolay olmaları nedeniyle montajlı maliyetleri paslanmaz çelik bacalara göre daha uygundur.

Nötralizasyon Özelliği

Doğal gaz baca sıcaklığının düşük olması nedeniyle baca içinde kondens oluşumu kaçınılmazdır. Özellikle de yoğuşmalı kazanlarda, yoğunlaşma daha kazan içinde başlayıp, düşük gaz sıcaklıkları nedeniyle tüm baca boyunca devam eder.

Bacada yoğunlaşan suyun p_H -değeri olarak asitlik derecesi yüksektir. Bazı koşullarda, doğrudan gidere atılması uygun olmayabilir. Buderus Logamax Plus B112 Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazanlar ve GB122 Yoğuşmalı Kombilerin alüminyum-silisyum-magnezyum alaşımı gövdelerinde oluşan yoğunlaşma suyunun p_H -değeri ve miktarı doğrudan gidere atılmasına uygundur. Çünkü paslanmaz çelik malzemeye göre daha düşük oranda asit oluşur.

Magnezyum - alüminyum - silisyum bacalar malzeme özellikleri sayesinde, kondensi belirli ölçüde nötralize etme özelliğine sahiptir. Bu nötralizasyon sayesinde, oluşan kondensin herhangi başka bir işleme tutulmadan kazan üzerinden geçirilmesi ya da gidere atılması mümkün olmaktadır.

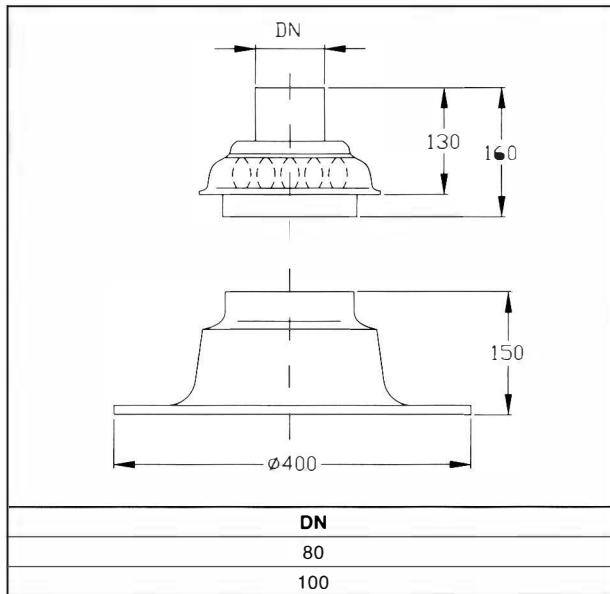
Hazır Komponentlerle Kolay Uygulama

Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı baca ve bağlantı parçaları fabrikada montaja hazır halde üretilmektedir. Bu sayede farklı uygulamalar için projelendirme ve montajda, hazır komponentlerden faydalanılmaktadır. Bu da her iki süreci de hızlandırmakta ve kolaylaştırmaktadır. Farklı çaplarda (Ø80, 100, 110, 130) baca borusu, dirsek, ayaklı dirsek, temizleme kapağı, sifon bağlantısı, duvar bağlantısı vb. birçok komponent, tesisata göre temin edilebilmekte ve oda havasından bağımsız (hermetik) ya da bağımlı birçok farklı uygulama kolayca tamamlanabilmektedir (Tablo 57 A-B-C-D-E).

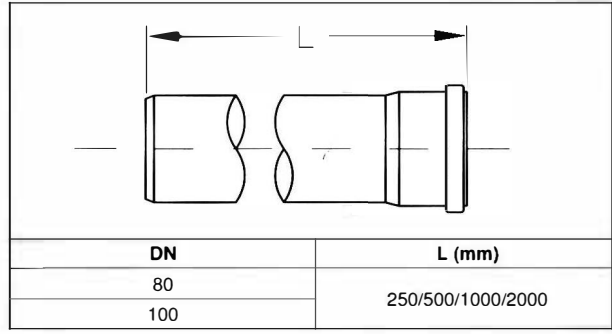
Doğal gaz dönüşüm uygulamalarında genellikle bir kazan bacası mevcuttur. Sıvı yakıt veya kömür için yapılmış olan bu baca doğal gaz için uygun değildir. Kesit olarak çok büyüktür. Genellikle tuğladan yapıldığından sızdırmaz değildir. Özellikle yoğunlaşma suyu büyük bir problem oluşturur. Bunun için doğal gaz dönüşümünde mevcut baca içinden bir metal iç baca geçirilerek duman gazlarının bu baca içinden akması sağlanır. Duman gazının dış bacayla ilgisi kalmaz. Bu tür uygulamalar için magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı baca çok uygundur. Mevcut tuğla baca içinden kolayca geçer. Montaja yukarıdan başlanır ve muflu ve contalı parçalar kolayca birbirlerine eklenerek aşağı doğru ilerlenir.

Sızdırmazlık

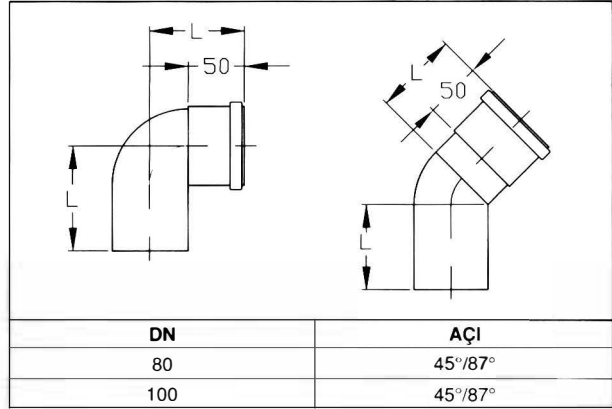
Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı bacalar ve bağlantı parçaları, muflu olarak üretilmektedir. Mufların içine fabrikada silikon contalar yerleştirilmektedir. Bu sayede her türlü bağlantı herhangi bir kelepçe ve benzeri bağlama elemanı kullanmadan gerçekleştirilebilmektedir. Bunun yanı sıra contalar sayesinde baca tesisatının sızdırmazlığı da uygulama hatalarından bağımsız olarak sağlanabilmektedir.



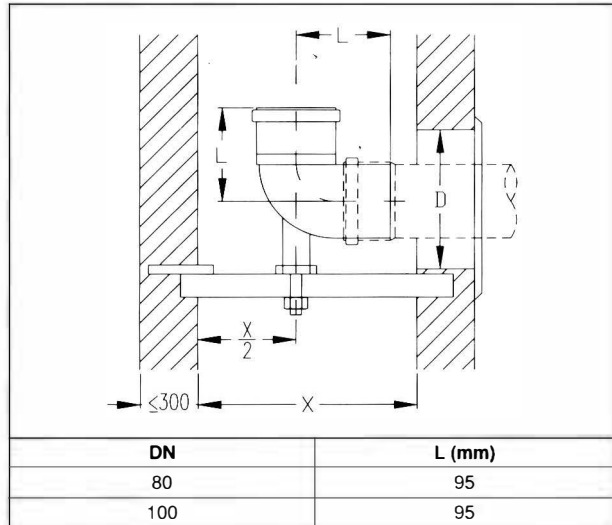
Tablo 57 A. BACA ŞAPKALARI



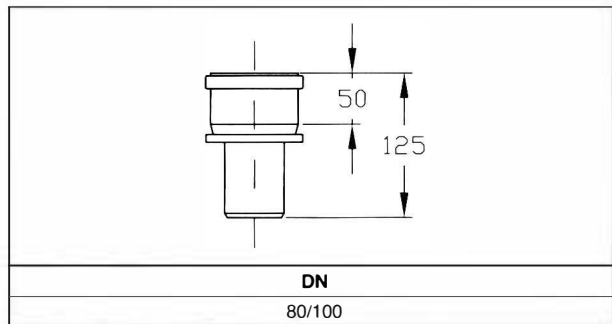
Tablo 57 B. BACA BORULARI



Tablo 57 C. DİRSEKLER



Tablo 57 D. AYAKLI DİRSEKLER



Tablo 57 E. REDÜKSİYON

Muflu bu bağlantılarda dikkat edilmesi gereken iki montaj kuralı söz konusudur:

- Bağlantı noktasında eksenel herhangi bir sapma ve açı verilmemelidir.
- Baca borusu ve bağlantı parçası, mufun içine tam olarak oturtulmalıdır.

Hafiflik

Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı malzeme paslanmaz çeliğe göre daha düşük bir özgül ağırlığa sahiptir. Bu da baca tesisatının montajı sırasında uygulamayı daha kolay ve hızlı bir hale getirir. Özellikle bacanın, bina şaftının içine montajı sırasında, malzeme ağırlığından dolayı alınması gereken önlemler hafifletilebilir.

Uzun Ömür

Magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı muflu ve contalı olan bu bacalar malzemelerinin yüksek korozyon direnci dolayısıyla uzun ömürlüdür. Zamanla özellikleri kaybolmaz. Aynı şekilde contalar da uzun ömürlü malzemeden seçilmiştir. Sonuç olarak bu bacaların ömrü kazan ve ısıtma tesisatı ömrüyle paralel olup en az 20 yıl sorunsuz kullanılabilirler.

4.2.1 Paslanmaz Çelik Hazır Bacalar

Paslanmaz çelik bacalar da gaz ve sıvı yakıt kazanlarının bacası olarak kullanılır. Bu bacalarda da baca gazı ve yoğunlaşma suyu sızdırmazlığının çok iyi sağlanması (yani kaliteli baca imalatı ve montajı) birinci derecede önemlidir. Kaliteli paslanmaz çelik hazır bacalar, 0,4 mm'lik cidar kalınlığında 316L paslanmaz çelikten yapılır. Bu baca sisteminde emniyet kilitli, birbirinin içine geçen, patentli özel geçirmeli bağlantı ile bağlanmış borular kullanılmaktadır. Özel contası ile 160°C sıcaklığa ve 200 Pa basınca dayanan tam sızdırmazlık sağlanmaktadır. Farklı çaplarda üretim yapılmaktadır. Isı yalıtımlı paslanmaz çelik hazır bacalarda, ısı iletim katsayısı 15 W/mK, ısı iletim direnci 0,045 W/mK değerinde olabilmektedir.

4.3 BACA HESABI

Baca hesabı DIN 4705 tarafından detaylı biçimde anlatılmaktadır. Buna göre kazana havanın çekilmesinden başlayarak kazan içinde ve daha sonra baca bağlantısı ve bacada gazların hareketi ve dumanın belirli bir hızla atmosfere atılması normalde baca çekişiyle karşılanır. Modern kazanlarda kazan brülörünün fanı, havanın ve gazların bu hareketine yardımcı olmaktadır. Fanlar genellikle havanın emilmesini ve kazandaki duman dolaşımını temin ederler. Bacada atık gazların hareketi genellikle baca çekişi tarafından temin edilir.

Doğal çekişli bacalar için istenen şart:

Baca çekişi $\geq$ (bacadaki statik basınç düşümü + baca çıkışındaki dinamik basınç)

Biçiminde formüle edilebilir. Bu ifadede,

Doğal Baca Çekişi

$$P_b = H \cdot (\rho_d - \rho_x)$$

P_b = Doğal Baca Çekişi (Pa)

H = baca yüksekliği (m)

ρ_d = dış hava yoğunluğu (kg/m^3)

ρ_x = baca sıcaklığında gazın yoğunluğu (kg/m^3)

Bacadaki Basınç Düşümü

(veya bacadaki gaz akışına karşı direnç)

$$\Delta P_b = \frac{\lambda \cdot H}{d} \rho_x \frac{V^2}{2} + \text{yerel kayıplar}$$

ΔP_b = Bacadaki basınç düşümü (Pa)

λ = baca sürtünme katsayısı

H = baca yüksekliği (m)

d = baca çapı (m)

V = duman gazının hızı (m/s)

Yerel kayıplar = dirsek vs. tarafından yaratılan lokal kayıplardır

Baca Çıkışındaki Dinamik Basınç (Hız Basıncı)

$$P_d = \rho_x \cdot V^2 / 2$$

P_d = dinamik basınç (Pa)

Bacadaki Gaz Hızı (m/s)

$$V = m / (\rho_x \cdot A)$$

ρ_x = baca sıcaklığında gazın yoğunluğu (kg/m^3)

A = Baca kesiti (m^2)

Duman Kütlesi (kg/s)

$$m = k \cdot Q / (\eta \cdot 1000)$$

$k = 0,55$ (sabit bir değer)

Q = kazan gücü (kW)

η = kazan verimi

Buna Göre Doğal Baca Çekişini Etkileyen Üç Ana Parametre Vardır:

- Baca yüksekliği
- Baca gazı sıcaklığı
- Dış hava sıcaklığı

Baca çekişinin iyi olması için baca mümkün olduğu kadar yüksek olmalı, bacaya giren gazların sıcaklığı yüksek olmalı ve dış hava sıcaklığı düşük olmalıdır. Çekişin düşmemesi için bacada gaz sıcaklığı düşmemelidir. Bunun için bacanın ısı izolasyonlu olması gerekmektedir. Isı izolasyonu aynı zamanda baca iç yüzey sıcaklıklarının yükseltilmesi ve böylece yoğunlaşmanın önlenmesi açısından da gereklidir. Alman standartlarına göre bacanın ısı kayıp direnci en az 0,12 $\text{m}^2 \text{K/W}$ olmalıdır. Bu değer bütün yıl çalışan bacalarda 0,22 $\text{m}^2 \text{K/W}$ olmalıdır.

4.4 BACA PERFORMANSI

4.4.1 Baca (Dış Sıcaklık Değişimine Bağlı Olarak Çok Çekerse)

Dış hava sıcaklığındaki değişimler özellikle üflemleri brülörlü kazanlarda etkilidir. Kazanda brülör otomatik olarak hava ayarı yapamıyorsa, dış sıcaklık değişimleri yanmadaki hava fazlalık değerinin değişmesine, bu da yanma ve kazan veriminin değişmesine

neden olur. Yüksek dış hava sıcaklığında ayar yapılan kazanda, dış sıcaklık düşerse kazana emilen hava artar. Üflenilen yakıt değişmediğinden hava fazlalık katsayısı artar ve fazla havayla bacadan atılan enerji artar, kazan verimi düşer. Tam tersine durumda ise azalan hava nedeniyle yakıt tam yakılamaz ve kurum oluşumu, tam yanmamış zehirli gazların atmosfere salınması gibi olumsuzluklar ortaya çıkar.

Üflemleri brülörlü standart tip bir doğal gaz kazanında teorik bir çalışma yapılmıştır. +20°C dış hava sıcaklığında brülör ayarı yapıldığında kazanın teorik modeli üzerinden duman miktarı, 570 m³/h olarak hesaplanmıştır. Bu durumda hava fazlalık katsayısı 1,1 değerindedir. Bu kazan aynı brülör ayarıyla -20°C dış sıcaklık değerinde çalıştığında, daha fazla çekilen hava dolayısıyla duman miktarı 620 m³/h değerine ve hava fazlalık katsayısı 1,2 değerine yükselmektedir. Baca gazı sıcaklığı da 222°C sıcaklıktan 230°C değerine yükselmektedir. Bu durumda ısı verim %91,6 değerinden %90,7 değerine düşmektedir. Görüldüğü gibi dış sıcaklık değişimi Kazan veriminde %1 mertebesinde bir değişime neden olabilmektedir. Tam tersi bir durumda, yani brülör ayarının soğuk havada yapılması ve dış sıcaklığın artması halinde hava miktarı azalacak ve hava fazlalık katsayısı düşecektir. Bu durumda yanma kötüleşecek, kurum oluşacak ve yakıtın bir kısmı yanmadan dışarı atılacaktır.

Çevre açısından ortaya çıkan olumsuz durum yanında, yanma veriminde düşme meydana gelecektir. Kayıplar bu halde %1 mertebesinin çok üzerinde olmaktadır (teorik olarak bu örnekte %9 mertebesine kadar çıkabilir).

Bu durumu göz önüne alan modern kazanlarda ve brülörlerde yakıt beslenmesi hava debisine bağlı olarak yapılmaktadır. Hava debisi arttıkça stokiyometri aynı kalacak biçimde yakıt miktarı da artmaktadır. Böylece hava fazlalığı sürekli optimum değerinde korunmaktadır.

Örneğin Dreizler brülörlerde yakma havası miktarının baca çekişindeki değişime bağlı olarak değişmesi halinde, stokiyometri aynı kalacak şekilde yakıt miktarı da pnömatik bir mekanizmayla ayarlanmaktadır. Yakılan yakıt miktarının ve gücün değişmesi kazan su sıcaklığını etkilemektedir. Kazan su sıcaklığından alınan kapasite kontrolü ile fan devri değiştirilerek kazana beslenen yakma havası debisi düzeltilmektedir. Baca çekişi arttığında artan hava debisi ve yakıt debisi nedeniyle su sıcaklığı yükselmekte; bunu tekrar ayar değerine düşürmek üzere hava debisi kısılmaktadır. Kazan dış sıcaklık değişimlerinden bağımsız olarak sürekli gerekli kapasitede ve optimum stokiyometrik oranda yakılmaktadır. Böylece yıl boyunca değişen dış hava koşullarında verim düşümü olmadığı gibi kazanda kurum oluşumu ve kirliliğe de rastlanmamaktadır.

4.4.2 Bacada Gazların Akışına Karşı Gösterilen Direnç **Bacada Gazların Akışına Karşı Gösterilen Direnç Dört Parametreye Bağlıdır:**

- Baca gazının kütleli debisi
- Baca çapı
- Bacanın sürtünme katsayısı
- Yerel kayıplar

Baca gazının kütleli debisi yakılan yakıt miktarına ve cinsine bağlıdır. Doğal gazlı bir kazan düşünüldüğünde aynı kapasitede duman kütleli debisi doğrudan kazan verimiyle ilişkilidir. Verimi yüksek olan kazanda duman miktarı daha az olacaktır. Bu nedenle örneğin yoğunlaşmalı kazanlarda duman miktarı minimumdur.

Baca çapı ise esas olarak gazların akış hızını belirler. Baca çapı küçük olduğu oranda gaz hızları artar ve buna bağlı olarak hızın karesiyle orantılı bir biçimde dirençler artar. Zaten baca hesabının esas amacı optimum baca çapını belirlemektir. Bu nedenle bacada gaz hızları çok yüksek olmamalıdır. İzin verilen en yüksek hızlar 4-6 m/s mertebelerindedir. Ancak bacada gaz hızlarının çok düşük olması da istenmez. En küçük debide DIN 18160 minimum hızın hiç bir vakit 0,5 m/s değerinin altına inmesine izin vermez. Baca çıkışında hızın 2 m/s altında olması da istenmez. Çap çok büyük olursa, soğuma artar ve yoğunlaşma tehlikesi oluşur. Çap büyüdüğü zaman hız düşer ve baca ağzından soğuk havanın ters akımla bacaya girmesi söz konusudur. Belirli noktalarda gaz birikmesi olabilir.

4.4.3 Doğal Baca Çekişi Yetersiz Kalıyorsa

Kazan bacaları mutlaka sürekli çekiş halinde olmalıdır. Bacada tıkanma veya tepme olduğunda kazan cinsi ne olursa olsun yanma mutlaka durmalıdır. Özellikle duvar tipi cihazlar ve kombiler bina içine yerleştirilebildiklerinden mutlaka baca gazı akış emniyetine sahip olmalıdır. Bacada gaz akışı durduğunda otomatik olarak cihaz çalışması da durmalıdır.

Baca Çekişi Yetersiz Kalıyorsa Bu Durumda Üç İmkan Vardır:

- Baca yüksekliğini artırmak
- Baca çapını büyütmek
- Fan kullanmak

Baca yüksekliğini artırmak çekişi artıracaktır. Ancak genelde bu bina yüksekliği ile sınırlı olduğundan baca yüksekliği istenildiği gibi artırılamaz. Ancak endüstriyel tesislerin bağımsız bacalarında böyle bir imkan vardır. Baca çapı tasarımı en fazla oynayabileceğimiz büyüklüktür. Çapın büyümesi dirençleri ve kayıpları azaltacağından eldeki çekiş böylece yeterli hale getirilebilir. Son imkan ise fan kullanmaktır. Modern kazanlarda özellikle kazan içinde gaz hızlarının yüksek tutulmasıyla ısı geçişinin artırılması yönüne gidilmektedir. Bu durumda brülör fanı yüksek basınçlı seçilmek suretiyle gaz dolaşımına ve baca çekişine yardımcı olunmaktadır. Aynı şekilde yoğunlaşmalı kazanlarda baca gazı sıcaklığının düşük

olması dolayısıyla baca çekişleri göreceli olarak azdır. Bu tip uygulamalarda da hava temini ve dumanın dolaştırılmasında ve atılmasında fan enerjisinden yararlanılır.

4.5 YOĞUŞMALI VE YOĞUŞMASIZ KAZAN BACALARININ KARŞILAŞTIRMASI

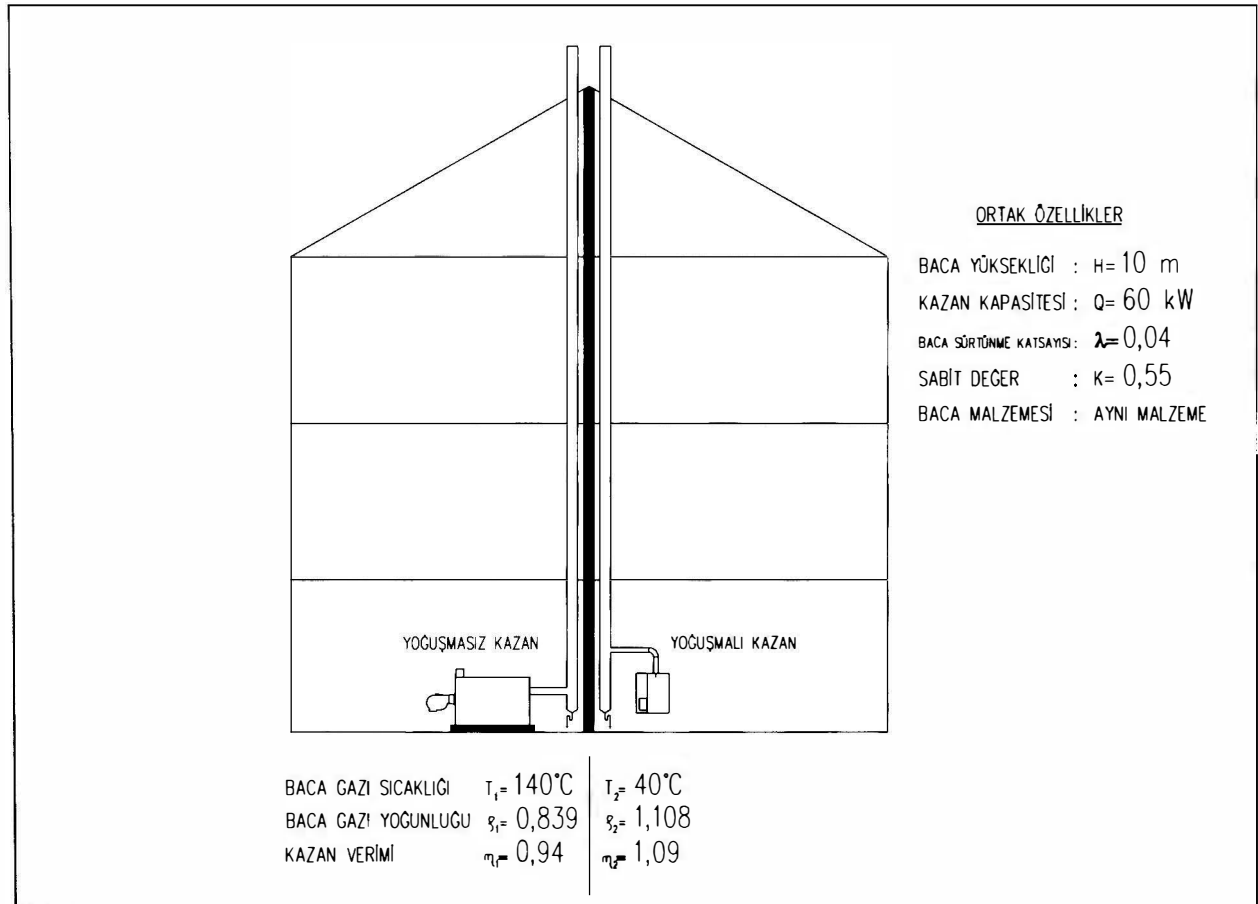
Aynı kapasitede yoğuşmalı ve yoğuşmasız iki kazan ele alınsa ve birbirinin aynı iki ayrı bacaya bağlansa bacalardan akan duman gazı debileri, baca sıcaklıkları farklı olacak ve baca performansları da fark edecektir. Yoğuşmalı ve yoğuşmasız kazanların doğal baca çekişi halinde karşılaştırması niteliksel olarak *Tablo 58*'de verilmiştir.

Her iki tip kazanı sayısal olarak karşılaştırmak için *Şekil 59*'da şematik olarak gösterildiği üzere kapasiteleri 60 kW olan iki kazan alınmış ve benzer bacalara bağlanmıştır. Kazanlardan biri duvar tipi yoğuşmalı kazan ve diğeri döşeme tipi yoğuşmasız modern düşük sıcaklık kazanıdır. Her iki kazanın teknik kataloglarından baca sıcaklıkları ve ısı verimleri alınmıştır. Baca ile ilgili veriler şekilde gösterilmiştir.

Yukarıda verilen hesap yöntemine göre baca çapının 15 cm olması halinde baca çekişinin, bacadaki basınç düşümünü ve dinamik basıncı karşılayıp karşılamadığı üç farklı dış sıcaklıkta *Tablo 60 A*, *60 B* ve *60 C*'de

	Yoğuşmasız	Yoğuşmalı
a. Baca gazı sıcaklığı	Yüksek	Düşük
Yoğunluğu	Düşük	Yüksek
Baca çekişine etkisi	(+)	(-)
b. Baca gazı miktarı	Fazla	Az
Tükettiği doğal gaz (LPG) miktarı	Fazla	Az
Bacadaki gaz hızı	Yüksek	Düşük
Bacada oluşan direnç	Yüksek	Düşük
(Hızın karesiyle orantılı)	(-)	(+)
c. Not: İlk çalıştırmada tüm kazanlarda yoğuşma olur ve baca gazı sıcaklığı düşüktür.		

Tablo 58. YOĞUŞMALI VE YOĞUŞMASIZ KAZANLARIN BACALARININ NİTELİKSEL KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 59. YOĞUŞMALI VE YOĞUŞMASIZ İKİ KAZANIN AYNI BİNA ÜZERİNDEKİ PERFORMANSIN KARŞILAŞTIRMASI

verilmiştir. Buna göre 15 cm baca çapı her iki durumda da uygun olup, baca çekişi yeterlidir. *Tablo 60 D'* de ise dış sıcaklığın tek değeri için baca çapının 10 cm değerine indirilmesi halindeki yeterlilik hesapları görülmektedir. Bu çap değeri her iki durumda da yetersiz olup, baca çekişi dirençleri karşılayamamaktadır.

Görüldüğü gibi yoğunlaşmalı kazanlarda baca çekişi düşmesine karşılık, hızların da düşmesine bağlı olarak dirençler düşmekte ve gerekli baca çapı aynı kalmaktadır. Uygun baca çapı seçildiğinde bacadan gazların dışarı atılması doğal çekişle olmakta ve bacada negatif basınç hüküm sürmektedir. Yoğunlaşmalı kazanlarla ilgili bir yanlıgı bu tip kazanların bacalarında basınç olduğu ve gazların çevreye yayılma riski taşıdığıdır. Söz konusu olan bacanın pozitif basınca geçmesi yoğunlaşmalı kazanlar için de geçerlidir ve ancak baca çapının yetersiz seçilmesi halinde baca çekişinin bacadaki dirençleri karşılayamaması halinde ortaya çıkar. Yukarıdaki örnekte, her iki durumda da baca çapı 10 cm seçildiğinde baca çekişi yeterli olmayacak ve aradaki fark fan tarafından karşılanacaktır ve bacada aşadaki fark kadar bir pozitif basınç ortaya çıkacaktır.

4.6 BACA KONSTRÜKSİYONU

İGDAŞ Şartnamesi, Türk Standartları ve DIN 18160

Baca Konstrüksiyonu İçin Aşağıdaki Önlemleri

Getirmektedir

- Bacalar mümkün olduğunca bina içinde olmalı ve gruplanmalıdır. Ancak mecbur kalındığında bina dışından geçirilir.

	Yoğuşmasız	Yoğuşmalı
Duman kütleli debisi (m)	0,035 kg/s	0,030 kg/s
Duman hızı (V)	2,4 m/s	1,5 m/s
Bacadaki basınç düşümü (ΔP_b)	6 Pa	4 Pa
Dinamik basınç (P_d)	2 Pa	1 Pa
Baca çekişi (P_b)	49 Pa	23 Pa
	$49 \geq \frac{(6 + 2)}{8}$	$23 \geq \frac{(4 + 1)}{5}$
	UYGUN	UYGUN

Tablo 60 A. BACA ÇAPI 15 cm, DIŞ HAVA SICAKLIĞI -10 °C İÇİN BACA ÇEKİŞİ $\geq$ (BACADAKİ BASINÇ DÜŞÜMÜ + DİNAMİK BASINÇ) ŞARTI

	Yoğuşmasız	Yoğuşmalı
Duman kütleli debisi (m)	0,035 kg/s	0,030 kg/s
Duman hızı (V)	2,4 m/s	1,5 m/s
Bacadaki basınç düşümü (ΔP_b)	6 Pa	4 Pa
Dinamik basınç (P_d)	2 Pa	1 Pa
Baca çekişi (P_b)	44 Pa	18 Pa
	$44 \geq \frac{(6 + 2)}{8}$	$18 \geq \frac{(4 + 1)}{5}$
	UYGUN	UYGUN

Tablo 60 B. BACA ÇAPI 15 cm, DIŞ HAVA SICAKLIĞI 0 °C İÇİN BACA ÇEKİŞİ $\geq$ (BACADAKİ BASINÇ DÜŞÜMÜ + DİNAMİK BASINÇ) ŞARTI

- Aynı bacaya benzer çekişli gaz cihazları bağlanabilir. Bu bağlantıların merkezleri arasındaki düşey mesafe en az 25 cm olmalıdır. Doğal çekişli gaz cihazının bağlandığı bacaya fan çekişli gaz cihazı bağlanamaz. Mutfak aspiratörleri gaz cihaz bacalarına bağlanamaz. Mutfakta aspiratörün bağlanacağı ayrı bir baca bulunmalıdır.
- Doğal çekişli yakma sistemlerinde baca bağlantı kanalının boyu, etkin baca yüksekliğinin 1/4'ünden fazla olmamalıdır.
- Baca bağlantı kanalının bacaya bağlantısı keskin olmamalı, mümkünse 45° bağlanmalıdır.
- Baca sızdırmazlığı sağlanmalı, vakumda dışarıdan hava emilmemeli, basınçta dışarı gaz sızma imkanı bulunmamalıdır.
- Baca iç yüzeyi az pürüzlü olmalı, dirsek vs. gibi elemanlar en az kullanılmalı ve baca sızdırmaz olmalıdır.
- Baca ısı yalıtımlı olmalı,
- İç yüzey sıcaklıkları yoğunlaşma sıcaklığı üstünde olmalı,
- Gazların sıcaklık düşümü az olmalıdır.
- Baca kesiti değiştirilmesi baca içinde basınç yükselmesine neden olur. Bu nedenle değişmemelidir.
- Baca eksenleri ancak bir sapma yapabilir. Baca eksenini sapma açısı düşeyle 30°'den büyük olmamalıdır. Sapma yapan bacalarda muayene deliği kullanılacaksa bu sapma yapan bölgeye konulmalıdır.
- Bacaların dip kısmında bir kontrol ve temizlik kapağı bulunmalıdır. Tepeden temizlenmeyen bacalarda çatı içinde ikinci bir kontrol ve temizleme kapağı bulunmalıdır. Bu kapaklar tam sızdırmaz olmalıdır.

	Yoğuşmasız	Yoğuşmalı
Duman kütleli debisi (m)	0,035 kg/s	0,030 kg/s
Duman hızı (V)	2,4 m/s	1,5 m/s
Bacadaki basınç düşümü (ΔP_b)	6 Pa	4 Pa
Dinamik basınç (P_d)	2 Pa	1 Pa
Baca çekişi (P_b)	37 Pa	11 Pa
	$37 \geq \frac{(6 + 2)}{8}$	$11 \geq \frac{(4 + 1)}{5}$
	UYGUN	UYGUN

Tablo 60 C. BACA ÇAPI 15 cm, DIŞ HAVA SICAKLIĞI +16 °C İÇİN BACA ÇEKİŞİ $\geq$ (BACADAKİ BASINÇ DÜŞÜMÜ + DİNAMİK BASINÇ) ŞARTI

	Yoğuşmasız	Yoğuşmalı
Duman kütleli debisi (m)	0,035 kg/s	0,030 kg/s
Duman hızı (V)	5,3 m/s	3,5 m/s
Bacadaki basınç düşümü (ΔP_b)	48 Pa	27 Pa
Dinamik basınç (P_d)	12 Pa	7 Pa
Baca çekişi (P_b)	44 Pa	18 Pa
	$44 \geq \frac{(48 + 12)}{60}$	$18 \geq \frac{(27 + 7)}{34}$
	UYGUN DEĞİL	UYGUN DEĞİL

Tablo 60 D. BACA ÇAPI 10 cm, DIŞ HAVA SICAKLIĞI 0 °C İÇİN BACA ÇEKİŞİ $\geq$ (BACADAKİ BASINÇ DÜŞÜMÜ + DİNAMİK BASINÇ) ŞARTI

- Bacaların çıkışına baca kesitini daraltmayacak ve bacaya yağmur girmeyecek şekilde baca başlığı konulmalıdır.
- Bacanın çatı üzerinde kalan kısımları, yanmış gazları dışarı verebilecek şekilde ve yükseklikte olmalıdır. Baca tepesi çatı mahyasından en az 80 cm çatı örtüsünden 100 cm yüksekte olacaktır.
- Bitişik, blok ve ikili blok binalarda, hava sirkülasyonu olmayan yerlerde aşağıda kalan bacaların yüksek olan bina seviyesine kadar çıkartılması gerekir.
- Müstakil bacanın etkili yüksekliği 4 metreden fazla olmalıdır.
- İGDAŞ Şartnamesinde "Isı üreticisinin atık gaz sıcaklığı, anma ısıtma gücünde ve sürekli işletmede TS 2165 ve diğer ilgili baca standartları da göz önüne alınarak en az 80°C en çok 140°C olmalıdır" denilmektedir.
- Yoğuşmalı kazan bacaları yoğuşma nedeniyle hiç bir hasara uğramayacak yapı ve özellikte olmalıdır. Gerekli bütün bilgiler imalatçı kataloglarında verilmelidir.

4.6.1 Cihazların Baca Bağlantıları (Baca Bağlantı Boruları)

B tipi cihazların (bacalı cihazlar) bulunduğu bölümde iyi çekiş yapan bir baca bulunmalı ve cihaz mutlaka bu bacaya bağlanmalıdır. Cihazlar mümkünse tam bacanın altına monte edilmelidir. Bu mümkün değilse, hızlandırma parçası varsa baca hizasından en fazla 2,5 m, hızlandırma parçası yoksa 0,5 m mesafede monte edilebilir (İmalatçı firmanın verdiği bilgilere, TSE ve ilgili standartlara göre yapılacak baca hesaplarına bağlı olarak işletmecisi kuruluşun onayı ile bu mesafe değişebilir).

Baca bağlantı boruları %3 yükselen eğimle bacaya bağlanmalı ve baca kesitini daraltacak şekilde baca içine sokulmamalıdır.

Doğal çekişli cihaz ile baca arasına konulan bağlantı borularında 90°'lik dirseklerden kaçınılmalı, 135°'lik dirsekler veya esnek tip yanmış gaz boruları kullanılmalıdır. Bağlantı boruları elle sökülemeyecek şekilde bağlanmalıdır. Borular sızdırmazlığı sağlayacak şekilde birleştirilmeli ve bağlantılarda kullanılacak sızdırmazlık maddeleri sıcağa dayanıklı olmalıdır.

Baca bağlantı boruları korozyona, sıcaklığa dayanıklı malzemeden yapılmış olmalı ve biçimi zamanla bozulmamalıdır. Bağlantı boruları, magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı, paslanmaz çelik, her iki yüzeyi de emaye edilmiş çelik sac gibi malzemelerden yapılabilir. Galvaniz sac, asbest ve plastik malzemelerden yapılamaz.

Bağlantı borularının kesiti, yanmış gazları kusursuz bir şekilde bacaya verebilecek büyüklükte seçilmelidir. Dairesel kesitler tercih edilmelidir. Dikdörtgen kesitlerin seçilmesi halinde uzun kenar kısa kenarın en çok 1,5 katı olmalıdır.

Bağlantı boruları, yanıcı ve patlayıcı maddelerin bulunduğu hacimlerden geçirilmemelidir. Baca bağlantı borusunun bacaya olan düşey mesafesi en az, bu boru çapının iki katı olmalıdır. Bağlantı boruları kapı pencere vb. yapı elemanlarından en az 20 cm, diğer yapı elemanlarından 40 cm. uzakta olacak şekilde yerleştirilmelidir. TS 3541'e göre izolasyon yapılması durumunda yukarıdaki mesafeler %25 oranında kısaltılabilir. Bağlantı borularına klape takılması durumunda ilgili imalatçı firmaların talimatlarına uyulmalıdır.

Birden çok baca bağlantı borusunun, bir ortak boruda birleşmesi TS 11386 - TS 11388'e uygun olmalıdır. Kombi ve aspiratör aynı bacaya bağlanmamalıdır. Ayrıca farklı bacalara bağlanmış olsalar bile ekşi basınç yaratacak aspiratörler kombi ile birlikte çalıştırılmamalıdır.

4.6.2. Mevcut Bacaların Kullanılması

Konstrüksiyonu ve durumu iyi olan bir katı veya sıvı yakıt baca kesitinin, kazanın doğal gazı dönüştürülmesi halinde yeterli olacağı gösterilebilir. Yalnız, baca yoğuşmaya karşı dayanıklı bir malzemeden yapılmalıdır. Doğal gaz uygulamasında büyük çaplı bacalarda paslanmaz çelik, küçük çaplı bacalarda özel alüminyum alaşımı metal baca kullanılmalıdır.

Özellikle tepme yapan bacaların düzeltilip test edilmeden gaz tüketim cihazları için kullanılmaması gerekir. Eğer mevcut baca hakkında herhangi bir şüphe varsa duman testi yapılmalıdır.

Özellikle dış bacalarda yoğuşmaya karşı mutlaka önlem alınmalıdır. Aksi takdirde baca şapkalarının paslanması, komşu duvarların ve tavanların lekelenmesi ve kirlenmesi söz konusudur. Bu nedenle böyle bir baca uygun bir biçimde hesaplanmalıdır. Başka bir yakıt için kullanılan bacaya bir gaz cihazı bağlanmadan önce baca baştan aşağı temizlenmelidir. Bütün levhalar, damperler, v.s. gibi geçişi tıkayabilecek elemanlar sökülüp atılmalıdır.

Bacadan düşen yabancı maddelerin geçiş kesitini tıkmadan toplanabilecekleri bir boşluk baca tabanında oluşturulmalıdır. Bu boşluk temizlenebilmelidir. Boşluk hacmi 12 dm³'ten, derinliği 250 mm'den az olmamalıdır. Bu bacaya başka cihaz bağlı olmadığı kontrol edilmelidir. Bazı istisnai durumlarda aynı odada olan birden çok cihaz aynı bacaya bağlanabilir.

Bacanın üstünün bir şapka ile korunmuş olduğundan emin olunmalıdır.

Doğal gaz dönüşüm yapılıyorsa, çoğu zaman bacada soğutma ve yoğuşma problemleri ile karşılaşılır. Aynı zamanda baca kesiti büyük kalır ve duman gazı hızları çok düşer. Bu ise bacadaki olumsuzlukları daha da artırır. Böyle durumlarda en iyi çözümlerden biri atmosferik brülörlü kazan kullanmaktır. Bu kazanlarda bir yandan bacadaki duman gazı miktarı ve hızı artarken, bir yandan da yoğuşma ihtimali en aza iner.

4.6.3 Baca Çekişinin Kontrolü

Baca çekişi konvansiyel kazan ve brülörlerde iki türlü ayarlanabilir. Genellikle sabit ayarlamalar baca damperi ile gerçekleştirilir. Eğer baca çekişi fazla ise baca damperi adı verilen klape ile gaz geçiş kesiti daraltılarak yük kaybı artırılır. Böylece geçen gaz debisi azalmış olur. Baca çekişinin devamlı kontrolü ise baca regülatörü ile sağlanır. Bu cihazların çoğu baca içine sekonder hava girişine imkan verirler. Baca içine giren sekonder hava kütlesi baca içindeki gazların sıcaklığını düşürür ve gaz debisini artırarak bacadaki direncin artmasına sebep olur. Hava damperleri böylece iki yönlü çekişi düşürmüş olur. Bu cihazlar otomatik çalışırlar ve çekişin belirli bir seviyede sabit kalmasını temin ederler. Gerek damperler, gerekse regülatörler çekişi düşürerek ayar yaparlar. Bu sistemlerle çekişi arttırmak mümkün değildir.

Atmosferik brülörlü kazanlarda sekonder hava girişi tamamen termik yolla ve baca çekişi ile gerçekleşir. Dolayısıyla baca çekişindeki değişimler yanmayı büyük ölçüde etkiler. Bu etkinin önlenmesi için atmosferik brülörlü kazanlarda baca bağlantısında baca akım sigortası kullanılır. Baca akım sigortası ve çalışma prensibi *Şekil 61*'de basitçe gösterilmiştir. Bacada, rüzgar vs. nedenleri ile bir basınç bile olsa, bunun yanma odasını etkilemesi bu parça ile önlenmektedir. Gaz akım sigortasından normal çalışma sırasında emilen hava, baca gazında yüksek orandaki su buharı derişikliğini daha seyreltik hale getirir. Böylece duman içindeki su buharının yoğunlaşma sıcaklığı düşer ve yoğunlaşma ihtimali daha azalır.

4.7 HAZIR DİYAGRAMLARLA DOĞAL ÇEKİŞLİ BACA BOYUTLANDIRMASI

Doğal çekişli döşeme tipi kazanların baca boyutlandırmasında özel bilgisayar programlarından veya hazır tablo ve diyagramlardan yararlanılır. *Şekil 62* ve *63*'de sırasıyla yüksek basınçlı üflemlili brülörlü ve

atmosferik doğal gaz brülörlü kazanlar için SCHIEDEL baca seçim diyagramları verilmiştir. Burada ele alınan kazanlar klasik tip kazanlardır. Bu diyagramlar oluşturulurken bağlantı kanalı kesiti baca kesitine eşit alınmış ve toplam özel kayıp katsayıları değeri 2,8 ve baca gazı sıcaklığı 220°C kabul edilmiştir.

Şekil 64'de ise modern gaz yakıtlı döşeme tipi kazanlar için hazırlanmış paslanmaz çelik kılıflı veya magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı muflu ve contalı metal baca ölçüleri görülmektedir. Bu diyagramlar hazırlanırken baca bağlantı kanal uzunluğu baca yüksekliğinin 1/4'ü alınmıştır. Baca ve kanalın ısı geçirgenlik direnci $R = 0,65 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, baca pürüzlülüğü $r = 0,0015$, toplam yerel kayıp katsayısı 2,2 kabul edilmiştir. Dış hava basıncı 94,5 kPa değerindedir.

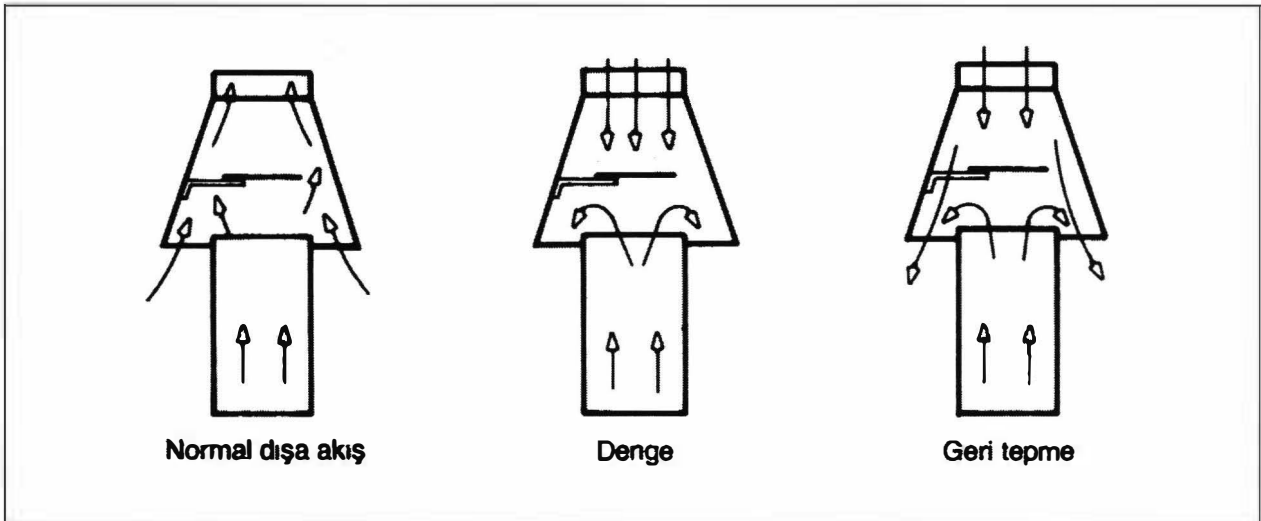
Tablo 65'de ise bacalar için tarafımızdan tavsiye edilen seçim Tablosu verilmiştir.

4.8 DOĞAL ÇEKİŞLİ ŞOFBEN VE KOMBİ BACALARI

Doğal gazlı şofben ve kombiler için dört baca tipi söz konusudur.

- Bağımsız baca (*Şekil 66*)
- Havalandırmalı bağımsız baca (*Şekil 67*)
- Ortak şönt baca (*Şekil 68, 69*)
- Havalandırmalı şönt baca

Bağımsız doğal gazlı şofben ve kombi bacalarının hesabı ve yapım kuralları, kalorifer bacası ile ilgili bölümde anlatılan kurallara uygundur. *Tablo 70*'de bağımsız bacalar için tavsiye edilen çaplar verilmiştir. Çok katlı yapılarda bağımsız şofben ve kombi bacaları çözümü fazla yer kapladığı ve maliyeti yüksek olduğu için tercih edilmemektedir. Genellikle ortak şönt baca çözümüne gidilmektedir. Ortak şönt baca kullanılması halinde Alman Standartları şofben için üst üste 5 katın aynı ortak şönt bacaya bağlanmasına izin vermektedir. Aynı çözüm İGDAŞ Şartnamesinde de



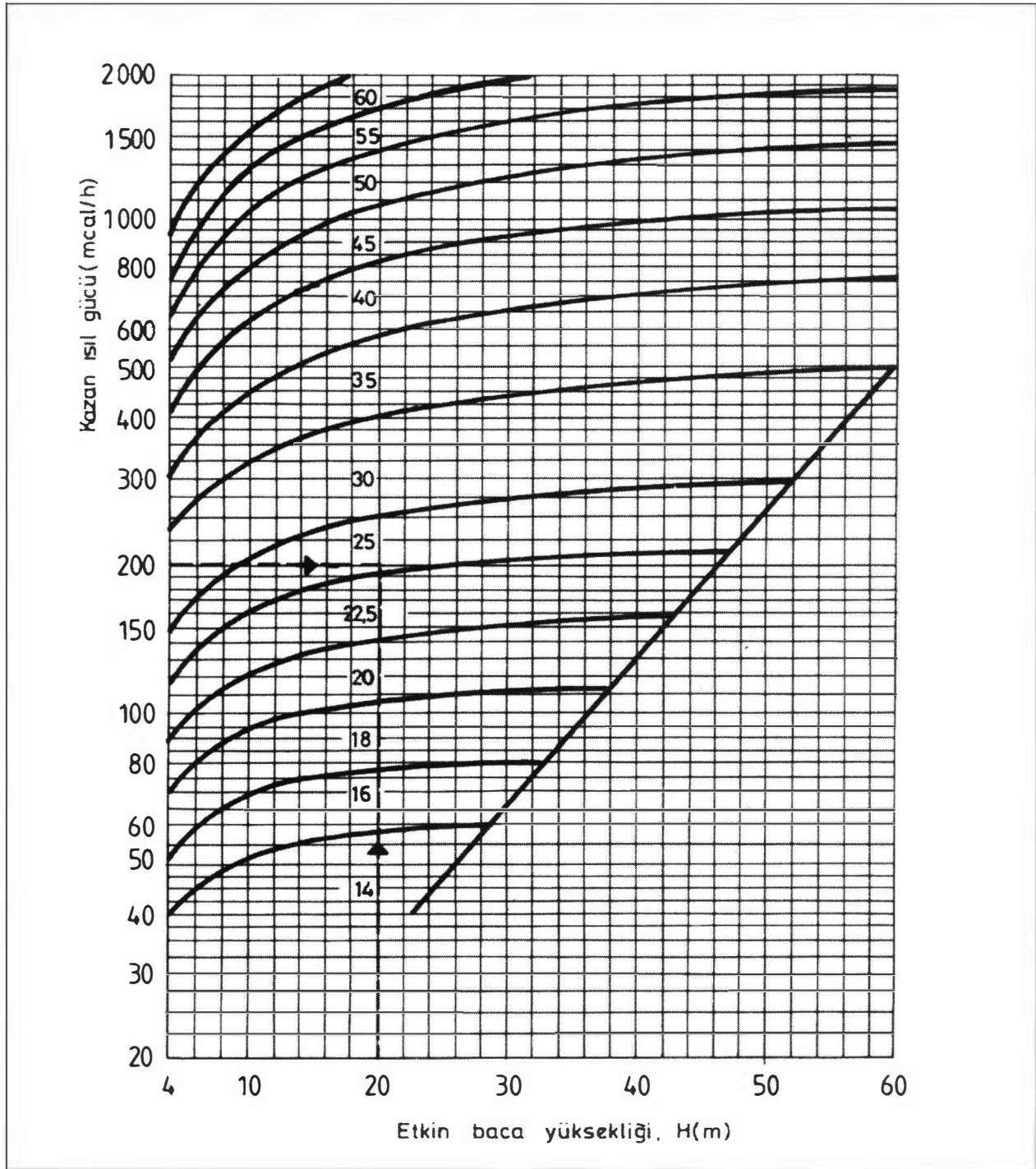
Tablo 61. FONKSİYON ÖRNEKLERİ İLE BACA AKIM SİGORTASI

kabul edilmektedir. Burada "Yeni yapılacak binalarda, iskan edilebilir bodrum katlar dahil 5 katlı binaların mutfaklarında doğal gazla çalışan cihazlar için müstakil bir baca yapılacaktır. Bu bacalar şönt baca olabilir. İskan edilebilir bodrum katlar dahil, 5 katın üzerindeki binalarda doğal gazla çalışan cihazları bağlamak için iki ayrı şönt baca yapılması zorunludur." denilmektedir.

Bu durumda yardımcı (şönt baca) kesiti 180 cm² ve ana baca kesiti 300 cm² değerinde olmalıdır. Yardımcı (şönt)

bacalar ana bacaya bağlanmadan önce yaklaşık bir kat yüksekliğinde yükselmelidir. Eğer havalandırılmalı şönt baca kullanılacaksa ana baca boyutu 400 cm² olmalıdır. İGDAŞ Şartnamesinde ise dairesel şönt baca kesitinin en az 110 cm² olması istenmektedir. Dikdörtgen kesitte bu değer 150 cm² 'ye yükseltilmektedir. Havalandırılmalı ve havalandırılmasız şönt baca ve ana baca boyutları ve sayıları 20 kata kadar *Tablo 70*'de verilmiştir.

İngiliz BS 5440 Standardında ise doğal gazlı şömine-lerde ortak şönt baca kullanıldığında üst üste aynı



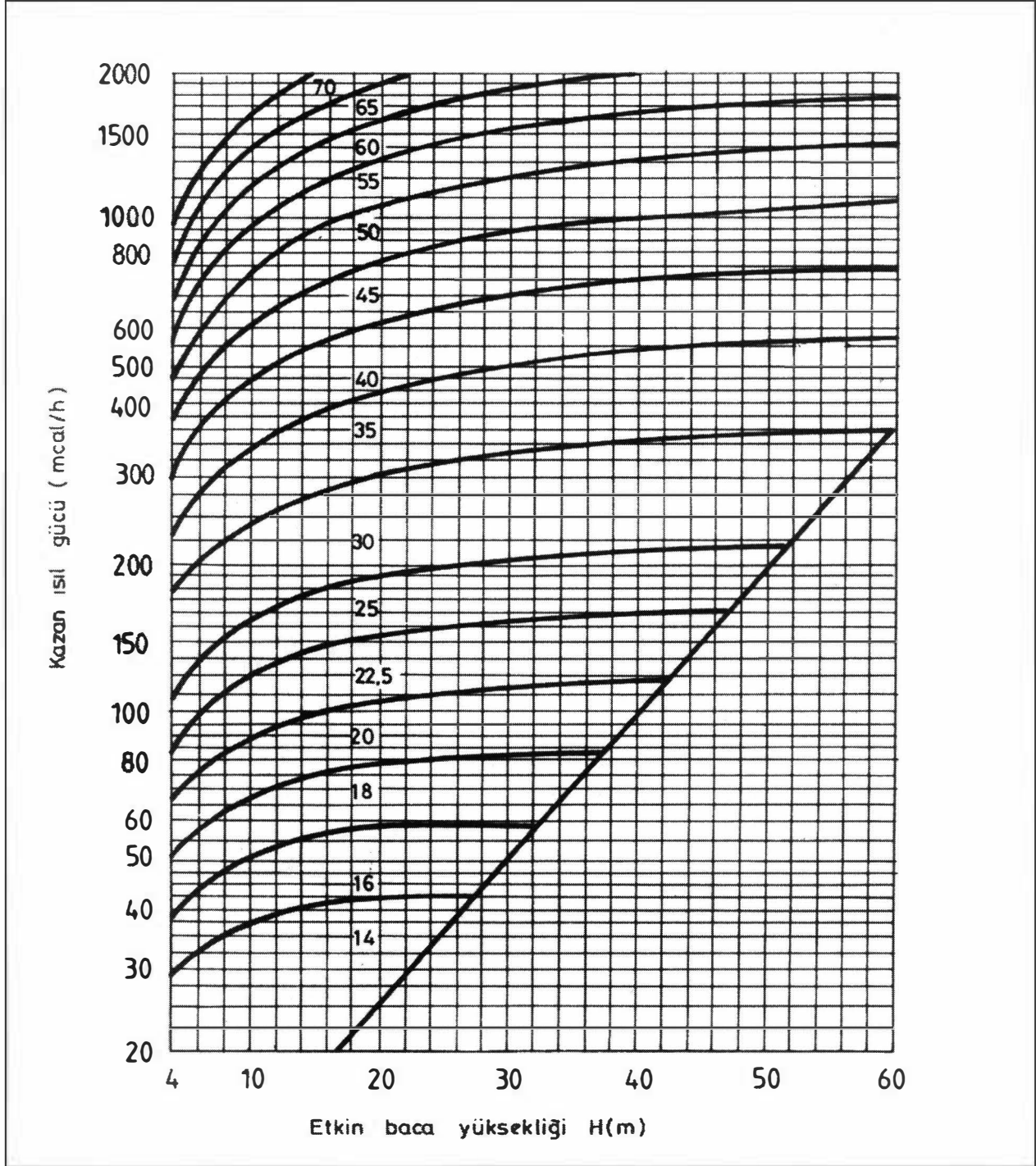
Şekil 62. YÜKSEK BASINÇLI SIVI YAKIT VE DOĞAL GAZ KAZANLARI BACA ÇAPLARI (cm)

bacaya bağlanılabilen cihaz sayısı yine 5 olmakla birlikte, diğer doğal gaz tüketim cihazları (şofben, kombi vs.) için üst üste 10 katın aynı ana bacaya bağlanması müsaade edilmektedir. Bu standartta ayrıca ortak şönt bacalarla ilgili aşağıdaki kurallar yer almaktadır.

- Doğal gaz bacaları dış duvarın bir parçası olamaz.
- Ana baca boyutu 400 cm²'den az olamaz.
- Şönt baca uzunluğu 1,2 m'den az olamaz.
- Gazlı şömine halinde şönt baca uzunluğu en az 3 m olmalıdır.

- Bağlanan bütün cihazlar aynı tipte olmalıdır.
- Son katta ana baca ağzı ile son bağlanan cihaz arasında en az 6 m yükseklik farkı olmalıdır. Aksi halde bu son iki kattaki cihazlar için ayrı birer bağımsız baca yapılmalıdır.

Söz konusu edilen yabancı standartlarda şofben veya kombi kullanımı ile ilgili bina yüksekliği veya kat sayısı sınırlaması yoktur. Halbuki belirli bir yükseklikten veya kat sayısından sonra şofben ve kombi kullanan münferit sistemler ekonomik olmaktan çıkmaktadır.



Şekil 63. ATMOSFERİK BRÜLÖRLÜ DOĞAL GAZ KAZANLARI BACA ÇAPLARI (cm)

Ayrıca sistemin yangın ve tehlike riski de artmaktadır. Özellikle yüksek yapılarda merkezi ısıtma ve kullanma sıcak suyu sistemleri kullanmak hem daha ekonomik, hem de daha emniyetlidir.

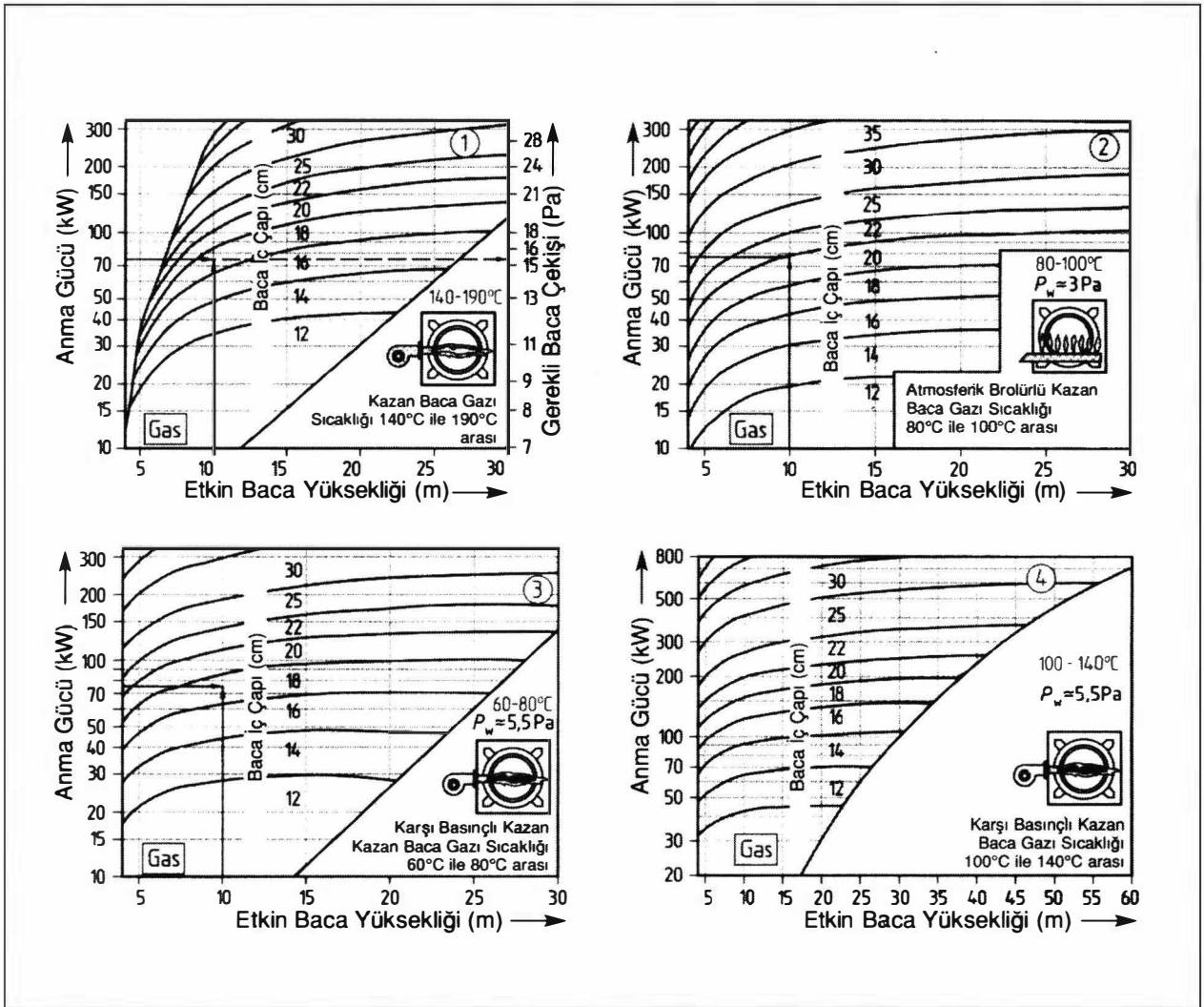
4.8.1 Cihazların Baca Bağlantıları

- Cihazlar mümkün olduğunca bacaya yakın yerleştirilir.
- Bağlantı borusu boyu 0,5 m den fazlaysa cihaz çıkışında 40 cm'lik düşey hızlandırma parçası kullanılmalıdır (Şekil 71).
- Baca bağlantı borusu açındırılmış uzunluğu en fazla 2,5 m olmalıdır (TS 11384).
- Baca bağlantı boruları en az % 3 yükselen eğimle tesis edilmeli ve baca kesitini daraltmayacak şekilde bacaya bağlanmalıdır.
- Baca bağlantı borularında 90°'lik dirseklerden kaçınılmalı, 135°'lik dirsek veya esnek tip (çelik) atık gaz boruları kullanılmalıdır. 90°'lik her bir dirsek açındırılmış uzunluğu 60 cm, 135°'lik her bir dirseğin açındırılmış uzunluğu 30 cm olarak alınmalıdır.

- Baca bağlantı boruları sızdırmazlığı sağlayacak şekilde birleştirilmeli ve bağlantılarda kullanılacak sızdırmazlık maddeleri ısıya dayanıklı olmalıdır.
- Baca bağlantı boruları, özel alüminyum alaşımı, paslanmaz çelik, emaye edilmiş çelik sac malzemelerden yapılabilir. Baca bağlantı borusunun emaye edilmiş çelik sac olması durumunda sac kalınlığı en az 1 mm olmalıdır. Baca bağlantı boruları galvaniz sac, asbest ve plastik malzemelerden yapılamaz.
- Baca bağlantı boruları, merdiven, merdiven sahanlığı, bina girişlerinden, havalandırma boşluklarından, çatı arasından, yatak odası, banyo ve WC'lerden geçirilmemelidir. Atık gaz borusu, aydınlıktan geçen bacaya bağlanması durumunda ısı kaybına karşı yalıtılmalıdır.

4.9 FANLI KOMBİ VE DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN BACALARI

Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar ve fanlı kombiler Şekil 55'de görüldüğü gibi bacaya bağlandıklarında yakma havası cihazda bulunan fan yardımıyla tesis

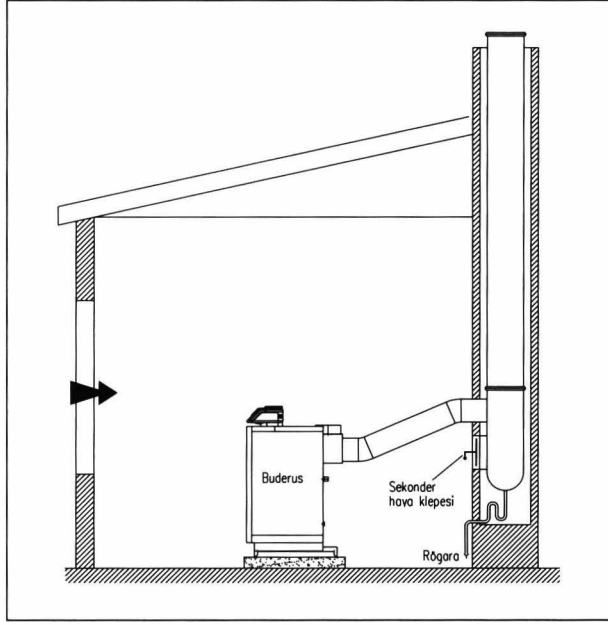


Şekil 64. GAZ YAKITLI KAZANLARDA METAL BACA KESİT ÖLÇÜLERİ

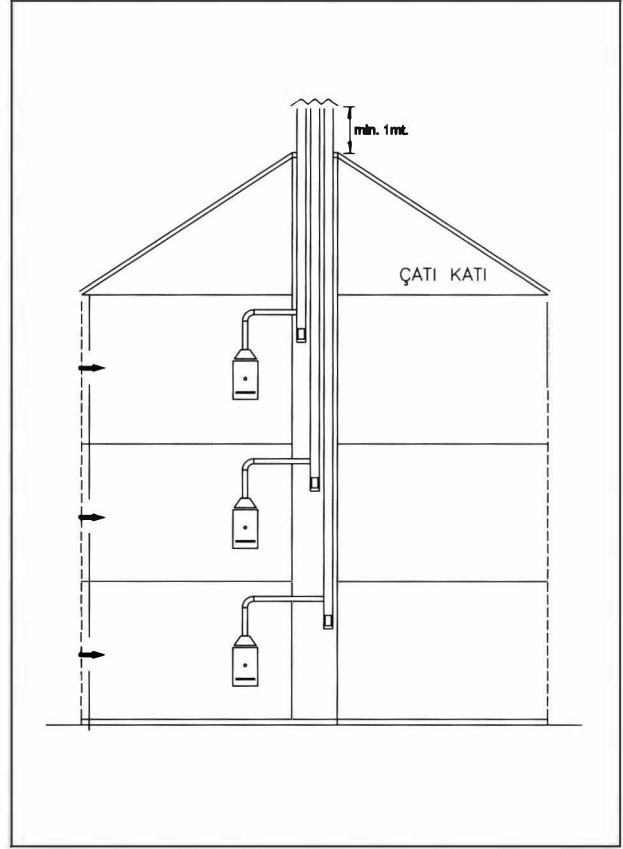
Kazan Gücü	Doğal Gaz veya Sıvı Yakıt Yüksek Basıncılı Brülör					Doğal Gaz Atmosferik Brülörlü Kazan					Kirlili Hava Bacası (Doğal Gaz Kazan Dairesi)				
	H = 10 m	H = 20 m	H = 30 m	H = 50 m	H = 75 m	H = 10 m	H = 20 m	H = 30 m	H = 50 m	H = 75 m	H = 10 m	H = 20 m	H = 30 m	H = 50 m	H = 75 m
20000	125 (250)					150 (300)					150	150			
30000	125 (250)					150 (300)					150	150			
40000	125 (250)	125 (250)				150 (300)					150	150	150		
50000	130 (250)	125 (250)				150 (300)	150 (300)				150	150	150		
75000	155 (300)	145 (300)	140 (285)			185 (335)	170 (320)				150	150	150		
100000	180 (350)	165 (315)	160 (310)			205	190 (340)	185 (335)			150	150	150		
125000	195 (360)	180 (330)	175 (325)			230 (380)	210 (360)	205 (365)			175	150	150		
150000	210 (360)	195 (350)	190 (340)			250 (400)	230 (380)	220 (370)	215 (365)		175	150	150		
200000	240 (390)	220 (370)	215 (365)	210 (360)		280 (430)	260 (410)	250 (400)	240 (390)		175	175	175	175	
250000	265 (415)	245 (400)	235 (358)	225 (375)		310 (510)	285 (435)	275 (425)	265 (415)	260 (410)	200	175	175	175	
300000	290 (440)	265 (415)	255 (400)	245 (400)		335 (535)	305 (500)	295 (450)	285 (435)	280 (430)	200	200	200	200	200
350000	310 (510)	280 (430)	270 (420)	260 (410)	255 (400)	365 (565)	330 (530)	320 (520)	305 (500)	295 (450)	250	200	200	200	200
400000	330 (530)	300 (500)	285 (435)	275 (425)	265 (415)	385 (585)	350 (540)	340 (540)	320 (520)	310 (510)	250	250	250	250	250
500000	360 (560)	320 (520)	315 (515)	305 (500)	295 (450)	425 (625)	385 (585)	365 (565)	350 (550)	345 (550)	300	250	250	250	250
750000	435 (635)	395 (600)	375 (575)	360 (560)	350 (550)	515 (750)	460 (660)	435 (635)	415 (610)	405 (615)	350	300	300	300	300
1000000	500 (750)	450 (650)	425 (625)	405 (600)	395 (600)	585 (835)	525 (775)	495 (700)	470 (670)	460 (660)	350	350	350	350	350
1500000		540 (800)	510 (750)	480 (680)	470 (670)	710 (960)	625 (875)	590 (840)	560 (810)	545 (800)	450	400	400	400	400
2000000		610 (850)	575 (825)	545 (800)	500 (750)						500	450	450	450	450
2500000			635 (885)	600 (850)	580 (830)										
3000000			690 (940)	650 (900)	625 (875)										
4000000				735 (1000)	710 (960)										
5000000				810 (1100)	780 (1030)										
7500000				970 (1250)	930 (1180)										
10000000				1110 (1400)	1060 (1300)										

Tablo 65. PASLANMAZ ÇELİK BACA İÇ ÇAP VE BACA REZERYASYONU (KAYA YÜNÜ İLE İZOLASYON KALINLIĞI DAHİL) ÖLÇÜLERİ

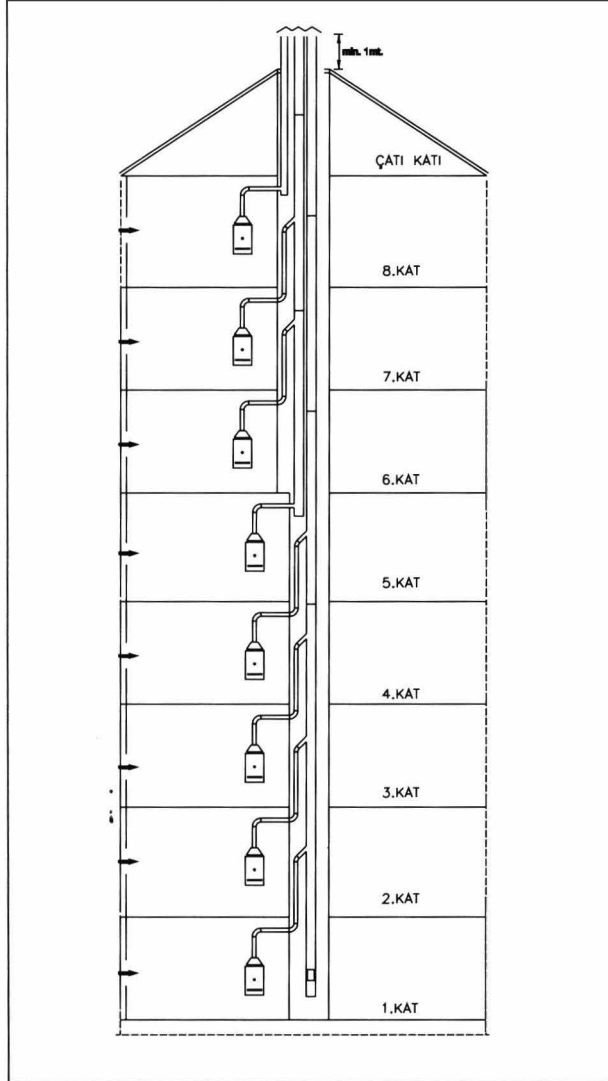
Hesaplama $T_b = 160^{\circ}\text{C}$ için yapılmıştır. Tablodaki ilk rakamlar baca iç çapını (mm) ve yanında parantez içindeki rakamlar izoleli geçiş için gerekli rezervasyon çapını (mm) göstermektedir.



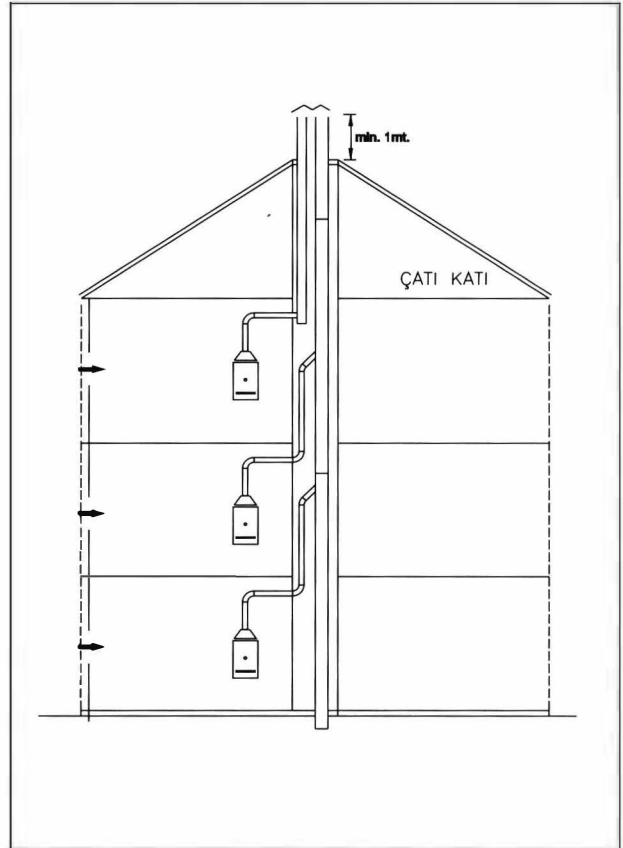
Şekil 66. BAĞIMSIZ BACA



Şekil 67. HAVALANDIRMALI BAĞIMSIZ BACA



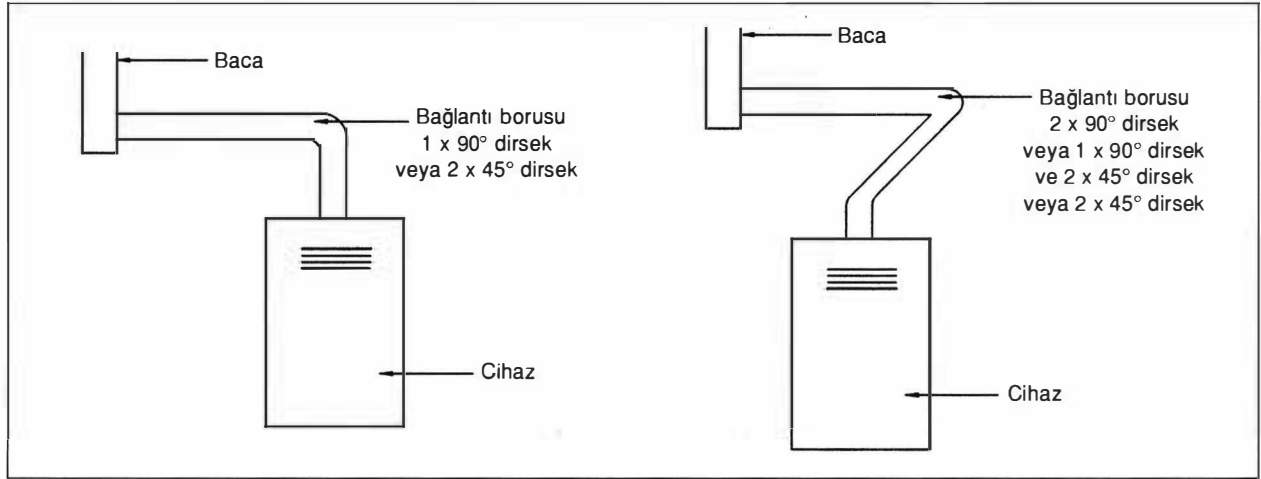
Şekil 69. KATLI ÖRNEK ŞÖNT BACA UYGULAMASI



Şekil 68. ŞÖNT BACA

Kat sayısı	Bağımsız baca çapı (cm)	Havalandırılmalı bağımsız baca çapı (cm)	Ortak şönt baca			Havalandırılmalı şönt baca		
			Şönt baca (cm)	Ana baca çapı (cm)	Ana bacaya bağlanan kat sayısı	Şönt baca (cm)	Ana baca çapı (cm)	Ana bacaya bağlanan kat sayısı
1	Ø 13	Ø 13,5	-	-	-	-	-	-
2	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	2	Ø 15	Ø 25	2
3	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	3	Ø 15	Ø 25	3
4	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4	Ø 15	Ø 25	4
5	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5	Ø 15	Ø 25	5
6	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	3 + 3	Ø 15	Ø 25	6
7	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4 + 3	Ø 15	Ø 25	7
8	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4 + 4	Ø 15	Ø 25	4 + 4
9	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 4	Ø 15	Ø 25	5 + 4
10	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5	Ø 15	Ø 25	5 + 5
11	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4 + 4 + 3	Ø 15	Ø 25	6 + 5
12	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4 + 4 + 4	Ø 15	Ø 25	6 + 6
13	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 4 + 4	Ø 15	Ø 25	7 + 6
14	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5 + 4	Ø 15	Ø 25	7 + 7
15	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5 + 5	Ø 15	Ø 25	5 + 5 + 5
16	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	4 + 4 + 4 + 4	Ø 15	Ø 25	6 + 5 + 5
17	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 4 + 4 + 4	Ø 15	Ø 25	6 + 6 + 5
18	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5 + 4 + 4	Ø 15	Ø 25	6 + 6 + 6
19	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5 + 5 + 4	Ø 15	Ø 25	7 + 6 + 6
20	Ø 13	Ø 13,5	Ø 15	Ø 20	5 + 5 + 5 + 5	Ø 15	Ø 25	7 + 7 + 6

Tablo 70. BAĞIMSIZ BACA, ŞÖNT BACA VE HAVALANDIRILMALI ŞÖNT BACA ÖLÇÜLERİ
(20 kata kadar yapılar için)



Şekil 71. BACA BAĞLANTI BORUSU

Cihaz tipi	Kullanılabilir fan basıncı (Pa)		Baca çapı (mm)
Duvar tipi yoğuşmalı kazanlar	GB112 - 24WT	140	80
	GB112 - 29W	140	80
	GB112 - 29WT	140	80
	GB112 - 43W	140	80
	GB112 - 60W	140	Yatay 80 / Düşey 100
Kombiler	U002 - 24K	120 (Paralel bağlantıda 100)	80
	U122 - 24K	120	80
	U122 - 28K	65	80
	U012 - 24K	50	80
	U012 - 28K	60	80
	U012 - 28T60	80	80

Tablo 72. BUDERUS DUVAR TİPİ YOĞUŞMALI KAZAN VE YOĞUŞMALI / YOĞUŞMASIZ KOMBİLERİN KULLANILABİLİR FAN BASINÇLARI VE TAVSİYE EDİLEN BACA PARÇALARI

odasından alınır, atık duman gazları yine aynı fan desteğiyle bacadan bina dışına taşınır. Havanın alınmasından dumanın dışarı atılmasına kadar olan gaz yollarında oluşacak toplam direnç, büyük ölçüde cihaz fanının basıncı tarafından karşılanır. Buderus Duvar Tipi Yoğuşmalı Kazan ve Kombilerde baca bağlantısında ve bacada kullanılabilecek fan basıncı değerleri *Tablo 72*'de verilmiştir. Bu tarz bağlantıda baca çekişinden de yararlanılmaktadır. Atık gazın bacada yukarı akışını koşullara bağlı olarak büyük ölçüde veya tamamen baca çekişi sağlamaktadır. Bu durumda fanlı cihazlar için gerekli müstakil baca çapları daha küçük olacaktır. *Tablo 72*'de son sütunda Buderus fanlı cihazlar için tavsiye edilen magnezyum - alüminyum - silisyum alaşımı baca çapları verilmiştir. Genellikle 80 mm çaplı baca yeterli olmaktadır.

4.10 HERMETİK BACA BAĞLANTILARI

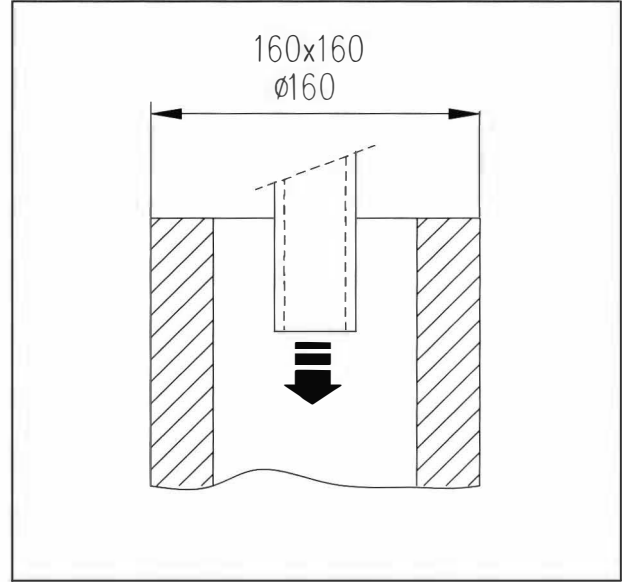
Kapalı yanma odalı (hermetik) tip cihazlar dış duvara monte edilir ve yanma için gerekli havayı içiçe iki boru yardımı ile dış havadan alır ve yanma ürünlerini yine aynı borudan dış havaya atarlar. Dolayısıyla bu cihazlar için bacaya gerek yoktur. Bu açıdan mevcut binaların doğal gaza dönüşümünde baca problemleri ile karşılaşıldığında bu cihazlar çok iyi bir çözümdür. Zemin seviyesinin altındaki (bodrum katlarında) "C" tipi cihazlar, yalnız her cihazın yanma havası ve atık gaz boru hatları kendine ait kanallara (kuranglez) açılıyorsa, tesis edilebilir.

Kanalların kesit alanları en az;

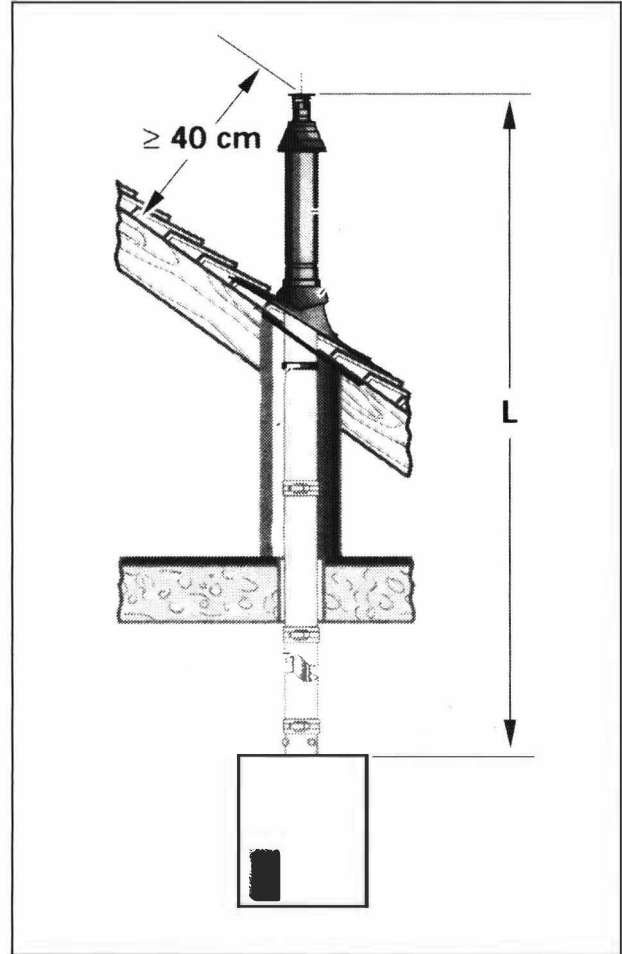
- Anma ısı gücü 14 kW' ye kadar olan cihazlarda; 0,5 m²
- Anma ısı gücü 14 kW' den fazla olan cihazlarda; 0,75 m²
- Kanalin küçük kenar boyutu en az 0,5m olmalıdır. Bu kanallara açılan havalandırma menfezi veya pencere olmamalıdır.

Hermetik tip cihazlarda yatay çıkış ağızları, cihaza yağmur suyu vb. girmemesi için dış tarafta aşağıya doğru %1 - 2 eğimle monte edilmelidir. C tipi cihazlarda yakma havası ve atık gaz boru çıkış ağızları yakıt pompaları ve yakıt depolarından en az 5 m yatay uzaklıkta olmalıdır. Binada bir baca şaftı mevcutsa ve yakma havasını bu şafttan veya başka yerden almak mümkün değilse yakma havası, konsantrik hermetik bacayla çatıdan alınabilir. İçine hermetik baca montajı için gerekli minimum şaft kesiti, *Şekil 73*'de verilmiştir. Şaftın yangın direnç sınıfı F30 veya F90 olmalıdır. Hermetik baca montajı dikey hermetik baca ile *Şekil 74*'de, yatay+dikey hermetik baca montajı *Şekil 75*'de gösterilmiştir. İzin verilen hermetik baca uzunluk değerleri *Tablo 76*'de verilmiştir.

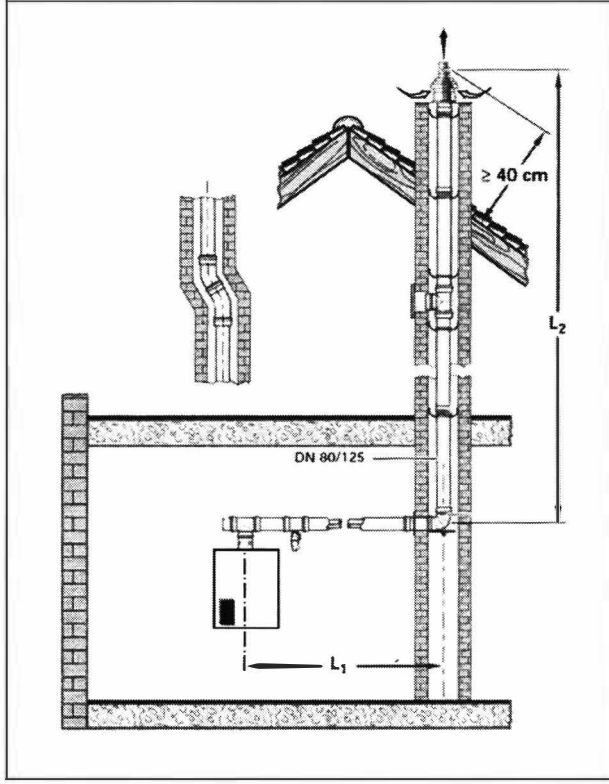
Örneğin yakma havası temini ve egzoz bağlantısı özel baca setiyle gerçekleştirilen GB112 - 43 tipi bir kazanda, hiç bir dirsek kullanmaksızın dikey bağlantıyla çatı



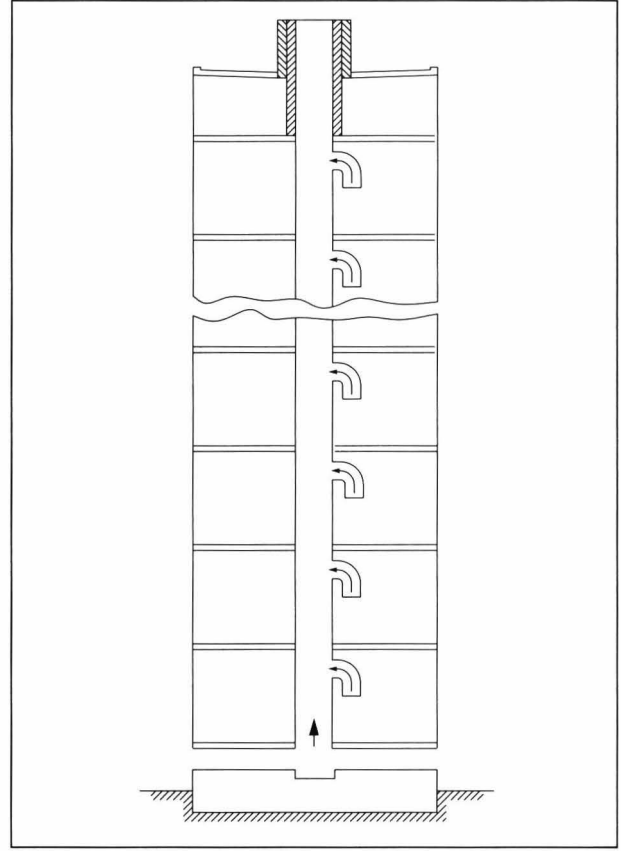
*Şekil 73. BUDERUS GB112
YOĞUŞMALI KAZANLAR İÇİN
MİNİMUM ŞAFT KESİTİ*



*Şekil 74. BUDERUS GB112
YOĞUŞMALI KAZANLARIN
DİKEY HERMETİK BACA İLE KULLANIMI
(L ölçüsü için *Tablo 76*'ya bakınız)*



**Şekil 75. BUDERUS GB112
YOĞUŞMALI KAZANLARIN YATAY + DİKEY
HERMETİK BACA İLE KULLANIMI**
(L_1 ve L_2 ölçüleri için *Tablo 76*'ya bakınız)



**Şekil 77. ORTAK HAVA - YANMIŞ GAZ - BACA
SİSTEMİ PRENSİP ŞEMASI**

Kazan modeli	Dikey montaj halinde (dirseksiz) izin verilen maksimum mesafe	Yatay montaj halinde (dirseksiz) izin verilen maksimum mesafe	Maksimum mesafede her bir dirsek için yapılacak azaltma
GB112 - 24	$L = 14$ m	$L_1 = 3$ m $L_2 = 11$ m	1,5 m
GB112 - 29	$L = 14$ m	$L_1 = 3$ m $L_2 = 11$ m	1,5 m
GB112 - 43	$L = 14$ m	$L_1 = 3$ m $L_2 = 11$ m	1,5 m
GB112 - 60	$L = 9$ m	$L_1 = 3$ m $L_2 = 6$ m	1,5 m

Tablo 76. YATAY VE DİKEY MONTAJ İÇİN İZİN VERİLEN MAKSİMUM HERMETİK BACA UZUNLUKLARI

üzerinden çıkış yapılması halinde maksimum baca uzunluğu 14 m olacaktır. Aynı kazanın baca bağlantısında 2 adet dirsek kullanılması halinde maksimum dikey mesafe 11 m olacaktır. Bu uygulamada dirsek sayısı 3 adetten fazla olamaz. Gaz tesisatı teknik kuralları DVGW-TRGI 1986/96 hermetik bacaların binada birden fazla kattan geçmesi halinde hermetik baca borusunun bir koruma veya şaft içinden geçmesini şart koşmaktadır:

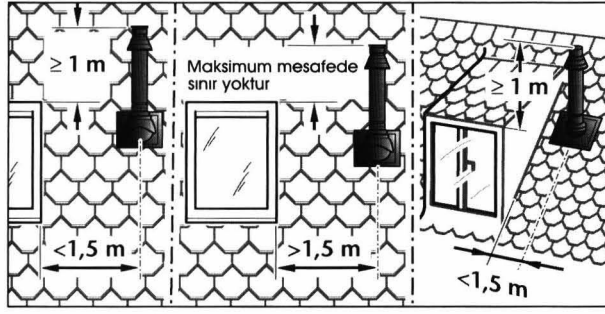
- Eğer kazan en üst kata konulmuş ise ve baca çatı arasından geçecekse bacanın çatı arasında kalan kısmı yanmayan ve esnek olmayan bir malzeme ile kaplanmalı veya metal bir koruma kılıfı içinden geçirilmelidir.
- Kazanın konulduğu katın üzerinde katlar varsa ve baca bu katlardan geçiyorsa bacanın kazanın bulunduğu kat haricinde kalan kısmı, yangın direnç sınıfı F30 veya F90 olan dikdörtgen bir şaft içinden geçmelidir.

- Bacaların çatı çıkışlarında çatı pencereleriyle bacalar arasında bırakılması gereken minimum mesafeler *Şekil 78*'de gösterilmiştir.

4.11 HAVA ATIK GAZ BACA SİSTEMLERİ

Hermetik cihazlara *Şekil 77*'de görüldüğü gibi dış duvarı olmayan iç odalara monte edilecekse bir ortak hava yanmış gaz bacasına gereksinim vardır. Bu ortak hava atık gaz bacalar *Şekil 77*'de verilen S tipi dışında U tipi biçiminde de oluşturulabilir. Ortak baca boyutları için *Tablo 79* ve *Tablo 80* kullanılabilir.

Tablo 80 ısıtma cihazları için ve *Tablo 81* şofben ve kombiler için geçerlidir. Bu sistemde görülen alttaki hava kanalının kesiti diyagramdan bulunan baca kesitinin %60'ından küçük olamaz. Sistemde görülen klape özellikle yaz ve kış ayarı açısından önemlidir.



Şekil 78. YOĞUŞMALI KAZAN BACA KOŞULLARI

Cihaz cinsi	Ana bacanın nominal kesit alanı			
	0,04 - 0,06 m ²		0,06 m ² 'den büyük	
	Maks. cihaz sayısı	Toplam bağlanabilecek ısı gücü (kW)	Maks. cihaz sayısı	Toplam bağlanabilecek ısı gücü (kW)
Gazlı şömine	5	30	7	45
Şofben	10	300	10	450
Termosifon Kombi	10	150	10	180
Hava ısıtıcı				

Tablo 79. ORTAK ŞÖNT BACA BOYUTLARI (BS 5440)

Nominal cihaz kapasiteleri (kW)	Kat sayıları											
	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28
	Baca kesit alanları											
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
3	0,025	0,030	0,039	0,046	0,052	0,058	0,062	0,067	0,072	0,076	0,085	0,091
5	0,031	0,037	0,048	0,057	0,064	0,072	0,078	0,084	0,089	0,095	0,107	0,120
10	0,042	0,051	0,066	0,078	0,088	0,100	0,111	0,122	0,132	0,141	0,168	0,189
15	0,051	0,062	0,081	0,097	0,113	0,128	0,142	0,156	0,178	0,193	0,219	0,246
20	0,059	0,072	0,094	0,116	0,137	0,154	0,180	0,199	0,217	0,233	0,266	0,298
25	0,065	0,081	0,110	0,136	0,158	0,189	0,211	0,233	0,253	0,273	0,311	0,347
30	0,073	0,090	0,125	0,153	0,189	0,216	0,242	0,266	0,288	0,311	0,353	0,393

Tablo 80. SÜREKLİ YANAN ISITMA CİHAZLARININ BAĞLANDIĞI L.A.S. BACA ÖLÇÜLERİ

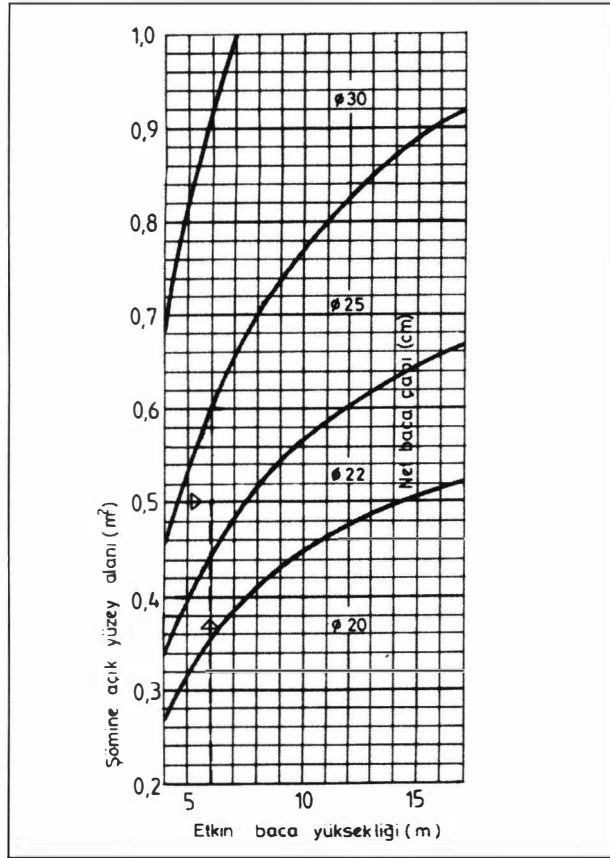
Nominal cihaz kapasiteleri (kW)	Kat sayıları											
	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28
	Baca kesit alanları											
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
0	0,053	0,055	0,060	0,083	0,086	0,107	0,127	0,131	0,149	0,174	0,196	0,218
3	0,058	0,061	0,068	0,092	0,098	0,122	0,143	0,148	0,177	0,197	0,221	0,246
5	0,060	0,065	0,073	0,100	0,107	0,132	0,154	0,168	0,192	0,213	0,239	0,265
10	0,067	0,075	0,087	0,119	0,130	0,157	0,193	0,202	0,228	0,252	0,284	0,314
15	0,074	0,084	0,102	0,138	0,153	0,192	0,222	0,235	0,263	0,289	0,326	0,362
20	0,081	0,093	0,117	0,156	0,182	0,219	0,251	0,268	0,299	0,326	0,368	0,408
25	0,087	0,103	0,131	0,181	0,206	0,245	0,280	0,299	0,332	0,363	0,409	0,453
30	0,094	0,113	0,146	0,201	0,228	0,270	0,309	0,330	0,365	0,399	0,449	0,498

Tablo 81. ŞOFBEN VE KOMBİ CİHAZLARININ BAĞLANDIĞI L.A.S. BACA ÖLÇÜLERİ

4.12 ŞÖMİNE BACALARI

Şöminelerde yanma odasının bir yüzü tamamen açıktır ve odaya bakar. Yanma havası bu açık yüzden alınır ve yanma ürünü gazlar şöminenin üstünden bacaya bağlanır. Şöminelerde hava fazlalık katsayısı çok yüksektir. Hava miktarının hesabında baca çıkışında CO₂ oranının %2 olması tasarıma esas alınır. Dolayısıyla diğer yanma odalarına göre daha fazla hava gönderilir. Şöminenin açık olan yüzünün her metre karesi için yaklaşık 360 m³/hm² havaya gereksinim vardır. Öte yandan normal sızdırmaması olan bir odanın m³ hacmi başına havalanma miktarı 0,4 m³/h değerindedir. Dolayısı ile 0,5 m² açık yüzeyi olan bir şömine için 180 m³/h havaya veya 450 m³ oda hacmine ihtiyaç vardır. Şöminenin baca bağlantısında bir klape bulunması gereklidir. Bu klape hem çekişi ayarlamaya hem de şömine yanmazken bacayı tamamen kapatmaya yarar. Her şömine kendi bağımsız bacasına bağlı olmalıdır. Ancak doğal

gazlı şöminelerde daha önce anlatıldığı gibi ortak şönt baca kullanarak 5 adet üstüste şömine aynı ana bacaya bağlanabilirler. Bununla ilgili ölçüler Tablo 81'den alınabilir. Şöminenin baca yüksekliği en az 4,5 m olmalıdır. Şömine bacalarının kesiti, şöminenin açık yüzünün büyüklüğüne bağlıdır. Şömine baca kesiti belirlenmesi için Şekil 82'deki diyagram verilmiştir. Bu diyagramda şömine açık yüzey miktarı (m²) ve etkin baca yüksekliği (m) değerlerinden tavsiye edilen baca çapı okunabilir. Şömine bacalarında gaz sıcaklığı 60°C'den, kuvvetli yanmalarda 400°C'ye kadar değişir. Bu nedenle şöminelerde ısı verim %30 mertebelerinde düşük bir değerdedir. Isıl verimin artırılması için şömine çevresinde oda havasının doğal veya zorlanmış olarak dolaştırılması mümkündür. Böylece şömineden ısı sadece ışınila değil, taşınımla da odaya yayılabilir. Bu yolla ısı verimi %50 mertebelerine yükseltmek mümkündür.



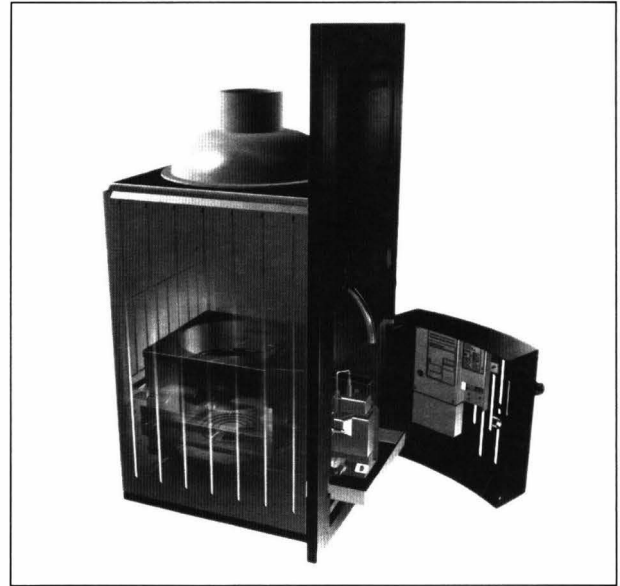
Şekil 82. ŞÖMİNE BACA BOYUTU SEÇİM DİYAGRAMI



Şekil 83 A. BUDERUS ŞÖMİNE

4.13 ATIK GAZ ORANLARI

İGDAŞ'ın yeni şartnamesinde kazan çıkışında, baca gazında Tablo 84 ve 85'de verilen değerlerin sağlanması istenmektedir:



Şekil 83 B. BUDERUS ŞÖMİNE



Şekil 83 C. BUDERUS ŞÖMİNE

Baca gazı değerleri	Minimum	Maksimum
O ₂ (%)	1,0	4,5
CO ₂ (%)	9,5	11,5
Yanma kaybı (%)	4,0	8,0
Yanma verimi (%)	92	96
Hava fazlalığı	1,05	1,20 - 1,25

Tablo 84. BACA GAZI PERFORMANS DEĞERLERİ

	Yakma ısıt gücü 100 MW'ın altında olan tesislerde (% 3 O ₂ bazında)	Yakma ısıt gücü 100 MW'ın üstünde olan tesislerde (% 3 O ₂ bazında)
CO (Karbonmonoksit) miktarı	100 mg/m ³ (80 ppm)	100 mg/m ³ (80 ppm)
NO _x (Azot Oksitleri) miktarı	Herhangi bir sınırlama yoktur	500 mg/m ³ (243 ppm)
SO _x (Kükürt Oksitleri) miktarı	100 mg/m ³ (34 ppm)	60 mg/m ³ (21 ppm)
Aldehit (Formaldehit olarak, HCHO) miktarı	20 mg/m ³	Herhangi bir sınırlama yoktur

Tablo 85. BACA GAZI EMİSYON DEĞERLERİ

5. DOĞAL GAZ TESİSATI

5.1 TANIMLAR

Gaz Teslim Noktası

Müşteriye gaz arzının sağlanacağı, servis kutusu veya basınç düşürme ve ölçüm istasyonudur.

Gaz Teslim Noktası Regülatörü

Ana dağıtım hattındaki basıncın gerek duyulan basınca düşürülmesi amacı ile gaz teslim noktasında tesis edilen regülatörlerdir.

Bina Bağlantı Hattı

Servis regülatörü (kutusu) ile ana kapama musluğu arasında kalan doğal gaz boru hattıdır.

Ana Kapama Musluğu (Vanası)

Bir yapıya verilen gazı tamamen kesebilmek üzere bağlantı hattı sonuna konulan musluk, küresel vana (TS EN 331, TS 9809) şeklindeki gaz kapama elemanıdır.

Basınç Regülatörü

Gaz teslim noktası ile gaz yakan cihazlar arasında bulunan boru hattındaki mevcut basıncın, gaz yakma basıncından yüksek olduğu durumlarda tesis edilen regülatörlerdir.

İç Tesisat Hatları

Ana emniyet vanasından sonra tüketim cihazlarına kadar olan boru ve bağlantı elemanlarının tamamıdır.

Dağıtım Hattı (Kolon Hattı)

Ana emniyet vanasından sonra gaz sayaçlarının giriş bağlantılarına kadar düşey veya yatay olarak çekilen boru hattıdır.

Düşey Kolon Hattı

Düşey olarak çekilen dağıtım borularıdır.

Sayaç Bağlantı Hattı

Kolon hattı ile sayaç girişi arasında bulunan borudur.

Tüketim Hattı

Sayaçtan en son ayırım (sorti) hattına kadar olan ana borudur.

Ayırım (Sorti) Hattı

Tüketim hattından ayrılan ve cihaz bağlantı vanasına (sorti musluğu) kadar olan borudur.

Cihaz Bağlantı Hattı

Cihaz bağlantı vanasından cihaza kadar olan hattır.

Katı Bağlantı

Sorti musluğundan yalnız anahtar ile çözülebilen bağlantı ve cihaz bağlantı hattından oluşan bağlantıdır.

Çözülebilir Bağlantı

Emniyet bağlantı vanasından ve elle çözülebilen emniyet hortumundan oluşan bağlantıdır.

Test Nipeli

Sızdırmazlık testi, bakım ve ayarlar sırasında yapılacak basınç ölçümlerinde kullanılmak amacı ile doğal gaz boru hattı üzerine konulan elemanlardır.

Brülör Gaz Kontrol Hattı (Gas Train)

Doğal gaz yakan cihazların (brülör, bek vb.) emniyetli ve verimli olarak çalışmalarını temin etmek maksadıyla tesis edilen sistemlerdir.

5.1.1 Gaz Teslim Noktası

Çelik ve/veya PE ana dağıtım şebekesindeki mevcut basıncın ihtiyaç duyulan basınca düşürülmesi için kurulan tesislerdir. Gaz teslim noktası, servis kutusu ya da basınç düşürme ve ölçüm istasyonu şeklinde olabilir.

Servis kutularının giriş tarafındaki hat PE olup taşıdığı basınç 1- 4 bar'dır. Servis kutularının çıkış tarafındaki basınç ise 21 mbar veya 300 mbar olmak üzere iki ayrı değerde olabilecek şekilde tesis edilmektedir. Servis kutusu çıkış basıncının hangi değerde olacağı, ihtiyaç duyulan gaz debisi ve gaz basıncı gibi değişkenlere bağlıdır.

Çıkış debileri ise servis kutusu içinde bulunan basınç düşürme regülatörlerinin tipine ve sayısına göre değişkenlik gösterir. Servis regülatörlerinin tipi ve sayısı onaylanan projeye göre firmanın yapacağı talep doğrultusunda İGDAŞ tarafından belirlenir.

Ayrıca servis kutuları tesis edilecekleri mahalin fiziksel şartlarına, (duvar tipi servis kutusu, yer tipi servis kutusu) ihtiyaç duyulan gaz debisine ve basıncına göre S 200, S 300, CES 200 vb. tiplere ayrılır.

5.1.2 Servis Kutusu ve Regülatör Tipleri

İGDAŞ gaz teslim noktasında tesis edilen servis kutuları ve bu servis kutularında kullanılan regülatörlerin tipleri *Tablo 86*'da verilmiştir.

5.2 DOĞAL GAZ BORULARI, BAĞLANTI ELEMANLARI VE VANALARI

5.2.1 Doğal Gaz Boruları

Çelik Borular

Doğal gaz tesisatlarında TS 6047, ISO 3183, EN 10208 kapsamındaki çelik boruların kullanımına müsaade edilmiştir. Türkiye'de üretilmekte olan doğal gaz boruları TS 6047 normlarına uygundur. Bu norma göre doğal gaz ve petrol taşımada kullanılan borular 1/2"- 12" arası boyuna dikişli, ve 12" - 60" arası spiral dikişli olmaktadır. Boyuna dikişli borularda

Basınç	21 mbar							300 mbar					
Servis Kutusu	CES 200		S 200		S 300			CES 200	S 200	S 300			
Regülatör	B 25	B 50 (Tek)	B 25	B 50 (Tek)	B 50 (Batarya)	B 75	B 100	BCH 30	BCH 30	BCH 60	BCH 90	BCH 120	B 12
Debi (m ³ /h)	25	50	25	50	50	75	100	30	30	60	90	120	200

Tablo 86. SERVİS KUTUSU VE REGÜLATÖR TİPLERİ

kullanılan Grade A25, A ve B sınıfı boru malzemesinin özellikleri *Tablo 87*'de verilmiştir. Bu boruların boyutları ve test basınçları ise *Tablo 88*'de verilmiştir. Doğal gaz borularının özellikleri aşağıda sunulmuştur;

- Daha kaliteli sactan yapılır.
- Et kalınlığı TS 301 (DIN 2440) kapsamındaki borulara göre daha fazladır.
- Kaynak işlemi sırasında ultrasonik test yapılır. Hatta bulunsa boyanır ve bu boru çıkartılır.
- Boruların kaynak ve malzemesinin bütün yüzeyleri manyetik testten geçirilir.
- Boruya *Tablo 88*'de görülen yüksek basınçlarda hidrolik test uygulanır.
- Kaynak dikişli olanlarda gerilme gidermesi için boru tamamen tavllanır.
- İç çapak alınır.
- Et kalınlığı toleransları daha hassastır %1,5 (su borusunda %10).
- Her rulo banttan 4 noktadan örnek alınıp ezme testi yapılır.
- Boru imalatından sonra damgalanır.

PE Plastik Borular

TS 10827, ISO 4437, EN 1555-1,2 kapsamındaki boruların kullanımına müsaade edilmiştir.

Dikişsiz Bakır Borular

TS 380, EN 1057, ISO 1708 kapsamındaki dikişsiz bakır boruların kullanımına müsaade edilmiştir. Bakır boru sadece konutlarda sayaçtan sonraki (sayaç sonrasındaki hattın bir kısmının bina dış yüzeyinden gittiği durumlar hariç) doğal gaz hatlarında kullanılabilir.

5.2.2 Bağlantı Elemanları

Kaynak ağızlı bağlantı elemanları TS 2649, ISO/R 64-221, DIN 1681,1629,1745 kapsamında olmalıdır.

Dişli bağlantı elemanları TS 11 EN 10242 kapsamında olmalıdır. PE bağlantı elemanı TS 6270, EN 1555-3,4 kapsamında olmalıdır. Flanşlar (kaynak boyunlu) TS ISO 7005-1 kapsamında olmalıdır.

Doğal gaz tesisatında kullanılacak bağlantı elemanına fabrikada özel basınç testi uygulanmalı ve sertifika ile fittingsin doğal gaz tesisatında kullanılabileceği garanti edilmelidir.

5.2.3 Doğal Gaz Vanaları

Herhangi bir küresel vananın bina içi tesisatta kullanımını sızdırmazlık açısından son derece sakıncalıdır. Bunun için özel sızdırmazlık elemanına haiz küresel vanalar gereklidir. Doğal gaz tesisatında kullanılacak vanaların TS EN 331, TS 9809, ISO 7121 kapsamında olması ve kalite belgesine sahip olmaları gerekir.

Bu vanaların özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Küresel yüzeyleri uzun ömür temin gayesiyle parlatılmıştır. Normal küresel vanalarda bu işlem yapılmamaktadır.
- Küresel vanalarda normalde çalışma basıncına göre test yapılmaktadır. Doğal gaz tesisatında kullanılacak küresel vanalarda ise hem çalışma basıncına göre hem de düşük basınçta %100 sızdırmazlık testi yapılmaktadır.
- Doğal gaz tesisatında kullanılacak küresel vanalarda 100 defa açma kapama testi yapılmaktadır.
- Doğal gaz tesisatında kullanılacak küresel vanalarda daha gelişmiş teflon özel contalar kullanılmaktadır.
- 50 mm'den büyük ana gaz kesme vanaları PN4 sınıfı çelik vana olmalıdır. Cihaz giriş vanaları ise PN1 sınıfı vana olabilir.

Malzeme sınıfı	Akma mukavemeti (N/mm ²)	Kopma mukavemeti (N/mm ²)	Uzama (minimum) (%)
A 25	172	310	27
A	207	331	25
B	241	413	21

Tablo 87. YAPI MALZEME ÖZELLİKLERİ

Yapı normuna uygun doğal gaz ve petrol boruları (API 5L - TS 6047)		Standart doğal gaz borusu üretimi			
		Dış çap		Et kalınlığı	Test basıncı
		(inç)	(mm)	(mm)	(Atü)
Doğal gaz boruları	Malzeme	1/2"	21,3	2,80	48
	İşletme basıncı	3/4"	26,7	2,90	48
Teset basıncı	: 25 kg/cm ² : 48 kg/cm ² - 153 kg/cm ² (Ebada göre değişmektedir)	1"	33,4	3,40	48
		1 1/4"	42,2	3,60	83
Maksimum kullanma sıcaklığı	: 200 °C	1 1/2"	48,3	3,70	83
		2"	60,3	3,90	161
Kullanım sınırı	: Basınç (Atü) x sıcaklık (°C) < 7.200 olmalıdır.	2 1/2"	73,0	5,20	171
		3"	88,9	5,50	153
Çap aralığı	: 1/2" (21,3 mm) - 6" (168,3 mm)	4"	114,3	6,02	130
		5"	141,3	6,55	116
Kullanım yerleri	: Doğal gaz ve petrol hatları	6"	168,3	7,11	105
					28,22

Tablo 88. DOĞAL GAZ BORULARI (API 5L)

5.3 BORU BAĞLANTILARI

Boru bağlantıları Türk Standartları ve Alman Normları-na göre kaynaklı, vidalı ve flanşlı veya rakorlu olabilir.

5.3.1 Kaynaklı Birleştirme

Doğal gazda en güvenilir bağlantı biçimi kaynak olup 1" çaptan büyük borularda, özellikle bina bağlantı hatları, kazan dairesi hatları, ana dağıtım hatları ve düşey kolonlarda kaynaklı bağlantı yapılmalıdır. DN 65 mm ve daha büyük çaplı boruların bağlantılarının kaynakla yapılması şarttır. Aynı şekilde yeraltına gömülecek borular da kaynaklı bağlantılı olmalıdır. DN 80 ve üzerindeki borularda elektrik ark kaynağı kullanılacaktır. Kaynak işlemi TS 6868-1 EN 287-1'e göre sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılmalıdır.

Kaynak noktalarında yetersiz nüfuziyet, yapışma noksanlığı, soğuk bindirme, yakıp delme hatası, cüruf hataları, gözenek hataları, çatlak hataları, yanma çentiği oluşumu kontrol edilmeli, bu tip kaynaklar düzeltilmelidir.

5.3.2 Vidalı Bağlantılar

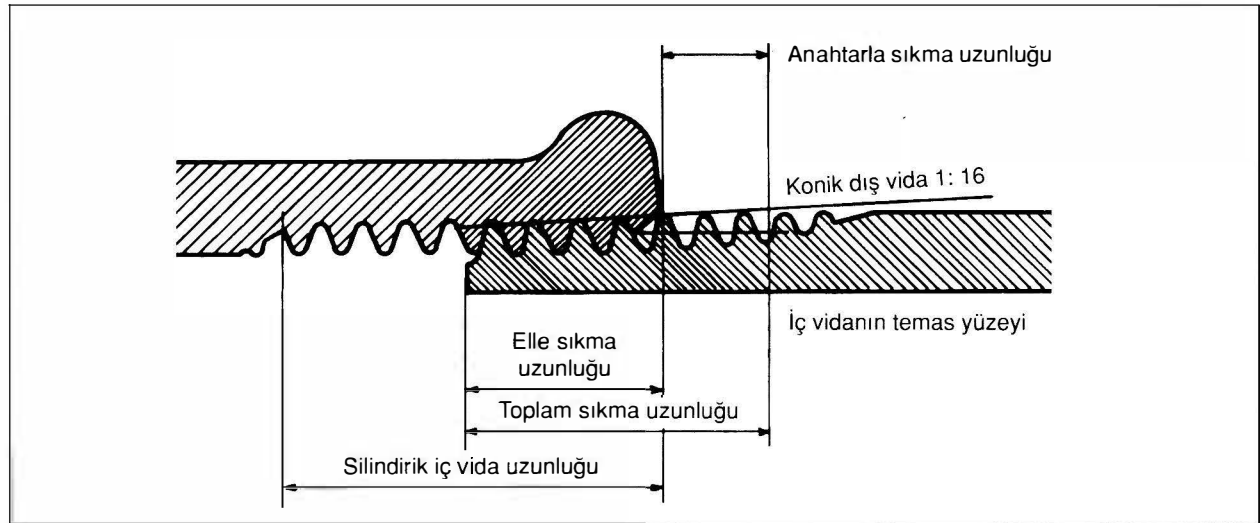
Gaz sayaç hattı, tüketim hattı ve sorti hatlarında ise vidalı bağlantı tesisat kolaylığı açısından büyük avantaj sağlar. Rakorlu ve flanşlı bağlantıların kolay sızdırabilecekleri dikkate alınarak, sıva altında kullanılması standartlarca yasaklanmıştır. Tesisatta bu tür bağlantılar mümkün olduğunca az kullanılmalıdır.

Vidalı bağlantılar DIN 2999'a göre yapılmalıdır. Boru ile fittings arasındaki vidalı bağlantı aşağıda ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Boru uçları ve nipel, redüksiyon,

kuyruklu dirsek gibi erkek fittingte kullanılan konik dış vida dişleri üç bölümden oluşur.

- Ölçü düzleminden vida ucuna olan ölçme uzaklığı veya elle sıkma uzunluğu. Dış vida dişli elemanlar en düşük toleranslı silindirik dişli elemanına bile kolaylıkla montajına ve sızdırmazlık için kullanılan keten, macun gibi elemanların arada bulunmasına imkan sağlayacak toleranstadır.
- Tam sızdırmazlık uzunluğu. Bu bölgedeki dişler tam oluşmuştur. En yüksek toleranstaki iç vida dişli elemanının bile sızdırmazlık sağlayacak derecede sıkılmasını ve dişlerin birbirine tam uyumunu temin edecek uzunluktadır.
- Kesik dişlerden oluşmuş vida sonu bölgesi. Bağlantıda kesinlikle kullanılmaması gerekli bölgedir. Dış vida dişli elemanının bu bölgeye girecek derecede aşırı sıkılması, oluşan sızdırmazlığın tekrar bozulmasına ve fittingsin çatlamasına neden olabilir. DIN 2999'a uygun silindirik iç vida dişli ile konik dış vida dişinin birbirine bağlantısı Şekil 89'da gösterilmiştir. Fittings elle sıkma bölgesi sonuna kadar elle sıkıldıktan sonra anahtar ile sıkılarak vidalama bölgesi sonuna kadar getirilmelidir. Ancak vida sonu bölgesindeki yarım dişler iç vidadaki havşa başlangıç noktasından daha ileri kesinlikle vidalanmamalıdır. Aksi halde sızdırmazlık tekrar bozulur ve fittings aşırı zorlanma nedeni ile çatlayabilir.

Fittings boyutlarına göre el ile sıkma boyu, anahtarla sıkma boyu ve toplam montaj boyları Tablo 90'da verilmiştir.



Şekil 89. DIN 2999'A GÖRE VİDA UZUNLUĞU

Anma çapı	(mm)	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
	(inç)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Toplam sıkma uzunluğu	(mm)	10	13	15	17	19	19	24	27	30	36
Elle sıkma uzunluğu	(mm)	6	8	10	10	11	13	17	18	21	26
Anahtar ile sıkma uzunluğu (devir)		2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	3 1/4	4	4	4 1/2

Tablo 90. DIN 2999'A GÖRE BORU VİDALARI ORTALAMA SIKMA UZUNLUĞU

Vidalı bağlantıda sızdırmazlık geniş ölçüde metalik temasla sağlanır. Dış yüzeylerdeki küçük pürüzlerin neden olabileceği sızmaları önlemek için bir miktar sızdırmazlık elemanına gerek vardır.

- Su tesisatlarında sızdırmazlık elemanı olarak keten ve sülyen boya kullanılır. Ancak doğal gaz halinde, doğal gaz kuru olduğu için keteni ve boyayı kurutur ve sızdırmazlık zamanla bozulabilir. Bunun için doğal gaz tesisatında ketenle birlikte mutlaka kurumayan dolgu elemanı kullanılmalıdır.
- Şartname tarafından izin verilen sızdırmazlık elemanı olarak PTFE sızdırmazlık bandları (teflon bandları) kullanılabilir. Fittings geri döndürüldüğünde bandın sızdırmazlık özelliği kaybolur. Bu duruma montaj sırasında özen gösterilmelidir. Türkiye’de piyasada bulunan teflon bandlar 0,40 gr/cm³ yoğunluktadır. Bunların doğal gazda kullanımı yasaktır. Doğal gazda kullanılacak teflon bandlar 1,5 - 2 gr/cm³ yoğunlukta olmalı ve yeterli kalınlıkta sarılmalıdır.

5.3.3 PE Boru Birleşmeleri

Gaz teslim noktasından sonra toprak altına çekilecek doğal gaz boru hattının PE olması halinde birleştirme elektrofüzyon tekniği ile yapılacaktır. Bina bağlantı hatlarında toprak altında kalan PE borunun ucuna eklenen T veya dirsekli dikme, çelik boruyla yapılmalıdır. Toprak üstünde kalan PE boru dış darbelere ve etkilere karşı dayanıklı bir muhafaza içine alınmalıdır.

5.3.4 Bakır Boru Birleşmeleri

Bakır boru tesisatlarında birleştirme için sert lehim tekniği kullanılmalıdır. Lehimleme işleminden sonra soğuma gerçekleşene kadar lehim noktası titreşim, darbe ve zorlanmalara maruz kalmamalıdır.

5.4 YER ALTI GAZ BORULARI

Doğal gaz boru hattının güzergah seçimi esnasında, boru hattı yakıt depoları, drenaj kanalları, elektrik kabloları, kanalizasyon vb. yerlere *Tablo 91*’de belirtilen mesafelerden daha yakın olmamalı, mekanik hasar ve aşırı gerilime maruz kalmayacağı emniyetli yerlerden geçirilmelidir.

Paralel veya dikine geçiş	Minimum mesafe
Elektrik kabloları	50 cm
Kanalizasyon boruları	Dikine geçiş = 50 cm
Agresif akışkan boruları	Parelel geçiş = 100 cm
Oksijen boruları	
Metal borular	50 cm
Sentetik borular	30 cm
Açık sistemler (kanal vs.)	Dikine geçiş = 50 cm
	Parelel geçiş = 150 cm
Diğer altyapı tesisleri	50 cm

Tablo 91. BORULARIN GEÇECEĞİ GÜZERGAHTA BIRAKILMASI GEREKLİ MİNİMUM MESAFELER

Yer altına yerleştirilen çelik borular PE kaplama (hazır PE kaplı veya sıcak PE sargı) ve katodik koruma ile korozyona karşı koruma altına alınmalıdır. Hazır PE kaplı borular yer altına tesis edilmeden önce kaplamada hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sıcak PE sargı uygulamasında ise, uygun kaplama yöntemi kullanılmalı ve önce boru üzerindeki hadde pası, korozyon ürünleri, yağ ve nem tamamen giderilmeli, işlem esnasında sargı malzemesine hasar verilmemeli, sargıda pot veya boşluk olmamalıdır. PE kaplama, borunun toprak seviyesinden çıktığı yerden en az 60 cm yukarıya kadar devam etmelidir. Çelik boruların tesisinde TS 10038 dikkate alınmalıdır. Çelik boruların birbirine eklenmesi kaynak ile, polietilen borularda ise elektrofüzyon tekniği ile olmalıdır. Toprak altına dönecek doğal gaz hattı için gerekli olan tranşe derinlikleri *Şekil 92* ve *Şekil 93*’de verilmiştir. Kullanılacak olan ikaz bandı en az 20 cm genişliğinde, sarı renkli zemin üzerinde kırmızı ile “187 DOĞAL GAZ ACİL” ibaresi bulunur şekilde olmalıdır.

Geri dolgu işlemi esnasında boru altına, boşluk kalmayacak şekilde sarı kum ile yastıklama yapılmalıdır. Boruya zarar verebilecek büyüklükte taş ve moloz yığınları dolgu malzemesi içinde bulunmamalıdır. Çelik borunun aşırı yüke maruz kalabileceği (yol geçişi, araç geçişi vb.) durumlarda tranşe derinliği artırılmalı ve boru üst seviyesinin tranşe üst seviyesine olan mesafesi 80 cm olmalıdır.

Bu derinliğin sağlanamayacağı durumlarda çelik kılıf kullanmak şartı ile tranşe derinliği en az 60 cm olmalıdır. Kılıf borusunun iç çapı doğal gaz borusunun dış çapından en az 5 cm büyük olmalıdır. Kılıf borusunun ve doğal gaz borusunun birbirine temasını önlemek için araya kauçuk veya plastik gibi ayırıcılar konmalıdır. İlâveten kılıf ve doğal gaz borusu arasına su ve yabancı madde girişini önlemek için uç kısımları kauçuk nevi bir malzeme ile kapatılmalıdır. Kılıf borusu ve doğal gaz borusunun kılıf içinde kalan kısmı da hazır PE kaplı olmalı veya sıcak PE sargı ile izole edilmelidir.

PE hatlar için, minimum tranşe derinliği 80 cm’dir. Toprak altı doğal gaz hattının, tesisat galerisi içerisinden geçirileceği durumlarda;

- Tesisat galerisi, doğal gaz hattının kontrolü yapılabilecek boyut ve biçimde olmalıdır.
- Tesisat galerisinin havalandırılması sağlanmalıdır.
- Tesisat galerisinde kullanılacak doğal gaz borusu hazır PE kaplı olmalıdır.
- Tesisat galerisinde tesis edilen doğal gaz hattı, diğer tesisatların üst seviyesinden ve minimum 15 cm mesafeden geçmelidir.
- Tesisat galerisi aydınlatması ex-proof olmalı, doğal gaz hattından daha düşük seviyede bulunmalıdır.

5.5 BİNA İÇ TESİSATI

Şekil 94’de şematik olarak bina içi tesisat, bölümleri ve elemanları gösterilmiştir.

5.5.1 Bina Bağlantıları

Bina bağlantı tesisatının tipi, şekli ve mevcut bir gaz tesisatının değişimi tamamen gaz dağıtım şirketi (İstanbul'da İGDAŞ) tarafından belirlenir ve yapılır. Servis hattı olarak da isimlendirilen bağlantı hattı, ana gaz dağıtım şebekesini müşteri iç tesisatı ile birleştiren hatır.

Bu hattın tipinin seçiminde müşteri istekleri de dikkate alınır. İstanbul projesinde servis hatları polietilen borulardan yapılmaktadır. Servis hattı bina içine girerek burada uygun ve kuru bir hacimde ana vana ve regülatörle son bulabileceği gibi, bina girişinde veya bina dışında yapılacak duvar tipi regülatör kutusu veya servis kutusunda da bitebilir. Vana ve regülatör bu kutuya yerleştirilmiştir. İGDAŞ uygulaması daha çok ikinci biçimde, yani regülatör kutusu kullanmak biçiminde olmaktadır. Şekil 95'de servis kutusu ve bina bağlantı hattı gösterilmiştir. Bina bağlantı hattının yer altında kalan kısmı en az 45 cm derine gömülmeli ve boru altına 10 cm boru üstüne 20 cm kum yastıklaması yapılmalıdır.

Ana Emniyet Vanası

Binaya girişin hemen ardında ve/veya servis kutusunda bir ana emniyet vanası bulunur. Bu küresel vana kolay ulaşılabilir bir yerde olmalıdır. Kazan dairesi hattındaki 50 mm'den büyük ana gaz kesme vanaları PN4 sınıfı çelik vana olmalıdır.

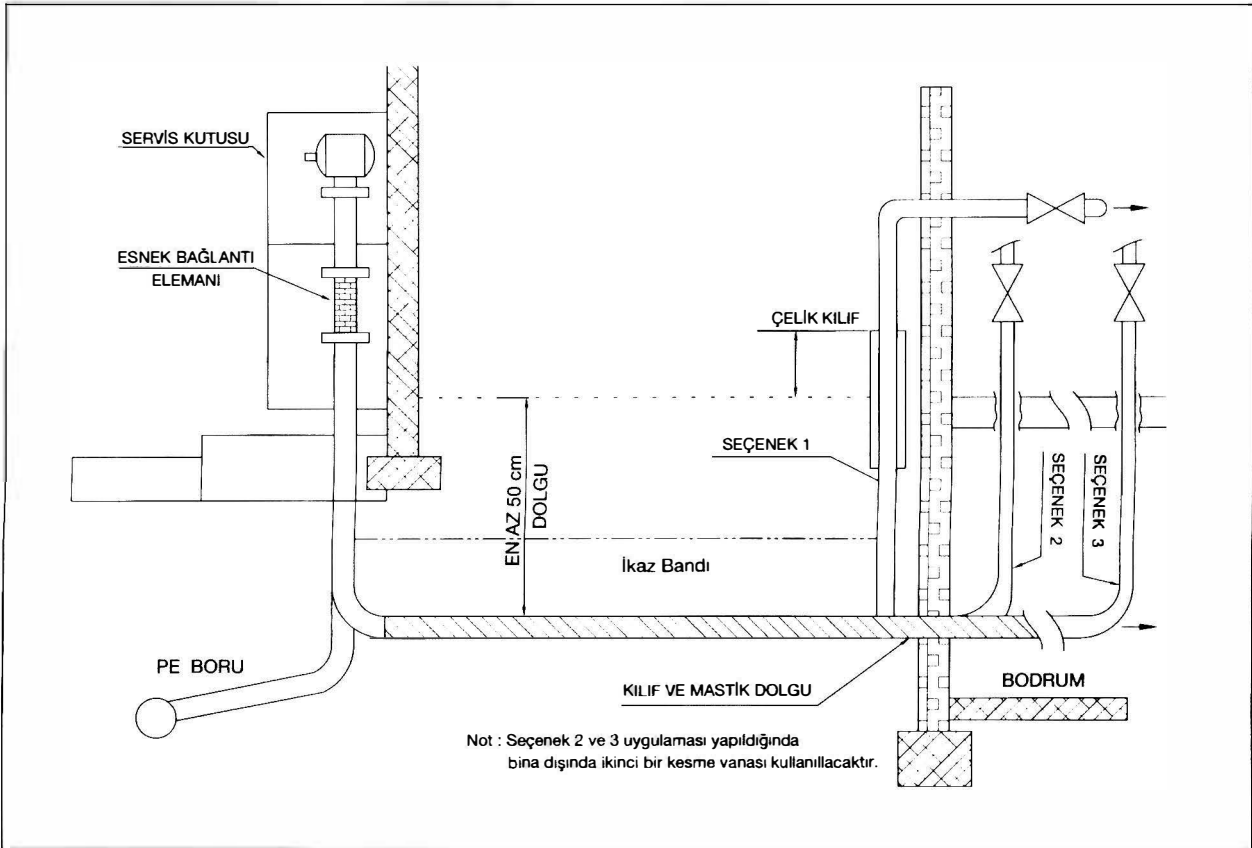
Ana kesme vanası bina dışında bir noktaya konulacak ise havalandırılmış bir kutu içine alınmalıdır. Bina bağlantı hattı, bina içinde birden fazla kolona ayrılacak ise her bir kolon için ayrıca bir kolon kesme vanası tesis edilmelidir. Kolon kesme vanaları, kolon ayırma noktasından maksimum 1 m mesafede konulabiliyor ise ayrıca bir ana kesme vanası konulmasına gerek yoktur. Ana kesme ve kolon kesme vanaları tesisata rakorlu bağlantı ile monte edilmelidir. AKV ve kolon kesme vanalarının çapı hattın çapı ile aynı olmalıdır. Yalnızca DN 65 hat üzerinde hız sınırlaması ve basınç kayıpları dikkate alınmak suretiyle DN 50 dişli vana konulabilir. DN 65 ve üzeri çaplardaki AKV ve kolon kesme vanaları, flanşlı ve tam geçişli küresel vana olmalıdır.

İzolasyon Elemanı

Metal tesisatlarda, besleme hattında olabilecek kaçak akımları önlemek amacı ile kullanılır. İç tesisat ile dış tesisatı elektrik olarak birbirinden ayırır. Ancak İstanbul uygulamasında servis hattı polietilen boru olduğundan bu elemanın önemi kalmamaktadır.

Yangın Emniyet Ventilleri

Doğal gazlı kazan dairelerinde yangın emniyeti sağlamak amacı ile kullanılan vanalara yangın emniyet ventilleri denilmektedir. Bu vanalar yangın durumunda binaya gaz beslemesini keserek, yangın nedeniyle doğal gaz tesisatında özellikle armatürlerde oluşabilecek gaz sızıntılarının önlenmesini amaçlamaktadır. Aksi takdirde yangın



Şekil 95. SERVİS KUTUSU VE BİNA BAĞLANTI HATTI

sızan gazın yanması ile daha da büyüyecektir. Ayrıca tesisattan sızan gaz hava ile karışarak patlayıcı karışım meydana getirebilir ve bu karışım daha sonra alevle temas ettiğinde bütün binanın tahrip olması tehlikesi ortaya çıkar. Yangın emniyet ventili olmaması halinde tek imkan bina girişindeki ana vananın kapanmasıdır. Ancak buraya ulaşmanın mümkün olmadığı hallerde veya bu vana yangın içinde kaldığında böyle bir kapama işlemi yapılamayacaktır. Bu gibi durumlarda tehlikeye maruz bölümlerden önce yerleştirilmiş ve kendi kendine kapanan bir yangın emniyet ventili gerekli müdahalenin yapılmasını garanti edecektir. Alman yönetmeliklerine göre; odalarda bulunan gaz yakıtlı cihazlar veya bunların yakıt bağlantı boruları, dıştan 100°C üzerinde sıcaklıklara maruz kaldığında, kendiliğinden kapanarak yakıt girişini kesen ve 650°C sıcaklığa kadar en az 30 dakika boyunca 30 lt/h debiden daha fazlasının geçmesine izin vermeyen bir düzenekle donatılmak zorundadırlar. Yangın emniyet ventilleri armatürlerden ve cihazlardan önce gaz borularına monte edilen tip ve armatürlerin ve cihazların içine monte edilen tip olmak üzere iki tiptir. Çalışma prensipleri genellikle ısı etkisi altında eriyen bir sigortanın sayesinde gaz geçiş yolunun kapanmasına dayanır.

Deprem Emniyet Ventilleri

Doğal gaz tesisatı için önemli olan deprem sırasında veya hemen sonrasında bina gaz bağlantısının kesilmesidir. Ancak şu anda genellikle gaz bağlantılarının kesilmesi insan eliyle gerçekleştirilmektedir. Doğal gaz tesisatı yönetmeliklerinde bu yönde bir zorunluluk yoktur. Ancak deprem anında otomatik olarak gazı kesen vanalar mevcuttur ve bunlar örneğin ABD deprem bölgelerinde kullanılmaktadır. Bu vanaların bilyeli mekanik tipleri çok güvenilirdir. Türkiye’de deprem riski yüksek olan bölgelerde kullanılması gündemdedir. Bina içinde binaya etkileyen kuvvetler neticesinde doğal gaz hatları kırılabilir ve kontrolüz gaz kaçaqları meydana gelebilir. Bu gaz kaçaqları sonunda oluşabilecek yangınlar depremin getirdiği olumsuz şartları artıracaktır. Kullanılacak deprem emniyet ventilleri sayesinde depremlerde binaya gaz akışı kesilecektir. Doğal gaz tesisatında deprem açısından önemli olan bir başka nokta ise, mutfak fırını, ocak vs cihazların sabit boru tesisatına çok kaliteli tip esnek hortum vb. elemanlar kullanılarak bağlanmasıdır. Esnek hortumlar yeteri kadar uzun olmalı ve cihazın depremdeki hareketlerine kopmadan izin vermelidir.

5.5.2 Bina Girişi ve İç Tesisatla Bağlantı

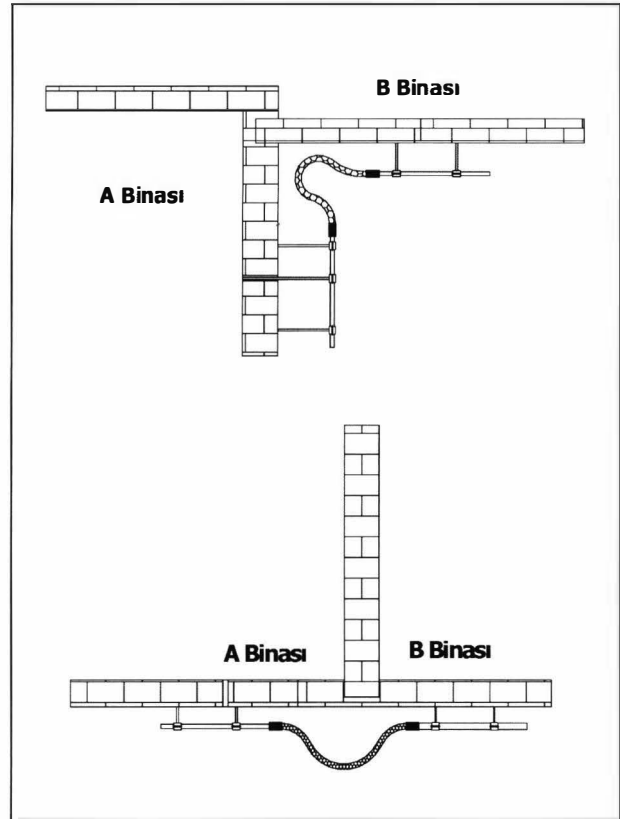
Temel ve zeminin özellikleri nedeniyle binanın dilatasyonla ayrılmış iki kısmı arasında veya bitişik iki ayrı bina arasında farklı oturma olabileceğinden, buralardaki iç tesisat boruları bu olaydan etkilenmeyecek şekilde esnek bağlantı elemanı ile bağlanmalıdır. Esnek bağlantı elemanı TS 10878’e uygun olmalıdır (Şekil 96). Bina bağlantı hatları; bina girişine yakın, yeterince

aydınlatılmış, kuru, kendi kendine havalanabilen ve kolayca ulaşılabilen bir yerden binaya girmelidir. İç tesisat ile bağlantısında hafif eksenel hareketlere imkan verilmelidir. Bu husus servis hattının rijit olması halinde daha da önemlidir. Alınabilecek önlemler;

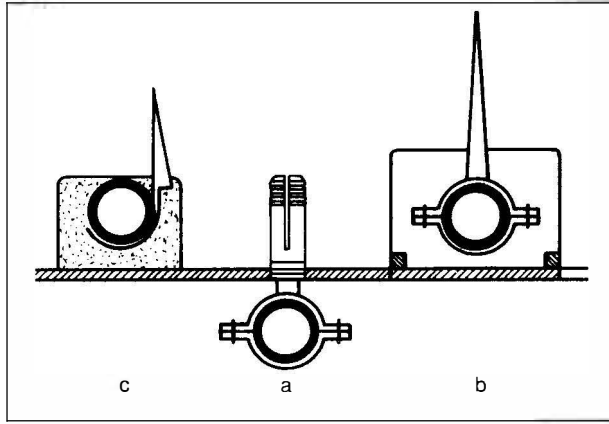
- Bina girişindeki ilk 2 m’de sabit nokta olmamalı ve mümkünse 90° dirsek bulunmalıdır.
- Vidalı birleşmeler mümkünse Z formunda düzenlenmelidir.
- Mümkünse kompensatör veya DIN 30681’e uygun esnek bağlantı kullanılmalıdır.

Gaz borusu hasara uğramayacak bir biçimde korunmuş olmalıdır.

Doğal gaz hatlarının, duvar ve döşemelerden geçişlerinde koruyucu kılıf borusu kullanılmalıdır. Duvar ve döşeme geçişlerinde gaz borusu ve koruyucu borunun eş merkezli olmasına özen gösterilmelidir. Koruyucu borunun iç çapı, gaz borusunun dış çapından en az 20 mm daha büyük olmalıdır. Koruyucu boru bina dış duvarı içine sıkı ve tam sızdırmaz bir biçimde yerleştirilmeli ve duvarın her iki yüzünden dışarıya doğru en az 20 mm taşmalıdır. Koruyucu boru ile gaz borusu arasında kalan boşluk duvarın her iki tarafından zamanla katılaşp çatlamayacak özellikte uygun macunla (TS EN 751-1, TS EN 751-2, TS EN 751-3) doldurularak tam sızdırmaz hale getirilmelidir. Koruyucu boru içinde kalan gaz borusunda ek yeri bulunmamalıdır.



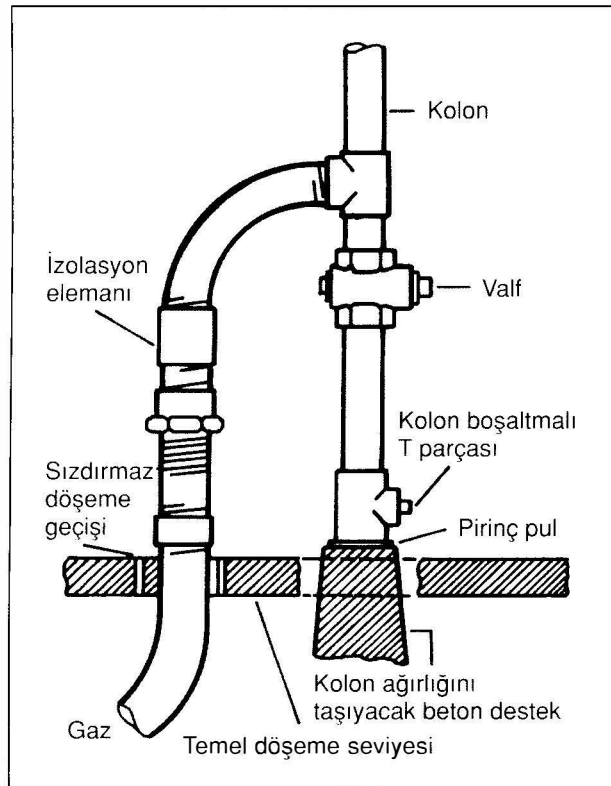
Şekil 96. DİLATASYONLA AYRILMIŞ KISIMLARDA ESNEK BAĞLANTI ELEMANI KULLANIMI



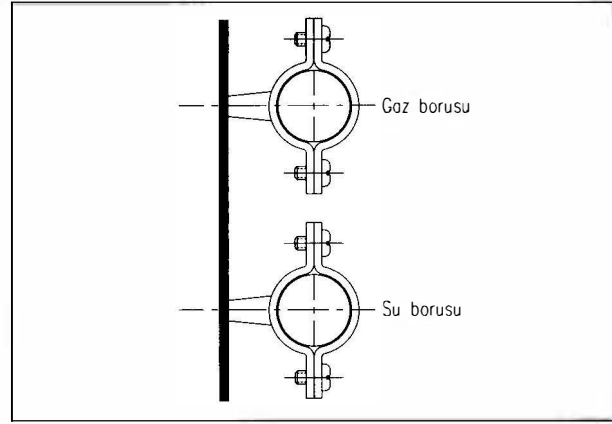
Şekil 97. BORU TESİSATI VE TESPİT ÖRNEKLERİ

Boru çapı	Yatay	Düşey
1/2"	2,0 m	2,5 m
3/4"	2,5 m	3,0 m
1"	2,5 m	3,0 m
1 1/4"	2,7 m	3,0 m
1 1/2"	3,0 m	3,5 m
2"	3,0 m	3,5 m
2 1/2"	3,0 m	3,5 m
3"	3,0 m	3,5 m
4"	3,0 m	3,5 m
6"	5,5 m	7,5 m
8"	6,5 m	8,5 m

Tablo 98. BORU KELEPÇELERİ MESAFESİ



Şekil 99. KOLON DESTEĞİ



Şekil 100. GAZ VE SU BORULARININ PARALEL ÇEKİLMESİ

5.5.3 İç Tesisatın Döşenmesi

İç tesisat hatları, bina ortak mahali olmayan yerler, kapıcı dairesi, sığınak, yakıt deposu bulunan yerler, aydınlık, asansör boşlukları, havalandırma, çatı arası, duman ve çöp bacaları ile davlumbaz içinden, asma tavan içinden, yangın merdiveninin içinden ve bitişinden geçirilmemelidir. Doğal gaz boruları işletme tarafından her zaman kolayca görülebilecek, kontrol edilebilecek ve gerektiğinde kolayca müdahale edilebilecek yerlerden geçirilmelidir.

Doğal gaz boruları ile telefon, elektrik hatları ve sıcak, kızgın akışkan boruları arasında en az 15 cm'lik bir açıklık olmalıdır. 380 V üzerindeki elektrik hatları için bu mesafe geçerli değildir.

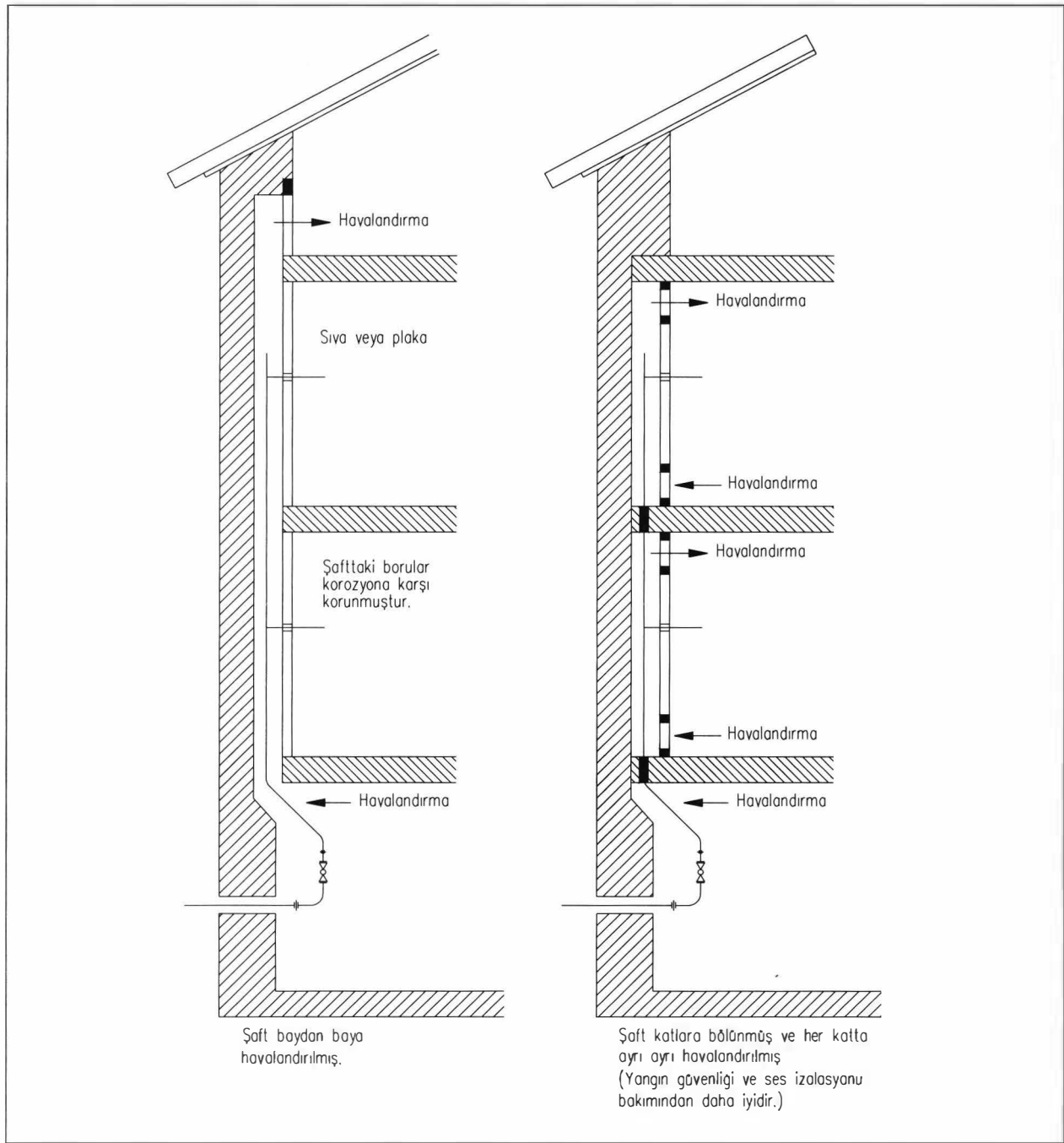
Doğal gaz boruları kendi amacı dışında (elektrik, topraklama hattı vb.) kullanılmamalıdır.

İç tesisat Alman Normuna göre:

- Duvar boyunca açığaaskı ve kelepçelerle tutturularak,
- Bir kanal içine,
- Sıva altına yerleştirilebilir.

Türkiye'deki uygulamada sıva altı tesisat kabul görmemektedir. Bu nedenle iç tesisat ya açığa veya havalandırılan bir shaft veya kanal içine uygulanmalıdır. Her üç alternatif Şekil 97'de şematik olarak verilmiştir. Binanın ortak kullanımı için bir merdiven sahanlığı olmayan veya merdiven sahanlığının doğal gaz hattının geçmesine uygun olmadığı durumlarda, doğal gaz hatları bina dış cephesinden çekilebilir. Bu gibi durumlarda doğal gaz hatları özel mahallerden geçmemelidir. Açığa döşenen doğal gaz boruları duvarlara plastik ve çelik dübelli kelepçelerle tespit edilmelidir. İç tesisat duvara paralel olmalı, düşey borular özel kelepçelerle sıkılmalı, yatay borular ise askılarla taşınmalıdır. Askı ve kelepçeler yangına dayanıklı olmalıdır.

Kelepçeler arası mesafe Tablo 98'de verilmiştir. Kelepçeler mümkün olduğu kadar cihazlara ve dirseklerle yakın yerleştirilmelidir. Kelepçeler boruyu zedelememelidir. En iyisi kelepçe noktalarında boru bantla sarılarak korunmalıdır. Kelepçeler, bağlantı



Şekil 101. ŞAFTLARA GAZ BORULARININ YERLEŞTİRİLMESİ

elemanları ve bağlantı noktalarına tesbit edilmemelidir. Katlar arasında döşeme geçişlerinde boru rüberoit ile sarılmalı ve bir koruyucu kılavuz boru içinden serbestçe geçirilmelidir. Koruyucu boru ile döşeme arası sızdırmaz olmalı ve yıkanan hacimlerde, koruyucu boru 2-3 cm. döşemeden yüksek olmalıdır. Kolonların taşınması için Şekil 99'daki gibi bir önlem alınabilir. Dairelere girişlerde ve daire içinde duvar geçişlerinde, boru döşendikten sonra uygulamada genellikle alçı ile boşluk doldurulmaktadır. Bu kesinlikle YANLIŞTIR. Alçı boruyu çürütür. En iyisi açılan boşluğu aynen muhafaza etmek ve duvarın her iki yü-

zünde boruya bir rozet geçirerek boşluğun görünmesini önlemektir.

Gaz tesisatı ne başka bir boru tesisatına mesnetlenmeli, ne de kendisi başka bir tesisatın taşıyıcısı olmalıdır.

Gaz boruları paralel tesisatlarda başka borulardan su sızmayacak ve damlamayacak şekilde Şekil 100'de görüldüğü gibi üste yerleştirilmelidir.

Açığa döşenmiş gaz tesisatları için en uygun yer merdiven boşlukları olmaktadır.

Kanal veya şaft içindeki borular ya boydan boya veya her katta havalandırılmalıdır (Şekil 101). Havalandırma için hava giriş ve çıkış delikleri bırakılır. Bu delikler

her katta veya boydan boya havalandırmada sadece şaftın en altında ve en üstünde bulunur. Delikler yaklaşık 10 cm² büyüklükte olmalıdır. Ayrıca şaftların üzerinde başka delik bulunmamalıdır. Borular korozyona karşı korunmalıdır. Kanal duvarlarında sızdırmazlık sağlanmış olmalıdır. Gaz boruları tavan içinden geçiriliyorsa, burası Şekil 102'dekine benzer şekilde doğal olarak havalandırılmalıdır.

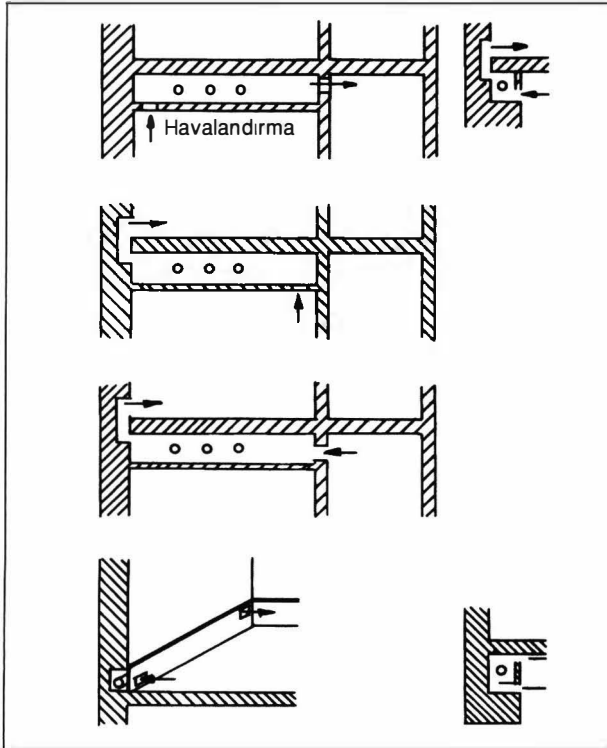
Doğal gaz tüketim cihaz bağlantısında esnek (bükülebilir) borular kullanılabilir. Bu borular gazın kimyasal etkisi ile bozulmayan malzemeden yapılmış olmalıdır. Ayrıca bu boruların kullanımı gaz dağıtım şirketi tarafından da onaylanmış olmalıdır.

Isıl genleşme en fazla ana kolonlarda etkili olabilir. 0 -30°C arasında 10 katlı bir binada 10 mm uzama oluşur. Sayaç bağlantılarının esnek yapılması halinde ilave bir önleme gerek kalmaz.

Tamamı veya bir kısmı ahşap olan binalar ile lambri kaplı mahallere tesisat yapılabilmesi için özel önlem alınmalı ve şartnamelerde belirtilen emniyet tedbirlerine uyulmalıdır.

5.5.4 Sayaçlar

Sayaçlar, ilgili görevlilerin kolayca girip muayene edebilecekleri ve göstergeleri kolayca okuyabilecekleri, ayrıca gazı rahatça kesip açabilecekleri şekilde aydınlık, havalandırılabilen, rutubetsiz ve donmaya karşı korunan çok sıcak olmayan (en çok 35°C) yerlere yerleştirilebilir. Sayaçlar yanıcı ve patlayıcı maddelerin bulunduğu yerlere yerleştirilemez. Sayaç ve bağlantı



Şekil 102. ŞAFT VE KANALLARDA UYGULAMA

boruları, duman bacaları üzerine yerleştirilmemelidir. Gaz sayaçları asansör giriş kapısı üzerine, balkonlara, konut kapıları üzerine konulmamalıdır.

Sayaçlar ortak mahalde, ait oldukları bağımsız bölümün giriş kapısına mümkün olduğunca yakın bir noktaya konulmalıdır.

Sayaçlar elektrik anahtarı, elektrik sayacı, priz, buat ve zil gibi elektrikle çalışan alet ve cihazlardan, sıcak su borularından en az 15 cm uzağa yerleştirilmelidir.

Duvara monte edilecek sayaçlar, duvar ile arasında en az 2 cm aralık kalacak şekilde uygun askı ve destekler üzerine yerleştirilmelidir. Yapı dışına konulması gerekli sayaçlar ve vanaları, koruyucu ve korozyona dayanıklı malzemeden bir kutu içine konulabilir. Sayaç kutusunun kapağı sürekli havalandırmayı sağlayacak şekilde olmalı ve sayaç göstergesi okuma penceresi bulunmalıdır. Sayaç ve sayaç vanasına gerektiğinde müdahale etmek için sayaç kutusu kilitli olmamalıdır. Her sayaç girişine kesme vanası konmalıdır. Bina merdiven sahanlıklarında sayaç vanası 1,90 - 2,10 m arasında bir yüksekliğe, bina dışına konuluyorsa rahat ulaşılacak ve herhangi bir darbeye maruz kalmayacak bir yüksekliğe konulmalıdır.

Sayaç bağlantılarında daima, Şekil 103'teki gibi sayaç giriş soldan, çıkış sağdan olur. Boru tesisatının düzenlenmesinde buna dikkat edilmelidir. Bu hususa proje çizimlerinde, montajda dikkat edilmelidir.

Körüklü tip sayaç bağlantılarında ön gerilme oluşturmayacak ve değişik tip sayaçların kullanımına imkan sağlayabilecek şekilde esnek bağlantı elemanı kullanılmalıdır. Esnek bağlantı elemanı TS 10878'e uygun olmalıdır.

Sayaç sökülmesinde statik elektrikten korunmak için sayacın giriş çıkış boruları arasında bir iletken tel ile köprüleme yapılmalıdır.

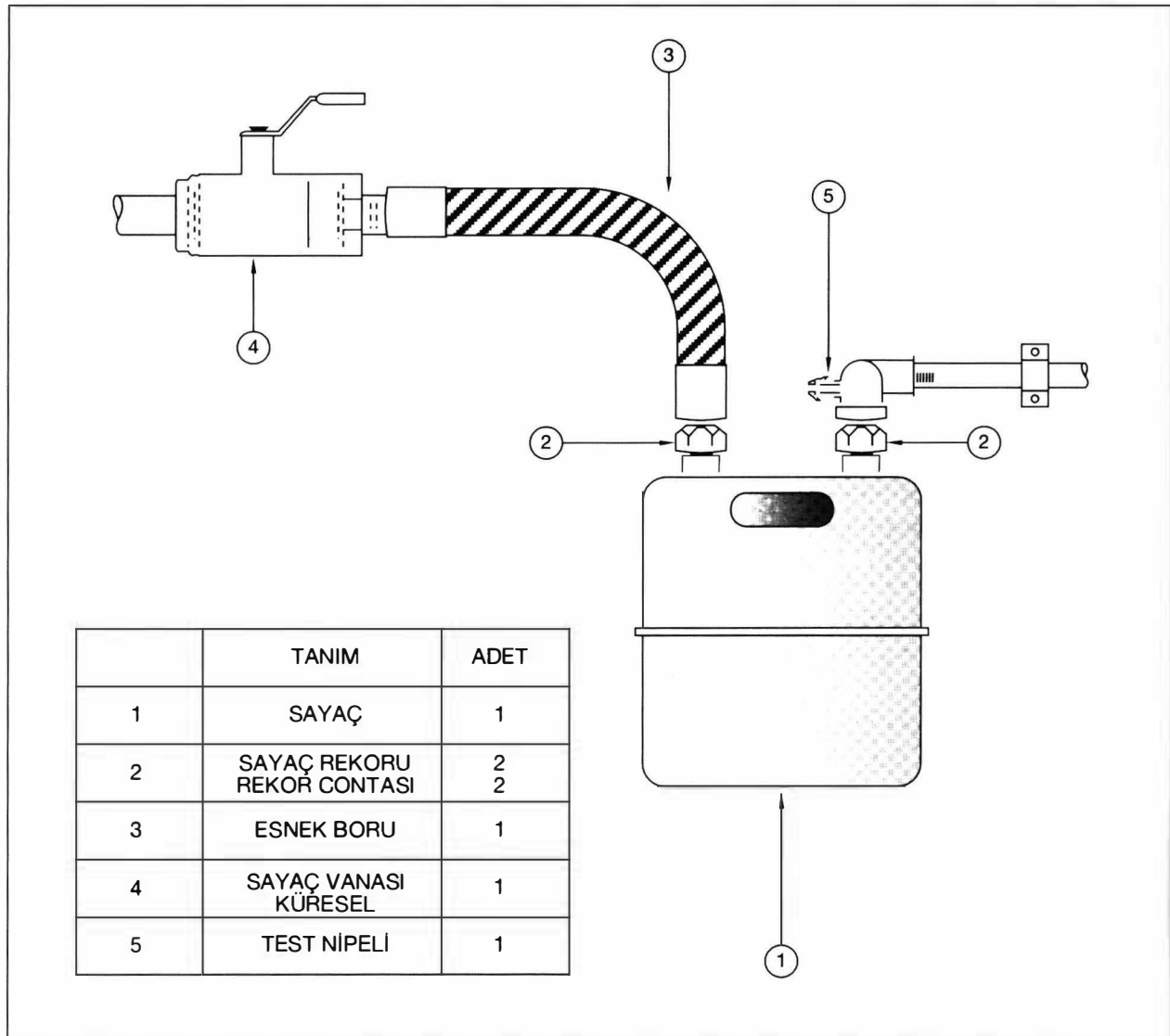
Kanal veya şaft içinden geçen doğal gaz hatları halinde sayaçlar genellikle kapalı hücrelere konulur. Sayaç hücreleri kapalı olmalı ve hücrenin altında ve üstünde en az 5 cm² kesitli birer havalandırma deliği bulunmalıdır.

Rotary ve türbinli sayaçlar imalatçı katalog ve talimatlarına göre ve yağlanabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Bu tip sayaç kullanılması durumunda sayaç öncesinde filtre bulunmalıdır. Kullanılacak olan filtrenin gözenek açıklığı 50 µm olmalıdır. Türbinli tip sayaçlarda sayaç giriş ve çıkışında 5D mesafesinde bağlantı elemanı kullanılmamalıdır.

Test nipelleri her sayaç sonrasına konulmalıdır. Test nipeli takılması için özel imal edilmiş bağlantı elemanları kullanılmalıdır.

Merkezi sistemlerde kullanılan sayaçlar kazan daireleri içine yerleştirilmemelidir.

Tablo 104'de gaz sayaçları debileri ve bağlantı çapları verilmiştir. G4 (dahil) ile G25 (dahil) arası sayaçlar körüklü tip, G40 (dahil) üzeri sayaçlar rotary veya türbin tip olmalıdır.



Şekil 103. KÖRÜKLÜ SAYAÇ BAĞLANTISI

5.6 TESİSATIN KORUNMASI

5.6.1 Boru Tesisatının Korozyona Karşı Korunması

Kuru ortamlarda açıktan geçen tesisat uygulamalarında bir korozyon koruması gerekmez. Toprak altına yerleştirilen, kanal içinden geçen ve nemli ortamlardan geçen borular korozyona karşı korunmalıdır.

Yeraltı Borularının Korozyon Koruması

Yer altına yerleştirilen çelik borular PE kaplama (hazır PE kaplı veya sıcak PE sargı) ve katodik koruma ile korozyona karşı koruma altına alınmalıdır. Hazır PE kaplı borular yer altına tesis edilmeden önce kaplamada hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir. Sıcak PE sargı uygulamasında ise, uygun kaplama yöntemi kullanılmalı ve önce boru üzerindeki hadde pası, korozyon ürünleri, yağ ve nem tamamen giderilmeli, işlem esnasında sargı malzemesine hasar verilmemeli, sargıda pot veya boşluk olmamalıdır. PE kaplama, borunun toprak seviyesinden çıktığı yerden en az 60 cm yukarıya kadar devam etmelidir.

Sayaç	Q max. m³/h	Q min. m³/h	Bağlantı çapı DN (mm)
G 1.6	2,5	0,016	20,00
G 2.5	4	0,025	20,25
G 4	4	0,040	20,25
G 6	10	0,060	25,32
G 10	16	0,100	32,40
G 16	25	0,160	32,40
G 25	40	0,250	40,50

Tablo 104. 500 mbar'A KADAR BASINCA DAYANIKLI KÖRÜKLÜ GAZ SAYACI BAĞLANTI BOYUTLARI

Yer tipi servis kutusu çıkışındaki flanşlar sıcak sargıyla izole edilecektir.

Toprak altında kalan çelik boru hatlarına TS 5141'e göre katodik koruma yapılmalıdır. Galvanik anotlarla yapılacak katodik koruma sistemlerinde galvanik anot olarak magnezyum anotlar kullanılacak ve doğal gaz tesisatı ile arasındaki mesafe minimum 150 cm olacaktır. Magnezyum anotlar TS 5141'e uygun olacaktır.

Boru çapı	Anot boyutu				
	2 lb	3,5 lb	6,5 lb	11 lb	17 lb
	0,907 kg	1,588 kg	2,948 kg	4,989 kg	7,711 kg
DN 25	150 m	260 m	480 m	760 m	1.270 m
DN 32	110 m	190 m	380 m	600 m	1.000 m
DN 40	85 m	160 m	300 m	480 m	800 m
DN 50	70 m	130 m	240 m	380 m	640 m
DN 65	55 m	100 m	190 m	290 m	490 m
DN 80	45 m	80 m	150 m	240 m	400 m
DN 100	40 m	70 m	120 m	190 m	320 m
DN 125	30 m	50 m	100 m	155 m	250 m
DN 150	25 m	40 m	80 m	130 m	210 m

Tablo 105. BORU ÇAPI VE METRAJINA GÖRE UYGUN ANOT BOYUTLARI

Magnezyum anotların kimyasal özellikleri:

Elektrod Potansiyeli (Referans Cu/CuSO₄ elektrod) :
-1500 mVolt (deniz suyu içinde)

Teorik Akım Kapasitesi : 3,94 amper. saat/kg

Anot Verimi : % 50

Çeliğe Karşı Devre Potansiyeli : 650 mV

Kullanılacağı Zeminin Özgül Elektrik Direnci :
4.000 ohm cm (maksimum) olmalıdır.

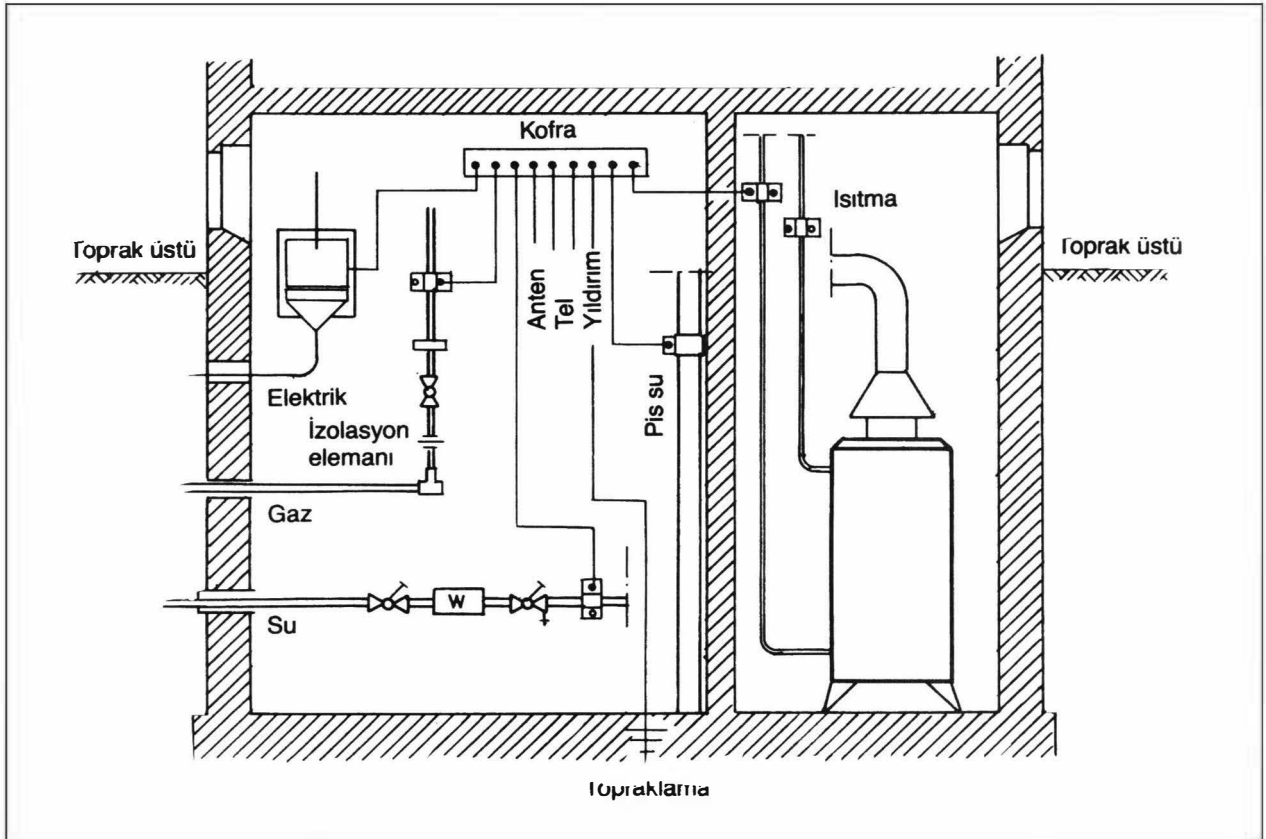
PE kaplı borularda ortalama 20 yıl katodik koruma ömrü için uygun anot boyutları, boru çapı ve metrajına göre Tablo 105'de verilmiştir.

Yer Üstü Borularının Korozyon Koruması

Kanal içinden ve nemli ortamlardan (örneğin havalandırılmayan bodrum katları) açıktan geçen çelik

boru tesisat korozyon tahribatına karşı korunmalıdır. Boru ve fittings dış açma veya diğer işlemler sırasında zedelenen kısımları sonradan korozyona karşı korunmalıdır. Bu amaçla kendiliğinden yapışan PVC folyo kullanılabilir.

Duvar geçişlerinde dolgu maddeleri ve tutturucular ile alçının tesisat üzerindeki korozyon tehlikesi genellikle yeterince bilinmez. Alçı uzun süre nemli kalırsa, çeliğe kuvvetle etki eder. Beton alçı çelik elektrokimyasal reaksiyon ortamının oluşması ile korozyon etkisi çok güçlenir. Bu ortamın oluşumu ile, alçıyla kaplı boru dış yüzeyleri şiddetle etkilenir ve kısa bir süre sonra temas korozyonu hasarı ortaya çıkar. Tehlike, galvaniz boru kullanılması halinde de geçerlidir.



Şekil 106. TOPRAK BAĞLANTILARI

Tutturma noktalarının önceden elektriksel izolasyonu ise pratikte çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Koruyucu borular, koruyucu sargı ve folyolar agresiv malzemenin her iki uçtan yaklaşık 5 cm dışına taşmalıdır. Betona gömülecek çelik gaz boruları kaynaklı olmalıdır. Her taraftan en az 1,5 cm betonla örtülü olması halinde korumaya gerek yoktur. Ancak beton katkılı olmamalıdır. Yer üstü boruları astar boya üzerine sarı renkli yağlı boya ile boyanmalıdır.

5.6.2 Topraklama

Gaz tesisat boruları, yüksek gerilimle çalışan işletmelerde koruma ve topraklama amacıyla veya paratoner sistem elemanı olarak kullanılmaz.

Tam tersine doğal gaz iç tesisatındaki potansiyel elektrik, Şekil 106'da görüldüğü gibi topraklanarak alınmalıdır. Gaz tesisatı "Bayındırlık Bakanlığı Kuvvetli ve Zayıf Akım İç Tesisat Yönetmeliği'ne" göre topraklaması yapılan binanın elektrik tesisatının topraklamasına irtibatlandırılmalıdır. Bunun sağlanmadığı durumlarda; Topraklama en az 16 mm çapında ve 1,5 m uzunlukta som bakır çubuk elektrotlar, 0,5 m², 2 mm kalınlığında bakır levha veya 0,5 m², 3 mm kalınlığında galvanizli levha ile yapılmalıdır. Bakır elektrotlar veya levhalar toprak içinde düşey olarak bütünüyle yerleştirilmeli ve en az 16 mm² çok telli (örgülü) bakır kablo ve iletken pabuç kullanılarak lehim veya kaynak ile doğal gaz tesisatına irtibatlandırılmalıdır.

Gaz tesisatında görülen izolasyon elemanı daha önce ifade edildiği gibi ev elektrik geriliminin dışardaki gaz hattına taşınmasını önlemek için kullanılır.

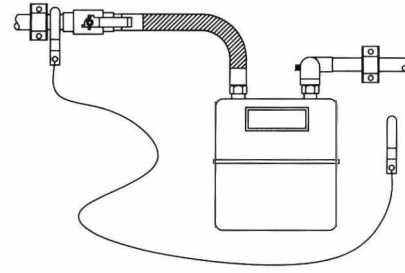
Elektrik Atlamasına Karşı Önlem

Gaz tesisatında, cihazlardaki bir hatadan dolayı, cihazdan toprağa doğru bir elektrik akımı doğabilir. Bu nedenle iç tesisat borularını veya armatürlerini tamir için takarken ve sökerken metal sürekliliğini bozmayacak şekilde geçici bir elektrik bağlantısı yapılmalıdır. Böylece tamir işlemini yapan ustanın korunması mümkün olur.

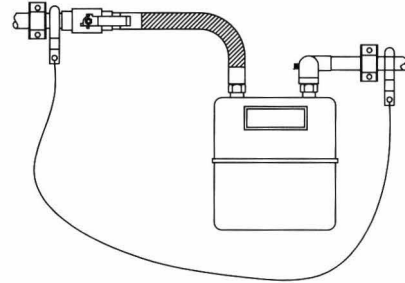
Geçici bağlantı için Şekil 107'de bir örneği görüldüğü gibi sökülecek boru, sayaç, regülatör veya armatür etrafında metalik bir köprü oluşturulur. Bu amaçla 16 mm² kesitli 3 m uzunlukta esnek izoleli bir bakır iletken kullanılır. Bağlantı klemensleri ilgili bölümü temizlenen boruya sıkıca oturmalıdır.

5.6.3 İç Tesisatın Saklanması

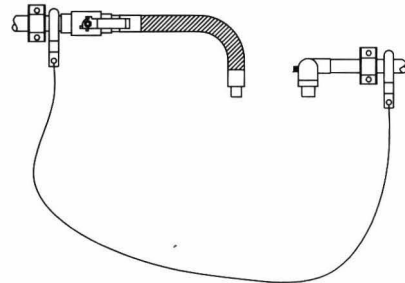
Montajı tamamlanan ancak kullanılmayan ve cihaz montajı yapılmamış tesisatlar her uçtan sızdırmaz şekilde metal kör tapan ve kapaklarla kapatılmalıdır. Vana ve klapeler kapama elemanı olarak kabul edilmezler. Ancak yay ile kendiliğinden kapanan emniyetgeç bağlantı armatürleri bu kuralın dışındadır. Bu durumda bağlantı soketi sökülü vaziyette olmalıdır.



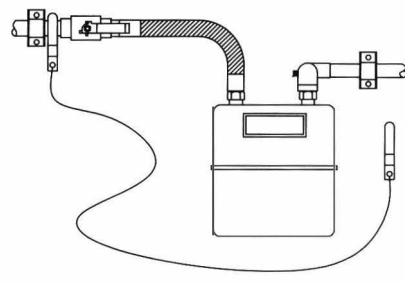
a) Birinci kısıkaçı cihaz girişine bağlayın.



b) İkinci kısıkaçı cihaz çıkışına bağla.
Böylece cihaz devreden çıkarılmadan önce tesisat elektriksel olarak köprülenir.



c) Gerekli tamirati elektrik köprüyü bazmadan gerçekleştirin.



d) Tamirat bitince önce çıkıştaki kısıkaçı çıkartarak köprüyü kaldırın.

Şekil 107. TAMİR İÇİN GEÇİCİ OLARAK ELEKTRİK ARKINA KARŞI KÖPRÜLEME

6. DOĞAL GAZ TESİSATI BORU ÇAPI HESABI

Doğal gaz tesisatları basınca göre üçe ayrılır;

- Alçak basınçlı tesisat (0 - 100 mbar)
- Orta basınçlı tesisat (100 mbar - 1 bar)
- Yüksek basınçlı tesisat (1 bar üzeri)

Konutlardaki doğal gaz iç tesisatını projelendirmede yapının büyüklüğü önemli bir faktördür. Büyük yapılarda genellikle kalorifer kazanlarına giden tesisat ile yemek pişirme ve sıcak su ihtiyacı için döşenecek iç tesisat ayrılır. Kalorifer kazanlarında büyük ölçüde gaz tüketilir. Bu durum boru çaplarının büyük olmasını gerektirir. Öte yandan hat üzerinde gaz akışını düzenleyen emniyet ve kontrol elemanları bulunur. Boru çapı büyük olursa bu elemanlar gereksiz yere pahalı olur. Bu düşünceler altında kalorifer kazanlarına giden hatta büyük basınç düşümlerine imkan vermek üzere giriş basıncı yüksek tutulur. İGDAŞ tarafından kalorifer daireleri için bina girişinde sağlanacak basınç 300 mbar'a kadar çıkabilmektedir. Halen geçerli İGDAŞ Şartnamesine göre 300 mbar basınçlı hatlarda boru içindeki gaz hızı, ses ve titreşim endişesiyle 10 m/s değeriyle sınırlandırılmıştır. Son taslakta ise bu değer 15 m/s değerine çıkarılmıştır.

Diğer iç tesisatta ise kullanılacak basınç düşümü küçük olup, bina giriş basıncı 21 mbar değerindedir. O halde büyük yapılarda bina girişinde 2 regülatör bulunacak, biri kazan dairesi, diğeri iç tesisatı besleyecektir. Kaloriferi olmayan yapılarda, küçük apartmanlarda veya villa tipi yapılarda bu ayrıma gerek yoktur. Bina tek bir regülatörden beslenecektir. Tek regülatörde çıkış basıncı 21 mbar değerindedir. 21 mbar basınçlı hatlarda ise İGDAŞ yine ses ve titreşim endişesiyle hızları 6 m/s değeriyle sınırlamaktadır.

Alçak basınç alanında doğal gazı sıkıştırılmayan akışkan olarak ele almak mümkündür. Orta ve yüksek basınç alanında ise gazı sıkıştırılabilen bir akışkan olarak ele almak gerekmektedir. Dolayısı ile her iki durumda akışı ifade eden denklemler ve çözümleri farklıdır.

Standartlar da alçak ve orta/yüksek basınçlı tesisatları ayrı ele almışlardır. Türk standartlarından TS 7363 alçak basınçlı iç tesisatı kapsar. TS 6565 ise orta ve yüksek basınçlı hatların hesabını verir. Benzer şekilde diğer bilinen standartlar da hesabı aynı biçimde ikiye ayırarak ele alır.

Boru içinde akış halinde, akışkanla cidar arasındaki sürtünme kayıpları ve yerel bağlantı elemanlarından doğan (vana, dirsek gibi) özel kayıplar dolayısıyla boru girişi ile çıkışı arasında bir basınç farkı oluşur. Bu basınç farkı veya kaybı birçok faktöre bağlı olmakla birlikte esas olarak hıza bağlıdır. Basınç kaybı hızın karesi ile orantılı olarak artar. Dolayısı ile gaz tesisatındaki boru çapları ne kadar küçük seçilirse akış hızı o kadar büyük olacak ve buna bağlı olarak

basınç kaybı, hızın karesi ile orantılı olarak artacaktır. Genel olarak tesisatta boru çapları ne kadar küçük seçilirse sistem o kadar ucuz olur. Buna karşılık kullanılması gereken basınç farkı artar. O halde boru hesabının temelini, kullanabileceğimiz basınç farkı teşkil eder. Kullanabileceğimiz basınç farkı standartlarca veya sistem şartları tarafından belirlenir. Boru çapı bu farkı kullanılabilecek şekilde hesaplayarak belirlenir. Özellikle orta basınç alanında boru çapı hesabında dikkate alınması gerekli bir başka kriter de hız değerinin kendisidir. Akış hızının belirli değerlerin üzerinde olması ses ve kavitasyon açısından istenmez.

Alçak basınç tesisatlarında, basınç kayıplarında, sürtünme ve özel kayıpların yanında dikkate alınması gereken bir başka kayıp (veya kazanç) gazın düşey hareketinden doğar. Doğal gaz havadan hafif olduğundan gazın aşağı doğru hareketinde basınç kaybı, yukarı doğru hareketinde basınç kazancı olur. Bu değer orta ve yüksek basınç hatlarında ihmal edilebilir.

6.1 İÇ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI

İç tesisat boru çapı hesabında farklı standartlar farklı yöntemler ortaya koymaktadır. Yöntemlerin farklılığı yapılan basitleştirici kabullerden kaynaklanmaktadır. Basitleştirici kabullerin en az olduğu, bu nedenle de biraz daha uzun ve yorucu yöntem Türk Standartları tarafından da kabul edilen TRGI Teknik Kurallarındaki Diferansiyel yöntemidir.

TS 7363 esas olarak TRGI Teknik Kuralların 1972 yılı baskısına dayanmaktadır. Makina Mühendisleri Odası ise TRGI 1986 baskısını tercüme ederek Gaz Tesisatı Proje Hazırlama Esasları adı altında yayınlamıştır.

Burada TRGI 1986 esas alınarak iç tesisat boru çapı hesabı anlatılacaktır.

İç tesisat hesabı aşağıdaki adımlardan oluşur;

Tesisat Planında, Boru Tesisatı, Tesisat Bölümlerine (TB) Ayrılır.

Boru hattından geçen maksimum debi, V_s 'nin veya tesisata ait parçaların sembollerinin değiştiği yerde, ilgili tesisat bölümü biter ve başka bir tesisat bölümü başlar. Tesisat bölümlerinde yerel kayıp oluşturan fittings ve armatürlerden bölümün başında olanı göz önüne alınan tesisat bölümüne aittir. En sondaki eleman ise diğer tesisat bölümünde sayılır.

Sadece karşı akım T parçası sonunda bulunduğu tesisat bölümüne ait sayılır.

Kritik Devre Seçilir.

Girişten itibaren en uzak ve en fazla gaz geçen devre kritik devredir. Kritik devredeki tesisat bölümleri numaralandırılır.

Her Tesisat Bölümü, TB İçin Maksimum Gaz Debisi, V_s Hesaplanır.

Göz önüne alınan bölümden geçen maksimum gaz debisi aşağıdaki ifade ile belirlenir.

$$V_s = (\sum V_H) f_H + (\sum V_D) f_D + (\sum V_R) f_R + (\sum V_U) f_U \quad (1)$$

Bu ifadedeki indisler;

H= Ocaklar, fırınlar

D= Şofbenler

R= Soba ve termosifonlar

U= Kombi cihazları, kat kaloriferi

(1) denkleminde V gaz tüketim cihazlarının her birinin tükettiği gaz miktarını gösterir ki buna bağlantı değeri denir. Birimi (m³/h) olarak verilir. Çeşitli gaz tüketim cihazları için verilen bağlantı değerleri *Tablo 108*'de gösterilmiştir.

Gözönüne alınan bir tesisat bölümünün beslediği aynı türden cihazların toplam bağlantı değeri $\sum V$, cihaz sayısı ile *Tablo 108*'deki bağlantı değerlerinin çarpımı ile bulunur.

Ancak bir tesisat bölümünden geçen gaz debisi bu toplam değildir. Cihazların tamamının aynı anda çalışması ihtimali çok düşüktür. O halde toplam değer cihaz türüne bağlı bir küçültücü katsayısı ile çarpılmalıdır. İhtimal hesabı ile bulunan bu katsayıya eş zaman faktörü, f adı verilir. Cihaz türüne ve cihaz sayısına bağlı f değerleri *Tablo 109*'da verilmiştir. Örneğin bir tesisat bölümüne,

5 adet fırın

5 adet şofben (27,9 kW)

20 adet soba (7kW)

bağlı ise tesisat bölümünden geçen maksimum gaz debisi,
 $V_s = 5 \times 1,2 \times 0,294 + 5 \times 3,2 \times 0,320 + 20 \times 0,8 \times 0,387 = 13,076 \text{ m}^3/\text{h}$

olarak bulunur.

TS 7363'de verilen V değerleri, düşük cihaz verimliliği kabulüne dayandığından büyüktür ve aynı zamanda f değerleri hem farklıdır hem de anlaşılır biçimde ifade edilememiştir.

Tablo 110'da çeşitli cihaz kombinasyonları için konut veya cihaz sayısına bağlı olarak maksimum gaz debisi değerleri verilmiştir. Eğer hesaplanan binadaki cihaz durumu bu tabloya uygunsa (1) denklemi yerine, değerler bu tablodan doğrudan alınabilir. Bu tabloda ayrıca tahmini çap değerleri de verilmiştir.

Basınç Kayıpları Hesaplanır.

Bina içi tesisatta kabul edilebilir toplam basınç kaybı 2,8 mbar değerindedir. Bina girişindeki regalatör ile en sondaki cihaz arasında gazın akışı için kullanılacak olan bu basınç farkının, ΔP_m hatlar arasında dağılımı şöyledir;

Bina bağlantı hattı $\Delta P_m = 0,2 \text{ mbar}$,

Dağıtım hattı $\Delta P_m = 0,3 \text{ mbar}$,

Düşey kolon hattı $\Delta P_m = 0,0 \text{ mbar}$,

Sayaç bağlantı hattı ve tüketim hattı $\Delta P_m = 0,8 \text{ mbar}$,

Cihaz bağlantı hattı $\Delta P_m = 0,5 \text{ mbar}$,

Sayaç $\Delta P_m = 1,0 \text{ mbar}$.

Bu dağılım çok dairesel binalarda hesabın sistematik bir biçimde yapılabilmesi için ortaya konmuştur. Örneğin bir villa iç tesisatında böyle bir dağılıma gerek duyulmaksızın toplam basınç kaybını kullanacak şekilde boru çapı hesaplanır.

Yukarıda verilen değerler gaz şirketince izin verilmediği sürece aşılmamalıdır.

Bina içi tesisatta gaz hızı sınır değeri ise 6 m/s'dir. Bu değer hiç bir tesisat bölümünde aşılmamalıdır. Her tesisat bölümündeki toplam basınç kaybı, ΔP aşağıdaki denklemle ifade edilir.

$$\Delta P = R \cdot L + Z \pm \Delta P_H \quad (2)$$

Bu denklemde

R= Özgül sürtünme kaybı, mbar/m

L= Boru boyu, m

Gaz tüketim cihazı	Su hacmi (litre)	Anma ısı gücü (kW)	Bağlantı değerleri V (m ³ /h)
Ocak fırın (H)	-	-	1,2
Şofben (D)	-	8,7	1,0
	-	17,5	2,0
	-	22,7	2,6
	-	27,9	3,2
Termosifon (R)	80	6,9	0,7
	120	7,6	0,8
	150	8,3	0,9
	200	10,5	1,2
Soba (R)	-	3,5	0,4
	-	4,7	0,5
	-	7,0	0,8
	-	9,3	1,1
	-	11,6	1,3
Kombi ve kat kaloriferi (U)	-	5,0	0,6
	-	10,0	1,1
	-	14,0	1,6
	-	17,5	2,0
	-	20,9	2,4
	-	23,3	2,6
	-	30,0	3,4

Tablo 108. CİHAZ BAĞLANTI DEĞERLERİ

Cihazların sayısı	Cihaz türüne bağlı olarak eş - zaman faktörü			
	f_H	f_D	f_R	f_U
1	0,621	1,000	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,800	0,883
3	0,371	0,456	0,703	0,822
4	0,325	0,373	0,641	0,782
5	0,294	0,320	0,597	0,752
6	0,271	0,283	0,564	0,729
7	0,253	0,255	0,537	0,710
8	0,239	0,234	0,515	0,694
9	0,227	0,217	0,496	0,680
10	0,217	0,202	0,480	0,668
11	0,208	0,191	0,466	0,657
12	0,201	0,180	0,454	0,648
13	0,194	0,172	0,443	0,639
14	0,188	0,164	0,432	0,631
15	0,183	0,157	0,423	0,624
16	0,178	0,151	0,415	0,617
17	0,173	0,146	0,407	0,611
18	0,169	0,141	0,400	0,605
19	0,166	0,137	0,394	0,599
20	0,162	0,133	0,387	0,594
21	0,159	0,129	0,382	0,590
22	0,156	0,125	0,376	0,585
23	0,153	0,122	0,371	0,581
24	0,151	0,119	0,366	0,577
25	0,148	0,117	0,362	0,573
26	0,146	0,114	0,357	0,569
27	0,144	0,112	0,353	0,566
28	0,142	0,110	0,349	0,562
29	0,140	0,108	0,346	0,559
30	0,138	0,106	0,342	0,556
31	0,136	0,104	0,339	0,553
32	0,134	0,102	0,336	0,550
33	0,133	0,100	0,332	0,547
34	0,131	0,099	0,329	0,545
35	0,130	0,097	0,327	0,542
36	0,128	0,096	0,324	0,540
37	0,127	0,095	0,321	0,537
38	0,126	0,093	0,319	0,535
39	0,125	0,092	0,316	0,533
40	0,123	0,091	0,314	0,530
41	0,122	0,090	0,311	0,528
42	0,121	0,089	0,309	0,526
43	0,120	0,088	0,307	0,524
44	0,119	0,087	0,305	0,522
45	0,118	0,086	0,303	0,520
46	0,117	0,085	0,301	0,518
47	0,116	0,084	0,299	0,517
48	0,115	0,083	0,297	0,515
49	0,114	0,082	0,295	0,513
50	0,114	0,082	0,293	0,512

Tablo 109. CİHAZ TÜRÜNE BAĞLI OLARAK EŞ - ZAMAN FAKTÖRÜ (f_G cihaz türü)

KONUT SAYISI	Ocak		Ocak + Şofben (27,9 kW)		Ocak + Kombi (23,3 kW)		Ocak + Kombi + 3 adet soba (4,7 kW)	
	1,2 m ³ /h	Tahmini boru çapı	1,2 + 3,2 m ³ /h	Tahmini boru çapı	1,2 + 2,6 m ³ /h	Tahmini boru çapı	1,2+3,2+3x0,5 m ³ /h	Tahmini boru çapı
1	0,745	DN 15	3,945	DN 25	3,345	DN 25	4,999	DN 25
2	1,075	DN 15	4,959	DN 32	5,666	DN 32	6,651	DN 32
3	1,335	DN 15	5,712	DN 32	7,746	DN 32	7,944	DN 32
4	1,560	DN 15	6,334	DN 32	9,692	DN 32	9,058	DN 32
5	1,764	DN 20	6,884	DN 32	11,54	DN 40	10,056	DN 40
6	1,951	DN 20	7,384	DN 32	13,32	DN 40	10,98	DN 40
7	2,125	DN 20	7,837	DN 32	15,05	DN 50	11,84	DN 40
8	2,294	DN 20	8,284	DN 32	16,72	DN 50	12,67	DN 40
9	2,451	DN 20	8,700	DN 32	18,36	DN 50	13,46	DN 40
10	2,604	DN 20	9,068	DN 32	19,97	DN 50	14,19	DN 40
11	2,745	DN 25	9,468	DN 40	21,53	DN 50	14,95	DN 50
12	2,894	DN 25	9,806	DN 40	23,11	DN 50	15,64	DN 50
13	3,026	DN 25	10,18	DN 40	24,62	DN 50	16,34	DN 50
14	3,158	DN 25	10,50	DN 40	26,12	DN 50	16,99	DN 50
15	3,294	DN 25	10,83	DN 40	27,63	DN 65	17,65	DN 50
16	3,417	DN 25	11,15	DN 40	29,08	DN 65	18,32	DN 50
17	3,529	DN 25	11,47	DN 40	30,53	DN 65	18,94	DN 50
18	3,650	DN 25	11,77	DN 40	31,96	DN 65	19,46	DN 50
19	3,785	DN 25	12,11	DN 40	33,37	DN 65	20,09	DN 50
20	3,888	DN 25	12,40	DN 40	34,77	DN 65	20,65	DN 50
22	4,118	DN 25	12,92	DN 40	-	-	-	-
24	4,349	DN 25	13,49	DN 40	-	-	-	-
26	4,555	DN 32	14,04	DN 50	-	-	-	-
28	4,771	DN 32	14,62	DN 50	-	-	-	-
30	4,968	DN 32	15,14	DN 50	-	-	-	-
32	5,145	DN 32	15,59	DN 50	-	-	-	-
34	5,345	DN 32	16,11	DN 50	-	-	-	-
36	5,529	DN 32	16,59	DN 50	-	-	-	-
38	5,745	DN 32	17,05	DN 50	-	-	-	-
40	5,904	DN 32	17,55	DN 50	-	-	-	-
42	6,098	DN 32	18,06	DN 50	-	-	-	-
44	6,283	DN 32	18,53	DN 50	-	-	-	-
46	6,458	DN 32	18,97	DN 50	-	-	-	-
48	6,624	DN 32	19,37	DN 50	-	-	-	-
50	6,840	DN 32	19,96	DN 50	-	-	-	-

Tablo 110. ÇEŞİTLİ KOMBİNASYONLAR İÇİN KONUT SAYISINA BAĞLI MAKSİMUM GAZ DEBİSİ VE TAHMİNİ BORU ÇAPI DEĞERLERİ

R.L= Sürtünme basıncı kaybı, mbar

Z= Yerel basınç kaybı, mbar

ΔP_H = Yükseklik farkından doğan basınç kaybı veya kazancı (mbar)

Boru hesabında ana kriter, her hatta meydana gelecek basınç kaybının müsaade edilebilir basınç kaybından küçük olmasıdır.

$\Delta P \leq \Delta P_m$ olmalıdır.

Basınç kayıplarının hesabı ve boru çapının belirlenmesi *Şekil 111*'de görülen hesap föyü (Föy 1) yardımı ile yapılır ve sonuçlar bu föye işlenir. Hesaba bina bağlantı hattından başlanır.

Hesap yapılacak hattın adı yazıldıktan sonra bu hattaki tesisat bölümleri, TB sıra ile ele alınırlar. Föy 1'de, 1.sütuna TB numarası yazılır. 2. sütuna bu bölümün beslediği cihazların sayıları, 3. sütuna toplam bağlantı değerleri ve 4. sütuna eş zaman faktörleri işlenir.

3. ve 4. sütun çarpımı 5. sütuna ve toplam değer de V_s olarak 6. sütuna yazılır. Eğer gözönüne alınan cihaz kombinasyonu *Tablo 110*'a uygunsa V_s değeri doğrudan bu tablodan alınarak 6. sütuna işlenebilir. 7. sütuna ise tesisat bölümündeki boru boyu L işlenir. Gözönüne alınan tesisat bölümü için boru çapı, (DN) seçilir. Hesap bir deneme yanılma yöntemine dayanmaktadır. Seçilen çaplara göre hesaplanacak toplam basınç kaybının hattaki müsaade edilen basınç kaybından küçük olup olmadığı kontrol edilir. Aksi halde yeni boru çapları seçilerek hesaplar tekrarlanır.

İlk tahmin için hızın 2 m/s mertebesinde olduğu boru çapı seçimi tavsiye edilir.

Seçilen boru çapı, (DN) 8. sütuna işlenir.

Boru Sürtünme Kaybı, R.L

Tablo 112'de ve *Şekil 113*'deki diyagramda çelik borular için, maksimum gaz debisi V_s ve boru çapı

Föy 1
Boru Çapının Tayini

Dağıtım hattı : $\Delta p_m \geq 0,3 \text{ mbar}$
 Tüketim hattı : $\Delta p_m \geq 0,8 \text{ mbar}$
 Kolon hattı : $\Delta p_m \geq 0,0 \text{ mbar}$
 Cihaz bağlantı hattı : $\Delta p_m \geq 0,5 \text{ mbar}$

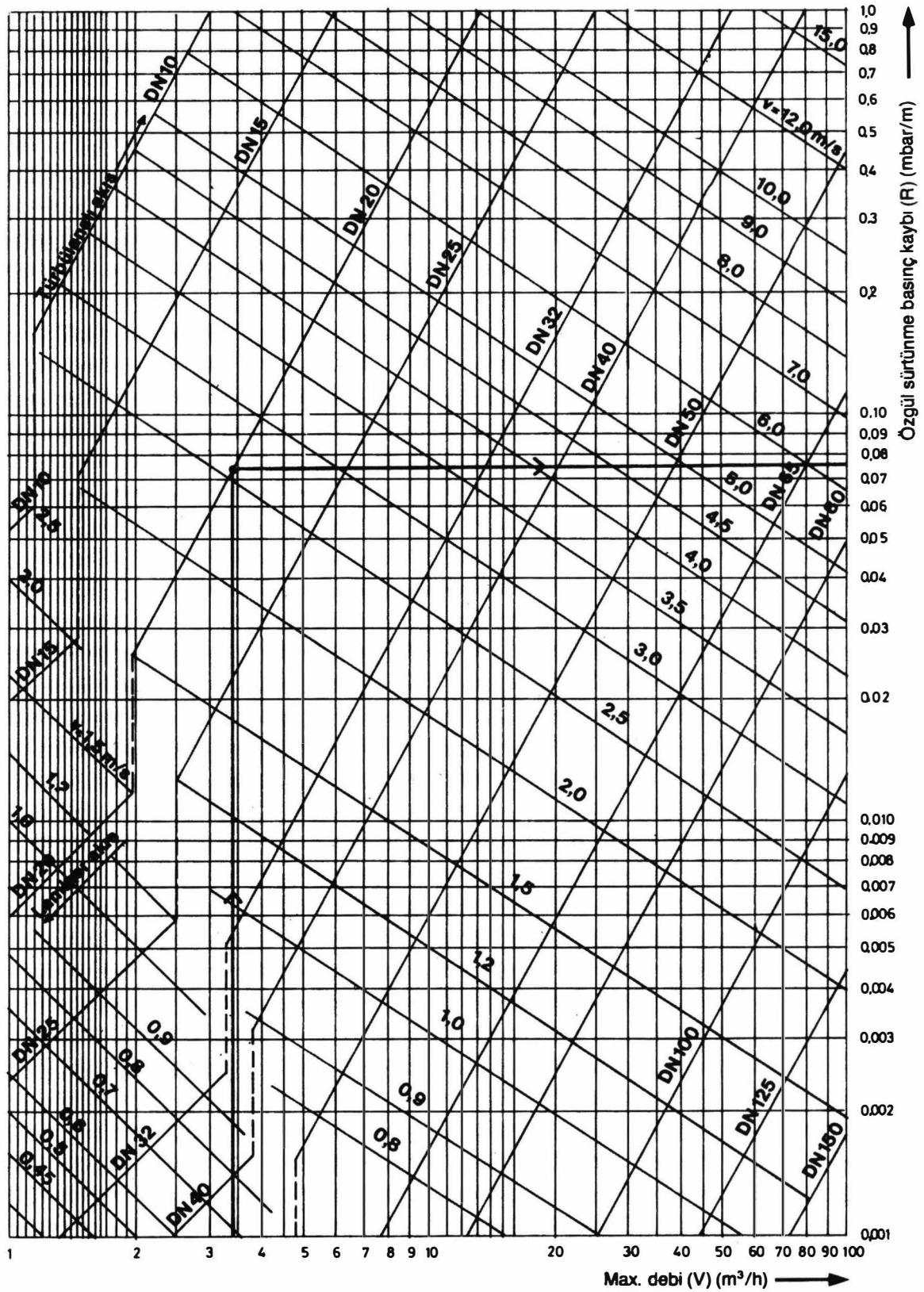
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
HAT ADI	TB	Cihaz Türü	Adet	ΣV	f	V_s	I	DN	V	R	$R \times I$	$\Sigma \xi$	Z	ΔH	Δp_H	Δp	Kontrol $\Sigma \Delta p \geq \Delta p_m$
				$\frac{m^3}{h}$		$\frac{m^3}{h}$	m		$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar		mbar	m	mbar	mbar	
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																
	H																
	D																
	R																
	U																

(1) Yukarı çıkan boru: ΔH "+" işaretli; aşağı inen boru: ΔH "-" işaretli

Şekil 111.

Vs m ³ s	DN 15		DN 20		DN 25		DN 32		DN 40		DN 50		DN 65		DN 80	
	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R
1,0	1,4	0,0192														
1,5	2,1	0,0732	1,1	0,0087												
2,0	2,8	0,1256	1,5	0,0269												
2,5	3,5	0,1916	1,9	0,0405	1,2	0,0126										
3,0	4,1	0,2716	2,3	0,0570	1,4	0,0176										
3,5	4,8	0,3651	2,7	0,0762	1,7	0,0234										
4,0	5,5	0,4723	3,0	0,0980	1,9	0,0299	1,1	0,0074								
4,5			3,4	0,1225	2,2	0,0373	1,2	0,0091								
5,0			3,8	0,1497	2,4	0,0454	1,4	0,0111	1,0	0,0052						
5,5			4,2	0,1800	2,6	0,0543	1,5	0,0132	1,1	0,0061						
6,0			4,5	0,2127	2,9	0,0640	1,6	0,0155	1,2	0,0072						
6,5			4,9	0,2481	3,1	0,0745	1,8	0,0180	1,3	0,0083						
7,0			5,3	0,2862	3,3	0,0857	1,9	0,0206	1,4	0,0095						
7,5			5,7	0,3270	3,6	0,0978	2,1	0,0235	1,5	0,0108						
8,0					3,8	0,1108	2,2	0,0265	1,6	0,0122	1,0	0,0037				
8,5					4,1	0,1244	2,3	0,0296	1,7	0,0137	1,1	0,0041				
9,0					4,3	0,1388	2,5	0,0330	1,8	0,0152	1,1	0,0046				
9,5					4,5	0,1540	2,6	0,0365	1,9	0,0168	1,2	0,0051				
10,0					4,8	0,1700	2,7	0,0402	2,0	0,0185	1,3	0,0056				
10,5					5,0	0,1867	2,9	0,0441	2,1	0,0202	1,3	0,0061				
11,0					5,3	0,2042	3,0	0,0482	2,2	0,0221	1,4	0,0066				
11,5					5,5	0,2225	3,2	0,0524	2,3	0,0240	1,4	0,0072				
12,0					5,7	0,2416	3,3	0,0568	2,4	0,0260	1,5	0,0078				
12,5					6,0	0,2614	3,4	0,0614	2,5	0,0281	1,6	0,0084				
13,0							3,6	0,0663	2,6	0,0302	1,6	0,0090				
13,5							3,7	0,0713	2,7	0,0325	1,7	0,0097	1,0	0,0026		
14,0							3,8	0,0764	2,8	0,0348	1,8	0,0104	1,0	0,0028		
14,5							4,0	0,0817	2,9	0,0372	1,8	0,0111	1,1	0,0030		
15,0							4,1	0,0872	3,0	0,0396	1,9	0,0118	1,1	0,0032		
15,5							4,3	0,0928	3,1	0,0422	2,0	0,0125	1,2	0,0034		
16,0							4,4	0,0987	3,2	0,0448	2,0	0,0133	1,2	0,0036		
16,5							4,5	0,1047	3,3	0,0475	2,1	0,0141	1,2	0,0038		
17,0							4,7	0,1109	3,4	0,0504	2,1	0,0149	1,3	0,0040		
17,5							4,8	0,1172	3,5	0,0532	2,2	0,0157	1,3	0,0042		
18,0							4,9	0,1238	3,6	0,0562	2,3	0,0166	1,3	0,0044		
18,5							5,1	0,1305	3,7	0,0592	2,3	0,0175	1,4	0,0047	1,0	0,0021
19,0							5,2	0,1374	3,8	0,0623	2,4	0,0184	1,4	0,0049	1,0	0,0022
19,5							5,4	0,1444	3,9	0,0655	2,5	0,0193	1,5	0,0051	1,1	0,0023
20,0							5,5	0,1517	4,0	0,0687	2,5	0,0202	1,5	0,0054	1,1	0,0024
21,0							5,8	0,1667	4,3	0,0754	2,6	0,0222	1,6	0,0059	1,1	0,0026
22,0									4,5	0,0825	2,8	0,0242	1,6	0,0064	1,2	0,0029
23,0									4,7	0,0898	2,9	0,0263	1,7	0,0070	1,2	0,0031
24,0									4,9	0,0975	3,0	0,0285	1,8	0,0076	1,3	0,0034
25,0									5,1	0,1055	3,1	0,0308	1,9	0,0082	1,4	0,0036
26,0									5,3	0,1138	3,3	0,0333	1,9	0,0088	1,4	0,0039
27,0									5,5	0,1224	3,4	0,0358	2,0	0,0094	1,5	0,0042
28,0									5,7	0,1313	3,5	0,0383	2,1	0,0101	1,5	0,0045
29,0									5,9	0,1405	3,7	0,0410	2,2	0,0108	1,6	0,0048
30,0											3,8	0,0437	2,2	0,0115	1,6	0,0051
31,0											3,9	0,0466	2,3	0,0112	1,7	0,0054

Tablo 112. MAKSİMUM DEBİ VE ANMA ÇAPINA BAĞLI OLARAK AKIŞ HIZI (V) VE ÖZGÜL SÜRTÜNME BASINÇ KAYBI (R) (2. gaz ailesi ve DIN 2440' a uyan çelik boru için)



Şekil 113. ÇELİK BORU SÜRTÜNME KAYIPLARI DİYAGRAMI
Örneğin; DN 20 ve V= 3,4 m³/h için R= 0,072 mbar/m, V= 2,6 m/s okunur.

Vs	12 x 1		15 x 1		18 x 1		22 x 1		28 x 1.5		35 x 1.5		42 x 1.5	
	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R
	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m
1,0	3,5	0,2371	2,1	0,0438	1,4	0,0191	0,9	0,0078						
1,5	5,3	0,4750	3,1	0,1369	2,1	0,0514	1,3	0,0117						
2,0	7,1	0,7819	4,2	0,2242	2,8	0,0838	1,8	0,0293	1,1	0,0064				
2,5	8,8	1,1549	5,2	0,3295	3,5	0,1228	2,2	0,0427	1,4	0,0149				
3,0	10,6	1,5914	6,3	0,4524	4,1	0,1680	2,7	0,0583	1,7	0,0204	1,0	0,0064		
3,5	12,4	2,0907	7,3	0,5916	4,8	0,2196	3,1	0,0760	2,0	0,0265	1,2	0,0083		
4,0	14,2	2,6504	8,4	0,7479	5,5	0,2769	3,5	0,0957	2,3	0,0333	1,4	0,0104		
4,5					6,2	0,3402	4,0	0,1173	2,5	0,0407	1,6	0,0127		
5,0							4,4	0,1410	2,8	0,0488	1,7	0,0152	1,2	0,0060
5,5							4,9	0,1663	3,1	0,0575	1,9	0,0179	1,3	0,0070
6,0							5,3	0,1934	3,4	0,0669	2,1	0,0207	1,4	0,0081
6,5							5,7	0,2224	3,7	0,0768	2,2	0,0238	1,5	0,0093
7,0							6,2	0,2536	4,0	0,0874	2,4	0,0271	1,6	0,0106
7,5							6,6	0,2858	4,2	0,0985	2,6	0,0305	1,7	0,0119
8,0							7,1	0,3203	4,5	0,1103	2,8	0,0341	1,9	0,0133
8,5									4,8	0,1225	2,9	0,0378	2,0	0,0148
9,0									5,1	0,1354	3,1	0,0418	2,1	0,0163
9,5									5,4	0,1488	3,3	0,0459	2,2	0,0179
10,0									5,7	0,1629	3,5	0,0501	2,3	0,0196
10,5									5,9	0,1774	3,6	0,0546	2,4	0,0213
11,0									6,2	0,1925	3,8	0,0592	2,6	0,0231
11,5									6,5	0,2081	4,0	0,0640	2,7	0,0250
12,0									6,8	0,2243	4,1	0,0689	2,8	0,0269
12,5									7,1	0,2411	4,3	0,0741	2,9	0,0289
13,0											4,5	0,0793	3,0	0,0309
13,5											4,7	0,0848	3,1	0,0330
14,0											4,8	0,0904	3,3	0,0351
14,5											5,0	0,0960	3,4	0,0374
15,0											5,2	0,1019	3,5	0,0396
15,5											5,4	0,1079	3,6	0,0420
16,0											5,5	0,1142	3,7	0,0444
16,5											5,7	0,1206	3,8	0,0459
17,0											5,9	0,1270	4,0	0,0494
17,5											6,0	0,1337	4,1	0,0519
18,0											6,2	0,1406	4,2	0,0545
18,5											6,4	0,1474	4,3	0,0573
19,0											6,6	0,1546	4,4	0,0599
19,5											6,7	0,1620	4,5	0,0628

Tablo 114. BAKIR BORULAR İÇİN MAKSİMUM DEBİ VE ÇAPA BAĞLI AKIŞ HIZI VE ÖZGÜL SÜRTÜNME BASINÇ KAYBI TABLOSU

DN'ye bağlı olarak gaz hızı ve özgül sürtünme basınç kaybı R değerleri verilmiştir. *Tablo 114'*de ise bakır boru için değerler verilmiştir.

Tablodan okunan v ve R değerleri sırası ile 9. ve 10. sütunlara işlenir. 7. sütundaki L ve 10. sütundaki R değeri çarpılarak bulunan sürtünme kaybı R.L değeri 11. sütuna yazılır.

Yerel Basınç Kaybı, Z

Bir tesisat bölümündeki bağlantı elemanları ve armatürlerinden doğan yerel basınç kayıpları; akış hızı (v) ve elemanların yerel kayıp katsayılarının toplamına ($\sum z$) bağlıdır. Doğal gaz için,

$$Z = 3,97 \times 10^{-3} \cdot v^2 \cdot \sum z$$

Yerel kayıp katsayıları z değerleri çeşitli elemanlar için *Şekil 115'*deki Föy 2'de verilmiştir.

Föy 2'de 1. satıra TB numaraları yazılır. Göz önüne alınan tesisat bölümünde mevcut fittings ve armatürlerin sayısı söz konusu sütuna yazılır. Sonra bu adetler karşısındaki değerleri ile çarpılıp toplanarak son satıra $\sum z$ bölümüne işlenir.

Bu değer aynı zamanda Föy 1'deki 12. sütuna taşınır. *Şekil 116'*deki diyagramdan v hız değeri ve $\sum z$ özel kayıp katsayısı değeri yardımıyla Z yerel basınç kaybı okunur ve Föy 1'deki 13. sütuna işlenir.

Yükseklik Farkından Doğan Basınç Kaybı, ΔP_H

Doğal gaz ve havanın yoğunluklarının farklı oluşu nedeniyle aşağı inen veya yukarı çıkan borularda basınç farkları oluşur. Basınç kaybı

$\Delta P_H = 0,048 \cdot \Delta H$ (mbar) (3)
şeklinde ifade edilebilir. Yukarı çıkan borularda ΔH (+)

Föy 2
Yerel Kayıp Katsayıları (ζ)

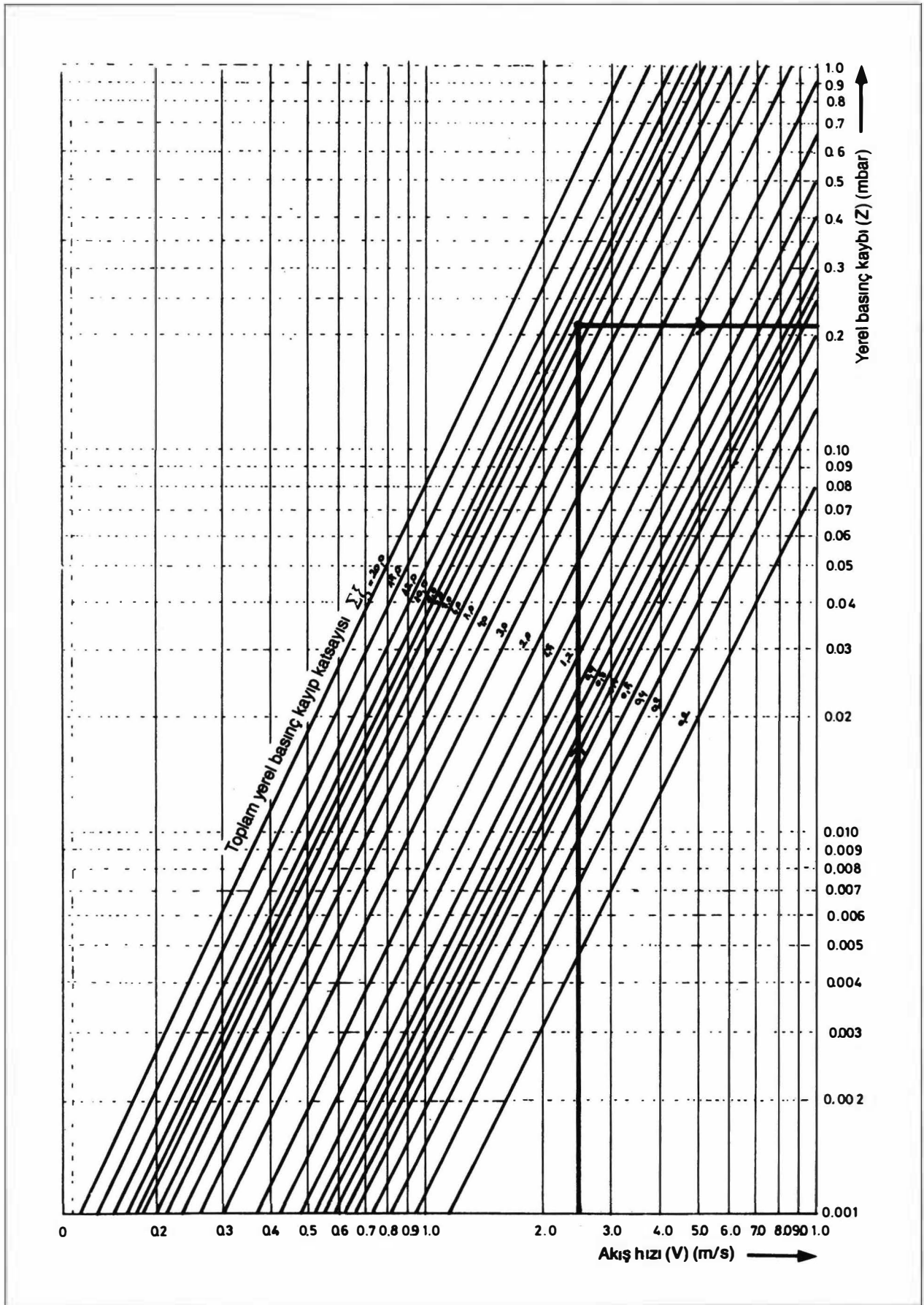
No.	Döküm bağlantı parçaları, armatürler	Basitleştirilmiş semboller	Kayıp değerler (1) (2)	Tesisat bölümü															
1	Redüksiyon (3)		$\zeta_D = 0,4$																
2	S - parçası		$\zeta = 0,5$																
3	Dirsek		$\zeta = 0,7$																
4	T - geçiş ayrılma 90°		$\zeta_D = 0,3$																
5	T - kol 90°		$\zeta_A = 1,3$																
6	Temizlik "T" parçası 90°		$\zeta_A = 1,3$																
7	T - karşıt akım 90°		$\zeta_G = 1,5$																
8	Dirsek T - geçiş ayrılma		$\zeta_D = 0,3$																
9	Dirsek T - kol ayrılma		$\zeta_A = 0,9$																
10	Dirsek temizlik "T" parçası		$\zeta_A = 0,9$																
11	Çift dirsek T - ayrılma		$\zeta_G = 1,3$																
12	+ Geçiş ayrılma parçası 90°		$\zeta_D = 1,3$																
13	+ Kol ayrılma parçası 90°		$\zeta_A = 2,0$																
14	Temizlik "+" geçiş 90°		$\zeta_D = 0,5$																
15	Temizlik "+" kol ayrılma parçası 90°		$\zeta_A = 1,3$																
16	Tek manşon Bağlantı sayaç $\begin{cases} \text{DN 25} \\ > \text{DN 25} \end{cases}$		$\zeta = 2,0$ $\zeta = 4,0$																
17	Musluk		$\zeta = 2,0$																
18	Köşe emniyet vanası		$\zeta = 5,0$																
19	Musluk (küresel)		$\zeta = 0,5$																
20	Köşe vanası (küresel)		$\zeta = 1,3$																
21	Sürgülü vana		$\zeta = 0,5$																
Tesisat bölümü toplamı $\Sigma \zeta$																			

(1) Verilen yerel kayıp katsayısı değerleri ζ sadece kaba değerlerdir. Özellikle kapatma armatürlerinde kayıp değerleri imalatçıya göre değiştiğinden, gerektiğinde imalatçının verdiği değerler alınır.

(2) İndisler kayıp değerinin, hangi akış hızlarına izafe edildiğini belirler.

(3) Redüksiyon bağlantı elemanına entegre ise redüksiyonlu bağlantı elemanı dikkate alınmaz.

Şekil 115.



Şekil 116. YEREL BASINÇ KAYIPLARI DİYAGRAMI, Örneğin; $V=2,6$ m/s ve $\Sigma\zeta=8,0$ için $Z=0,21$ mbar

işaretli, aşağı inen borularda ΔH (-) işaretli alınacaktır. Dolayısı ile aşağı inen borularda basınç kaybı, yukarı çıkan borularda ise basınç kazancı söz konusudur.

Föy 1'de ΔH işareti ile birlikte 14. sütuna ve yukarıdaki (3) denkleminde göre hesaplanan ΔP_H işareti ile birlikte 15. sütuna yazılır.

Hesabın Tamamlanması

(2) denklemi uyarınca 11., 13. ve 15. sütundaki basınç kayıpları cebrik olarak toplanmak suretiyle toplam basınç kaybı ΔP bulunur ve 16. sütuna işlenir.

Gözönüne alınan bir hatta kaç tane tesisat bölümü varsa herbiri için bu işlem tekrarlanır. Sonunda 16. sütundaki basınç kayıpları toplanarak hattaki toplam basınç kaybı bulunur. Bu değer 17. sütunda müsaade edilen ΔP_m ile karşılaştırılarak uygun olup olmadığı kontrol edilir.

Hattaki toplam basınç kaybı, müsaade edilen basınç kaybına eşit veya ondan biraz küçükse seçilen çaplar uygundur. Aksi halde hattaki boru çapları yeniden seçilerek işlem tekrarlanmalıdır.

6.2 ORTA VE YÜKSEK BASINÇLI GAZ DAĞITIM HATLARINDA BASINÇ KAYIPLARININ HESAPLANMASI

Orta ve yüksek basınçlı gaz dağıtım hatlarında basınç kayıplarının hesaplanması TS 6565'de verilmiştir. Hat basıncı 100 mbar ile 1 bar arasında orta basınç sınıfına, 1 bar değerinin üstünde yüksek basınç sınıfına girer. Bu basınç değerlerinde, özellikle yüksek basınç aralığında boru içinde akan gaz artık sıkıştırılamayan akışkan olarak kabul edilemez. Boru hattının başlangıcı ile sonu arasındaki basınç düşümü gazın kendi basıncıyla aynı mertebelerdedir. Bu nedenle ortaya çıkan hacim değişiklikleri hesapta gözönüne alınmalıdır. Bu hatlarda borunun yükselip alçalması nedeniyle olan basınç değişimleri ihmal edilebilir.

Bu hatlarda 1 ve 2 noktaları arasındaki basınç düşümü aşağıdaki denklemden hesaplanabilir:

$$(P_1^2 - P_2^2) / 2 \cdot P_1 = \lambda \cdot (L/d) \cdot (\rho_1/2) \cdot v^2 \quad (4)$$

Burada,

P_1 = Gazın girişteki mutlak basıncı (bar)

P_2 = Gazın çıkıştaki mutlak basıncı (bar)

λ = Borunun direnç katsayısı

L = Boru uzunluğu (m)

D = Boru çapı (m)

ρ_1 = Girişte gazın yoğunluğu (kg/m^3)

v = gaz hızı (m/s)

(4) eşitliği pratikteki kullanım açısından aşağıdaki biçime döndürülebilir:

$$(P_1^2 - P_2^2) = R \cdot L \cdot Q^2 \quad (5)$$

Bu denklemde

R = Basınç kayıp katsayısı ($\text{bar}^2 \cdot \text{h}^2 / \text{km} \cdot \text{m}^6$)

L = Boru uzunluğu (km)

Q = Boru girişindeki (teslimat) hacimsel gaz debisi (m^3/h)

(5) denklemi Şekil 117'de (TS 6565 de çizelge 3) grafik olarak verilmiştir.

Örnek

Nominal çapı 150 mm olan $L = 5$ km uzunluğundaki borudan geçen gazın girişteki debisi, $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{h}$ değerindedir. Gazın başlangıçtaki efektif (gösterge) basıncı 10 bar olduğuna göre bu hattaki basınç düşümünü bulunuz.

Şekil 117'den $R = 39,31 \cdot 10^{-8}$ değeri okunur. P_1 değeri mutlak basınç olarak, $10 + 1 = 11$ bar değerindedir. Değerler (5) denkleminde yerine konulursa,

$$(11)^2 - P_2^2 = 39,31 \cdot 10^{-8} \times 5 \times (6000)^2$$

$$P_2 = 7,1 \text{ bar ve } P_1 - P_2 = 3,9 \text{ bar bulunur.}$$

6.3 KAZAN DAİRESİ HATTI HESABI

6.3.1 Küçük Kazan Daireleri

Kazan dairelerini büyük ve küçük olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bu ayırmada kazan dairesinde kurulu ısı güç ve beslenen doğal gazın basıncı esas alınır. Genellikle 300 kW ısıl gücün altında, apartman ve villa kaloriferleri gibi uygulamalarda alçak basınçlı doğal gaz tesisatı kullanılır. Burada bina girişinde tek regülatör vardır ve regülatör çıkışında 21 mbar basınç elde edilir. Bu tip uygulamalarda boru çapı hesabı yukarıda anlatılan iç tesisat hesabı kapsamındadır. Ancak dağıtım hattındaki ayırımdan kazana kadar aynı çaplı boru kullanıldığında tesisatı bölümlere ayırmaya gerek yoktur. Sayaç dışında boru hattında kullanılabilecek basınç düşümünü 1,8 mbar değerindedir. Ortak dağıtım hattındaki basınç düşümünü de bu hesapta gözönüne almak gerekir.

Boru çapının hesabı amacı ile önce hız 2,5 m/s mertebesinde kalacak şekilde boru çapı tahmin edilir. Daha sonra sıra ile hattaki sürtünme kayıpları hesaplanır. Toplam basınç kaybının 1,8 mbar'dan daha az veya aynı mertebede olup olmadığı kontrol edilir. Eğer kayıp 1,8 mbar'a yakın ve daha az ise, seçilen çap uygundur. Aksi halde yeni çap değeri tahmin edilerek hesap tekrarlanır.

Örnek

Isıl gücü 30 kW ve gaz bağlantı değeri, $V = 3,4 \text{ m}^3/\text{h}$ olan villa kaloriferi boru hattı uzunluğu, $L = 15$ m, yükselti farkı, $\Delta H = -3,0$ m ve hesaplanan toplam yerel basınç kayıp katsayıları $\sum z = 8,0$ değerindedir. Kazan dairesi hattı regülatörden hemen sonra ayrılmaktadır. Buna göre boru çapı ne olmalıdır?

Boru çapı DN 20 tahmin edilirse, Şekil 113'den $R = 0,072 \text{ mbar/m}$ ve $v = 2,6 \text{ m/s}$ okunur. Buna göre, $R \cdot L = 0,072 \times 15 = 1,08 \text{ mbar}$

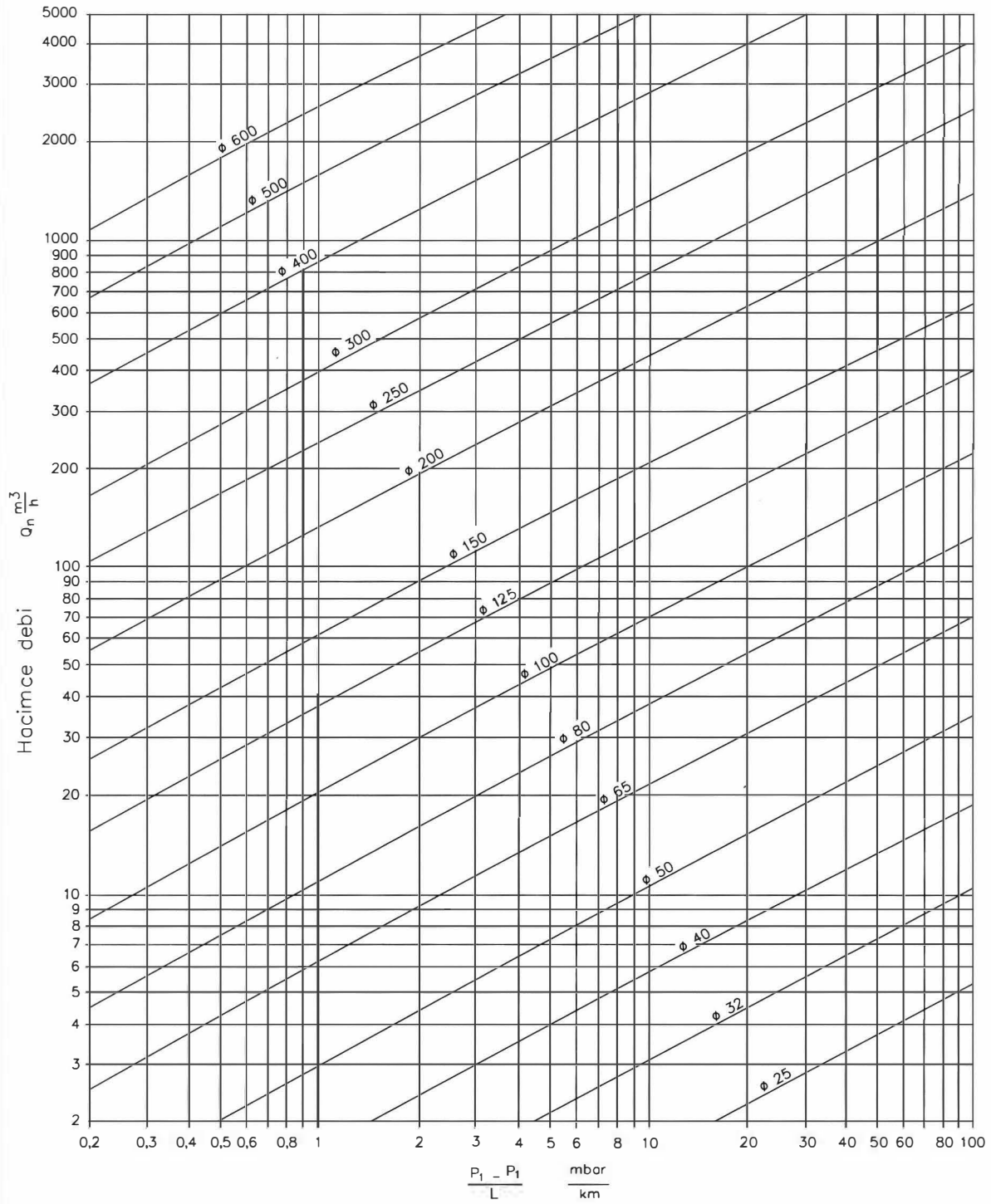
değerindedir. Şekil 116'dan ise $Z = 0,21 \text{ mbar}$ okunur. Yükselti farkından doğan basınç kaybı ise,

$$\Delta P_H = 0,04 \times 3 = 0,12 \text{ mbar}$$

bulunur. Buna göre toplam basınç kaybı

$$\Delta P = 1,08 + 0,21 + 0,12 = 1,41 \text{ mbar}$$

olup, müsaade edilen 1,6 mbar değerinden küçüktür ve uygundur. Dolayısı ile boru çapı DN 20 (3/4") olmalıdır.



Şekil 117.

6.3.2 Büyük Kazan Daireleri Gaz Kontrol Hattı Hesabı

Büyük kazan dairelerinde kurulu ısıtıl güç sınırı 300 kW olarak kabul edilebilir. Daha büyük güç gereksinimi olan kazan dairelerinin 300 mbar çıkışlı ayrı regülatörden beslenmesi tavsiye edilir. Bu durumda gaz basıncı orta basınç seviyesindedir.

Büyük ısıtıl güçlerde tesis girişindeki ana regülatörden kazana kadar olan boru hattında ve özellikle kazan önündeki "gaz kontrol hattında" basınç kaybı büyüktür. Alçak gaz basınçlı tesisattaki 1,8 mbar müsaade edilen basınç düşümü içinde kalabilmek için çapların çok büyük olması gerekir. Özellikle gaz kontrol hattındaki ekipmanların fiyatları çapla birlikte anormal derecede arttığından düşük basıncı kullanmak mümkün değildir. Gaz kontrol hattı çapı küçük tutulduğunda brülörde gaz basıncı çok düşer, yanma bozulur, hatta alev söner. Bu durumda cihaz arızaya geçer. Kontrol hattında düşük basınç emniyeti yoksa sistem tehlikeye girer. Bu nedenle daha büyük basınç düşümüne imkan vermek üzere orta basınç seviyesine geçilir. İstanbul'da 300 mbar giriş basıncı imkanı vardır. Bu basınçla girildiğinde elde yeteri kadar kullanılacak basınç vardır ve boru + gaz kontrol hattı çapı küçültülebilir.

Boru çapının ve gaz kontrol hattı çapının küçültülmesinde ikinci bir sınır ses ve titreşimle ilgilidir. Hızın karesiyle orantılı olarak hattaki ses ve titreşim de artar. Hızı sınırlayan bir başka olay da erozyondur. Yüksek hızlı gaz içindeki tozlar ve tanecikler boru iç cidarlarını ve gaz geçiş kesitlerini aşındırırlar. Bu hız değeri 36 m/s

mertebelerindedir. Ses göz ardı edilirse ve elde yeterince basınç varsa boru içinde gaz hızlarının 30 m/s değerine kadar çıkmasında hiç bir sakınca ve tehlike yoktur. İGDAŞ Teknik Şartnamesi 300 mbar hatlarda bina içi tesisatta hızı ses nedeniyle 15 m/s değeriyle sınırlamaktadır. Bu durumda eldeki basıncı yeterince kullanamama söz konusudur. Çözüm olarak gaz kontrol hattı çapını basıncı yeterince kullanacak ölçüde küçük tutarken, kazanı besleyen boru hattını, hız sınır altında kalacak biçimde seçmek yoluna gidilebilir. Gaz kontrol hattının ve boru hattının hesabında alternatif iki ana kriterden biri kullanılabilir.

a. Hız Kriteri

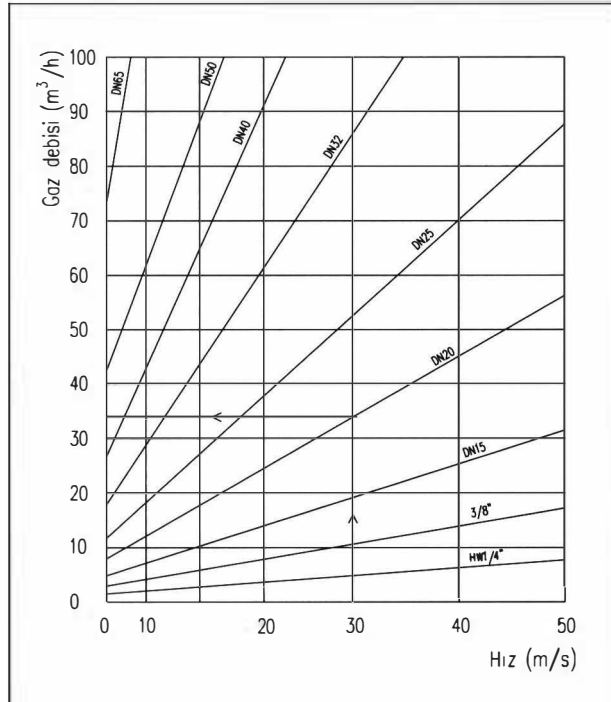
Boru hattında gaz hızını 10 m/s değerinde seçerek boru çapı hesaplanabilir. Bunun için örneğin Şekil 118'deki diyagramdan debi ve hız değeriyle çap okunabilir. Bulunan çap ve debi değeri yardımıyla da örneğin Şekil 117'den özgül basınç kaybı bulunabilir. Boru uzunluğu ve giriş basıncı bilindiğinden borudaki toplam basınç düşümü belirlenebilir.

Brülör gücü kW	MAN İki kademeli gaz brülörleri	
	20 mbar	300 mbar
45 - 85	3/4"	
75 - 100	3/4"	
85 - 130	3/4"	
100 - 200	1"	
180 - 300	1 1/4"	
260 - 315	1 1/4"	
315 - 500	1 1/2"	1 1/4"
450 - 650	2"	1 1/2"
550 - 810	2"	1 1/2"
700 - 1.020	1 1/2"	1 1/2"
900 - 1.450	3"	2"

Tablo 119 A. MAN İKİ KADEMELİ BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI ÇAPLARI

Brülör gücü kW	DREIZLER Oransal gaz brülörleri	
	20 mbar	300 mbar
40 - 80	3/4"	
25 - 120	1"	
25 - 180	1"	
50 - 400	1 1/2"	
75 - 450	1 1/2"	1 1/2"
75 - 600	1 1/2"	1 1/2"
75 - 690	1 1/2"	1 1/2"
75 - 1.154	2"	1 1/2"
90 - 1.200	2"	1 1/2"
250 - 2.050		1 1/2"
444 - 2.548		1 1/2"
444 - 3.166		1 1/2"
700 - 3.500		2"
513 - 5.319		2"
1.400 - 7.400		DN 50
1.400 - 10.500		DN 80
2.250 - 13.500		DN 80
2.500 - 13.500		DN 100

Tablo 119 B. DREIZLER ORANSAL BRÜLÖR GAZ KONTROL HATTI ÇAPLARI



Şekil 118. BORULARDA HIZ-DEBİ İLİŞKİSİ
Örnek; V= 30 m/s ve DN 20 için, debi= 34 m³/h

İGDAŞ Şartnamesinde gaz kontrol hattı boyutlandırması üzerinde durulmamaktadır. Gaz kontrol hattı brülörle birlikte üretici verilerine göre seçilecektir. Gaz teslim noktasından brülöre (gaz kontrol hattına) kadar olan boru hattı ise doğrudan hız kriteri kullanılarak seçilecektir. Basınç düşümü hesabı istenmemektedir. *Tablo 119*'da farklı brülör kapasiteleri için iki farklı brülör üreticisinin tavsiye ettiği gaz kontrol hattı boru çapları verilmiştir.

b. Basınç Düşümü Kriteri

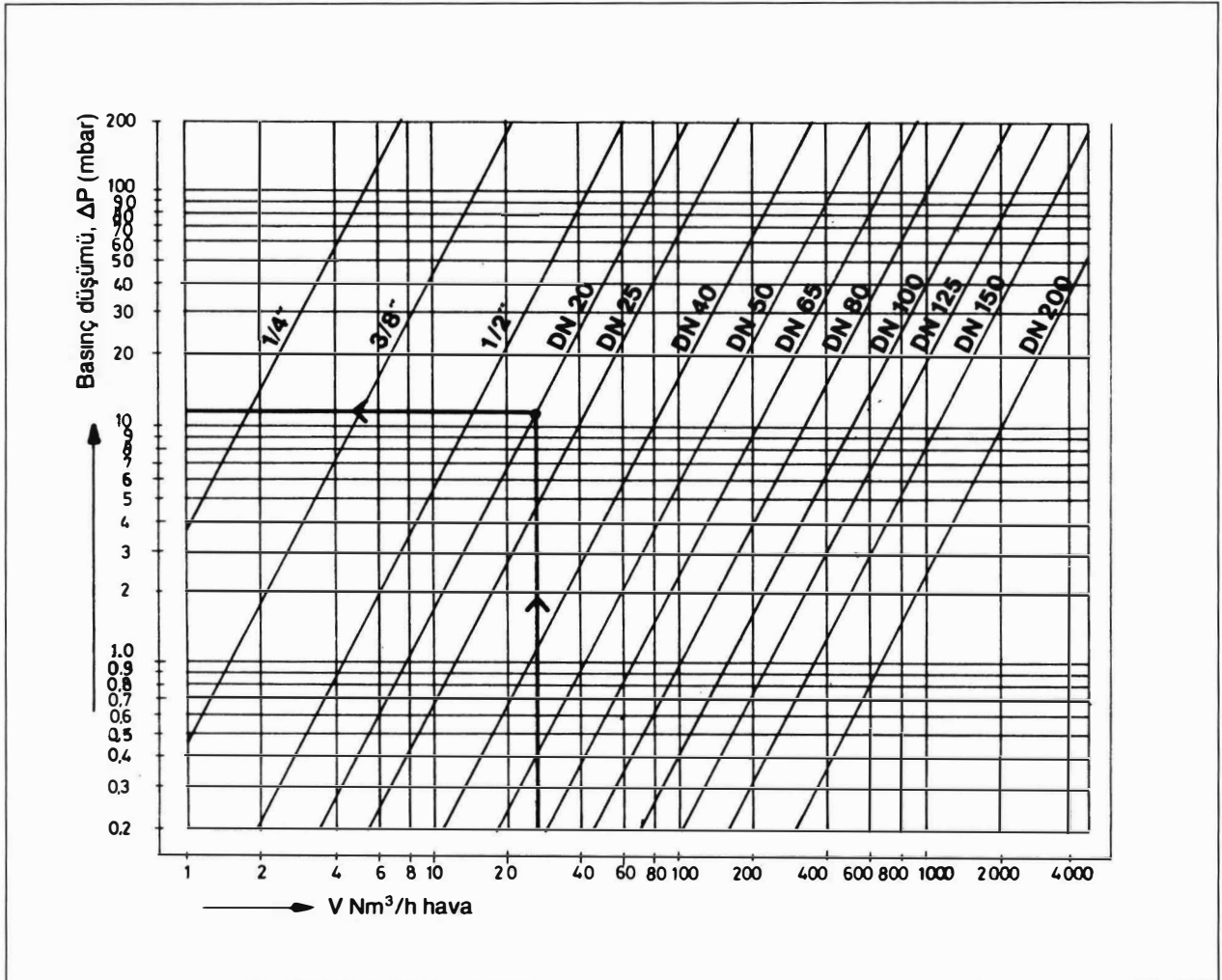
Gaz hattındaki müsaade edilen basınç, giriş basıncı ile brülörde istenilen basınç arasındaki farktır. Büyük kapasiteli brülörlerde istenilen basınç 50 mbar mertebesinde. İGDAŞ tarafından bina girişinde kazan dairesi için 300 mbar basınç sağlanırsa, müsaade edilen basınç kaybı yaklaşık 250 mbar olup, bu çok yüksek bir değerdir.

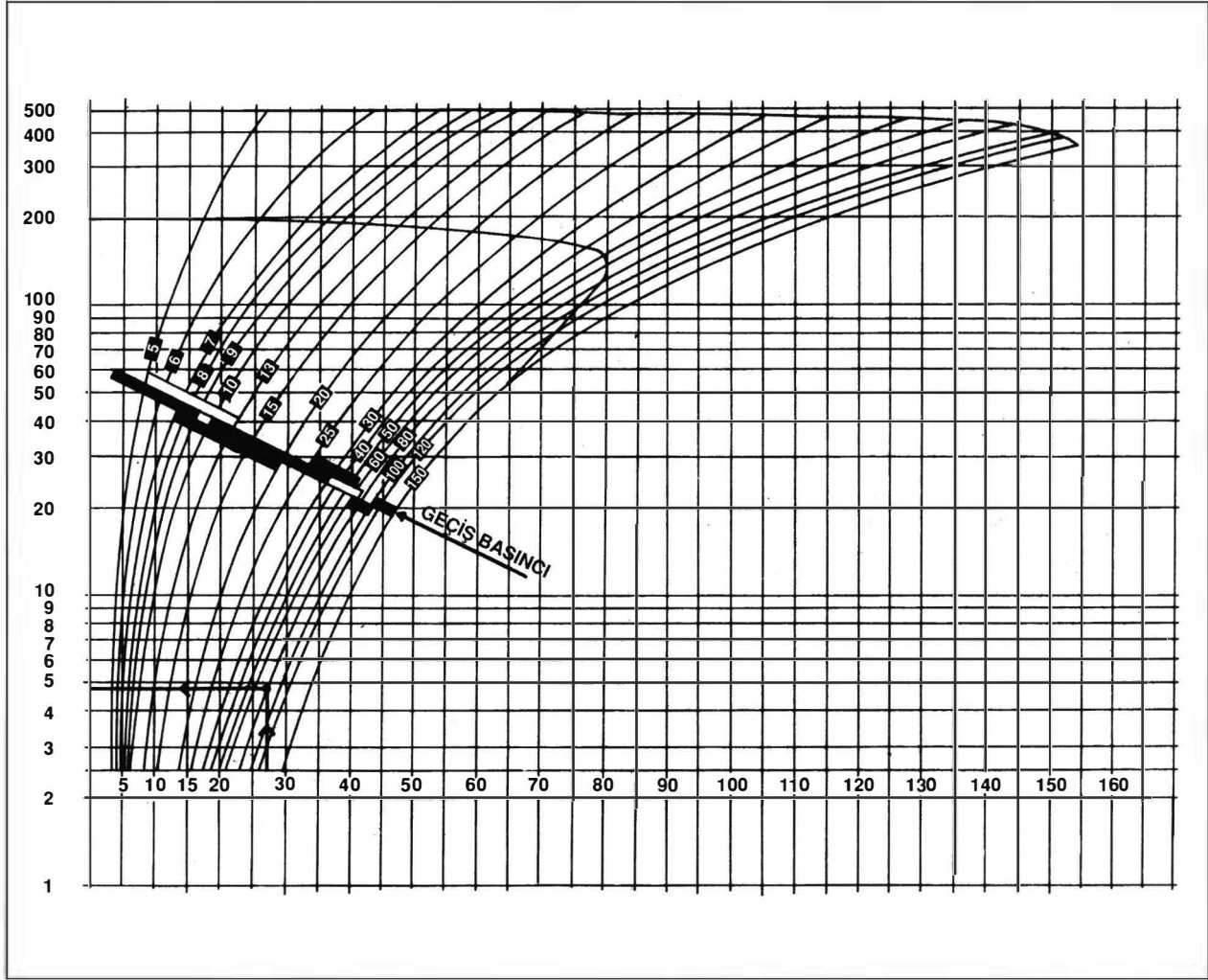
Hesap Yöntemi

- Gaz debisi belirlenir.
- Brülör gaz giriş basıncı belirlenir.
- Kabul edilecek bir hız yardımıyla *Şekil 118*'den bir boru çapı seçilir. Bu tahmin edilen bir çaptır.

- Solenoid vana basınç kaybı abağından seçilen çapa göre basınç kaybı okunur. Bu değer vana sayısı ve 1,2 türbülans katsayısı ile çarpılır. Bulunan bu kayıp brülör basıncına ilave edilerek regülatör çıkış basıncı bulunur.
- Basınç ve gaz debisine göre regülatör abağından regülatördeki basınç düşümü ve regülatör girişindeki minimum basınç değeri bulunur.
- Filtre abağından filtredeki basınç düşümü ve filtre girişindeki basınç değeri bulunur.
- Boru hattındaki kayıpları gözönüne almak için *Şekil 117*'deki grafik kullanılabilir. Bu grafikten özgül sürtünme basınç kaybı okunur. Boru çıkışındaki basınç ve boru uzunluğu bilinmektedir. Buradan girişteki basınç değeri bulunur.
- Bu basınç bina girişindeki 300 mbar basınç değerinden küçük olmalıdır. Aksi halde bir büyük boru çapı seçilerek hesap tekrarlanır.

Solenoid vana, basınç regülatörü, filtre ve kontrol vanaları gibi elemanlara ait basınç düşümü diyagramlarına örnekler sıra ile *Şekil 120*, *121*, *122 A* ve *B*'de verilmiştir. Çabuk seçim için *Tablo 119*'dan yararlanılabilir.





Şekil 121. R 3/4'' REGÜLATÖR BASINÇ DÜŞÜM ABAĞI

Örneğin; $V_{\text{gaz}} = 33 \text{ m}^3/\text{h}$ ($V_{\text{hava}} = 26,6$) ve geçiş basıncı 78,8 mbar için basınç düşümü $\Delta P = 4,8 \text{ mbar}$ okunur.

6.4 DOĞAL GAZ İÇ TESİSAT HESABI UYGULAMASI

İç tesisat hesabının daha iyi anlaşılabilmesi için bu bölümde yukarıda verilen esaslar bir örneğe uygulanacaktır. Örnek yapıda hem merkezi kalorifer sistemi, hem de dairelerdeki pişirme ve sıcak su temini ile ilgili cihazlar doğal gaz ile beslenecektir. Bu amaçla bina girişindeki kutuda iki adet regülatör bulunmaktadır. Dolayısı ile bu örnekte bina bağlantı hattı yoktur ve hesapta gözönüne alınmayacaktır. Evsel kullanım için olan regülatörde çıkış basıncı 22,6 mbar, kalorifer kazan için olan regülatör çıkış basıncı 300 mbar değerindedir.

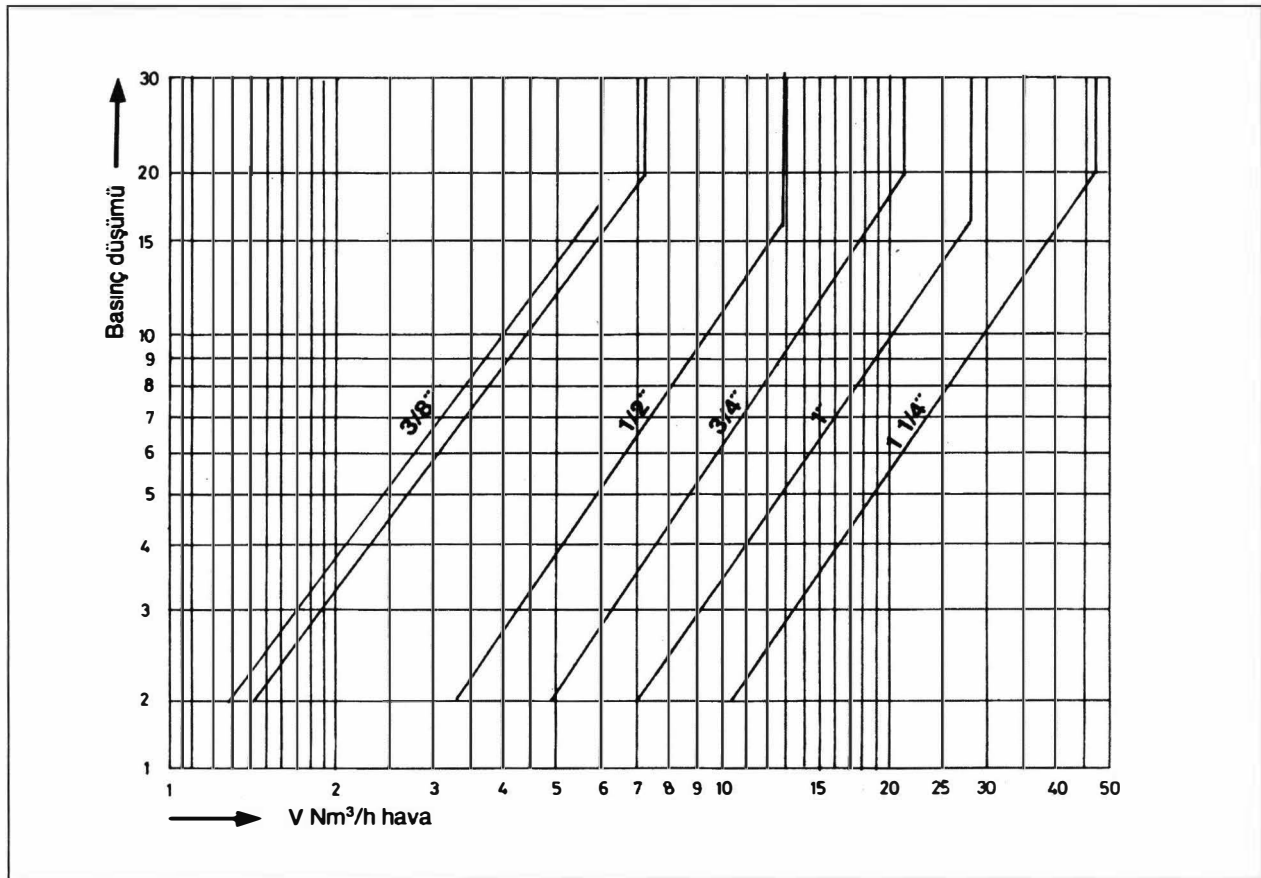
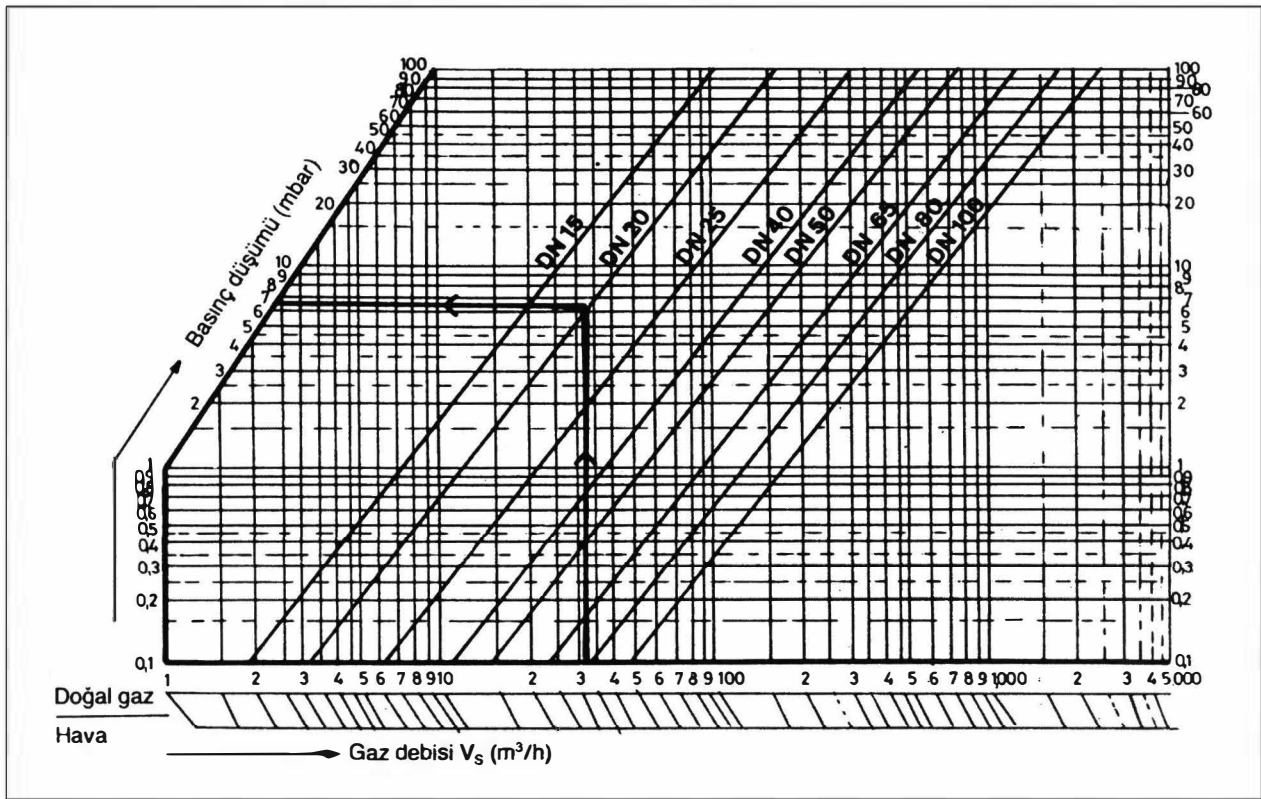
Binaya ait doğal gaz tesisat kolon şeması Şekil 124'de gösterilmiştir. Buna göre bina 1 bodrum, 1 zemin ve 10 normal kattan oluşmaktadır. Her katta 4 daire bulunmakta ve her dairede 1 şofben ve 1 fırınlı ocak bulunmaktadır. Bütün katlardaki tesisat birbirinin aynı olup, sistem iki ana kolonla beslenmektedir. Bodrum kattaki kazan dairesinde her biri 250.000 kcal/h kapasiteli iki sıcak su kazanı bulunmaktadır.

6.4.1 İç Tesisat Boru Hesabı

Tesisat Şekil 124'de görüldüğü gibi tesisat bölümlerine ayrılmış ve her bir bölüme bir numara verilmiştir. Numaralandırılmayan ve çizilmeyen diğer hatlarda, hesaplanan boru çapları aynen geçerlidir. Buna göre sistemdeki özelliği olan hatlar ve tesisat bölümleri numaraları ile birlikte Tablo 123'de verilmiştir. Bu tabloda ayrıca müsaade edilen basınç düşümü değerleri de görülmektedir.

Göz önüne alınan sistemde, kritik devre olarak 1-16 devresi ele alınmıştır. Ancak daha önce de ifade edildiği gibi kritik devrenin seçimi, sistem hatlara bölünerek hesaplar yapıldığından çok önemli değildir. Önemli olan özelliği bulunan bütün devrelerin hesaba katılmasıdır.

Hesap, Şekil 125'de görülen boru çapı hesap föyünün (Föy 1) doldurulması ile yapılacaktır. Öncelikle dağıtım hattından başlamak üzere her bir tesisat bölümündeki maksimum gaz debisi, V_s hesaplanacaktır. Föy 1'de hat adı "dağıtım" ve 1. sütuna TB_1 yazılır. TB_1 'e bağlı 46 adet fırınlı ocak ve 46 adet 27,9 kW gücünde



Hat adı	İlgili tesisat bölümleri	Müsade edilebilir basınç kaybı (mbar)
Dağıtım hattı	1+2	0,3
Kolon hattı	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	0,0
Tüketim hatları	14+15 18+19 18+22	0,8
Cihaz bağlantı hatları	16 17 20 21 23 24	0,5

Tablo 123.

şofben bulunmaktadır. Cihaz adetleri 2. sütuna yazılır. Bağlantı değerleri, ocak için *Tablo 108*'den 1,2 m³/h ve şofben için 3,2 m³/h okunur. Tesisat bölümü TB₁'den geçen toplam bağlantı değerleri, Ocak için = 1,2x 46 = 55,2 m³/h Şofben için = 3,2x 46 = 147,2 m³/h olarak bulunur ve 3. sütuna işlenir. *Tablo 109*'dan eş zaman faktörleri 46 adet ocak için 0,117, şofben için 0,085 değerindedir.

Bu değerler 4. sütuna taşınır. 3. ve 4. sütunlar çarpılarak 5. sütuna ve 5. sütun toplamı 6. sütuna yazılır. TB₁ için maksimum gaz debisi, $V_g = 19,0$ m³/h değerindedir.

Örnek binaya ait cihaz kombinasyonu *Tablo 110*'a olduğundan maksimum gaz debisi değerleri doğrudan bu tablodan da okunabilir. Aynı biçimde 1'den 24'e kadar numaralı tesisat bölümlerindeki V_g değerleri sırası ile dağıtım, kolon, tüketim ve cihaz bağlantı hatları için hesaplanır ve Föy 1'e işlenir. Bu değerleri kolon şeması üzerine de aktarmak yararlıdır.

Kolon şemasından okunan boru boyları 7. sütuna işlenir. TB₁ için boru çapı, *Şekil 113* yardımı ile yaklaşık 2 m/s hız ve 19,0 m³/h gaz debisi için, DN 65 tahmin edilmiştir. Bu çapta boruda 19,0 m³/h debisi için hız 1,5 m/s ve özgül sürtünme basınç kaybı 0,006 mbar/m okunur ve bu değerler sırası ile Föy 1'de 8, 9 ve 10 sütunlara işlenir. 7. ve 10. sütunların çarpımı olan R.L değeri (9x 0,006 = 0,054) 11. sütuna yazılır.

Yerel basınç kaybının hesabı için bağlantı elemanlarının sayısı ve cinsi bilinmelidir. Gözönüne alınan örnekte kat planları verilmediğinden, proje üzerinde

bunları belirlemek mümkün değildir. Bu elemanların cinsleri ve sayıları bu örnek için *Şekil 126*'daki Föy 2'ye işlenmiştir. Her tesisat bölümündeki toplam yerel kayıp katsayısı değerleri ise föyün son satırında görülmektedir.

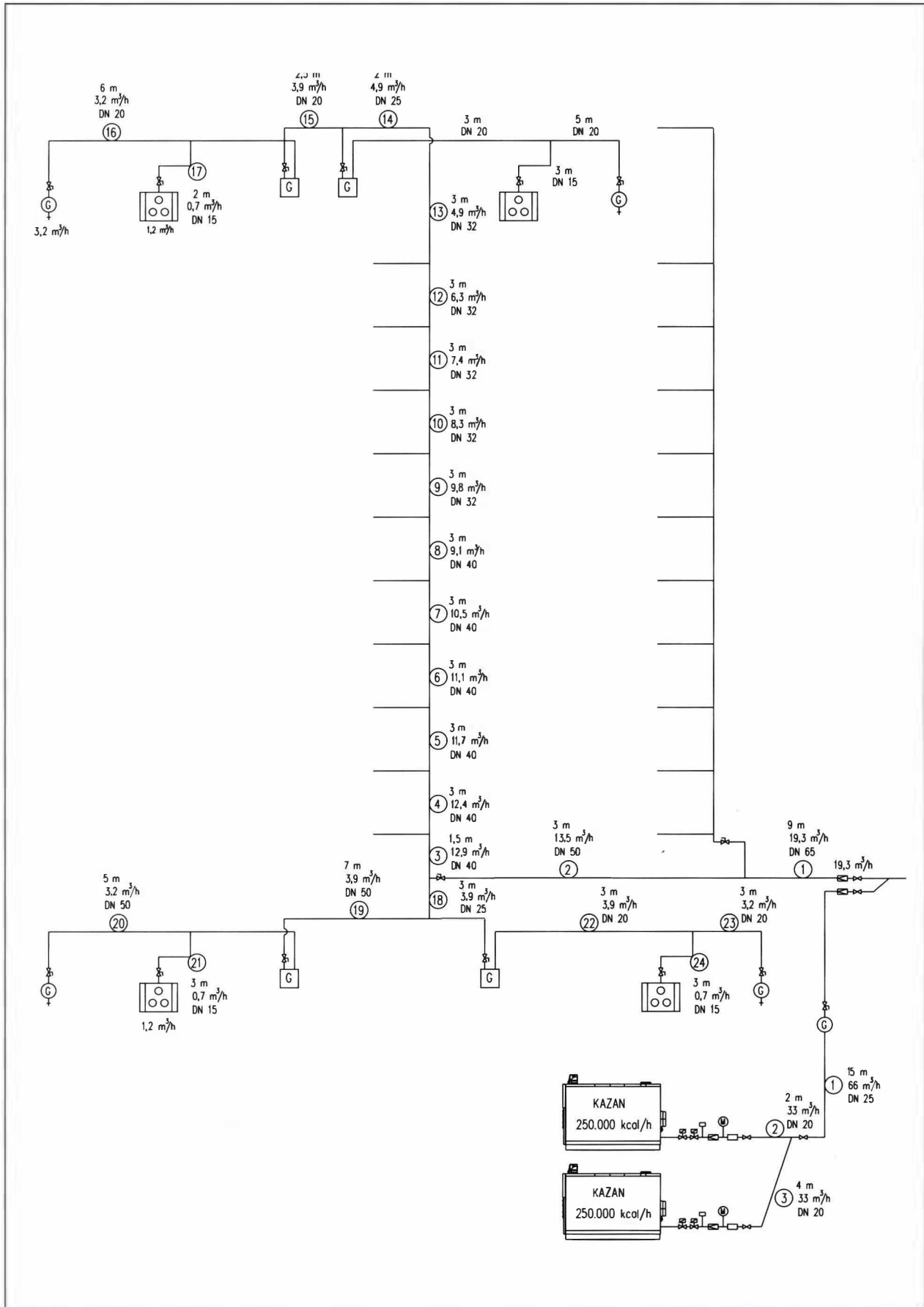
TB₁ için toplam kayıp katsayısı değeri 4,2 olup bu değer Föy 1'de 12. sütuna işlenir. *Şekil 116*'daki diyagramda hız 1,5 m/s ve $\sum Z = 4,2$ için yerel kayıp, $Z = 0,033$ mbar okunur ve Föy 1'de 13. sütuna yazılır. TB₁'de yükselti farkı bulunmadığından, ΔH ve bunun sonucu ΔP_H sıfıra eşittir. Dolayısı ile 14. ve 15. sütunlara çizgi çekilir. 11., 13. ve 15. sütunlar toplamı olan toplam basınç kaybı, ΔP bu tesisat bölümü için 0,087 mbar değerindedir ve 16. sütuna yazılır. Benzer hesaplar TB₂ için de yapılır. Bu bölüm için boru çapı DN 50 tahmin edilerek benzer işlemler yapılırsa, $R.L = 0,030$ mbar, $Z = 0,046$ mbar, $\Delta P_H = 0$ mbar ve $\Delta P = 0,076$ mbar bulunur. Dağıtım hattı TB₁ ve TB₂'den oluşmaktadır. Bu hattaki toplam basınç kaybı, $\Delta P = 0,087 + 0,076 = 0,163$ mbar bulunur. Bu değer dağıtım hattı için kabul edilebilir basınç kaybı 0,3 mbar'dan düşük olup, seçilen boru çapları uygundur.

TB₁ için boru çapı DN 50'ye düşürülürse yapılacak bir hesaplama kriterin sağlanmadığı ve çapın uygun olmadığı görülebilir.

Hesaba kolon hattı ile devam edilir. Kolon hattındaki ilk tesisat bölümü TB₃'tür. Bu tesisat bölümünde boru çapı DN 40 seçildiğinde $R.L = 0,042$ mbar, $Z = 0,010$ mbar bulunur. Yükselti farkı $\Delta H = + 1,5$ olup, yükselti farkından doğan basınç kaybı $\Delta P_H = -0,06$ mbar değerindedir. Bu üç kaybın cebrik toplamı olan kayıp $\Delta P = -0,008$ mbar olup, bu değer sıfırdan küçük olduğundan seçilen çap uygundur. Aynı şekilde hesaba devam edilirse TB₃ - TB₈ arasında çap DN 40, TB₉ - TB₁₃ arasında boru çapı DN 32 bulunur. Bütün zemin ve normal katlardaki daireler için tüketim hattı, TB₁₄ + TB₁₅ tüketim hattı tarafından temsil edilmektedir. Bu hat için bulunacak boru çapları bodrum kat hariç bütün dairelere uygulanabilir. Ancak tesisatta boru çaplarının farklı olmasından kuşku edilen hatlar aynı hesap yöntemi uygulanarak kontrol edilebilir.

TB₁₄ için çap DN 25, TB₁₅ içinse çap DN 20 seçilmiştir. Föyde görülen hesaplar sonucu bu tüketim hattındaki toplam basınç düşümü 0,554 mbar olup, müsaade edilen değer 0,8 mbar'dan daha azdır ve seçilen çaplar uygundur. Müsaade edilenle gerçekleşen basınç düşümü arasındaki fark gerekirse cihaz bağlantı hattında kullanılabilir.

Bodrum kattaki TB₁₈ + TB₁₉ tüketim hattında aşağı iniş dolayısı ile basınç kaybı daha fazladır. Bu yüzden her iki boruda DN 25 seçilmiş ve yapılan hesap sonucu toplam kayıp 0,584 mbar bulunmuştur ki uygundur.



Şekil 124. KOLON ŞEMASI

Föy 1
Boru Çapının Tayini

Dağıtım hattı : $\Delta p_m \geq 0,3$ mbar
Tüketim hattı : $\Delta p_m \geq 0,8$ mbar
Kolon hattı : $\Delta p_m \geq 0,0$ mbar
Cihaz bağlantı hattı : $\Delta p_m \geq 0,5$ mbar

HAT ADI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	TB	Cihaz Türü	Adet	ΣV	f	V_s	I	DN	V	R	$R \times I$	$\Sigma \zeta$	Z	ΔH	Δp_m	Δp	Kontrol $\Sigma \Delta p \geq \Delta p_m$
				$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m		$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar		mbar	m	mbar	mbar	
DAĞITIM	1	H	46	55,2	0,117	6,458											
		D	46	147,2	0,085	12,512											
		R					19,0	9	65	1,5	0,006	0,054	4,2	0,033	-	-	0,087
		U															
	2	H	24	28,8	0,151	4,349											
		D	24	76,8	0,119	9,139											
		R					13,5	3	50	1,7	0,010	0,030	4,1	0,046	-	-	0,076
		U															
KOLON HATTI	3	H	22	26,4	0,156	4,118											
		D	22	70,4	0,125	8,8											
		R					12,9	1,5	40	2,7	0,03	0,042	0,4	0,010	+1,5	-0,06	-0,08
		U															-0,008 < 0 Uygun
	4	H	20	24	0,162	3,888											
		D	20	64	0,133	8,512											
		R					12,4	3	40	2,5	0,027	0,081	0,3	0,007	+3	-0,12	-0,032 < 0 Uygun
		U															
	5	H	18	21,6	0,169	3,65											
		D	18	57,6	0,141	8,121											
		R					11,7	3	40	2,3	0,024	0,072	0,3	0,006	+3	-0,12	-0,042 < 0 Uygun
		U															
	6	H	16	19,2	0,178	3,417											
		D	16	51,2	0,151	7,731											
		R					11,1	3	40	2,2	0,022	0,066	0,3	0,005	+3	-0,12	-0,049 < 0 Uygun
		U															
	7	H	14	16,8	0,188	3,158											
		D	14	44,8	0,164	7,347											
		R					10,5	3	40	2,1	0,019	0,057	0,3	0,005	+3	-0,12	-0,058 < 0 Uygun
		U															
	8	H	12	14,4	0,201	2,894											
		D	12	38,4	0,180	6,912											
		R					9,8	3	40	1,9	0,017	0,051	0,3	0,004	+3	-0,12	-0,065 < 0 Uygun
		U															
	9	H	10	12	0,217	2,604											
		D	10	32	0,202	6,464											
		R					9,1	3	32	2,5	0,034	0,102	0,3	0,007	+3	-0,12	-0,011 < 0 Uygun
		U															
	10	H	8	9,6	0,239	2,294											
		D	8	25,6	0,234	5,99											
		R					8,3	3	32	2,3	0,028	0,084	0,3	0,006	+3	-0,12	-0,030 < 0 Uygun
		U															
	11	H	6	7,2	0,271	1,951											
		D	6	19,2	0,283	5,433											
		R					7,4	3	32	2,0	0,023	0,069	0,3	0,005	+3	-0,12	-0,046 < 0 Uygun
		U															
	12	H	4	4,8	0,325	1,56											
		D	4	12,8	0,373	4,774											
		R					6,3	3	32	1,8	0,017	0,051	0,3	0,004	+3	-0,12	-0,065 < 0 Uygun
		U															
	13	H	2	2,4	0,448	1,075											
		D	6,4	6,4	0,607	3,884											
		R					4,9	3	32	1,3	0,011	0,033	0,3	0,002	+3	-0,12	-0,085 < 0 Uygun
		U															

(1) Yukarı çıkan boru: ΔH "+" işaretli; aşağı inen boru: ΔH "-" işaretli

Şekil 125.

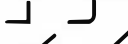
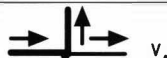
Föy 1
Boru Çapının Tayini

Dağıtım hattı : $\Delta p_m \geq 0,3$ mbar
Tüketim hattı : $\Delta p_m \geq 0,8$ mbar
Kolon hattı : $\Delta p_m \geq 0,0$ mbar
Cihaz bağlantı hattı : $\Delta p_m \geq 0,5$ mbar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
HAT ADI	TB	Cihaz Türü	Adet	ΣV	f	V_s	I	DN	V	R	$R \times I$	$\Sigma \zeta$	Z	ΔH	Δp_H	Δp	Kontrol $\Sigma \Delta p \geq \Delta p_m$	
				$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	$\frac{m^3}{h}$	m		$\frac{m}{s}$	$\frac{mbar}{m}$	mbar		mbar	m	mbar	mbar		
TÜKETİM HATLARI	14	H	2														0,554 < 0,8 Uygun	
		D	2															
		R				4,9	2	25	2,3	0,044	0,088	2,7	0,056	-	-	0,0144		
		U																
	15	H	1	1,2	0,621	0,745											0,429 < 0,8 Uygun	
		D	1	3,2	1,000	3,2												
		R				3,9	2,5	20	3,0	0,096	0,24	4,8	0,17	-	-	0,410		
		U																
	18	H	2														0,429 < 0,8 Uygun	
		D	2															
		R				4,9	1,5	25	2,3	0,044	0,066	1,9	0,04	-1,5	0,06	0,166		
		U																
	19	H	1														0,584 < 0,8 Uygun	
		D	1															
		R				3,9	7	25	1,9	0,029	0,203	4,2	0,06	-	-	0,263		
		U																
	28	H	2														0,584 < 0,8 Uygun	
		D	2															
		R				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,166
		U																
	22	H	2														0,500 < 0,5 Uygun	
		D	2															
		R				3,9	3	20	3,0	0,096	0,288	3,7	0,13	-	-	0,418		
		U																
CİHAZ BAĞLANTI HATLARI	16	H															0,500 < 0,5 Uygun	
		D	1	3,2	1,000	3,2												
		R				3,2	6	20	2,4	0,064	0,384	3,3	0,076	-1	0,040	0,500		
		U																
	17	H	1	1,2	0,64	0,745											0,138 < 0,5 Uygun	
		D																
		R				0,7	2	15	1,4	0,02	0,04	2,3	0,018	-2	0,080	0,138		
		U																
	20	H															0,414 < 0,5 Uygun	
		D	1															
		R				3,2	5	20	24	0,064	0,320	2,6	0,054	-1	0,040	0,414		
		U																
	21	H	1														Uygun	
		D																
		R				0,7	3	15	1,4	0,02	0,06	2,3	0,018	-2	0,080	0,158		
		U																
23	H															0,542 ~ 0,5 Uygun		
	D	1																
	R				3,2	7	20	2,4	0,064	0,448	2,6	0,054	-1	0,040	0,542			
	U																	
24	H	1														Uygun		
	D																	
	R				0,7	3	15	1,4	0,02	0,06	0,9	0,018	-2	0,040	0,158			
	U																	
	H																	
	D																	
	R																	
	U																	

(1) Yukarı çıkan boru: ΔH "+" işaretli; aşağı inen boru: ΔH "-" işaretli

Şekil 125. Devamı

Föy 2																									
Yerel Kayıp Katsayıları (ζ)																									
No.	Döküm bağlantı parçaları, armatürler	Basitleştirilmiş semboller	Kayıp değerler (1) (2)	Tesisat bölümü																					
				1	2	3	4 12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
1	Redüksiyon (3)		$\zeta_D = 0,4$		1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	S - parçası		$\zeta = 0,5$								1				1										
3	Dirsek		$\zeta = 0,7$	6	2					2	3	3	2		4	2	2	4	2						
4	T - geçiş ayrılma 90°		$\zeta_D = 0,3$		1		1	1			1				1			1				1			
5	T - kol 90°		$\zeta_A = 1,3$							1	1														
6	Temizlik "T" parçası 90°		$\zeta_A = 1,3$																						
7	T - karşıt akım 90°		$\zeta_G = 1,5$		1										1										
8	Dirsek T - geçiş ayrılma		$\zeta_D = 0,3$																						
9	Dirsek T - kol ayrılma		$\zeta_A = 0,9$																						
10	Dirsek temizlik "T" parçası		$\zeta_A = 0,9$																						
11	Çift dirsek T - ayrılma		$\zeta_G = 1,3$																						
12	+ Geçiş ayrılma parçası 90°		$\zeta_D = 1,3$																						
13	+ Kol ayrılma parçası 90°		$\zeta_A = 2,0$																						
14	Temizlik "+" geçiş 90°		$\zeta_D = 0,5$																						
15	Temizlik "+" kol ayrılma parçası 90°		$\zeta_A = 1,3$																						
16	Tek manşon Bağlantı sayaç $\begin{matrix} \text{DN 25} \\ > \text{DN 25} \end{matrix}$		$\zeta = 2,0$ $\zeta = 4,0$																						
17	Musluk		$\zeta = 2,0$																						
18	Köşe emniyet vanası		$\zeta = 5,0$																						
19	Musluk (küresel)		$\zeta = 0,5$		1						1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Köşe vanası (küresel)		$\zeta = 1,3$																						
21	Sürgülü vana		$\zeta = 0,5$																						
Tesisat bölümü toplamı $\Sigma \zeta$				4,2	4,1	0,4	0,3	0,7	2,7	4,8	3,3	2,3	1,9	4,2	2,6	2,3	3,7	2,6	0,9						
(1) Verilen yerel kayıp katsayısı değerleri ζ sadece kaba değerlerdir. Özellikle kapatma armatürlerinde kayıp değerleri imalatçıya göre değiştiğinden, gerektiğinde imalatçının verdiği değerler alınır. (2) İndisler kayıp değerinin, hangi akış hızlarına izafe edildiğini belirler. (3) Redüksiyon bağlantı elemanına entegre ise redüksiyonlu bağlantı elemanı dikkate alınmaz.																									

Şekil 126.

Bodrum kattaki diğer tüketim hattı olan TB₁₈ + TB₂₂ hattında boru uzunluğu daha az olduğu için TB₂₂ boru çapı yine DN 20 alınmış ve uygun olduğu hesapla gösterilmiştir.

Tüketim hatlarında ise şofbene giden hatlar DN 20, fırınlı ocağa giden hatlar DN 15 seçilmiştir. Şofben hatlarından TB₁₆'da basınç düşümü tesadüfen müsaade edilen basınç düşümüne eşittir. TB₂₀'de 0,5 mbar'dan daha düşüktür ve uygundur. TB₂₃'de ise 0,5 mbar'dan biraz daha büyüktür. Ancak tüketim hattındaki pay gözönüne alınarak uygun kabul edilmiştir. Ocaklara giden hatlar ise DN 15 olarak tartışmasız uygundur. Buna göre belirlenen boru çapları kolon şeması üzerine işlenerek hesap tamamlanır.

6.4.2 Kazan Dairesi Boru Çapı Hesabı

Hesaba başlayabilmek için öncelikle aşağıdaki değerlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Hat başlangıcındaki basınç = 300 mbar

Brülörde istenen basınç = 50 mbar.

Gaz debisi: Sistemde iki adet kazan bulunmaktadır. Bu kazanların ikisi aynı anda tam kapasite ile çalışabilmektedir. Her birinin ısıtıl kapasitesi 250.000 kcal/h, ısıtıl verimleri %90 değerindedir. Kullanılan gazın garanti edilen ısıtıl değeri 8.400 kcal/m³ olarak alınmıştır.

Buna göre her bir kazan için gerekli gaz debisi,

$$V_s = 250.000 / (8400 \times 0,9) = 33 \text{ m}^3/\text{h}$$

Toplam gaz debisi ise, bir eş zaman faktörü gözönüne alınmadan $2 \times 33 = 66 \text{ m}^3/\text{h}$ olacaktır.

Hız Kriterine Göre Boru Çapı Seçimi

Gaz hızı 10 m/s alındığında, Şekil 118'deki grafikten $V_s = 33 \text{ m}^3/\text{h}$ ve $V_s = 66 \text{ m}^3/\text{h}$ debileri için boru çapları seçilirse;

TB₁ = DN 50

TB₂ = DN 32

TB₃ = DN 32 olarak bulunur.

Bu çaplarla basınç düşümü çok küçük olacaktır. Örneğin DN 50 mm boruda Şekil 117 yardımıyla basınç düşümünün 2 mbar mertebesinde olacağı hesaplanabilir.

Basınç Kaybına Göre Boru Çapı Hesabı

Bu durumda eldeki basıncın daha büyük oranda kullanılabileceği çap seçimine gidilebilir. Bu amaçla daha küçük çaplar seçilecektir. Seçilen çap değerleriyle brülörden başlayarak, yani sondan başa doğru gidilerek basınç düşümleri hesaplanacaktır.

Gaz kontrol hatları için:

- Gaz debisi = 33 m³/h
- Brülör gaz giriş basıncı = 50 mbar
- Gaz kontrol hattı boru çapı, DN 20 seçildi.
- Örnek solenoid vana abağından (Şekil 120) basınç düşümü ΔP bulunabilmesi için, önce eşdeğer hava debisi bulunur. Doğal gazda eşdeğer hava debisi çevrim faktörü, $f = 1,24$ değerindedir.

$$V_{\text{hava}} = V_s / f = 33 / 1,24 = 26,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bu değerle abaktan DN 20 için, $\Delta P = 12 \text{ mbar}$ okunur. Türbülans katsayısı 1,2 ile çarpılarak,

$$\Delta P = 12 \times 1,2 = 14,4 \text{ mbar} \text{ bulunur.}$$

Kontrol hattında arka arkaya 2 adet solenoid vana vardır. 2 vanada Toplam kayıp $2 \times 14,4 = 28,8 \text{ mbar}$ değerindedir.

- Buna göre regülatör çıkış basıncı,

$$P_c = 50 + 28,8 = 78,8 \text{ mbar} \text{ olup}$$

Regülatör abağından (Şekil 121) geçiş basıncı 78,8 mbar ve hava debisi 26,6 m³/h için, $\Delta P = 4,8 \text{ mbar}$ okunur.

Regülatör girişinde olabilecek en düşük basınç = $78,8 + 4,8 = 83,6 \text{ mbar}$ bulunur (Minimum giriş basıncı = 85 mbar alınmıştır).

- Filtre abağından gaz debisi 33 m³/h ve DN 20 için, $\Delta P = 6,5 \text{ mbar}$

Kontrol hattındaki kapama vanası ve boru uzunluğunu dikkate alarak,

$$\Delta P = 15 \text{ mbar}$$

Gaz kontrol hattı giriş basıncı,

$$P = 85 + 15 = 100 \text{ mbar} \text{ olarak hesaplanır.}$$

- Gaz kontrol hattı öncesindeki TB₂ ve TB₃ boru hatlarında çap DN 25 mm seçilmiştir. Daha uzun olan TB₃ uzunluğu 4 m esas alındığında, borudaki basınç kayıp katsayısı, $V = 33 \text{ m}^3/\text{h}$ ve DN 25 için Şekil 117'den,

$R = 5 \text{ bar}^2/\text{km}$ bulunur. Basınç kaybı buna göre 8 mbar hesaplanır.

Özel kayıplar için takdiren 2 faktörü ile çarparak,

$$\Delta P = 16 \text{ mbar.}$$

Buna göre TB₁ sonundaki basınç,

$$P = 100 + 16 = 116 \text{ mbar} \text{ değerindedir.}$$

- TB₁ hattında çap DN 32 mm seçilmiştir. TB₁ uzunluğu 15 m esas alındığında, borudaki basınç kayıp katsayısı, $V = 66 \text{ m}^3/\text{h}$ ve DN 32 için Şekil 117'den, $R = 5,2 \text{ bar}^2/\text{km}$ bulunur. Basınç kaybı buna göre 32 mbar hesaplanır.

Özel kayıplar için takdiren 1,5 faktörü ile çarparak,

$$\Delta P = 48 \text{ mbar.}$$

Buna göre TB₁ girişindeki basınç,

$$P = 116 + 48 = 164 \text{ mbar} \text{ değerindedir.}$$

Bu durumda girişteki basınç 300 mbar altındadır ve uygundur. Görüldüğü gibi hala kullanılabilecek basınç bulunmaktadır.

Sonuç olarak İGDAŞ tarafından sağlanan 300 mbar basınç kazan dairesine giden hatların ve gaz kontrol hattının ekonomik bir biçimde çözülebilmesi için ciddi bir imkan sağlamaktadır. Bu imkanı kullanabilme açısından 15 m/s değeri akılcı olmayan bir sınırlamadır.

Yaşam mahallerinden uzakta olabilecek gaz hattı ses olarak rahatsız edici olmayabilir. Özellikle kazan dairesindeki kazan önünde bulunan gaz kontrol hatında eldeki basınç mutlaka kullanılabilmelidir.

7. İÇ TESİSATIN TESTİ VE İŞLETMEYE ALMA

TS 7363 ve diğer Uluslararası standartlara göre doğal gaz iç tesisatının yapımı tamamlanınca ve gaz bağlantısı sırasında, bazı test ve kontroller zorunludur.

7.1 TESİSATIN SIZDIRMAZLIK TESTİ

7.1.1 Bina Bağlantı Hattı Sızdırmazlık Deneyi

Bir binaya yeni döşenen bina bağlantı hattı, basıncı 1 bar olan hava veya inert gaz ile sızdırmazlık deneyine tabi tutulur. Bu test aşağıdaki şekilde uygulanır.

- Biri hariç bütün çıkışlar kapatılır.
- Açık uca bir T parçası bağlanır. T'nin bir ucunda manometre, diğer ucunda ise bir vana bulunur.
- Manometre 0-2 bar genişlikte ve 50-100 mbar toleranslı olmalıdır.
- Musluk olan uca bir pompa veya kompresör bağlanarak tesisata hava basılır.
- Basınç 1 bar'a ulaşınca musluk kapatılır. 10 dakika süre ile dengeleme için beklenir.
- Bunu takip eden 10 dakika içinde basınçta düşme meydana gelmez ise test olumludur.
- En büyük kesitli boru tapası sökülerek hava boşaltılır.

Şebeke bağlantı yeri, şebeke basıncı altında anti-korozyon sabun köpüğü veya sulu çözeltiyle sızdırmazlık deneyine tabi tutulur. Bu kontrolde hiç bir köpük kabarcığı görülmediğinde bağlantının kaçırmadığı kabul edilir.

Yalnızca bir borudan ibaret olan bina bağlantı hatlarında hattın ve bağlantı yerinin şebeke basıncı altında sabun köpüğü ile muayenesi yeterlidir. Kullanılan köpük korozyon olmalıdır.

7.1.2 İç Tesisatın Sızdırmazlık Testi

7.1.2.1 Ön Kontrol

Sadece yeni döşenen tesisatlarda, binanın boru tesisatı tamamlandıktan sonra yapılır. Bu test, vanalar kapatılmadan, borular boyanmadan, sarılmadan veya kanal içinde ise kanal kapakları kapanmadan; tesisatı yapan kişi/kişiler tarafından uygulanır.

Bu test regülatör kutusu çıkışından cihazlara kadar, cihazlar, regülatörler, ayar ve kontrol elemanları ve sayaçlar hariç boru tesisatına uygulanır.

Test sırasında sayaç tesisata bağlı olmamalıdır. Bu nedenle iki yöntem söz konusudur.

- Sayaç giriş çıkışı çelik bir boru ile birbirine bağlanarak bütün boru tesisatı birden test edilebilir.
- Sayaca kadar olan kısım ayrı, sayaçla cihaz bağlantıları arası ayrı test edilir.

Bu ön test TS 7363'e göre aşağıdaki şekilde uygulanır.

- Biri hariç bütün çıkışlar kapatılır.

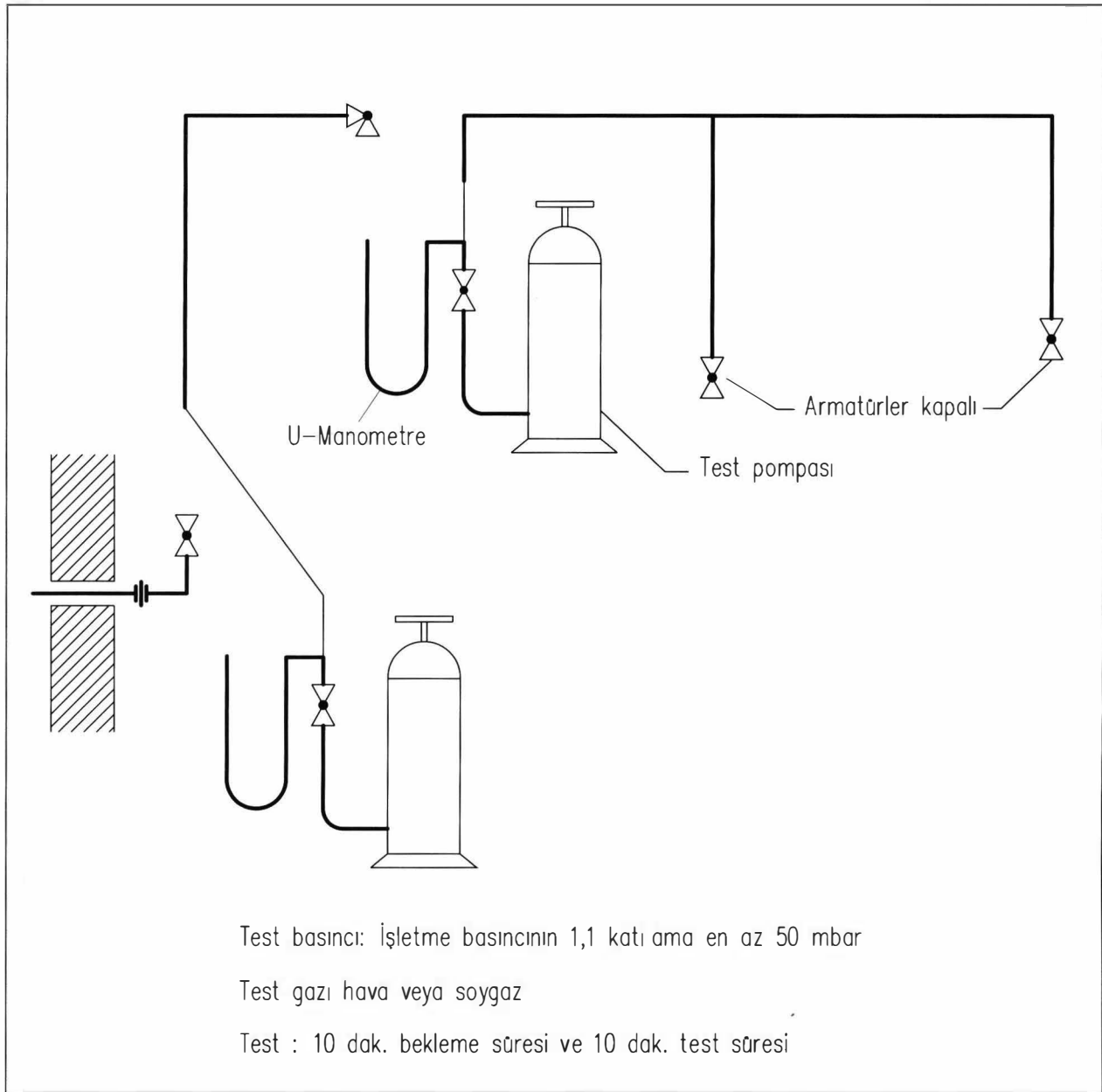
- Açık uca bir T parçası bağlanır. T'nin bir ucunda manometre, diğer ucunda ise bir vana bulunur.
- Musluk olan uca bir pompa veya kompresör bağlanarak tesisata hava basılır.
- Basınç = 1,5x şebeke basıncı olacak ve 30 mbar değerinden aşağı olmayacaktır.
- Basınç istenen değere ulaşınca musluk kapatılır. 10 dakika süre ile dengeleme için beklenir.
- Bunu takip eden 10 dakika içinde basınçta düşme meydana gelmez ise test olumludur.
- En büyük kesitli boru tapası sökülerek hava boşaltılır.
- T parçası sökülerek gerekli bağlantılar yapılır, borular boyanır veya kapatılacaksa kapatılır. Açık uçlar geçici olarak gaz bağlantısına kadar kör tapan ile kapatılır.

7.1.2.2. Hava ile Yapılan Esas Kontrol

Bu test yeni döşenen borularda olduğu gibi, onarım ve değişiklik nedeniyle devre dışı bırakılan boruların tekrar işletmeye alınmasında da uygulanır. Bu test Şekil 127'de şematik olarak gösterildiği gibi, ön teste benzer şekilde yapılır. Yine sayaçlar devre dışı bırakılır ve biri hariç bütün çıkışlar kapatılır.

Bu amaçla ön testte olduğu gibi iki yöntem geçerlidir (sayaçlar by-pass edilerek bütün sistem veya sayaca kadar ve sayaç sonrası olarak iki defada). TS 7363'de ikinci yöntem tercih edilmiştir. Testin uygulanması ön test gibidir.

- Açık uca T parçası takılır.
- Alçak basınç için bir U manometre kullanılmalıdır. U manometre uzunluğu 120 cm olabilir. Sulu manometrede her 1 cm yükseklik 1 mbar'ı gösterir. Orta basınç kademesi için ise civalı U manometre kullanılır.
- Boru tesisatına pompa ile basılan havanın basıncı alçak basınç tesisatında, şebeke basıncından 50 mbar daha fazladır. İstanbul'da 72 mbar değerindedir.
- Boru tesisatına pompa ile basılan havanın basıncı orta basınç tesisatında işletme basıncının 1,5 katıdır. İstanbul'da en az 450 mbar değerindedir.
- 10 dakikalık basınç dengelenmesi süresinden sonraki 10 dakika içinde basınç düşmemelidir.
- Civalı U manometre kullanıldığında dengeleme süresi 15 dakika, test süresi 30 dakikadır.
- Test tamamlandıktan sonra hava boşaltılır ve T parça çıkarılır.
- Açık uçlar gaz bağlantısına kadar geçici olarak tapalarda kapatılır.
- Test sonuçları bir tutanakla tesbit edilir. Boru ve bağlantı elemanlarındaki bozuklukların kaynakla tamirâtı yönüne gidilmemeli bunlar yenileriyle değiştirilmelidir.



Şekil 127. HAVA İLE YAPILAN ÖN BASINÇ TESTİ

7.1.3 Sayaç, Basınç Regülatörü ve Cihazların Kontrolü (Gaz ile Yapılan Sızdırmazlık Testi)

Normal işletme basıncı altında sayaçlar, regülatörler ve cihazların bağlantılarında ve kalorifer dairelerinde gaz kontrol hattı kontrol vanaları bağlantılarında sızma olmamalıdır. Bu sızdırmazlık kontrolü doğal gazın kendisi ile yapılır ve kontrol için sabun köpüğü kullanılır. Bu test yine yapımcı tarafından uygulanır. Bu testin farkı gaz dağıtım şirketinin gaz beslemesini kontrol etmesidir. Proje mühendisi, yapımcı ve gaz dağıtım şirketi testte hazır bulunur. Aslında bu test tesisata gaz verilmesinin bir parçasıdır. Tesisata gaz verildikten sonra, yukarıda sıralanan bağlantı noktalarına sabun köpüğü ile sızıntı kontrolü yapılır. Kaçak olan noktalarda

kabarcıklar oluşur. Kaçak varsa yeri saptanır ve tamir edilir.

7.2 BACA TESTİ

Yanma ürünlerinin istenilen şekilde dışarı atıldığını kontrol için her baca sistemi test edilmelidir.

Bu test aşağıdaki şekilde uygulanır;

- Önce sistemdeki baca bağlantıları en alttaki hariç, kapatılır.
- Fazlaca duman veren madde ile bacaya duman gönderilir.
- Duman baca tarafından çekilmelidir, baca geri tepmemeli, baca delikleri olan veya olmayan odalardan veya baca birleşim yerlerinden duman sızmamalıdır.

- Bütün baca bağlantıları, diğerleri kapatılarak sıra ile kontrol edilir.
- Bacanın soğuk olması nedeni ile geri tepme meydana geliyorsa önce baca ısıtılmalıdır.
- Bacada görülen bir hata hemen tamir edilmelidir.
- Cihazların bağlanmasından sonra davlumbaz altında da benzer duman testleri yapılmalıdır. Davlumbazın altında kibrit veya mum alevi dolaştırılarak yapılan testte alev davlumbaz içine doğru yönelmelidir.

Yanma havasını dışarıdan alıp, tekrar dışarı veren kapalı yanma odalı cihazlarda kontrol, cihaz yakılıp alevi gözlenerek yapılır. Alevin şekli düzgün ve temiz olmalıdır. Cihazın bulunduğu oda kapısı aniden açılıp kapandığında alevde bir hareket oluşmamalıdır.

Atmosferik brülörlü cihazlarda, cihazın bulunduğu odada kapılar ve pencereler kapalı olarak devreye alınmasından 5 dakika sonra yapılacak kontrolde yanmış gaz akım sigortasından yanmış gaz çıkmadığı görülmelidir.

7.3 TESİSATIN İŞLETMEYE ALINMASI

- Varsa hatlardaki bütün açıklıklar metal kör tapa veya kör flanşla kapatılır. Cihaz bağlantı muslukları kapatılır.
- Sayaç vanaları kapatılır.
- Kolon üst temizleme ağzına veya en üst sayaç yerine bir T takılır; T'nin ucuna manometre, diğer ucuna gazı dışarı atmak üzere hortum takılır. Manometre alçak basınçta 50 mbar, orta basınçta 500 mbar göstergeli olmalıdır.
- Bütün binada kıvılcım kaynağı olabilecek herşey önlenir (sigara içmek, elektrik şalteri açmak, ateş yakmak vb.)
- Sisteme yetkililerce doğal gaz verilir. Hortumdan gaz gelene kadar borudaki hava dışarı atılır. Sonra vana kapatılarak köpükle sızdırmazlık testi yapılır.
- Sayaç vanaları sıra ile açılarak cihazlar tek tek devreye alınır ve bağlantıları köpükle sızdırmazlık testine tabi tutulur.
- Cihazlar yetkili servisleri tarafından devreye alınmalı, matbu olarak basılmış cihaz işletme ve kullanım talimatnamesi yetkili servis tarafından kolayca görülebilecek bir yere asılarak aboneye teslim edilmelidir
- T parça sökülerek sistem normal çalışmaya alınır.

Cihazların ayarı ve işlev kontrolü

Cihazların ayarı ve işlev kontrolünde imalatçının tesis ve kullanma talimatları dikkate alınmalıdır.

Enerji tasarrufu yönetmeliklerine bakılmalıdır.

İşletmeye almadan önce cihazın etiketinden, dağıtılan gazın Wobbe indisi sınırları için uygunluğu

kontrol edilir. Bundan başka cihazların mevcut bağlantı basıncına uygunluğu kontrol edilir.

Cihazların anma ısı yükleri ayarlanır. Ayarlanan anma ısı yükü maksimum ısı yükten küçük ise ayarlanan değer ve buna ait anma ısı gücü (imalatçının tesis talimatlarından alınır) cihaz üzerinde sürekli kalacak bir levhada belirtilmelidir.

Gerekli ısı yük ayarı meme basınç yöntemi veya hacimsel debi yöntemine göre yapılır.

Meme basınç yöntemine göre ayarlama, cihaza özgü üretim talimatına göre yapılmalıdır.

Hacimsel yöntemde ise sayaçtaki gaz akışı belirlenir. Gaz akışı, ayar değerine uygun hale getirilmelidir. Doğal gaz ayarlı cihazlarda ve imalatçı tarafından kendi ısı yüklenme ayarında mühürlenmiş cihazlarda, yükleme ayarı gerekmez.

7.4 İŞLETME

Senelik Muayene ve Bakım

İşletmeci (apartman yöneticisi, kurum amiri vb.), gaz yakma tesisinin işletmeye hazır hale getirilmesi, fonksiyon ve ekonomik sebeplerden dolayı gaz yakma tesisini, senede en az bir defa yapımcı firmanın yetkili elemanlarına veya bu konuda uzman kişilere muayene ve bakımı yaptırmakla yükümlü tutulmalıdır.

İçinde Gaz Akışı Olan Boru Hatlarında Tamirat

Tamirata başlamadan önce, içinde gaz akışı olan boru hattı, ilgili kapatma tertibatı ile kapatılmalı ve açılmasına karşı emniyete alınmalıdır (örneğin anahatarın alınması). Gaz çıkışı olan veya gaz çıkışı olabilecek yerlerde havalandırma ile gazın tehlikesiz çıkışı sağlanmalıdır. Kapatma tertibatı ancak dışarıya gaz çıkışı olan boru hattındaki bütün açık uçlar sızdırmaz biçimde tekrar kapatıldıktan sonra açılabilir. Metal boru hatlarının ayırım ve birleştirilmesinde boru parçaları, armatür, sayaç, basınç regülatörleri vs.nin takılıp sökülmesinde, elektrik temas gerilimine karşı, daha önce anlatılan, elektrik iletkenliği olan metal irtibatlandırılmanın yapılması gerekir.

Boruların Temizlenmesi

Borular mekanik olarak, emme ile, hava veya azot üflenmesi ile veya tetrahidronaftalin gibi çözücü maddelerle temizlenebilir. Borular temizlenmeye başlamadan önce bina bağlantı hattından ve cihazlardan ayrılmalı, regülatörler ve sayaçlar sökülmelidir. Emme işlemi, en büyük anma çapı olan boruya, üfleme işlemi ise en dar boruya uygulanmalıdır.

İşleticinin Eğitilmesi

Tesisatın işleticisi kullanım hakkında eğitilmelidir, özellikle cihazların kullanma talimatları verilmelidir. Cihazların düzenli olarak bakım gerekliliği belirtilmelidir. İşletici yanma hava temini ve yanmış gaz iletimi için gerekli tedbirler hakkında eğitilmeli ve bunların zararlı yönde değiştirilmemesi gerektiği belirtilmelidir.

8. ISITMADA VE DOĞAL GAZ KULLANIMINDA ENERJİ EKONOMİSİ

8.1 ISITMA SİSTEMİNDE EKONOMİ

Yakıt fiyatları çok hızla değişmektedir (Tablo 128). Bugün yakıt fiyatları ve ilk yatırım maliyetlerine bakıldığında çarpıcı bir tablo ile karşılaşılmaktadır.

Bu gerçek,

Binaların 1 mevsim yakıt harcaması =

(Kazan bedeli) x (2...10 katı)

biçiminde ifade edilebilir. Bu bakış açısıyla örneğin yakıt tüketimini %1 azaltmak, kazan bedelinin %2-%10'u mertebesinde bir tasarruf sağlamak anlamına gelmektedir. Bir başka anlatımla, kazan yıllık yakıt tüketimi %1 azaltılabilirse, hemen ilk yıl için fiyatında %2-%10 indirim sağlanıyor demektir.

Yakıt tüketimini azaltmak mümkündür. Batı toplumlarında bu yönde çok önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Ancak tasarrufa Batı ülkelerinden daha fazla ihtiyacı olan ülkemizde alınan yol maalesef çok azdır. Binada ve ısıtma sisteminde alınacak önlemlerle, yakıt tüketimleri eski yalıtımsız binalarda 100 birimden 16 birime kadar düşebilir. Bu hedefi gerçekleştirmenin elemanları veya adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Isı yalıtımı yapmak = Daha az ısı kaybı, dış duvarlarda daha yüksek iç yüzey sıcaklığı.
- Kendinden yoğuşmalı kazanlar kullanmak.
- Oda sıcaklık kontrol hassasiyeti yüksek sistemler kullanmak.
- Oda sıcaklığı ayar noktasını düşürmek.
- Termostatik radyatör vanası kullanmak.
- Durma kayıplarını azaltmak.
- Kazanların çalışmaya başlama ve durmalarını Logomatic panel üzerinden yapmak.
- Kazan kapasitesini doğru tayin etmek.
- Kullanma sıcak suyunu ekonomik ısıtmak ve kullanmak.

8.1.1 Isı Yalıtımı Yapılması

Isı yalıtımı yakıt tasarrufunun birinci ve en önemli elemanıdır. Üç tip bina ve bunların ısıtma ihtiyacında ki azalma yanda verilmiştir.

Isı yalıtımının yukarıda hesaba katılmayan ikinci bir tasarruf imkanı daha bulunmaktadır. Bu imkan ise iç sıcaklıkların konfor şartlarını bozmadan düşürülebilmesinden kaynaklanmaktadır. Bina dış kabuğunun ısı yalıtımı halinde, dış kabuk iç yüzey sıcaklıkları yükselecektir. Bu durumda iç ortam sıcaklığını düşürmek mümkündür.

8.1.2 Kendinden Yoğuşmalı Kazanlar Kullanılması

Bu kazanların kullanılması halinde, %19 oranlarına varan yakıt tasarrufları sağlanabilir. Yoğuşmalı kazan ekonomisini değerlendirebilmek için, yakıt tüketimine etkiyen esas faktör kazanın yıllık verimi olduğundan, öncelikle çeşitli kazanlar için yıllık ortalama kazan verimi değeri belirlenmelidir. Örnek olarak kendinden yoğuşmalı çelik sıcak su kazanı ve kaliteli yoğuşmasız düşük sıcaklık kazanı için 75/60°C ısıtma sisteminde yıllık ortalama verim değeri hesabı İstanbul için Tablo 129'da gösterilmiştir.

Kendinden Yoğuşmalı ve Yoğuşmasız Kazanlarda Yıllık Yakıt Tüketimi Hesabı

Ekonomik çözümlemelerde farklı tipte ve kapasitede kendinden yoğuşmalı kazanlar ve bunların eşdeğeri modern düşük sıcaklık kazanları ele alınmıştır. Böylece eşit koşullarda alternatif kazanlarının tükettikleri yakıt miktarları hesaplanmıştır. Hesaplarda kazanların tam yükte (en soğuk gündeki) yıllık çalışma süreleri, İstanbul'da 1800 saat alınmıştır. Doğal gaz için alt ısı değeri 9,59 kWh/m³ ve fiyatı 0,256 EUR/m³ alınmıştır. Isıtılan yapıda mükemmel bir kontrol sistemi ve radyatör girişlerinde termostatik vanalar var sayılarak iç sıcaklığın 20°C değerinde bütün mevsim boyunca sabit tutulduğu kabul edilmiştir. Sistem su sıcaklığı olarak 75/60°C seçilmiştir. 11 ayrı kapasite aralığında farklı tip kendinden yoğuşmalı kazan ve alternatifi yoğuşmasız kazanlar için hesap sonuçları Tablo 130'da sunulmuştur. Bu tabloda yıllık yakıt maliyetleri, kazan fiyatları, fark maliyetleri, farkın ve yoğuşmalı kazan yatırımının geri ödeme süreleri görülmektedir. Burada 7 ay = 1 ısıtma sezonu = 1 yıl olarak kabul edilmiştir.

Bina tanımı	Isıtma ihtiyacı
Yalıtımsız bina	100
1981 Yönetmeliğine uygun yalıtımlı bina	67
1998 Yönetmeliğine uygun yalıtımlı bina	42

Yakıt fiyatları Döviz kurları	01.01.1999	11.09.2000	30.07.2003	Atış yüzdesi 1999 - 2000	Atış yüzdesi 1999 - 2003
Dolar	315.000 TL	670.000 TL	1.439.200 TL	%113	%357
Doğal gaz	68.040 TL/m ³	145.800 TL/m ³	370.148 TL/m ³	%114	%361
Fuel oil (No.4)	80.600 TL/kg	221.350 TL/kg	848.000 TL/kg	%175	%792
Motorin	176.200 TL/kg	517.621 TL/kg	1.645.553 TL/kg	%194	%691
LPG (Dökme)	138.000 TL/kg	277.000 TL/kg	1.605.000 TL/kg	%101	%886
Elektrik	26.290 TL/kWh	56.425 TL/kWh	158.344 TL/kWh	%115	%386

Tablo 128. KONUTLARDA VE SANAYİDE YAKIT FİYATLARI DEĞİŞİMİ

Yoğuşmasız kazan							
Dış hava sıcaklığı (°C)	İç - dış hava sıcaklık farkı (°C)	Süre (Saat)	İhtiyacın maksimum yüke oranı	Isıtma dönüş suyu sıcaklığı (°C)		Verim	Süre x Verim =
				Teorik	İzin verilen		
15 ... 11	7	1.335	0,30	28	50	0,948	1.266
11 ... 7	11	1.720	0,48	35	50	0,948	1.631
7 ... 3	15	1.517	0,65	42	50	0,926	1.405
3 ... -1	19	343	0,83	51	51	0,926	318
-1 ... -5	23	16	1,00	60	60	0,923	15
Toplam = 4.931				Toplam = 4.633			
Yıllık ortalama verim = %94,0							

Tablo 129 A. 75/60°C SİSTEMDE İSTANBUL İÇİN ÖRNEK YOĞUŞMASIZ KAZAN YILLIK ORTALAMA VERİM DEĞERİ

Buderus Logano Plus SB 735 Kendinden Yoğuşmalı Kazan (75/60°C sistemde norm kullanma verimi %106, 40/300°C sistemde norm kullanma verimi %109)						
Dış hava sıcaklığı (°C)	İç - dış hava sıcaklık farkı (°C)	Süre (Saat)	İhtiyacın maksimum yükü oranı	Isıtma dönüş suyu sıcaklığı (°C)	Verim	Süre x Verim =
15 ... 11	7	1.335	0,30	28	1,072	1.431
11 ... 7	11	1.720	0,48	35	1,05	1.806
7 ... 3	15	1.517	0,65	42	1,026	1.556
3 ... -1	19	343	0,83	51	0,995	341
-1 ... -5	23	16	1,00	60	0,975	16
Toplam = 4.931				Toplam = 5.150		
Yıllık ortalama verim = %104,5						

Tablo 129 B. 75/60°C SİSTEMDE İSTANBUL İÇİN ÖRNEK YOĞUŞMALI KAZAN YILLIK ORTALAMA VERİM DEĞERİ

Yakıt olarak LPG kullanıldığında, yakıt maliyetleri artarken, kazan verimleri düşmektedir. LPG kullanımında aynı ısı kapasite halinde yakıt maliyetleri bu gün için yaklaşık %80 daha fazladır. Buna karşılık LPG’de üst/alt ısıdeğer oranı daha düşük olduğundan verimler doğal gaz göre %2 mertebesinde daha düşük olmaktadır. LPG kullanımı halinde aradaki farkı geri ödeme süreleri bugünkü fiyatlar çerçevesinde bir ısıtma mevsiminden kısadır.

8.1.3 Oda Sıcaklık Kontrolü Hassasiyeti

Oda sıcaklığını kontrol eden termostatin sıcaklık diferansı az olmalıdır. Normal tip oda termostatlarının sıcaklık diferansı yaklaşık olarak ± 1 °C dir. 22°C oda sıcaklığını tercih eden bir kullanıcı, termostadı 23°C sıcaklığa ayarlar, oda sıcaklığı 22-24°C arasında değişir. Halbuki daha hassas kontrol kabiliyeti olan bir termostat kullanıldığında diferansı $\pm 0,1$ °C hassasiyetle ayarlamak mümkündür. Bu durumda oda sıcaklığı yaklaşık olarak 22°C değerinde sabit kalır. Böylece oda sıcaklığının 1°C indirmek mümkün olur ve İstanbul için bu yaklaşık %10 yakıt tasarrufu ve daha iyi bir konfor sağlar.

8.1.4 Oda Sıcaklığı Ayar Noktasının Doğru Seçilmesi

Bir binanın yakıt tüketimine etki eden en önemli faktörlerden biri iç sıcaklık değeridir. İç sıcaklık standart

hesap değeri 20 ile 22°C arasındadır. İşletme sırasında ise bu iç sıcaklık değeri yakıt savurganlığının en önemli elemanıdır. Birincisi, bu sıcaklık başta kabul edildiği gibi 20°C ile sınırlı tutulmaz ve kullanıcı tarafından kontrol sistemi bunun çok üzerinde değerlere ayarlanır. İkincisi, ısıtma sistemin otomatik kontrol yeteneği yetersizse oda sıcaklığı, istenilen değerde kalacak biçimde kontrol edilemez ve arzumuz dışında çok yüksek değerlere çıkar. İç sıcaklığın 1°C artırılması yıllık yakıt tüketiminde şehirlere göre %7 ile %10 arasında bir artışa neden olmaktadır. Soğuk iklimlerde dış sıcaklık değişim aralığı fazla olduğundan iç sıcaklık değişiminin etkisi göreceli olarak daha az olmaktadır. Buna karşılık Antalya gibi dış sıcaklığın fazla düşmediği bölgelerde iç sıcaklık değişimleri daha etkili olmaktadır. İstanbul esas alındığında, yıl boyunca iç sıcaklığın 22 yerine 20°C değerinde tutulabilmesi halinde yıllık tasarrufu %17-20 gibi çok büyük bir değere karşı gelmektedir. Sonuç olarak,

- Oda sıcaklığını daha düşük seçmek ve işletmede bu düşük sıcaklığı sürekli kontrol edebilecek kontrol sistemine sahip olmak yakıt ekonomisi sağlar.
- Odadaki havanın sıcaklığı arttıkça, hava daha fazla kurur. Havanın neminin azalması solunumu olumsuz etkiler ve grip olma riskini artırır.
- Oda sıcaklığı arttıkça enfiltrasyonla olan ısı kaybı da artar.

Kazan Tipi	Güç	Yakıt tüketimi	Yakıt farkı		Yakıt bedeli	Yakıt farkı	Kazan maliyeti	Maliyet farkı	Kalorifer kazan bedelinin tamamını geri ödeme süreleri	Kendinden yoğuşmalı kazanların fiyat farkını geri ödeme süreleri	
			kW	m³/yıl							m³/yıl
1	a) Yoğuşmasız Kazan	3.700	740.554	57.076	%8	189.286	14.589	31.800	13.840	2 yıl + 6 ay	6 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan	3.700	683.478			174.697		45.640			
2	a) Yoğuşmasız Kazan	3.700	738.801	70.396	%10,5	188.837	17.993	31.800	20.690	2 yıl + 6 ay	1 yıl + 1 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan (İki kademeli)	3.700	668.405			170.844		52.490			
3	a) Yoğuşmasız Kazan	2.500	500.374	38.565	%8	127.896	9.857	24.850	12.710	3 yıl + 3 ay	1 yıl + 1 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan	2.500	461.809			118.038		37.560			
4	a) Yoğuşmasız Kazan	2.500	499.190	47.565	%10,5	127.593	12.158	24.850	18.340	3 yıl + 3 ay	1 yıl + 4 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan (İki kademeli)	2.500	451.625			115.435		43.190			
5	a) Yoğuşmasız Kazan	1.900	380.284	29.309	%8	97.201	7.491	20.230	11.550	3 yıl + 6 ay	1 yıl + 3 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1.900	350.975			89.709		31.780			
6	a) Yoğuşmasız Kazan	1.900	379.385	36.149	%10,5	96.971	9.240	20.230	16.320	4 yıl	1 yıl + 5 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan (İki kademeli)	1.900	343.235			87.731		36.550			
7	a) Yoğuşmasız Kazan	1.200	239.708	24.172	%11	61.269	6.154	13.790	10.360	3 yıl + 6 ay	1 yıl + 5 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan	1.200	205.536			55.091		24.150			
8	a) Yoğuşmasız Kazan	790	157.808	15.913	%11	40.336	4.068	10.700	8.430	4 yıl + 5 ay	2 yıl + 1 ay
	b) Kendinden Yoğuşmalı Kazan	790	141.894			36.268		19.130			
9	a) Yoğuşmasız Kazan	480	102.300	16.333	%19	26.153	4.176	14.700	3.100	4 yıl + 2 ay	6 ay
	b) Yoğuşmalı Duvar Tipi 8'li Kaskad	480	85.967			21.977		17.800			
10	a) Yoğuşmasız Atmosferik Kazan	375	74.799	7.315	%11	19.122	1.870	9.710	2.810	-	1 yıl + 4 ay
	b) Yoğuşmalı Atmosferik Kazan	375	67.484			17.252		12.520			
11	a) Yoğuşmasız Standart Kazan	60	12.268	1.522	%14	3.136	389	2.050	0	5 yıl + 2 ay	0 ay
	b) Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	60	10.746			2.747		2.050			
12	a) Yoğuşmasız Standart Kazan	43	8.792	1.091	%14	2.248	279	1.480	0	5 yıl + 2 ay	0 ay
	b) Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	43	7.701			1.969		1.480			
13	a) Yoğuşmasız Kombi (Hermetik)	29	6.426	1.233	%24	1.643	315	1.120	480	5 yıl	1 yıl + 4 ay
	b) Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	29	5.194			1.328		1.600			
14	a) Yoğuşmasız Kombi (Hermetik)	24	5.318	1.020	%24	1.360	261	770	715	5 yıl + 5 ay	2 yıl + 5 ay
	b) Yoğuşmalı Duvar Tipi Kazan	24	4.298			1.099		1.485			

**Tablo 130. DOĞAL GAZ KULLANILAN
75/60 °C ISITMA SİSTEMİ OLAN BİNALARDA,
KALORİFER KAZANI İLK YATIRIM MALİYETLERİ VE YAKIT TASARRUFU İLE
İLK YATIRIM BEDELLERİNİN GERİ ÖDEME SÜRELERİ**
(Türkiye'deki ısı yalıtımsız binalarda, en soğuk günlerde
kalorifer gidiş suyu sıcaklığı yaklaşık 75/60°C olmaktadır.)

8.1.5 Termostatik Radyatör Vanası Kullanılması

- Güneşten olan ısı kazancı, günün farklı saatlerinde farklı cepheleri etkiler. Eğer oda ısıtıcılarında termostatik kontrol imkanı varsa, güneşten gelen enerji yakıt tasarrufuna dönüşür. Bu durumda termostatik vanalar kısarak odaya beslenen yakıt enerjisini azaltacaklardır.
- Benzer şekilde insanlardan, aydınlatmadan, ocak-fırın, ütü, bilgisayar gibi cihazlardan olan iç ısı kazancı, termostatik vanalarla sağlanan zon kontrolü varsa yakıt tasarrufuna dönüşür.
- Enfiltrasyon farklı yöndeki odaları rüzgara bağlı olarak farklı etkiler. Termostatik vanalarla sağlanan zon kontrolü bu etkileri de dengeler.
- Kullanılmayan odalardaki ısıtıcıların kapatılması yakıt tasarrufuna katkı sağlar.

- Farklı odaları farklı sıcaklıklara ayarlamak imkanı verir. Salon 20 - 22°C, yatak odası 16-18°C ve banyo 22 - 24 °C gibi farklı sıcaklıklara ayarlanabilir.
- Dubleks daireler veya müstakil evlerde iç merdivenin baca etkisi ile yukarı kaçan ısı üst katları daha fazla ısıtabilir. Bunun önlenmesi yine termostatik vanalarla yapılabilir. Termostatik vanalar merdivenin baca etkisini azaltır ve bina içinde sıcaklığı dengeler. Böylece yakıt tasarrufu sağlar.

8.1.6 Durma ve Kesintili İşletme Kayıpları

- Kazanlar dış yüzeylerinden ısı kaybederler. Bu kayıp ısı oranının azaltılması için modern kazanlar dışı karşı izole edilmektedir. Ancak bu kayıpları izolasyonla tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir.

- Kesintili işletme kaybı gece boyunca kazanın susturulmasından kaynaklanır. Bu süre içinde soğuyan kazan ilk çalıştığında önce bu kayıp ısıyı tekrar yerine koymaya çalışır. Bu kayıp kazan su hacmi ile ilişkilidir. Su hacmi ne kadar büyükse, kayıp aynı oranda fazladır.
- Diğer kayıp olan durma kayıpları, on-off çalışan kazanlarda off konumunda kazan dış yüzeyinden olan ısı kayıplarıdır. Işınım ve taşınım ile olan bu kayıplar kazan dış yüzey alanı ve kazan yalıtımıyla ilişkilidir.

8.1.7 Kazanların Çalışmaya Başlama ve Durma Saatlerinin Dış Hava Sıcaklığına Göre Otomatik Belirlenmesi

Bu tür gelişmiş bir panele ortam sıcaklığının hangi saatte (örneğin 08:30'da) kaç derece istendiği (örneğin 20°C) girilir. Dış hava sıcaklığının düşük olduğu günlerde panel kazanı daha erken saatlerde, dış hava sıcaklığının daha yüksek olduğu günlerde ise daha geç saatlerde çalışmaya başlatır. Böylece yakıt israfı önlenir. Örneğin dış hava sıcaklığı -3°C iken kazan saat 05:40'da; dış hava sıcaklığı 14°C iken saat 08:05'de çalışmaya başlar. Aynı panel akşamları mesai saatinin bitiminden önce kazanı durdurarak yakıt israfını önler. İç ortam sıcaklığı mesai saati sonuna kadar konfor şartları altına düşmez. Ayrıca haftanın her günü için ayrı saatler ve sıcaklıklar tanımlanabilir.

8.1.8 Kazan Kapasitelerinin Doğru Seçilmesi

Isıtma sistemlerinde büyük kazan seçmekten kaçınılmalıdır. Büyük kazan seçilirse, on-off çalışan brülörlerde şalt sayısı (brülörün devreye girip çıkma sayısı) ve durma süresi artar. Brülörün her devreye girişindeki eksik yanma kayıpları ve durma sırasındaki ısıtım kayıpları artar. Sonuçta bu da yine yakıt tüketimini artırıcı bir faktördür.

8.1.9 Kullanma Sıcak Suyu

- Kullanma sıcak suyu ekonomik olarak ısıtılmalıdır. Bunun için öncelikle ısıtma sıcaklığı düşük olmalı ve (Legionella riskine karşı termik dezenfeksiyon olması kaydıyla) 45 °C ile sınırlanmalıdır.
- Boyler ısıtma pompası boylerdeki suyu ısıtmak için çalışmalı, ısıtma bitince durmalıdır. Yani boyler kontrolü 3 yollu vana yerine pompa on-off kontrolü ile gerçekleştirilmelidir.
- Boyler kullanma sıcak suyu sirkülasyon pompası 24 saat sürekli çalışma yerine, kesintili çalışmalıdır. Kullanımın olmadığı saatlerde durmalıdır.
- Boyler izolasyonuna önem verilmeli ve boyler adeta termos özelliğinde olmalıdır.
- Kullanma sıcak suyu ekonomik olarak kullanılmalıdır.
- Borulardaki ısı yalıtım kalınlıkları uygun değerde olmalıdır.

- Duvar içinden geçen boruların da sıcak su ve sirkülasyon olmak üzere hepsi izole edilmelidir.
- Duş başlıkları ve armatür seçerken ekonomiye dikkat edilmelidir.

8.2 OTOMATİK KONTROL

İstenen oda sıcaklığı, kazan suyu sıcaklığı ve kullanma suyu sıcaklığı sistemde bulunan otomatik kontrol sistemi ile sağlanır. Bir ısıtma sisteminin gerçek verimini belirleyen otomatik kontrol sisteminin mükemmelliğidir.

Dış hava sıcaklığı gün içinde sürekli değişir. Binanın ısı kaybı da dış hava sıcaklığına bağlı olarak artar ya da azalır. Dış hava sıcaklığı düşük ise radyatörlere gönderilen suyun sıcaklığı yükseltilmeli, dış hava sıcaklığı yükseldikçe ise radyatörlere gönderilen suyun sıcaklığı düşürülmelidir. Değişen dış hava sıcaklığına bağlı olarak radyatörlere giden suyun sıcaklığını, kazanın üstündeki panelden sürekli olarak manuel ayarlamak mümkün değildir. Bu işlemi otomatik olarak kazan panelinin kendisi yapmalıdır. Logamatic kontrol panelleri dış ortama yerleştirilen dış hava sıcaklık duyar elemanından aldığı bilgiye bağlı olarak radyatörlere gidecek olan suyun sıcaklığını otomatik olarak ayarlar. Böylece hem ısıl konfor sağlanmış hem de gereksiz yakıt harcaması engellenmiş olur.

Otomatik kontrol panellerinin OPTİMİZASYON özelliği sayesinde sabahları istenen saatte istenen ortam sıcaklığı otomatik olarak sağlanır. Otomatik kontrol paneli istenen saatte istenen sıcaklığı sağlayabilmek için çalışmaya başladığı ilk günler deneme çalışması yapıp dış hava sıcaklığına bağlı olarak binanın ısınma sürelerini hesaplar ve bu ısınma sürelerini hafızada tutarak bir sonraki gün daha hassas bir ayarlama yapar. Belirli bir zaman sonra binanın dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak ısınma sürelerini tam olarak hesaplar ve istenen saatte istenen sıcaklığı sağlamak için çalışmaya başlama zamanına kendisi karar verir. Böylece gerçek konfor sağlanmasının yanısıra yakıt kullanımında tasarruf yapılır.

8.2.1 Buderus Logamatic Kontrol Panelleri

Buderus Logamatic Kontrol Panelleri düşük ya da yüksek voltajda çalışma özelliğine sahiptir. Şebeke voltajı 170 ile 250 volt arasında sorunsuz çalışırlar. Klasik tip kontrol panellerinde ise 200 voltan düşük veya 230 voltan yüksek şebeke gerilimlerinde problemler yaşanır. Odaya yerleştirilen oda termostatları ile oda sıcaklığı $\pm 0,1^\circ\text{C}$ derece hassasiyetle sabit tutulur. Örneğin; 21°C oda sıcaklığı istenen bir yerde sıcaklık $20,9^\circ\text{C}$ ile $21,1^\circ\text{C}$ arasında sabit tutulur. Yine klasik tip oda termostatlarında $\pm 2^\circ\text{C}$ sınımlar olur. Ayrıca sabahları kazanı çalıştırmak için sadece hangi saatte hangi sıcaklığın istendiğinin

panele girilmesi yeterli olacaktır. Logamatic panel buna göre istenen saatten kaç dakika önce çalışmaya başlaması gerektiğini kendisi tespit eder. Tesisatta boyler var ise istenen gün, istenen saatte boyler su sıcaklığını 1 saat süre için 75°C'ye çıkartarak ve suyu sistemde dolaştırarak "termik dezenfeksiyon" yapar. Böylece borularda ve boylerde lejyoner hastalığına sebep olan legionella bakterisinin yaşamasına izin vermez.

Elektrik kesintilerine karşı Lityum Pil kullanıldığından, elektrik kesintisi durumunda kullanıcının isteği doğrultusunda Logamatic panele girilen programlar korunur. Modüler yapıya sahip olduğundan sadece tesisatın gerektirdiği modüller eklenir. Bu nedenle paket tip kontrol panellerine göre daha ekonomiktir. Panel içinde yer alan hazır programların yanısıra kullanıcı istediği programları kendisi kolayca yapabilir. Panel dilinin Türkçe olması ve programlama işleminin soru cevap şeklinde yapılmasından dolayı programlama işlemi çok basittir. Kazanda meydana gelebilecek elektronik arızalar Logamatic panel üzerinde yazılı olarak görülebilir. Telefon ile ısıtma sistemine aç-kapa sinyalleri verilebilir. Modem ve bilgisayar bağlantısıyla telefon hattı üzerinden Logamatic panele girilen programlar değiştirilebilir ve kazan verileri alınabilir. Arıza durumunda arıza bilgisi panele daha önceden girilen fax numarasına gönderilebilir ve yine daha önce bildirilen telefona sesli mesaj bırakılabilir. Ayrıca bina otomasyon sistemi ile haberleşme özelliğine de sahiptir.

8.3 MODÜLASYONLU BRÜLÖRLER VE KOMBİLER

Oransal brülörler düşük yüklerde ihtiyaca göre alevi kısarak çalışma süresini uzatmakta, şalt sayısını ve durma kayıplarını azaltmaktadır.

Kombiler 10 lt/dk kullanma sıcak suyu ihtiyacını karşılayabilmek üzere genelde minimum 24 kW güçte seçilirler. Halbuki kombi kullanılan dairelerin ısıtma için ihtiyaç duydukları güç genellikle 10 kW'ın altında kalmaktadır. Bu nedenle kombiler ısıtma modunda çalışırken çok düşük kısmi yük oranlarına inmektedirler.

Benzer şekilde ısıtma kazanları kışın en soğuk günde ihtiyacı karşılayabilecek güçte seçilirler. Genellikle hesaplar emniyetli yapılır ve kazan bu emniyetli değerden de büyük seçilir. Bu nedenle normal dış hava sıcaklıklarında kazanlar da düşük kısmi yük değerlerinde çalışırlar.

Düşük kısmi yük çalışmasında on-off brülör kullanıldığında yıllık şalt sayıları çok yüksek olmaktadır. Özellikle on-off çalışan kombilerde yıllık şalt sayısı 125.000 mertebesinde olabilmektedir. Halbuki modülasyonlu brülörler, düşük yüklerde ihtiyaca göre alevi kısarak çalışma süresini uzatmakta, şalt sayısını

azaltmaktadır. Modülasyon aralığı modern brülörlerde %10 ile %100 arasında olabilmektedir. Özel brülörlerde bu aralığı, %5 kapasiteye kadar genişletmek mümkündür. Bu nedenle çok düşük yüklerde bile cihaz çalışmaya devam edebilmektedir. *Tablo 129*'da brülör üreticisi firmadan alınan şalt sayıları verilmiştir. Görüldüğü gibi şalt sayılarında büyük farklar söz konusudur.

Her çalışma konumuna geçişte öncelikle 30-90 saniye süren bir ön süpürme yapılır. Bu standartlar tarafından patlama riskine karşı alınan bir önlemdir. Durma sırasında bir yakıt sızması söz konusu olduğunda, bu ön süpürme sırasında sızan yakıt ocaktan uzaklaştırılacaktır. Sıvı ve gaz bütün brülörler için bu geçerlidir. Ön süpürme süresince dışardan alınan soğuk hava kazanda ısıtılarak bacadan dışarı atılır.

Ayrıca brülörün her kalkışında bir süre kararsız ve kötü yanma meydana gelir. Yakıt tam yanmadan dışarı atılır. Son olarak da durma periyodundaki ilave soğuma kayıpları yakıt tüketimini artırır.

On-off kombi ve brülörlerde bütün bu kesintili çalışma kayıpları toplamı yıllık yakıt tüketiminde %5 mertebelerine ulaşabilmektedir. Modülasyonlu brülör ve kombilerle bu kaybı %1 mertebelerine indirmek mümkündür.

8.4 PNÖMATİK KONTROLLÜ DREIZLER ORANSAL BRÜLÖRLER

8.4.1 Dreizler Oransal Brülörlerin Çalışma Mantiği

Dreizler oransal brülörlerin kapasite kumandası, standart sistemlerde fan tarafından tek kapasitede üflenen havanın önünde bulunan bir hava klapesi ve gaz yakıt klapesinin, pnömatik olarak beraber çalışması ile gerçekleştirilir. Hava klapesinin hemen arkasında oluşan hava basıncı ile kazan yanma odasındaki karşı basınç, pnömatik olarak ölçülür. Bu iki basınç arasındaki fark kazana üflenen hava miktarıyla ilgilidir. Ayrıca sisteme beslenen kazan su çıkış sıcaklığı ölçülür. Hava klapesi kazandan gelen bu sinyallere göre brülör beyni tarafından açılır veya kapanır. Gaz yakıt hattındaki gaz klapesi de üflenen hava miktarına göre yine pnömatik olarak ayarlanır. Pnömatik sistem sayesinde uzun çalışma süreleri boyunca, yeniden ayar gerek-meksizin kapasite kademesiz olarak, oransal kumanda edilebilmektedir.

8.4.2 Kurum Yapmayan Brülör

Dış hava sıcaklığındaki değişimler özellikle üfleme-li brülörlü kazanlarda etkilidir. Tek veya çok kademe-li sabit hava ayarlı brülörlerde, dış sıcaklık değişimleri yanmadaki hava fazlalık değerinin değişmesine, bu da yanma ve kazan veriminin değişmesine neden olur. Üfleme-li brülörde kazana gönderilen hava ve gaz yakıt oranı en uygun değere ayarlanır.

Bunun için ayar yapılan koşullarda kazan çalışırken baca gazı analizi yapılır ve bu analiz sonuçlarına bakılarak ayar tamamlanır. Ayar yapıldığı sırada örneğin sonbaharda dış hava sıcaklığı yüksekse baca çekişi az olacaktır. Daha sonra kışın dış sıcaklık düştüğünde baca çekişi artar. Bu durumda kazana emilen hava artar. Üflenilen yakıt değişmediğinden hava fazlalık katsayısı artar ve fazla havayla bacadan atılan enerji artar, kazan verimi düşer. Tam tersinde ise yani kışın ayar yapıldığında ve sonradan dış hava sıcaklığı yükseldiğinde kazana emilen hava azalacaktır. Azalan hava nedeniyle yakıt tam yakılamaz ve kurum oluşumu, tam yanmamış zehirli gazların atmosfere salınması gibi olumsuz durumlar ortaya çıkar.

Üflemleri brülörlü standart tip çelik bir doğal gaz kazanının teorik modeli üzerinde çalışılarak bu etkinin boyutu araştırılmıştır. +20°C dış hava sıcaklığında brülör ayarı yapıldığında ve bu kazan aynı brülör ayarıyla -20°C dış sıcaklık değerinde çalıştığında, daha fazla çekilen hava dolayısıyla hava fazlalık katsayısı 1,1 değerinden 1,2 değerine yükselmekte; baca gazı sıcaklığı da 222°C değerinden 230 °C değerine yükselmektedir.

Bu durumda ısı verim %91,6 değerinden %90,7 değerine düşmektedir. Görüldüğü gibi dış sıcaklık değişimi kazan veriminde %1 mertebesinde bir değişime neden olabilmektedir. Tam tersi bir durumda, yani brülör ayarının soğuk havada yapılması ve dış sıcaklığın artması halinde, hava miktarı azalacak ve hava fazlalık katsayısı düşecektir. Bu durumda yanma kötüleşecek, kurum oluşacak ve yakıtın bir kısmı yanmadan dışarı atılacaktır. Çevre açısından ortaya çıkan olumsuz durum yanında, yanma veriminde düşme meydana gelecektir. Kayıplar bu halde %1 mertebesinin çok üzerinde olmaktadır. Teorik olarak hesap yapıldığında ele alınan bu örnekte kayıpların %9 mertebesine kadar çıkabileceği görülmüştür. Burada verim düşümü yanında kazanda meydana gelen kirlenme de çok önemlidir. Kazanda belirli zaman aralıklarıyla bakım ve temizlik gerekecektir.

Bu durum göz önüne alınarak modülasyonlu modern kazanlarda ve brülörlerde yakıt beslenmesi hava debisine bağlı olarak yapılmaktadır. Yukarıda çalışma prensibi anlatılan Dreizler üflemleri brülörde baca çekişine bağlı olarak hava debisi arttıkça stokiyometri aynı kalacak biçimde yakıt miktarı da artmaktadır. Böylece hava fazlalığı sürekli optimum değerinde korunmaktadır.

Yakılan yakıt miktarının ve gücün artması kazan su sıcaklığını etkiler ve yükseltir. Kazan su sıcaklığından alınan uyarıyla kontrol sistemi hava klapesini kısarak veya değişken devirli brülörlerde fan devri değiştirilerek kazana beslenen yakma havası debisini (ve buna bağlı olarak yakıt debisi) düzenlemektedir.

Sonuçta bacada çekişin değişmesi kazana beslenen hava (ve yakıt) debisini etkilememektedir. Kazan dış sıcaklık değişimlerinden bağımsız olarak sürekli gerekli kapasitede ve optimum stokiyometrik oranda yakılmaktadır. Böylece yıl boyunca değişen dış hava koşullarında verim düşümü olmadığı gibi kazanda kurum oluşumu ve kirliliğe de rastlanmamaktadır.

Bu tip değişken devirli ve modülasyonlu brülörlerde bir diğer imkan, sürekli baca gazı analizi yaparak baca gazları içindeki oksijen oranını izleyen sensör kullanmaktır. Bu durumda yakıt hava oranını değiştirme imkanı da ortaya çıkmaktadır. Bu brülörlerde stokiyometrik oran adı verilen yakıt/hava oranı, sabit bir değere set edilmek yerine kontrol sistemi tarafından değiştirilebilir. Özellikle büyük kapasiteli kazanlar için fizibil olan bu sistem sayesinde bütün koşullarda yanma verimini en üst düzeyde tutmak mümkün olabilmektedir.

8.4.3 Değişken Devirli Brülör Fanı

Modülasyonlu brülörlerde, fanın çalışma süresi uzadığından fanda tüketilen elektrik enerjisi de artmaktadır. Bu nedenle modülasyonlu brülörlerde, fanın da kademeli veya modülasyonlu olarak çalıştırılabildiği durumlarda, yakıt tasarrufu yanında, fanın tükettiği elektrik enerjisinde de önemli ölçüde tasarruf yapmak mümkündür. 2 kademeli brülör fanı kullanıldığında motorda yıllık %50'nin üzerinde elektrik tasarrufu sağlanabilmektedir. Frekans konverterli motor kullanılan brülör fanında, elektrik gücü düşürülerek yıllık %75 mertebesinde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

8.5 DOĞAL GAZ SAYAÇLARI

İlgili bölümde doğal gaz sayaçları hakkında bilgi verilmiştir. Doğal gaz sayaçları ancak belirli aralıkta geçen debi değerleri için doğru değer gösterirler. Sayaçların içinden geçen gaz debisine göre ölçtükleri gaz hacmi değerlerinin gerçekten sapmaları kalibrasyon eğrilerinde verilmektedir. Sayaçlar satılırken de üretici firmalar bu sayaçların hangi debi aralığında kullanılmaları gerektiğini ve sayaçların hata payının ne olduğu bilgisini müşterilerine verirler. Herhangi bir uygulama için sayaç satın alınırken bu durum dikkate alınmalıdır. Eğer sayaçtan ölçme aralığı dışında daha az ve ya daha fazla gaz debisi geçerse bunu doğru ölçmeyecektir. Bu durumda sayaç gerçekte kullanılan daha az veya daha fazla değer gösterecektir.

Kullanılan gerçek gaz miktarının ölçülebilmesi için hata payı düşük olan kaliteli doğal gaz sayaçları kullanılmalıdır. Ayrıca binada kullanılabilecek gaz debileri iyi irdelenerek uygun aralıkta bir cihaz seçilmelidir. Gaz dağıtım şirketlerinin de bu konuda şartları vardır. İlgili bölümde bu şartlar verilmiştir.

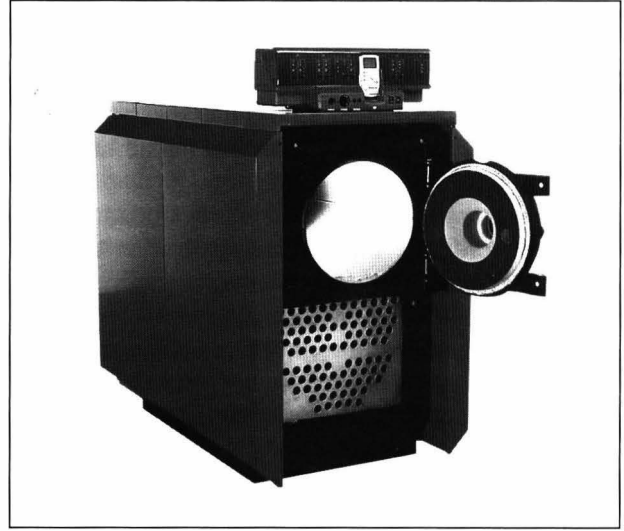
9. PRATİK NOTLAR

Isıtma Tesisatıyla İlgili Notlar

- Türkiye’de yapılan ısı kaybı DIN 4701 1959 baskısına dayanır ve 90/70°C olarak tasarlanan sistemler 70/55°C olarak çalışmaktadır. Düşük sıcaklıkta çalışan sistemler hem konfor açısından hem de verimli çalışma açısından daha avantajlıdır.
- Oda sıcaklığını yükseltmenin, yakıt tüketimini doğrudan etkileyeceği mutlaka düşünülmelidir. İstanbul’da oda sıcaklığını 1°C arttırmak İstanbul şartlarında yakıt tüketimini %10 arttırmaktadır.
- Sifon çalışan kalorifer tesisatlarında aşağıya doğru inen boru çapları bir çap büyük seçilmelidir.
- İki veya daha fazla kazanlı sistemlerde kazanlar kolektöre eş dirence sahip olacak şekilde bağlanmalıdır.
- Emniyet ventili çıkışları bir boru ile gidere kadar götürülmelidir.
- Tesisat borularının aşağı inip tekrar yükseldiği yerler varsa mutlak hava tüpü yapılarak, birikebilecek hava tahliye edilmelidir.

Kazan Daireleriyle İlgili Notlar

- Gaz yakıtlar temiz yakıtlar olup; kurum oluşturmaz, kirlilik yaratmazlar. Ancak kazan daireleri tozlu olduğunda, ocak hacmine emilen tozlar yanmanın kalitesini bozar, kırmızı bir alev ve kurum oluşturur. Bunun önlenmesi için kazan dairesi temiz tutulmalı, kazan kaidesi yüksek tutularak brülörün toz emmesi önlenmelidir.
- Her ısıtma sezonu kazan ve kazan dairesi bakım ve temizliği yapılmalıdır.
- Yılda en az bir kere, en iyisi her ay kazan baca gazı analizi yaptırarak brülör ayarı düzeltilmelidir. Hava yakıt ayarını otomatik olarak yapan cihazlarda buna gerek yoktur.
- Brülörler düşük gaz basıncında çalışabilecek özellikte olmalı ve düşük gaz basıncı emniyeti bulunmalıdır.
- Kazan dairelerinde gaz alarm cihazı bulunmalıdır. Doğal gaz için alarm cihazı üst kotta tavana yakın yerleştirilir.
- Kazan daireleri mutlaka havalandırılmalıdır. Öncelikle mümkünse açılacak menfezlerle doğal havalandırma sağlanmalıdır. Doğal havalandırma yapılamıyorsa, exproof fanlarla mekanik havalandırma yapılmalıdır.
- Çelik kazanlarda türbülatorsüz modeller tercih edilmelidir. Üretici için kolaylık olan türbülörler, çıkardıkları sorunlarla işletmeciye dert olmaktadır. Kazan verimini kolay yoldan arttırmak için kullanılan türbülörler özellikle sıvı yakıtla kullanıldıklarında zamanla duman borularına kaynamakta ve tıkanmalara neden olmaktadır.

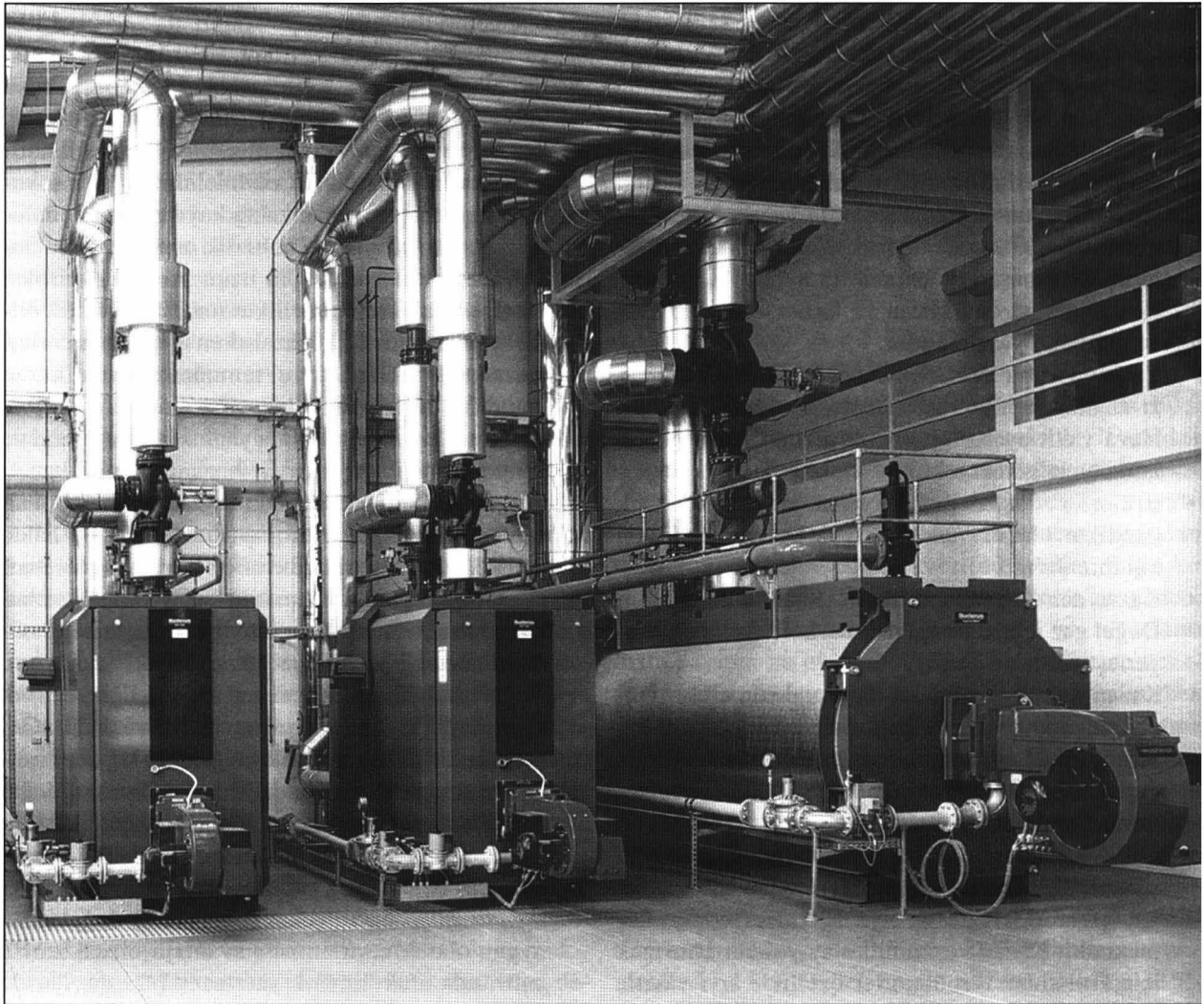


Şekil 131. BUDERUS ÜÇ TAM GEÇİŞLİ VE TÜRBÜLATÖRSÜZ KENDİNDEN YOĞUŞMALI KAZAN

- Temizlenmeleri oldukça zor olduğu için genelde işletmeci tarafından sökülürler. Kazan türbülatorlü olarak tasarlandığından, bu durumda verimi oldukça düşmekte, yakıt tüketimi artmaktadır. Halbuki türbülatorsüz olarak tasarlanan kazanlar ömür boyu yüksek performans ile çalışmaya devam ederler.
- Kazan kapağının brülör üzerindeyken açılabilir yapıda olmasına dikkat edilmelidir. Brülör sökülerek açılabilen veya kızakta kaydırılarak açılabilen kapaklı kazanlarda temizlik problem olmaktadır. Kazana ulaşmak için uzun prosedürleri olan bu tip kazanlarda genellikle temizlik ihmal edilmekte, kazanın ömrü azalırken işletme giderleri artmaktadır. Uzun süre temizlenemeyen kazan çok daha fazla yakıt tüketmektedir.
- Hermetik kombi cihazlarda yanma havası temini ve yanma ürünlerinin dışarı atılması iç içe iki kanaldan oluşan bir tek boruyla sağlanır. Bu borunun uzunluğu 4 m değerini geçmemelidir. Aksi halde fazla basınç düşümü ve emilen havanın fazla ısınması nedeniyle fan durabilir ve yanma bozulur.
- Kazan dairelerine klima santrali veya aspiratör monte edilmemelidir. Vakum etkisiyle yanmayı bozar.
- Doğal gaz cihazlarını meme değişikliği ve hava ayarı ile LPG için de kullanmak mümkündür. Genellikle doğal gaz gelecek bölgelerde benzer avantajlara sahip olduğu için LPG kullanılmakta, doğal gaz geldiğinde ise basit bir dönüşüm yapılmaktadır. Cihaz açısından kolay olan bu dönüşümün, sistem için de kolayca yapılabilmesi için, eğer LPG tesisatı döşendiye çekilen boruların doğal gaza uygun olarak tasarlanması avantajlı olacaktır. İlk yatırımda ufak bir fark yaratacak olsa da, ileride yapılacak dönüşümde tekrardan doğal gaz için borulama yapılmayacaktır.

Emniyetle İlgili Notlar

- Gaz kaçaklarını alevle kontrol etmek kesinlikle yasaktır. Gaz kaçakları özel cihazlarla veya saşun köpüğü ile araştırılır.
- Sızma olan gaz tesisatı kesinlikle kullanılmaya devam edilemez.
- Gaz sızması hissedildiğinde veya alarm cihazı alarm verdiğinde, tesisat ana vanasından kapatılıp, yetkili firmaya ve İGDAŞ'a haber verilmelidir.
- Gaz sızması olduğunda ve patlayıcı karışım oluştuğunda, lambaların açılıp kapatılması dahil en küçük kıvılcım patlamaya neden olur. Bu gibi durumlarda gazın kesilip, hacmin kapı ve pencereler açılarak doğal olarak havalandırılması gerekir. Bu durumda exproof olmayan fanların çalıştırılması da tehlikelidir.
- Bacalı kombi ve şofbenler banyo ve yatak odalarına kesinlikle yerleştirilemez. Bu cihazların baca gazı akış emniyeti olmalı ve bu emniyet baca tıkanığında ve çekiş olmadığında cihazı durdurmalıdır.
- Gaz kokusu bulunan hacimlerde kibrit veya çakmak yakılmamalı, elektrik sigortaları ve anahtarları ve şalteri açılıp kapatılmamalı, elektrik fişi çekilmemeli veya takılmamalı, elektrik zilleri kullanılmamalı, sigara içilmemeli ve bu hacimlere yanan ışıkla girilmemelidir.
- Ana emniyet musluğu kapatıldıktan sonra bütün gaz cihazlarının kapalı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Açık olanlar tam kapatılmalıdır.
- Gerekli havalandırma tam olarak yapıldıktan sonra gaz kokusunun kalmadığından kesinlikle emin olduktan sonra ancak ışıklar yakılmalıdır.
- Tedbir alındıktan sonra yetkili kuruluşa derhal bildirilmelidir.
- Ana emniyet musluğu kapatılmasına rağmen girilemeyen hacimlerden gaz kokusu geliyorsa, bu hacimlere girme yetkisi olan polis teşkilatı ile yetkili kuruluşa haber verilmelidir. Derhal itfaiye ekibi çağrılmalı ve binada oturan diğer şahıslara haber verilmelidir.
- Tesisattaki arızalar yetkili kuruluşlarca görevlendirilen kişilerce onarılmalıdır.



Şekil 132. BÜYÜK KAPASİTELER İÇİN ÖRNEK KAZAN DAİRESİ

10. DOĞAL GAZA GEÇİŞ PROSEDÜRÜ, İZLENECEK YOL

Sokağınızdan doğal gaz hattı geçip geçmediğini, size en yakın gaz dağıtım şirketi hizmet binasındaki aboneler servisinlerinden öğrenebilirsiniz. Sokağınızdan doğal gaz geçiyor ve bölgenizdeki regülatör kapasitesi yeterli ise abone olabilirsiniz. Abone olmak için bir takım evraklar gerekmektedir.

Müstakil Bina Aboneliği İçin;

- Nüfus cüzdanınızın fotokopisi.
- Tapunuzun fotokopisi.
- Elektrik, su, ve çevre temizlik hizmetlerinden yararlandığınızı gösterir belge veya belgelerden birinin fotokopisi.

Apartman Aboneliği İçin;

- Binanızda doğal gazı geçmek için % 51' lik apartman yönetimi kararı bulunması.
- Apartman yönetim kararı, sekiz ve sekizden fazla daireli binalarda, noter onaylı karar defterindeki yönetim kurulu kararıdır. (Sekizden az daireli binalarda ise, kat maliklerinin imzalı dilekçesidir.)
- Tercih ettiğiniz ısınma şekli; ("merkezi" ya da "bireysel") apartman kararınızda belirtilmiş olmalıdır.
- Merkezi sistem abonelikleri, apartman yönetimi adına yapılmakta olup bu durumda, ilgili apartmanın % 100 abone olma zorunluluğu vardır.
- Apartman yönetiminin vekaletname verdiği üçüncü bir şahıs ile de abonelik işlemleri yapılabilir.

Ticari Abonelik

- Ticari abonelik için yukarıdaki belgelere ilave olarak; Vergi levhanız, Ticari sicil numaranız (Şirket statüsünde değilseniz sadece vergi levhanız) yanınızda olmalıdır.
- Abonelik başvurusunu gerekli şart ve evrakları sağladıktan sonra bağlı bulunduğunuz bölgedeki gaz dağıtım şirketi bölge müdürlükleri veya şubelerine yapabilirsiniz.
- Yatırmış olduğunuz abonelik bedeli; meskenlerinizdeki ilk 200 m² ve ilave her 100 m²'lik ticarethanelerinizdeki her 3,5 m³/saat için abone olurken ödemiş olduğunuz bedeldir. (Abonelik bedeli İstanbul için Eylül 2003 itibariyle 300.000.000.- TL dir.)
- Ticarethanelerde her 3,5 m³/saat için bir abonelik bedeli alınmaktadır.
- Abonelik bedeli gaz dağıtım şirketi veznelere yatırılmaktadır.
- Abonelik talep bildirim formu doldurulup onaylanarak aboneye verildikten sonra abonelik işlemi tamamlanmış olacaktır.
- Apartman yönetim kurulu doğal gaz ve kalorifer tesisatını yaptırmak için teknik incelemeyi yapacak, teklifleri toplayıp değerlendirecek ve karar alacak bir heyet oluşturmalıdır.

- Teklifler incelenip, mümkünse cihazlar çalışır vaziyette görülüp, kullananlardan bilgi alınıp karar verilir. Bu kararda güvenlik, işletme maliyeti ve ömür faktörleri dikkate alınmalıdır. Buna göre optimum teklifi veren yetkili bir tesisatçı firmayla sözleşme yapılır.
- Apartman yönetimi anlaştıkları yetkili mühendislik firmasına abone numarasını ve binanın mimari projesini verecektir. Proje yoksa mühendislik firması röleve çıkaracaktır.
- Daire sahiplerinden nakit ve vadeli ödemeler toplanıp, işi alan firmaya ödenir. Mühendislik firması şartnamelere uygun doğal gaz projelerine başlar. Yetkili firma tesisat projesini, proje onay servislerinde onaylattırır.
- Projeniz onaylandıktan sonra genel müdürlük ilgili bölge müdürlüğüne projeyi gönderir. Bu arada firma başlama formu olarak adlandırılan belgeyi bölge müdürlüğüne verir.
- Bölge müdürlüğü proje merkezden geldiğinde aboneye haber vererek sayaç güvence sözleşmesinin yapılması için aboneyi çağırır. Abone sözleşme için gerekli tutarı toplayarak ve gerekli belgelerle birlikte bölge müdürlüğüne başvurarak güvence sözleşmesini yapar.
- Gaz kullanım sözleşmesi için gereken evraklar: Nüfus cüzdanınızın fotokopisi, İkametgah belgesi, Ev sahibi iseniz tapu (Kiracı iseniz kira kontratı) fotokopisi, Yapı ruhsatı, Güvence bedeli makbuzu.
- Ticari kuruluşlar için yukarıdaki belgelere ek olarak: Vergi levhası, Yetki belgesi, İmza sirküleri, (Varsa) Kaşe getirmelisiniz.

Notlar

- Sözleşme işlemleri ancak, gazı kullanacak şahsın adına ve bizzat kendisi tarafından yapılabilir.
- Merkezi sistemlerde işlemler; apartman yönetimi adına, yönetici tarafından yapılacağı için kaşe ve kimlik fotokopisi istenir.
- Sözleşme işlemlerinin üçüncü şahıslar tarafından yapılacak olması durumunda vekaletname istenir.
- Yetkili firma tesisatı onaylı projeye göre döşeyecektir.
- Yetkili firma tesisatı tamamlanınca, tesisatı test ettiğine dair proje mühendisi ve tesisat ustasının imzalarının bulunduğu test kağıtlarını bölge müdürlüğüne verir ve sizin adınıza gaz açma randevusu alır.
- Gaz dağıtım şirketi teknik elemanları, tesisatınızın projeye uygun olarak hazırlandığının ve tesisatınızın kaçak olup olmadığının kontrolünü yapacak, tesisatınız kullanıma hazırsa, doğal gaz verilecektir.

Dikkat

- Ne şekilde olursa olsun, resmi gaz açılışı yapılmadan gerçekleştirilecek kaçak kullanımlarda, kanunen sorumlu tutulursunuz ve tarafınıza ceza tahakkuk ettirilir.
- Abone olmadan ve kapınıza doğal gaz servis kutusu konulmadan kesinlikle hiçbir dönüşüm yaptırmayınız.

II. BÖLÜM

LPG TESİSATI

1. SIVILAŞTIRILMIŞ PETROL GAZI (LPG) TEMEL BİLGİLER

LPG mükemmel yanma özellikleri, depolama kolaylığı, taşınabilir olması, yüksek ısı değeri ve temiz bir yakıt olması ile Türkiye’de giderek daha çok kullanılan bir yakıt türüdür. Özellikle doğal gazın ulaşamadığı yerlerde önemli bir potansiyele sahiptir. Dünya 1999 LPG üretimi 193 milyon ton seviyesindedir. Dünyadaki son 10 yılda LPG talebi yıllık ortalama artışı %4 mertebelerindedir. Buna göre dünya birincil enerji tüketimi içinde LPG’nin payı %2,4 mertebesinde kalmaktadır.

Türkiye ise İtalya’nın ardından Avrupa’nın en büyük LPG pazarına sahiptir. 2000 yılında LPG pazarı Türkiye’de olağan dışı bir büyüme göstermiştir. Özellikle otomotiv sektöründeki talep patlaması sonraki yıllarda fiyat artışlarıyla dengelenmiştir. Türkiye’de yıllık tüketim değeri 2000 yılında 4,5 milyon tona ulaşmıştır. Bu tüketimin yaklaşık %15 mertebesindeki kısmı yurt içinde üretilmekte, geri kalan yaklaşık %85’lik bölümü ithal edilmektedir. Türkiye’nin 394.000 m³ stoklama kapasitesi mevcuttur.

LPG tüketimini tüplü ve dökme LPG olarak ikiye ayırmak mümkündür. Domestik alanda LPG tüketimi tüple olmaktadır. Geleneksel kullanım biçimi bu olup, ortalama yıllık %2,2 büyüme hızıyla doyma noktasına ulaşmıştır. 2000 yılında tüplü tüketim 2,1 milyon ton ile toplam tüketimin %47’sini oluşturmaktadır. Dökme LPG daha çok sanayi, ticari kullanımda ve ısıtma sektöründe yaygındır. Yıllık ortalama %24 büyüme hızıyla gelişen bir pazar görünümündedir. Yıllık tüketim 1 milyon tonla %24 mertebesinde bir paya sahiptir. Diğer önemli bir sektör oto LPG olup %29 paya sahiptir. 1,3 milyon ton/yıl mertebesinde tüketim hacmi olan bu pazar pratik olarak 1998 yılında oluşmuştur.

Türkiye’de Kullanılan Standart Tüp Boyutları:

2 kg’lık piknik tüpü

12 kg’lık ev tüpü

24 kg’lık ticari tüp

45 kg’lık sanayi tüpü

Dökme LPG ise küçük tanklı ve büyük tanklı sistemler olarak ikiye ayrılabilir. Küçük tanklı sistemler otellerde, küçük sanayide, tavuk çiftliklerinde, seralarda ve konutlarda kullanılmaktadır. Tank hacimleri 0,5 ile 10 m³ arasında değişmektedir. Büyük tanklı sistemler ise yakıt tüketimi yüksek sanayi tesislerinde kullanılmaktadır. Tank boyutları 35 ile 180 m³ mertebelerinde değişmektedir.

1.1 KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER

LPG ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen bütan, propan ve izobütan gazları karışımlarına verilen isimdir. Türkiye’de LPG ticari olarak saf propan veya miks gaz (%30 propan+%70 bütan karışımı) biçiminde

pazarlanmaktadır. Propan ve bütan molekülleri karbon (C) ve hidrojen (H) elementlerinden oluşur. Bu hidrokarbonlar parafin olarak da adlandırılırlar ve grubun ilk üyesi metan (CH₄) olduğundan, metan serisinin içine girer. Birbirini takip eden her hidrokarbon zinciri, bir öncekinin üzerine bir tane daha CH₂ bağı ilavesi ile elde edilir. (n) karbon atomuna (2n +2) hidrojen atomu bağlanır. Parafinlerin genel formülü C_nH_{2n+2} şeklindedir.

Çok karbon atomlu hidrokarbonlarda CH grupları düz ve dallanmış zincirler teşkil edecek şekilde değişik biçimlerde yapılanmıştır olabilir. Düz ve dallanmış zincirli hidrokarbon tiplerinin moleküler formülü birbirinden farklılık göstermez. Buna karşın moleküler yapıları, fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır. Bu bağlar izomer olarak adlandırılır.

Örneğin bütan, normal bütan (n-bütan) - düz zincir olarak ve az miktarda izobütan (i-bütan) - dallanmış zincir-olarak sivilaştırılmış gazda mevcuttur. i-bütan n-bütandan daha düşük kaynama sıcaklığına sahiptir. LPG renksiz, kokusuz ve havadan ağır bir gazdır. Gaz kaçaklarının farkedilebilmesi için etil merkaptan ile kokulandırılır.

1.1.1 Buhar Basıncı (Doyma Basıncı)

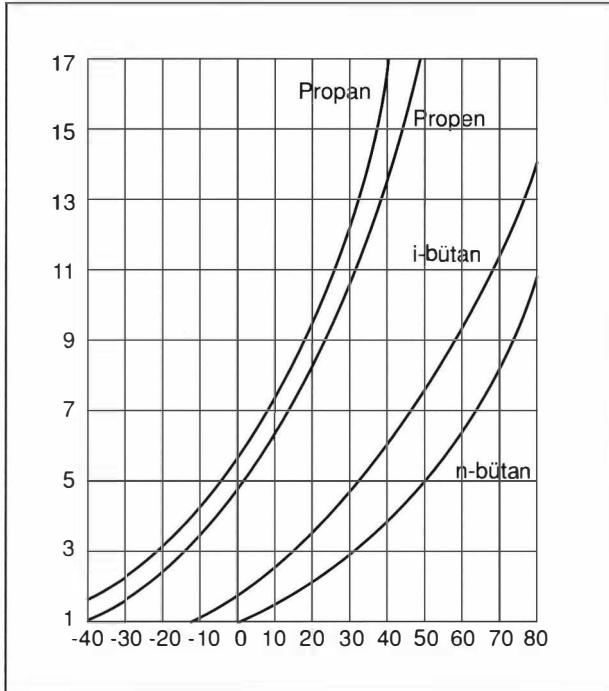
Sivilaştırılmış gazlarda doyma basıncı, diğer bir değişle buhar basıncı önemli bir role sahiptir. Bununla kısmen sıvı kısmen gazla dolu kapalı bir kaptaki mutlak basınç anlaşılır. Bu basınçta sıvı faz, gaz faza ve gaz faz, sıvı faza geçebilir. Buhar basıncı maddenin bir karakteristik büyüklüğüdür ve sadece sıcaklığa bağlıdır. İçinde buhar bulunan bir kapalı kaptaki sivilaştırılmış gaz ısıtıldığında buhar basıncı artar ve sıcaklık bu basınçtaki kaynama sıcaklığına yükselir. *Tablo 1’de propan, n-bütan ve karışımlarının mutlak buhar basıncı ve Şekil 2’de propan, propen, i-bütanın ve n-bütanın buhar basınçlarının sıcaklığa göre değişimi görülmektedir.* Sivilaştırılmış gazlar buhar basınç eğrisinin altında (kaynama eğrisi) gaz fazda, üzerinde ise sıvı fazdadır. Buhar basıncı daima mutlak basınç olarak verilmelidir.

1.1.2 Kaynama

Sivilaştırılmış gaz kaynama sıcaklığında ısıtılıyorsa, sıvı fazdan gaz faza geçiş başlar. Atmosfer basıncına karşılık gelen kaynama sıcaklığına normal kaynama sıcaklığı, normal kaynama noktası adı verilir. Atmosfer basıncı 1013 hPa’da n-bütan -0,5 °C, i-bütan -11,7 °C, propan -42,1 °C ve su +100 °C’de kaynar. Kaynama noktasının altında bir madde sadece buharlaşır. Bir depodan sivilaştırılmış gazın, gaz fazına alınmasında (sadece sıvı sıcaklığının kaynama sıcaklığının üzerinde olması halinde mümkündür) gaz basıncı düşer ve bunun sonucunda sıvı ve gaz fazları arasındaki denge bozulur. Sıvı sahip olduğu ısı enerjisi miktarına bağlı olarak kaynamaya ve buharlaşmaya başlar. Bu sırada

Propan % °C	Sıvılaştırılmış gazın bileşimi (% ağırlık)											Bütan % °C
	100 -	90 10	80 20	70 30	60 40	50 50	40 60	30 70	20 80	10 90	- 100	
-40	1,1										0,2	-40
-35	1,4											-35
-30	1,7										0,3	-30
-25	2,0											-25
-20	2,4										0,5	-20
-15	2,9											-15
-10	3,4	3,1	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,7	-10
-5	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,3	1,9	1,6	1,2	0,8	-5
0	4,7	4,4	4,1	3,7	3,4	3,0	2,6	2,3	1,9	1,5	1,0	0
5	5,5	5,2	4,8	4,4	4,0	3,6	3,1	2,5	2,2	1,8	1,2	5
10	6,3	6,1	5,6	5,2	4,7	4,2	3,7	3,0	2,5	2,1	1,4	10
15	7,3	7,0	6,5	6,0	5,5	4,9	4,3	3,7	3,0	2,5	1,7	15
20	8,3	7,9	7,4	6,9	6,3	5,7	5,0	4,3	3,6	2,8	2,1	20
25	9,5	9,0	8,3	7,8	7,2	6,5	5,8	5,0	4,2	3,3	2,5	25
30	10,8	10,2	9,5	8,8	8,1	7,4	6,6	5,8	4,8	3,8	2,8	30
35	12,2	11,5	10,8	10,0	9,2	8,3	7,5	6,6	5,5	4,4	3,3	35
40	13,7	12,9	12,3	11,3	10,4	9,5	8,5	7,5	6,3	5,1	3,8	40
45	15,5	14,4	13,8	12,7	11,8	10,7	9,6	8,4	7,2	5,8	4,4	45
50	17,3	16,2	15,4	14,4	13,2	12,0	10,8	9,5	8,0	6,6	5,0	50
55	19,4	18,2	17,1	16,1	14,9	13,4	12,1	10,6	9,0	7,5	5,7	55
60	20,9	20,4	19,1	17,8	16,5	15,0	13,4	11,9	10,1	8,3	6,4	60
70	25,8										8,1	70
80	31,4										10,2	80
85	34,1											85
90	36,6										12,6	90
95	39,9											95
96	41,7											96
											15,4	100

Tablo 1. PROPAN, N-BÜTAN VE KARIŞIMLARININ MUTLAK DOYMA BASINÇLARI (bar)



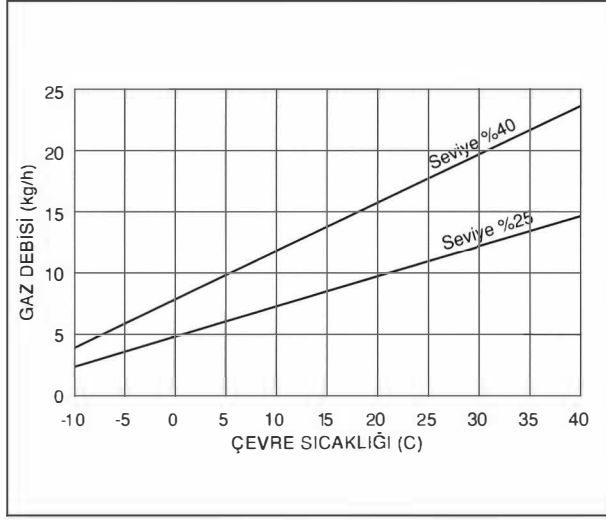
Şekil 2. SIVILAŞTIRILMIŞ GAZLARIN BUHAR BASINÇLARI

dışardan ısı enerjisi verilmediği sürece sıvı soğuyacaktır. Gaz alma işleminin bitmesi ile denge tekrar oluşur. Sıvılaştırılmış gaz tüpünün basıncından yola çıkarak tüpün içindeki miktar belirlenemez, çünkü sıvının buhar basıncı, tüp az veya çok dolu olsa da sadece sıcaklık ve sıvının bileşimine bağlıdır. Sıvının sıcaklığı ve basıncı miktardan bağımsızdır. Tüpün içerdiği gazın miktarı sadece tartarak tespit edilir, basınç ölçümü ile belirlenemez.

1.1.3 Çiğ Noktası

Bir gazın veya buhar karışımının soğutulmasında yoğunlaşma meydana gelir. Buharın sıvı faza geçtiği sıcaklığa çiğ noktası adı verilir. Saf sıvılaştırılmış gazlarda kaynama ve çiğ noktası aynıdır. Teknik olarak kullanılan ticari sıvılaştırılmış gazlar, propan ve bütan gazlarının çiğ noktası sıvılaştırılmış gazların bileşimine göre aynı basınçtaki kaynama sıcaklığının 160°C kadar üzerinde olabilir. Şekil 3’de propan, n-bütan ve miks gazın çiğlenme sıcaklıkları mutlak basınç değerine göre verilmiştir.

Sıvılaştırılmış gaz - hava karışımının kullanılmasında çiğ noktası özellikle dikkate alınmalıdır. Çiğleşme sabit bir çevre sıcaklığında, borularda gaz fazındaki LPG’nin basıncının artırılarak belli bir değerin üzerine



Şekil 3.

çıkılması ile gerçekleşir veya belirli sabit basınçta gaz sıcaklığının düşmesi ile gerçekleşebilir. LPG tesisatında borularda gazın çığlaşması hiç istenmeyen bir durumdur. Özellikle LPG sıvı halde brülöre ulaşırsa, tehlike yaratır. Çığlenme tehlikesi açısından propan güvenli bir gazdır. Ancak miks gaz kullanıldığında, tesisatta mutlaka önlem alınmalıdır. Bu önlemler buharlaştırıcı kullanmak, tüketim hattında basıncı mümkün olduğunca düşük tutmak ve kazan girişlerinde sıvı toplama kabı kullanmak şeklinde sıralanabilir.

1.1.4 Buharlaşma Isısı

Bir sıvının buharlaşması için ısı gereklidir. Maddenin 1 kg'ının sıcaklık artışı olmadan sıvı fazdan gaz faza geçmesi için gerekli ısı miktarına özgül buharlaşma ısı denir ve Wh/kg veya kJ/kg olarak verilir. Bir sıvının sıcaklığı ne kadar düşük olursa buharlaşma için daha fazla ısı sarfedilir. Tablo 4'te sıcaklığın fonksiyonu olarak propan ve n-bütan için gerekli buharlaşma ısıları verilmiştir. Sıvılaştırılmış gazda sıvı buharlaşma ısını önce kendisinden çeker. Sıvı soğur ve buharlaşma kabiliyeti ve basıncı azalır. Bir kaynaktan beslenmeden ısının bu şekilde çekilmesi halinde tüp içindeki sıvının sıcaklığı, buharlaşma bitene kadar düşer. Buharlaşma, norm basınç 1013 hPa'da propan için -42,1°C, n-bütan için -0,5°C'da sona erer. Buharlaşmanın devamı için sıvının ısı kaybı dışarıdan doğal ısı ilavesi ile karşılanmalıdır. Düşük sıcaklıklarda gazın tüpten alınması zorlukları da beraberinde getirir. Propan-bütan karışımı kullanıldığında yüksek buhar basıncına sahip propan, bütandan daha hızlı buharlaşır. Bunun sonucu tüpteki bütan miktarı zenginleşir. Boşalan tüp sıfırın altında sıcaklıklarda ancak vakum altında buharlaşacak olan bütan içermektedir.

1.1.5 Özgül Isı

Bir kaynaktan ısı ilavesi olmadan sıvılaştırılmış gazın buharlaşmasında ortaya çıkan sıcaklık düşümü sıvının

Sıcaklık °C	Buharlaşma ısısı			
	Propan		n-bütan	
	Wh/kg	kJ/kg	Wh/kg	kJ/kg
-60	122,15	439,73	122,35	440,44
-50	119,87	431,53	119,91	431,65
-40	117,53	423,11	117,58	423,28
-30	114,93	413,73	114,79	413,23
-20	112,06	403,39	112,23	404,02
-10	108,97	392,30	109,32	393,55
0	105,18	378,65	106,65	383,92
10	101,16	364,16	103,74	373,46
20	96,82	348,55	100,48	361,73
30	91,92	330,92	97,69	351,69
40	86,31	310,70	94,20	339,12
50	80,39	289,39	90,71	326,56
60	71,99	259,16	87,69	315,68
70	64,20	231,11	83,74	301,44

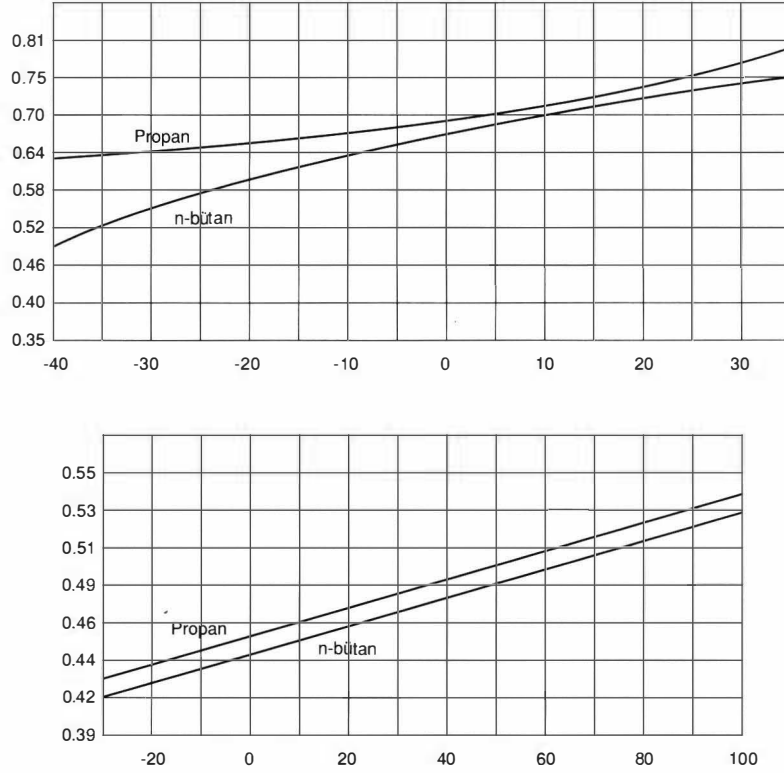
Tablo 4. BUHARLAŞMA ISISI (Wh/kg ve kJ/kg)

özgül ısısı tarafından belirlenir. Sıvı fazdaki propan, n-bütan ve i-bütanın ortalama özgül ısısı 0,66 Wh/kgK (2,4 kJ/kgK) dir. Propan ve n-bütan için sıvı ve gaz halinde özgül ısıların sıcaklıkla değişimi Şekil 5'de verilmiştir.

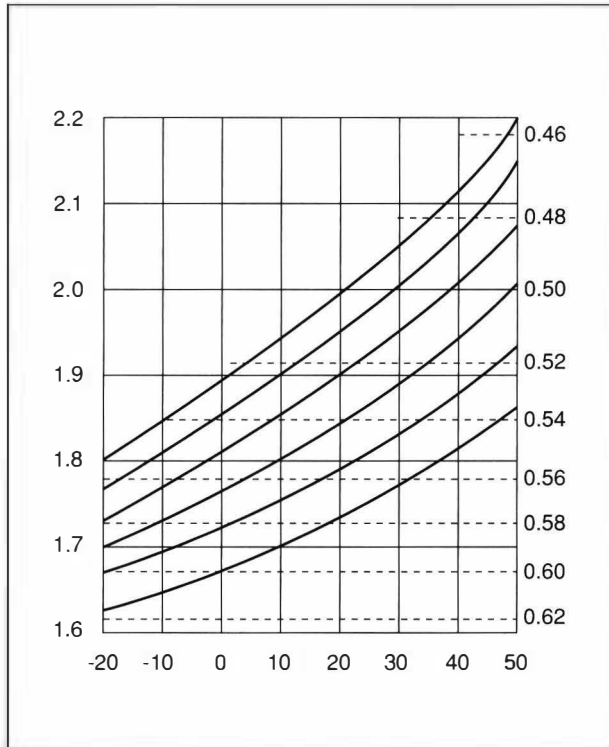
1.1.6 Sıcaklık Etkisi ile Sıvı Propan ve Bütanın Hacimleri Arasındaki İlişki

Sıvılaştırılmış gaz taşınması ve depolanması sırasında farklı sıcaklık etkilerine maruz kalır. Sıvılaştırılmış gaz şartlara bağlı olarak -20°C ve daha altı ile +40°C ve daha üstü sıcaklıklara erişebilir. Sıcaklık artışı ile suyun hacmi (0°C'dan 60°C'ye kadar sıcaklık artışında sadece %1,7) çok az artmasına rağmen sıvılaştırılmış propan ve bütan ısınma sonucunda oldukça fazla miktarda genleşir.

Şekil 6'da sıcaklığın fonksiyonu olarak sıvılaştırılmış gazların özgül hacimleri dm³/kg ve yoğunlukları kg/dm³ verilmiştir. Örneğin, -20°C dan +40°C'a kadar sıcaklığının artması halinde propan özgül hacmi yaklaşık %18 artar. Buhar yastığı olmayan tamamen sıvılaştırılmış gazla dolu bir tüp bu durumda patlayacaktır. 1°C sıcaklık artışı tamamen sıvı dolu bir tüpte 7-8 bar civarında basınç artışına neden olur. Sıvı fazdaki gazın basıncı, sıcaklık artışı ile buhar basıncından çok daha hızlı artar. Bu sebeple sıvılaştırılmış gaz basınçlı tüpleri tamamen doldurulmaz. Sıvılaştırılmış gaz üzerinde büyük bir buhar yastığı bulunmalıdır. Böylece güneş ışınımı veya diğer sebeplerle ısınan sıvılaştırılmış gaz, tüp tehlikeye düşmeden genleşebilir. Belirli bir sıvılaştırılmış gaz için uygun dolum miktarı (doldurma faktörü) basınçlı kabın talimatında belirtilmiştir. Basınçlı kap 1 m yüksekliğinde toprak ile örtülü, dış havada açıkta veya bir odada bulunuyorsa, iç hacminin sadece %85'ne kadar hacimsel olarak doldurulabilir. 1 m'den daha fazla toprak ile örtülü ise uygun dolum miktarı hacminin % 90'nına kadar çıkabilir.



Şekil 5. SIVI VE GAZ FAZINDAKİ PROPAN VE N-BÜTANIN ÖZGÜL ISILARININ SICAKLIĞA GÖRE DEĞİŞİMİ



Şekil 6. SIVILAŞTIRILMIŞ GAZLARIN SICAKLIĞA GÖRE ÖZGÜL HACİM VE YOĞUNLUKLARININ DEĞİŞİMİ

Maksimum uygun dolum hacmi teste tabi tutulmuş seviye göstergesi ile görülmelidir. Tüplerin de hacminin sadece % 85'i kadar doldurulmasına izin verilir.

1.1.7 Yoğunluk, Norm Yoğunluk, Bağlı Yoğunluk

Sıvı fazdaki gazların yoğunlukları sıcaklıkla değişir. Şekil 6'da sıvılaştırılmış propan ve n-bütan karışımının yoğunluğu görülmektedir. Örneğin 0°C sıcaklıkta 1 litre propan 0,53 kg, bütan 0,6 kg dır.

Diğer önem taşıyan bir yoğunluk değeri ise gaz fazındaki sıvılaştırılmış gazınkidir. Gaz fazındaki propan ve bütan; hava, doğal gaz ve kok gazından daha ağırdır. Tablo 7 A'da çeşitli gazların yoğunlukları verilmiştir.

Gazların yoğunlukları havanın yoğunluğuna oranlanarak bağlı yoğunlukları bulunur. Buna göre çeşitli gazların bağlı yoğunlukları Tablo 7 B'de verilmiştir.

Yukarıda verilen değerlerden, gaz fazındaki propan havadan 1,5 kat bütan ise 2 kat daha ağırdır. Kok gazı havanın ağırlığının %36'sı ve doğal gaz havanın ağırlığının %66 (ve %65)'i kadar ağırdır. Tüpten çıkan kok gazı ve doğal gaz yukarı yönelir. Buna karşılık propan ve bütan yere çökerek havanın yerini alır. Sıvılaştırılmış gazlar, odanın tabanında toplanması sebebiyle bir sıvıya benzetilebilir. Tabanda toplanan gazın başka bir yere akabileceği dikkate alınmalıdır.

Gaz cinsi	Hava	Propan	Propen	n-bütan	i-bütan	Büten	Doğal gaz L	Doğal gaz H	Kok gazı
kg/m ³	1,293	2,011	1,913	2,708	2,697	2,599	0,840	0,850	0,470

Tablo 7 A. GAZLARIN YOĞUNLUKLARI

Gaz cinsi	Hava	Propan	Propen	n-bütan	i-bütan	Büten	Doğal gaz L	Doğal gaz H	Kok gazı
kg/m ³	1,000	1,555	1,479	2,094	2,086	2,010	0,650	0,660	0,360

Tablo 7 B. GAZLARIN BAĞIL YOĞUNLUKLARI

Yakıt	Birim	Isıl değer H _u		Taş kömürü	Kok gazı	Doğal gaz L	Doğal gaz H	Propan	n-bütan
		kWh	kJ						
Taş kömürü	kg	8,14	29,310	1,00	1,67	0,90	0,74	0,63	0,64
Kok gazı	m ³	4,88	17,570	0,60	1,00	0,54	0,44	0,38	0,38
Doğal gaz L	m ³	9,03	32,510	1,11	1,85	1,00	0,82	0,70	0,73
Doğal gaz H	m ³	11,04	39,740	1,36	2,26	1,22	1,00	0,86	0,87
Propan	kg	12,87	46,343	1,58	2,64	1,43	1,17	1,00	1,03
n-bütan	kg	12,69	45,707	1,56	2,60	1,41	1,15	0,99	1,00
Fuel oil EL	kg	11,86	42,700	1,46	2,43	1,31	1,07	0,92	0,93
Fuel oil EL	l	10,00	36,000	1,23	2,05	1,11	0,91	0,78	0,79
Fuel oil S	kg	11,34	40,820	1,39	2,32	1,26	1,03	0,88	0,89
Elektrik	kWh	1,00	3,600	0,12	0,20	0,11	0,09	0,08	0,08

Tablo 7 C. YAKITLARIN ISIL DEĞERLERİ (Ömek: 1 kg propan için 12,87 kWh; 1 m³ doğal gaz H için 0,86 kg propan)

1.1.8 Üst ve Alt Isıl Değer

Yanabilen gazların fiziksel büyüklükleri arasında ısı değerleri de önemli yer teşkil eder. Üst ısı değer H₀, alt ısı değer H_u ile gösterilir. Üst ısı değer H₀, birim miktardaki yakıtın yanması sonucu açığa çıkan yanma ürünlerinin başlangıç sıcaklığına kadar tekrar soğutulması ve yakıtın içinde bulunan ve yanma sonucu açığa çıkan suyun yoğunlaştırılması halinde yakıttan elde edilen ısı değeridir. Alt ısı değer H_u, üst ısı değerden yanma sonucu açığa çıkan su buharının yoğunlaşma ısısı kadar (yaklaşık %8-9) düşüktür.

Tablo 7 C'de çeşitli yakıtların ısı değerleri verilmiştir. Aynı tabloda yakıtların birbirleriyle karşılaştırması da

görülmektedir. 1 kg (veya m³) her hangi bir yakıt yerine aynı ısıyı vermek için ne kaç kg (veya m³) başka yakıt gerektiği bu tablodan okunabilir. Tablo 8 çeşitli sıvılaştırılmış gazların üst ve alt ısı değerleri ile birlikte Wobbe endekslerini vermektedir.

Sıvılaştırılmış gazların birbirine göre üstünlüğü küçük hacimde yüksek ısı değere sahip olması ile belirlenir.

1.1.9 Wobbe Endeksi

Bir brülörün ısı yükü Wobbe endeksi ile tariflenir. Endeks aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Wobbe endeksi = Isıl değer / (Yoğunluk oranı)^{0.5}

Isıl değer = kWh/m³

Teknik bilgiler	Birim	Propan	Propen	n-bütan	i-bütan	n-büten	i-büten
Alt ısı değer H _u	MJ/kg	46,35	46,06	45,72	45,60	45,51	45,41
Alt ısı değer H _u	kWh/kg	12,87	12,79	12,69	12,67	12,64	12,64
Alt ısı değer H _u	MJ/m ³	93,58	88,22	123,56	121,63	113,84	113,84
Alt ısı değer H _u	kWh/m ³	25,99	24,50	34,31	33,79	31,62	31,62
Üst ısı değer H ₀	MJ/kg	50,41	49,28	49,57	49,49	48,74	48,74
Üst ısı değer H ₀	kWh/kg	14,00	13,69	13,77	13,75	13,54	13,54
Üst ısı değer H ₀	MJ/m ³	101,83	94,38	134,03	132,02	121,88	121,88
Üst ısı değer H ₀	kWh/m ³	28,28	26,21	37,22	36,67	33,85	33,85
Wobbe endeksi W ₀							
H ₀ bazında MJ		81,48	77,54	92,70	91,90	86,67	86,67
Wobbe endeksi W ₀							
H ₀ bazında kWh		22,63	21,53	25,74	25,53	24,07	24,07
Wobbe endeksi W _u							
H _u bazında MJ		75,04	72,31	85,39	84,47	81,90	81,90
Wobbe endeksi W _u							
H _u bazında kWh		20,79	20,14	23,74	23,52	22,48	22,48

Tablo 8. SIVILAŞTIRILMIŞ GAZLARIN ÜST, ALT ISIL DEĞERLERİ VE WOBBE ENDEKSİ

Belirli bir meme için yakıcının ısı yükü birim hacimdeki gazın ısı değeriyle (norm şartlar) ve birim zamanda yakıcıdan akan gaz hacmiyle orantılıdır. Gaz basıncının etkisi ile meme içinde hızlanan gazın püskürme hızı, gaz ne derecede hafifse (diğer bir ifadeyle yoğunluğu az ise) o derecede yüksektir. Püskürme hızı, birim zamanda sarfedilen yakıt hacmi, yoğunluğun kare kökü veya yoğunluk oranının kare kökü ile ters orantılıdır. Wobbe endeksi yanabilen gazların ısı yükü için bir ölçüdür. *Tablo 8*'de çeşitli sıvılaştırılmış gazların Wobbe endeksleri verilmiştir.

1.2 YANMA ÖZELLİKLERİ

Her yanabilir gaz kendine ait özelliklere sahiptir. Sıvılaştırılmış gaz halinde özellikler önemli ölçüde farklıdır. Bir gazın yanma özellikleri, maksimum tutuşma hızı, en düşük tutuşma sıcaklığı, tutuşma sınırları ve maksimum yanma sıcaklığıdır.

1.2.1 Maksimum Tutuşma Hızı

Tutuşma hızı, başlamış bir yanmanın tutuşma kabiliyetine sahip bir gaz-hava karışımında ne kadar hızlı yayıldığını belirler. Laminer alev hızı olarak da adlandırılır ve gazın yakma havası ile karışım özelliğine olduğu gibi, gazın cinsi ve sıcaklığına da bağlıdır. Sıvılaştırılmış gazlar maksimum tutuşma hızına % 10 hava eksikliğinde yani ($n = 0,9$ değerinde ulaşır. Propan ve bütanın maksimum tutuşma hızı, asetilenin maksimum tutuşma hızının 1/4'ü kadardır. Düşük tutuşma hızı alevin yükseltilmesi ve söndürülmesi bakımından tercih edilir. Bu husus yakıcının konstrüksiyonunda dikkate alınmalıdır. Alev, örneğin ana alevin etrafı düşük gaz besleme hızlı küçük alevciklerle çevrilerek kararlı hale getirilebilir. Böylece, geri tepme önlenir. Diğer bir çözüm ise ön ısıtma ile tutuşma hızı sınırlı ölçüde artırılabilir. Ön ısıtma hacmin artmasına ve yoğunluğun azalmasına sebep olur. Bu husus dikkate alınmalıdır.

1.2.2 En Düşük Tutuşma Sıcaklığı

Yanabilen gaz-hava karışımı ısıtıldığında belirli bir sıcaklıkta tutuşur ve ilave ısı gereklemeden yanar. Tutuşma sıcaklığı karışımın bileşimine bağlıdır ve stokiometrik karışıma yakın karışım halinde en düşük değerini alır. Sıvılaştırılmış gazların tutuşma sıcaklığı etinin (asetilen) tutuşma sıcaklığından oldukça yüksektir fakat doğal gazın değerinden daha düşüktür.

1.2.3 Tutuşma Sınırları

Bir yanıcı gaz-hava karışımı sadece belirli bir karışım aralığında yanar. Karışım içindeki havanın çok fazla veya çok az olması alev oluşmamasına sebep olur. Az miktarda yanıcı gazın çok miktarda hava ile oluşturduğu ama hala yanabilen karışım alt tutuşma sınırı (alt patlama sınırı) olarak adlandırılır. Buna benzer olarak üst tutuşma sınırı (üst patlama sınırı), yanıcı gazın çok, havanın az olduğu ama hala tutuşabilen gaz-hava karışımıdır. Alt ve üst tutuşma sınırı arasında tutuşabilir bölge yer alır. Sıvılaştırılmış gazlar kok gazına, etine (asetilen) ve hidrojene kıyasla dar bir tutuşma bölgesine sahiptir.

Örneğin bir yakıcıdan püsküren yanıcı gaz, basınç etkisi olmaksızın havanın oksijeni ile derhal tutuşur ve yanar. Eğer tutuşabilir karışım büyük bir odada hazır durumda ise oda içinde bir patlama oluşur. Patlama, kontrol edilmeyen, istenmeyen hızlı gelişen yanma anlamına gelmektedir. Açığa çıkan yanma gazları ve ısı önemli basınç artışına ve bunun sonucu tahribata sebep olabilir.

1.2.4 Maksimum Yanma Sıcaklığı

Her kontrollü yanmanın amacı ve hedefi, yanma ürünlerinin sıcaklığı ile kendini ortaya koyan, ısı eldesidir. Yanma gazları ısı taşıyıcı akışkanlardır ve sahip oldukları ısıyı ısıtılan yüzeylere verirler. Etkili olan husus yanıcı gazların hava veya oksijenle yanmasıdır.

Gaz	Kimyasal formül	Maksimum tutuşma hızı		Tutuşma sıcaklığı		Tutuşma sınırları		Maksimum yanma sıcaklığı	
		Hava cm/s	Oksijen cm/s	Hava °C	Oksijen °C	Hava	Oksijen	Hava °C	Oksijen °C
Metan	CH ₄	40	420	595	-	5,0 - 15,0	5,4 - 59,2	1,875	2,737
Etan	C ₂ H ₆	43	-	515	-	3,0 - 12,5	4,1 - 50,5	1,895	-
Propan	C ₃ H ₈	42	450	510	490	2,12 - 9,35	2,3 - 55,0	1,992	2,828
Propen	C ₃ H ₆	46	-	455	420	2,0 - 11,7	2,1 - 52,8	1,935	2,880
n-bütan	C ₄ H ₁₀	39	370	430	400	1,86 - 8,41	1,8 - 49,0	1,897	2,850
n-büten	C ₄ H ₈	46	-	445	380	1,65 - 9,95	-	1,927	2,870
i-bütan	C ₄ H ₁₀	39	370	460	430	1,8 - 8,44	1,8 - 48,0	1,894	2,840
i-büten	C ₄ H ₈	-	-	465	-	1,65 - 10,0	-	1,930	-
Kok gazı	-	95	-	560	-	5,0 - 35,0	-	1,975	2,730
Doğal gaz L	-	41	-	640	-	5,0 - 15,0	-	1,930	2,700
Doğal gaz H	-	43	-	640	-	5,0 - 15,0	-	1,940	2,740
Etin (Asetilen)	C ₂ H ₂	150	1,160	335	300	2,3 - 82,0	2,5 - 93,0	2,332	3,160
Hidrojen	H ₂	280	1,120	510	450	4,1 - 75,0	4,5 - 95,0	2,045	2,525

Tablo 9. GAZLARIN YANMA ÖZELLİKLERİ

	Birim	Propan	Propen	n-bütan	i-bütan	n-büten	i-büten	Metan	Etin (Asetilen)	Doğal gaz L	Doğal gaz H	Kok gazı	Fuel oil L	Fuel oil H
Kimyasal formül		C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	C ₄ H ₈	CH ₄	C ₂ H ₂					
Mol ağırlık M	kg/kmol	44,097	42,081	58,124	58,124	56,108	56,108	16,043	26,038	18,64	19,04	10,54	~ 250	> 400
Molar norm hacim	m ³ /kmol	21,298	21,998	21,461	21,550	21,587	21,585	22,360	22,226	22,36	22,35			
Gaz sabiti R	Wh/kgK	51,09	53,87	38,13	38,62	41,12	41,12			123,85	121,35	219,11		
Karbon	% ağırlık	81,71	85,72	82,66	82,66	85,63	85,63	74,87	92,26				86,5	86,7
Hidrojen	% ağırlık	18,28	14,28	17,34	17,34	14,37	14,37	25,13	7,74				13,2	10,7
Özgül Hacim (gaz) 15°C	m ³ /kg	0,521	0,545	0,381	0,387									
Özgül Hacim (sıvı) 15°C	L/kg	1,972	1,912	1,71	1,776	1,662	1,658						1,18	1,02
Hacim artış faktörü 15°C		264	285	223	218									
Yoğunluk, sıvı 15°C	kg/l	0,507	0,523	0,585	0,563	0,601	0,605						0,85	0,98
Yoğunluk, gaz (0°C, 1013 hPa)	kg/m ³	2,011	1,913	2,708	2,697	2,599	2,599	0,717	1,156	0,84	0,85	0,47		
Bağıl yoğunluk (Hava=1)		1,555	1,479	2,094	2,086	2,01	2,01	0,555	0,906	0,65	0,66	0,36		
Üst ısı değeri H _o	kWh/kg kWh/m ³	14,00 28,28	13,69 26,21	13,77 37,22	13,75 36,67	13,54 33,85	13,54 33,85	15,42 11,06	15,2 16,35	11,71 10,00	14,74 12,20	9,58 5,50	12,6	12,0
Alt ısı değeri H _u	kWh/kg kWh/m ³	12,87 25,99	12,79 24,5	12,69 34,31	12,67 33,79	12,64 31,62	12,64 31,62	13,88 9,96	13,53 14,5	10,56 9,03	13,3 11,04	4,88	11,8	11,3
H _u /H _o		0,919	0,934	0,922	0,921					0,903	0,905	0,887		
Wobbe sayısı W _o (baz H _o)	kWh	22,63	21,53	25,74	25,53	24,07	24,07	14,85	17,06	12,4	15,0	9,17		
Wobbe sayısı W _u (baz H _u)	kWh	20,79	20,14	23,74	23,52	22,48	22,48	13,37	16,49	11,07	13,43	7,13		
Kuru yanma gazlarının maksimum CO ₂ değerleri	% hacim	13,72	15,02	14,03	14,03	15,02	15,02	11,73	11,53	11,74	12,0		15,4	16,2
Oktan sayısı ROZ		112,2	102,5	93,8	97,4									
Oktan sayısı ROZ		97,1	84,9	89,6	80,8									

Tablo 10. ÇEŞİTLİ GAZLARIN VE FUEL OIL'İN ÖZELLİKLERİ

Yakıtın hava yerine oksijenle yanması, yanma sıcaklığını yaklaşık 800°C artırır. Çünkü havanın içinde bulunan azotun ısıtılması gibi bir zorunluluk ortadan kalkmaktadır.

Maksimum yanma sıcaklığı alev sınırında ortaya çıkar. Bu sıcaklık gaz cinsi, hava miktarı, ön ısıtma ve yanma odasının yalıtımına bağlıdır. Yanma sıcaklığının yardımı ile atık gaz bileşimi hakkında yorumda bulunulabilir.

Sıvılaştırılmış gazların diğer gazlarla yanma özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 9'da verilmiştir. Ayrıca çeşitli gazların ve fuel oilin özellikleri ise toplu halde Tablo 10'da verilmiştir.

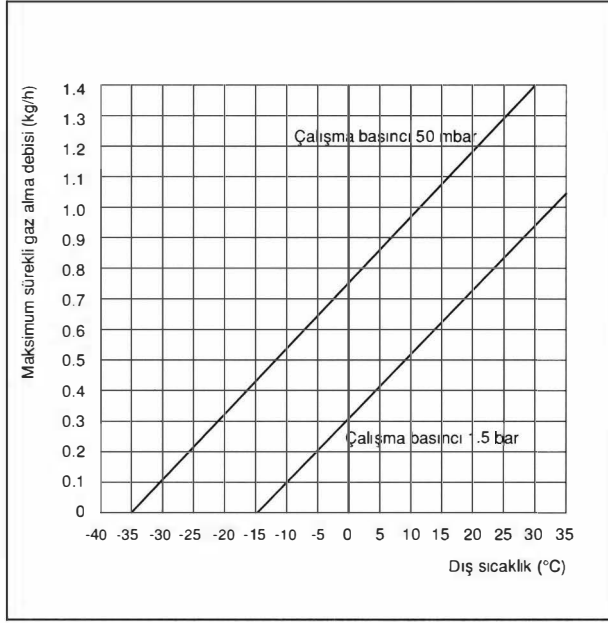
1.3 TÜP VE DEPODAN GAZ ALMA MİKTARI

Bir tüpten çekilebilecek gaz debisine buharlaşma yükü adı verilir. Buharlaşma yükü bir sıvılaştırılmış gaz besleme sistemi için depo büyüklüğünün seçiminde önemli bir rol oynar. Buharlaşma yükü, soğuk hava ve düşük depo içereğinde bile istenilen basınçta gerekli gaz miktarını verebilecek değerde olmalıdır. Örneğin, 0,6 ila 0,75 kg/h buharlaşma yüküne sahip 33 kg'lık bir propan tüpü, her dış sıcaklıkta

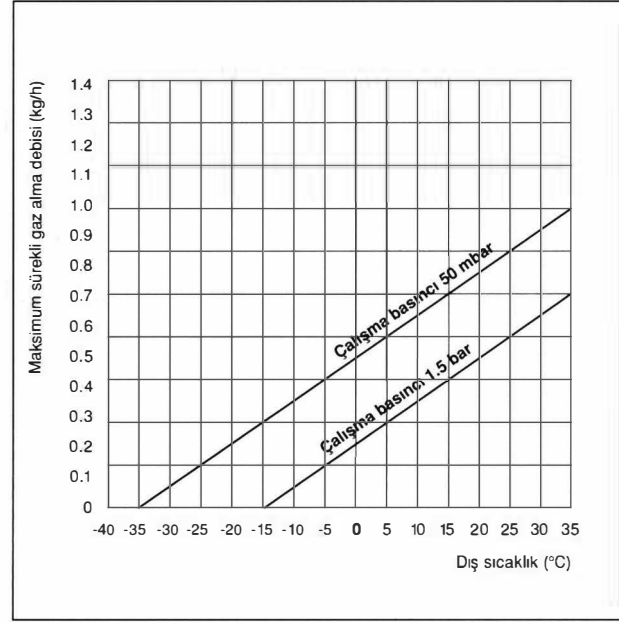
Gaz sıcaklığı °C	Çalışma basıncı 50 mbar	Çalışma basıncı 1.5 bar
-35	0,00	-
-30	0,11	-
-25	0,22	-
-20	0,33	-
-15	0,43	0,00
-10	0,54	0,11
-5	0,64	0,22
0	0,75	0,33
5	0,85	0,43
10	0,96	0,54
15	1,06	0,64
20	1,17	0,75

Tablo 11. OTOMATİK KESME SİSTEMİ OLAN 33 kg'LIK BİR TÜPÜN kg/h BİRİMİNDE MAKSİMUM BUHARLAŞMA YÜKÜ (Gaz cinsi propan)

gaz verebilir. Buharlaşma yükleri teorik olarak hesaplanabileceği gibi, hazır tablolar ve diyagramlar yardımı ile de belirlenebilir. Tablo 11 ve Şekil 12'de 33 kg'lık bir propan tüpü için buharlaşma yükü verileri görülmektedir.



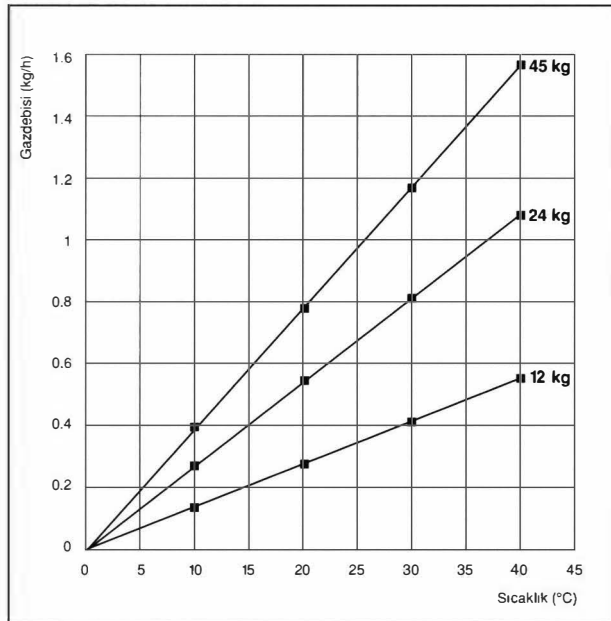
**Şekil 12. OTOMATİK KESME SİSTEMLİ
33 kg'LIK TÜPTE MAKSİMUM
SÜREKLİ GAZ ALMA (Gaz cinsi propan)**



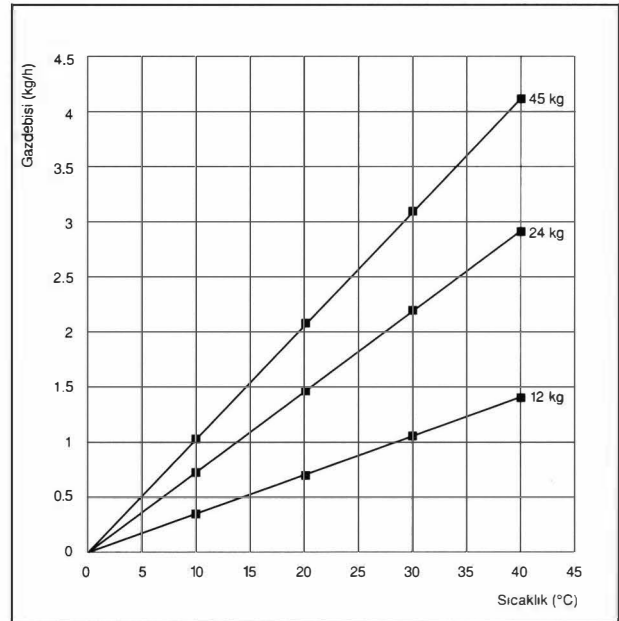
**Şekil 13. OTOMATİK KESME SİSTEMLİ
11 kg'LIK TÜPTE MAKSİMUM
SÜREKLİ GAZ ALMA (Gaz cinsi propan)**

Şekil 13'de 11 kg'lık tüp için gaz alma diyagramı verilmiştir. Şekil 14 ve 15'de miks gaz için, %20 ve %80 doluluk oranlarında farklı büyüklükteki tüplerin gaz verme kapasiteleri gösterilmiştir. Şekil 16 ve 17'de ise yine miks gaz için, %20 ve %80 doluluk oranlarında farklı büyüklükteki depoların gaz verme kapasiteleri gösterilmiştir. Tablo 18, Şekil 19 ve Şekil 20'de ise farklı büyüklüklerdeki tüpler ve depolarda propan için gaz alma yükleri verilmiştir. Bu tablo ve şekillerde

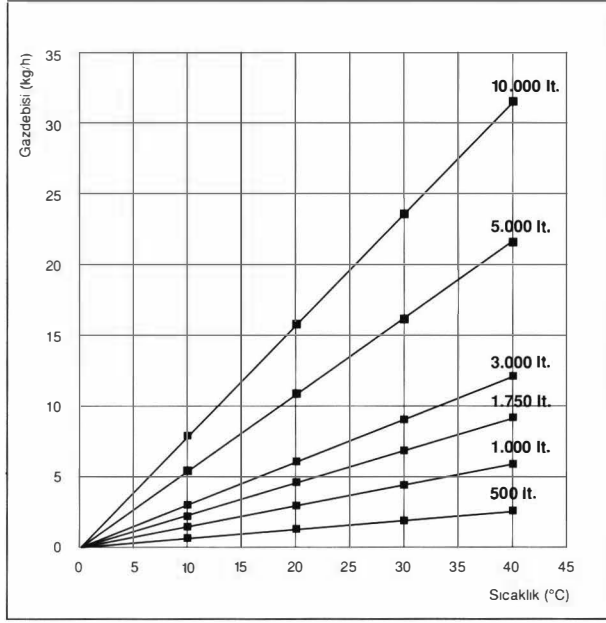
görüldüğü gibi, çalışma basıncı arttıkça maksimum sürekli kullanma miktarı azalmaktadır. Öte yandan çevre sıcaklığı arttıkça, kullanma debisi artmaktadır. Üçüncü parametre ise, depo veya tüp hacmidir. Depo hacmi arttıkça doğal olarak gaz alma miktarı artmaktadır. Tablo 18'de görüldüğü gibi, gaz alma miktarı kullanma rejimine de bağlıdır. Kesintisiz gaz alındığında, kapasite düşüktür. Kesintili gaz alındığında ise daha büyük debilere ulaşmak mümkündür. Kesinti



**Şekil 14. TÜPLERİN GAZ VERME
KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %20)**



**Şekil 15. TÜPLERİN GAZ VERME
KAPASİTELERİ
(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %80)**



Şekil 16. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ

(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %20)

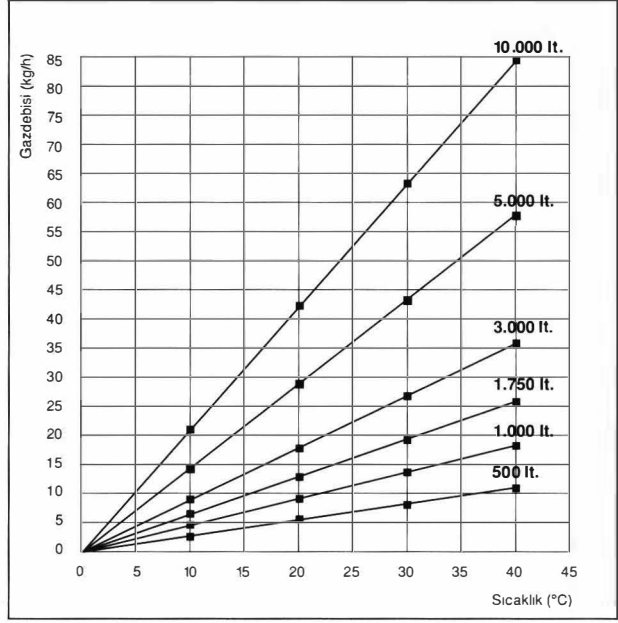
oranı arttıkça alınabilecek gaz debisi de artmaktadır. Maksimum gaz alma debisinin hesaplanmasında tüm işletilen ve rezerv tüpler dikkate alınmalıdır.

Propan için normal sıcaklık ve aralıklı gaz almada buharlaşma yükü aşağıdaki gibi alınabilir:

200 kg'lık depoda 7 ila 8 kg/h

300 kg'lık depoda 10 ila 15 kg/h

Daha önce açıklandığı gibi, buharlaşma için gerekli ısıyı sıvı önce kendisinden çeker. Bu bakımdan sıvı

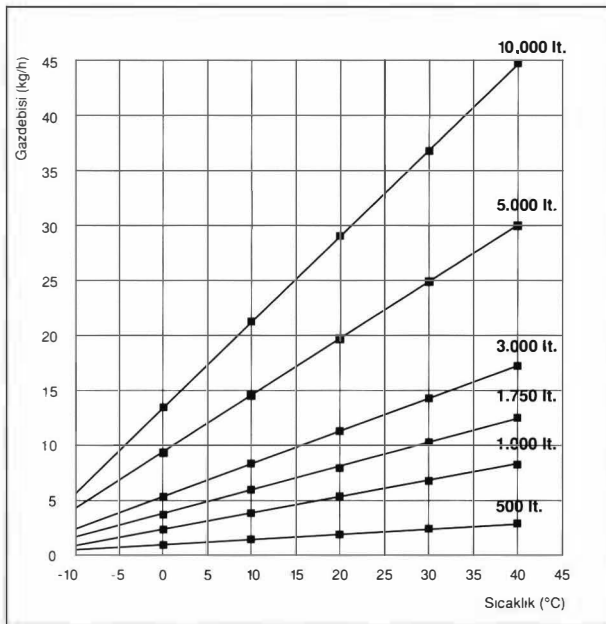


Şekil 17. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ

(Miks LPG; min. sıcaklık -0,5°C; doluluk %80)

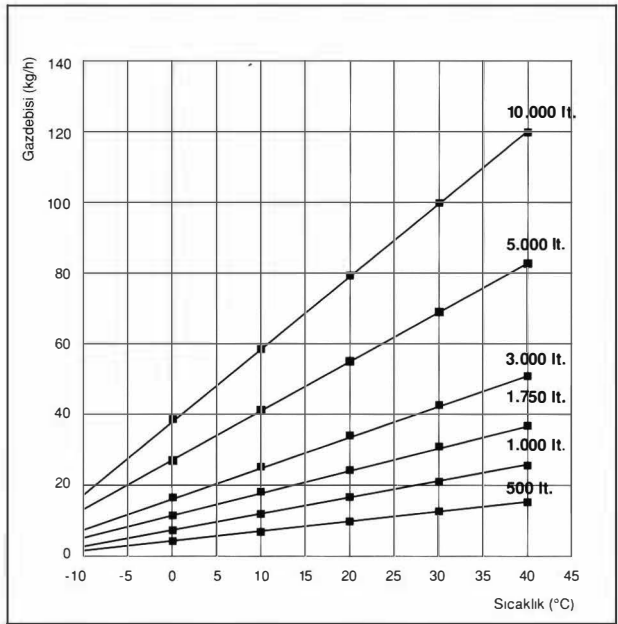
Tüpler ve tanklar	5 kg	11 kg	33 kg	300 kg
Kesintisiz gaz almada kapasite kg/h	0,2	0,3	0,6	3,0
%50 aralıklı gaz almada kapasite kg/h	0,5	0,8	1,8	8,0
Aralıklı gaz almada (20 dk.) kapasite kg/h	1,5	2,0	3,0	15

Tablo 18. KAPLARDAN GAZ ALMA YÜKÜ
(Gaz formunda)



Şekil 19. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ

(Propan; min. sıcaklık -18°C; doluluk %20)



Şekil 20. TANKLARIN GAZ VERME KAPASİTELERİ

(Propan; min. sıcaklık -18°C; doluluk %80)

kütlesi ne kadar büyükse (depo ne kadar dolu ise veya depo ne kadar büyükse), buharlaşma hızı aynı oranda daha fazladır. Ortam sıcaklığının altına soğuyan sıvı, ısıyı çevresinden alır. Buharlaşma için alınan ısı, sıvının içinde bulunduğu depo ne kadar büyükse o derecede fazladır. Diğer bir deyişle buharlaşma yükü için etkili faktörler deponun büyüklüğü ve doluluk derecesidir. Buharın kapladığı hacme ait depo yüzeyinden olan ısı geçişinin etkisi yoktur ve ihmal edilebilir. Özellikle sürekli çalışmada buharlaşma yükünün hesaplanması için emniyet bakımından düşük sıvı miktarı ve düşük sıcaklık işletme şartları dikkate alınmalıdır. Depodan olan buharlaşma yükünün hesaplanması aşağıdaki eşitlik yardımı ile yapılır:

$$G = k.F (t_U - t_F) / r$$

Burada,

G = buharlaşma yükü kg/h

k = Isı geçiş katsayısı kWh/m²h °C

F = sıvı tarafından ısıtılan depo yüzey alanı m²

t_U = Çevre sıcaklığı °C

t_F = depo içindeki sıvının sıcaklığı °C

r = sıvılaştırılmış gazın buharlaşma ısısı kWh/kg

Bu eşitliğe göre buharlaşma yükü; ısı geçiş katsayısı, deponun ıslak yüzey alanı ve çevre ile sıvı arasındaki sıcaklık farkının çarpımının buharlaşma ısısına bölünmesi ile bulunur.

Bu denklemden yararlanarak propan için hazırlanan diyagram *Şekil 21*'de görülmektedir. *Şekil 21*'de verilen diyagram kullanılarak buharlaşma yükü kolayca bulunabilir. Bunun dışında diyagram, sıcaklığın fonksiyonu olarak propanın buhar basınç eğrisini de içermektedir. Diyagram propan ve ticari propan için geçerlidir.

Hesaplama yöntemi şöyle özetlenebilir: Önce yanıcı gaz kullanan cihazların güçlerinin toplamı bulunur (örneğin 60 kW olsun). Bu güç yakıtın alt ısı değeri gözönüne alındığında 4,8 kg/h propana karşılık gelir (bütün cihazlar aynı anda çalışmadığından güç değeri %20 ile %40 düşürülebilir). Depoların yerleştirildiği ortam sıcaklığı için bölgenin en düşük sıcaklık değeri alınır (örneğin -10°C). En düşük dış sıcaklık, standartlardan veya meteoroloji raporlarından alınabilir. Depodaki minimum basınç 1 bar kabul edilmekte ve doluluk derecesinin %25'in altına düşmemesi istenmektedir. *Şekil 21*'deki yardımcı diyagramdan (buhar basıncı eğrisi) 1 bar ortalama üst basınçta sıvının sıcaklığı -25°C olarak bulunur.

Etkili sıcaklık farkı, (-10) - (-25) = 15°C dir.

Her 1°C için 4,8 / 15 = 0,32 kg/h °C özgül buharlaşma yüküne gerek vardır. *Şekil 21*'den %25 doluluk derecesi ve 0,32 kg/h. °C özgül buharlaşma yükü için 1.775 litrelik depo okunur. Bu durumda, besleme kapasitesinin yeterince sağlanması için 1.775 litrelik depo seçilmesi tavsiye edilir.

Yer altına yerleştirilmiş sıvılaştırılmış gaz depolarında kış aylarında ulaşılan buharlaşma yükü, tecrübelerle

göre yer üstüne yerleştirilmiş depolara kıyasla daha iyidir. Depoların toprakla örtülmesi, toprağın niteliği ve ısı iletim katsayısı burada önemli bir rol oynamaktadır. Bu konuda yeterince hassas hesap yöntemi, tablo ve diyagram mevcut değildir. Yer altına ve üstüne yerleştirilmiş depolar için buharlaşma yüküne ait bazı değerler *Tablo 21 A* ve *21 B*'de verilmiştir.

1.4 BUHARLAŞTIRICILAR

Tüp ve depolardan buharlaşma yükünün gerektiğinde artırılması, su banyosu veya sıcak hava ile sağlanabilir. Tüpteki sıvılaştırılmış gaz 40°C in üstüne ısıtılmamalıdır. Patlamaya karşı önlem alınmış 3 - 4 kW'lık elektrikli şerit ısıtıcı ile tüplerden yüksek buharlaşma yükü elde etmek mümkündür. Şerit ısıtıcı, deponun iç yüzeyine kaynatılmış, basınca dayanıklı sıcak cebe yerleştirilir. Cebin içi yağ doludur. Elektrikli ısıtıcıdan ısı, cep içindeki özel yağ dolgusu üzerinden depo içindeki sıvılaştırılmış gaza geçer.

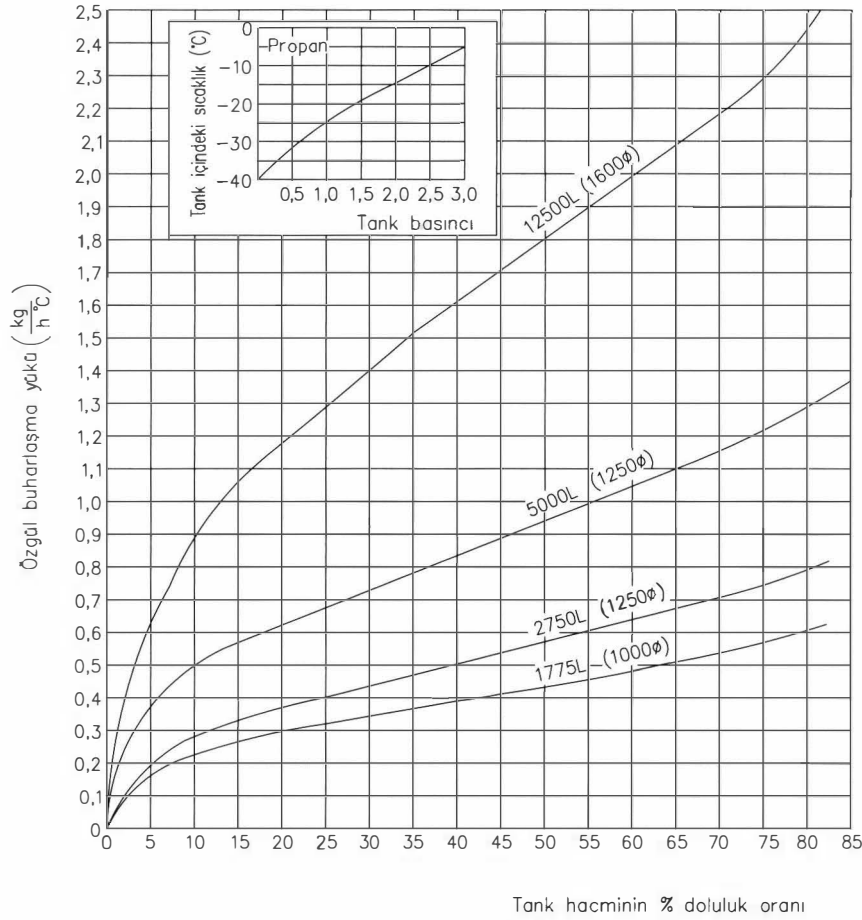
Elektrikli ısıtıcı sadece propan için uygundur, miks gazda ve bütanda kullanılmaz. Isıtıcının kontrolü otomatik olarak sağlanır. Isı aktaran yağ için akım şalteri ve sıcaklık kontrol cihazı kullanılmalıdır.

Daha yüksek buharlaşma yükü için elektrikli ısıtıcı yerine, içinden ılık su akan ısıtıcı serpantin kullanılabilir. Isıtıcı serpantin ve depodaki sıvı içine yerleştirilmiş termostat ile sistem, depo içinin fazla ısınmasına ve böylece iç basıncın aşırı artmasına karşı emniyete alınmış olur. Sıcaklığın termostatta ayarlanmış değeri aşması durumunda ısıtma işlemi hemen durdurulur. Sadece depodan alınan sıvılaştırılmış gazın miktarı arttığında ve ortam sıcaklığı düşük olduğunda deponun ısıtılması gerektiğinden, ısıtma masrafı düşüktür. Daha önce de açıklandığı gibi, sıvılaştırılmış gaz karışımlarından kolay buharlaşan hidrokarbonlar örneğin propan daha önce buharlaşır. Böylece, defalarca doldurmadan ve kullanımdan sonra geriye kalan bütan miktarının büyük olmasından dolayı, tüp içindeki karışımın özellikleri değişir. *Şekil 22*'de görüldüğü gibi, propan oranı azalır, zor kaynayan hidrokarbonların oranı artar. Buharlaşma basıncı azalır (buharlaşma basıncı eğrilerine bakınız).

Ağırlık oranı %50 propan ve %50 n-bütandan oluşan gaz karışımında depo içindeki miktar ağırlık olarak %40'a azaldığında, propan oranı %20 bütan oranı %80 değerine ulaşır.

1.4.1 Sıvının Alınması ve Buharlaştırıcıda Sıvının Buharlaşması

Gaz fazında düşük basınçta olduğundan, sıvılaştırılmış gaz depodan daima gaz fazında alınır. Bazı özel durumlarda sıvılaştırılmış gazların sahip olduğu limitler gaz formunda alınmasını sınırlar. Bütan, bütan-propan karışımı ve diğer bütün karışımların kullanıldığı yakıcılara daima aynı bileşimde, büyük miktarlarda



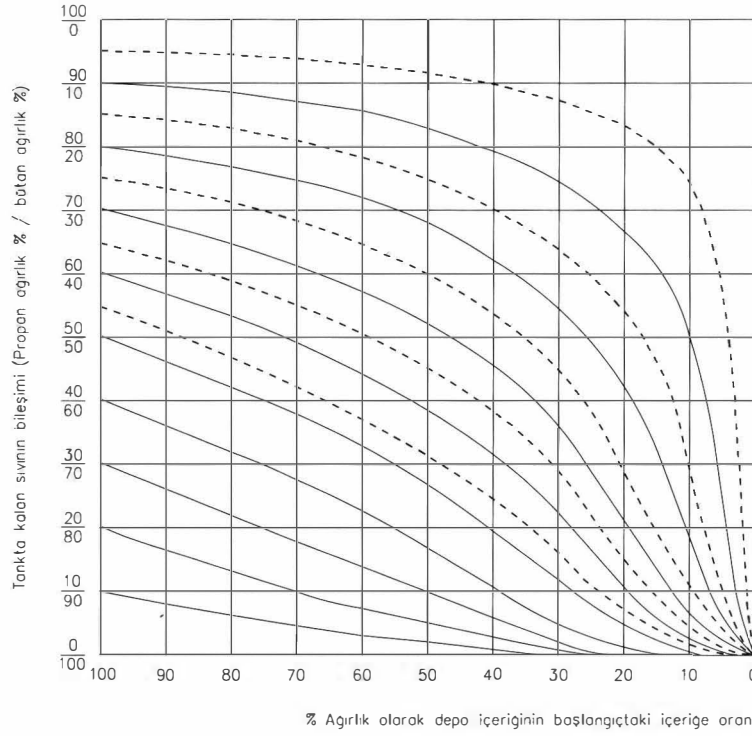
Şekil 21. YER ÜSTÜ DEPOLAMA TANKLARININ ÖZGÜL BUHARLAŞMA YÜKÜ (Propan, ticari propan)

Depolama imkanı kg	Yıllık tüketim kg	Kısa süreli kullanım kg/h		Periyodik kullanım kg/h		Sürekli kullanım kg/h	
		Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış
8.00	1.600	22,5	4,5	13	2,5	10,0	2,0
1.200	2.400	35,0	7,0	14	3,0	11,0	2,2
2.000	4.000	65,0	13,0	25	5,0	18,0	3,5
4.000	8.000	107,5	21,5	45	9,0	30,0	6,0
5.000	10.000	155,0	31,0	67	13,5	36,0	7,0
5.600	12.000	170,0	34,0	72	14,5	38,0	7,5
7.500	15.000	200,0	40,0	80	16,0	42,0	8,5

Tablo 21 A. YER ÜSTÜ SIVILAŞTIRILMIŞ GAZ TANKLARI İÇİN BUHARLAŞMA YÜKLERİ

Depolama imkanı kg	Yıllık tüketim kg	Kısa süreli kullanım kg/h	Periyodik kullanım kg/h	Sürekli kullanım kg/h
800	1.600	15,0	6,0	6,0
1.200	2.400	42,5	8,0	6,5
2.000	4.000	75,0	15,0	11,5
4.000	8.000	100,0	20,0	15,5
5.000	10.000	125,0	26,0	18,0
5.600	12.000	215,0	43,0	23,0
7.500	15.000	255,0	48,0	25,5

Tablo 21 B. YER ALTI SIVILAŞTIRILMIŞ GAZ TANKLARI İÇİN BUHARLAMA YÜKLERİ



Şekil 22. TANKIN BUHAR KISMINDAN GAZ ALINMASINDA PROPAN - N-BÜTAN KARŞIMININ BİLEŞİMİNDEKİ DEĞİŞME

gazın sürekli beslenmesi gerektiği işletmelerde bu sınırlandırmalar geçerlidir. Örnek olarak kalorifer kazanlarında veya metalin ısı işlemi sırasında oksitlenmesinin istenmediği, koruyucu gazlı cihazlarda bu durumla karşılaşılır.

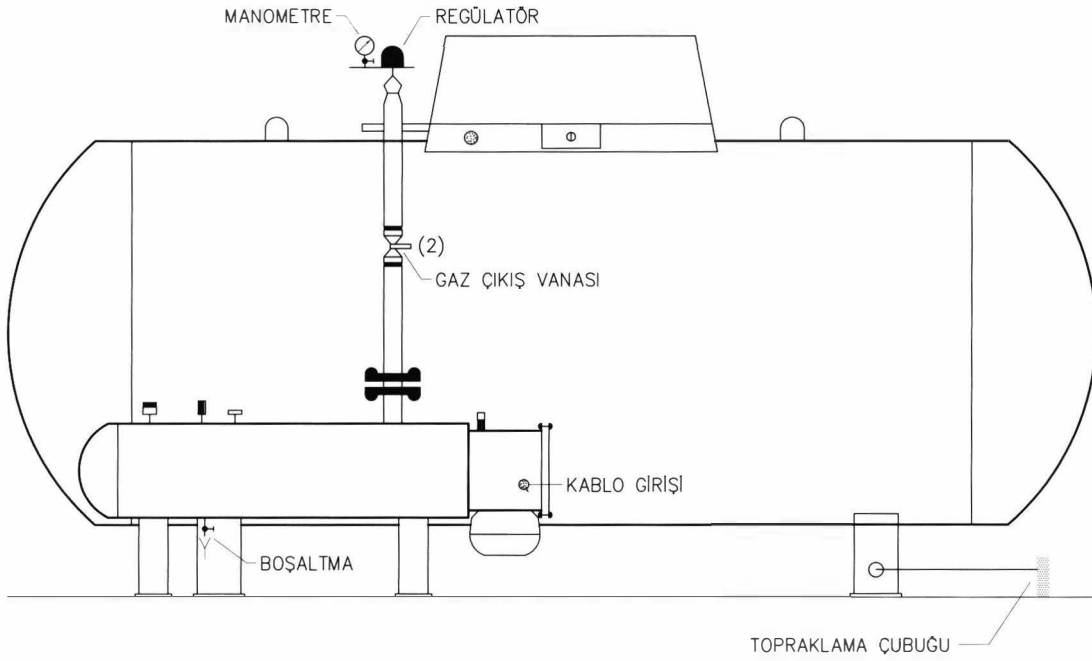
Yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı gazın sıvı fazda alınması halinde sıvı, buharlaştırıcıda ısı ilavesi ile buhara (gaz faza) dönüştürülür. Sıvı buharlaştırıcı, tesisin bir parçasını oluşturur. DIN 30696'da "sıvılaştırılmış gaz buharlaştırıcısı"nda bulunacak elemanlar belirtilmiştir. Bu standartta göre buharlaştırıcılar, patlama önleme tedbirleri alınmış ve alınmamış olarak sınıflandırılır. Buharlaştırıcılar elektrik akımı, ılık su, buhar, termik yağ veya sıvılaştırılmış gaz ile ısıtılır. Buharlaştırıcıda sıvılaştırılmış gaza ısı verilmesi, ısı taşıyan bir ortam yardımıyla dolaylı olarak gerçekleşir. Kuru buharlaştırıcılarda buharlaştırıcı serpantin içine alüminyum çekirdek yerleştirilir. Sıvı ısı taşıyıcılı buharlaştırıcılarda antifirizli su kullanılır. Avrupanın aksine A.B.D.'de buharlaştırıcı direkt olarak ısıtılır.

12 - 100 kg/h yüke sahip buharlaştırıcılar genellikle elektrikle ısıtılan buharlaştırıcılardır. Daha büyük buharlaştırıcılar tercihan ılık su veya buharla ısıtılır. Türkiye'deki pratikte buharlaştırıcılar 150 kg/h kapasiteye kadar (10 - 30 - 40 - 100 - 150) elektrikli kompakt olarak, bu kapasitenin üzerinde ise sıcak sulu olarak yapılır. Elektrikli tip buharlaştırıcılarda temel olarak

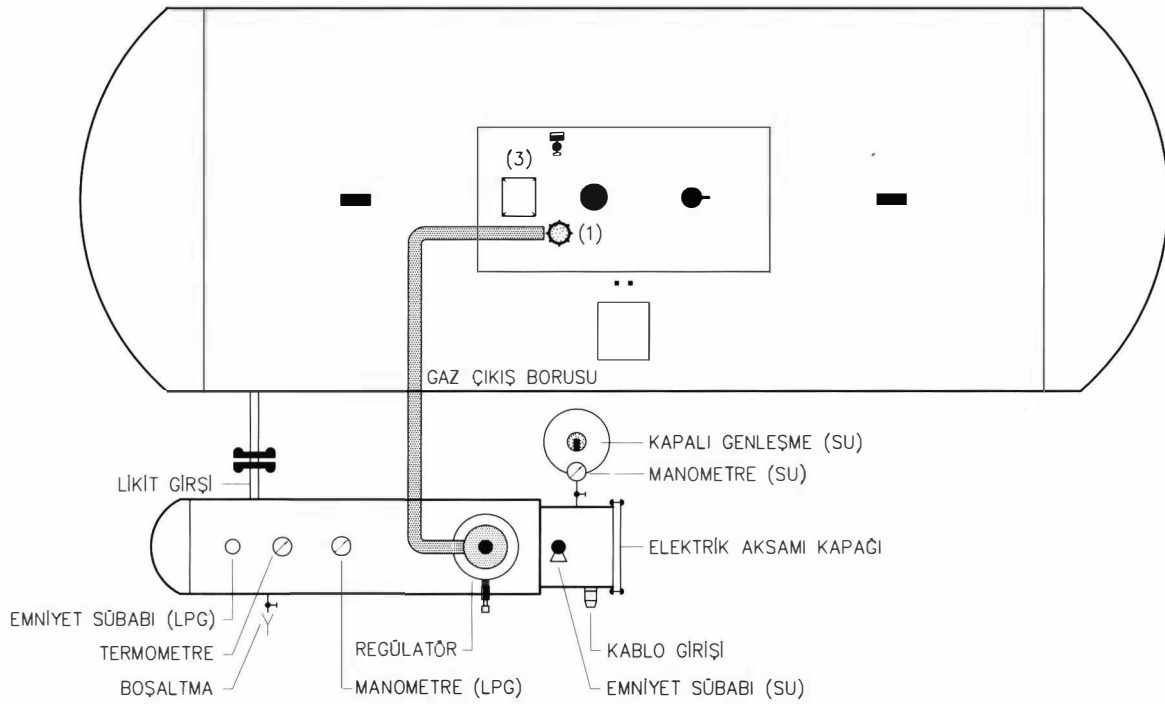
elektrikli ısıtıcı ısı aktarıcı olan suyu, ısınan su ise sıvı LPG'yi ısıtmaktadır. Buradaki temel prensip, LPG ile elektriğin direkt temasını önlemektir. Buharlaştırıcılar tamamen ex-proof olarak imal edilmektedir.

Kompakt tip (paket tipi) buharlaştırıcıların depo ile bağlantıları Şekil 23 ve Şekil 24'de verilmiştir. Sistemin en büyük özelliği ise, herhangi bir elektrik kesintisi veya arıza durumunda belirli bir süre tüp gibi çalıştırılabilmesidir. Şekil 24'te görülen paket tipi buharlaştırıcıda, yerüstü LPG deposundan sıvı fazda doğal akışla buharlaştırıcıya akan LPG burada buharlaşarak tekrar depoya döner veya kullanma yerine gönderilir. Böylece depoda sürekli gaz bulunmaktadır.

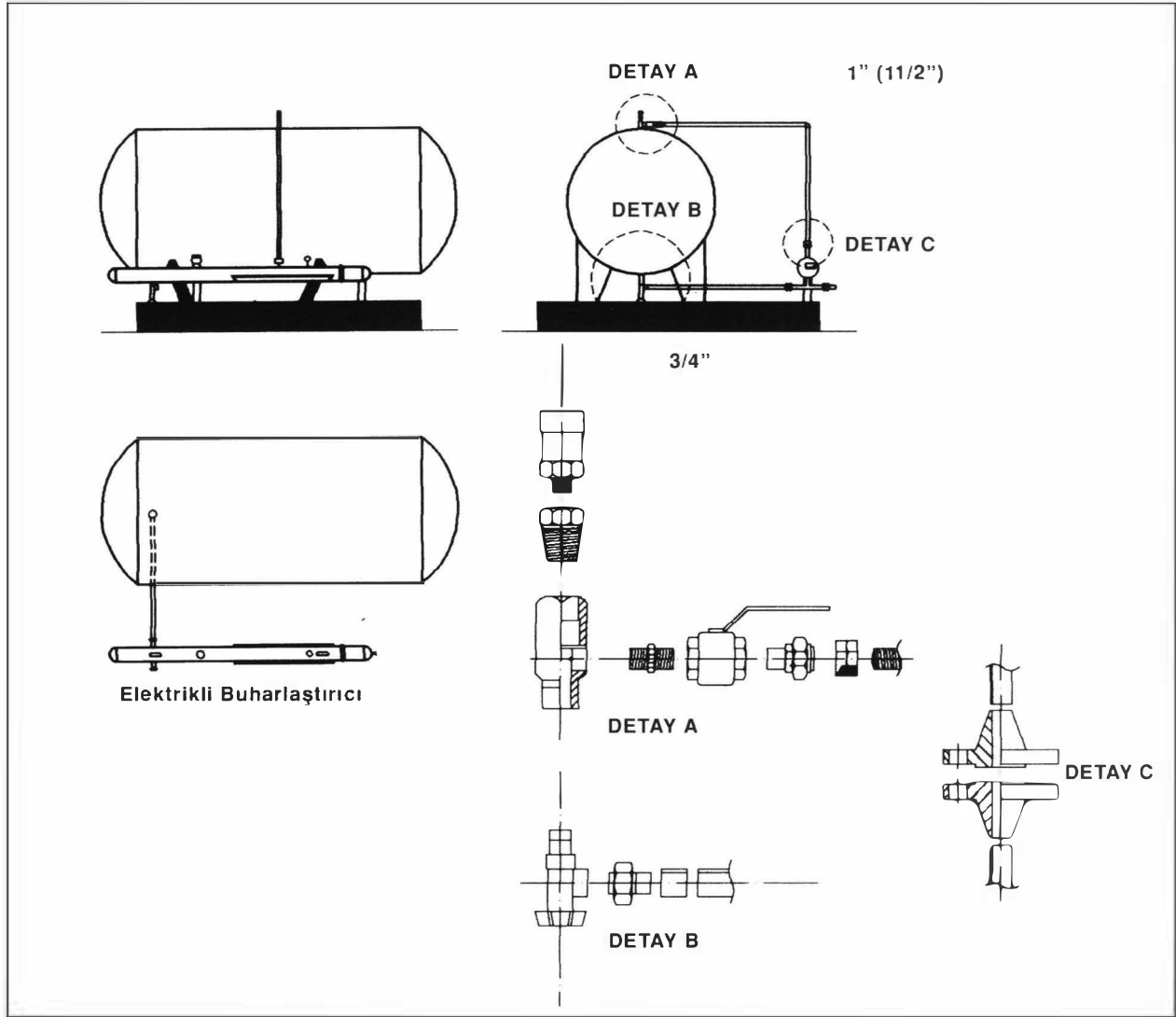
Sistemin güvenliği basınca veya sıcaklığa duyarlı kontrol elemanları ile sağlanmaktadır. Regülatör grubu ile basıncı düşürülen gaz, boru tesisatı ile tüketim noktalarına sevk edilir. Sıcak sulu tip buharlaştırıcılar bir sıcak su devresi ile beslenir. Seviye ve sıcaklık kontrollerine sahiptir. Sıcak su devresi yine LPG devresinden aldığı gazla çalıştığı için işletme maliyetleri azaltılabilmektedir. DIN 30696 da belirttiği gibi buharlaştırıcıdan çıkan gazın sıcaklığı 40°C'nin altında ve 80°C'nin üstünde olmamalıdır. Sıcaklık ayarı termostatik veya elektronik kontrolle yapılır. Elektronik kontrol yüksek kapasite dalgalanmalarında da gaz çıkış sıcaklığının sabit tutulmasını garanti eder. Bakım gerektirmez ve yıpranmaz.



TANK + BUHARLAŞTIRICI ÜSTTEN GÖRÜNÜŞ



Şekil 23.



Şekil 24. PAKET BUHARLAŞTIRICILI DÖKME GAZ SİSTEMİ MONTAJ DETAYLARI

Isı taşıyıcılarının sıcaklığı maksimum 100°C ve gaz çıkış sıcaklığı 90°C ile sınırlıdır. Yüksek akış koruyucu, sıvı fazın gaz boru sistemine girmesini önler. Buharlaştırıcının sıvılaştırılmış gaz girişindeki filtre ile kirletici parçacıklar tutulur. Gaz çıkışındaki emniyet ventili gerekli işletme basıncının aşılmasını önler. Isıtıcı akışkanın bulunduğu buharlaştırıcılarda akışkan seviyesini kontrol eden bir sistem bulunmalıdır. Isı kayıplarını mümkün ölçüde düşük tutmak, kapasite kararlılığının dış sıcaklık etkisi ile değişmemesini sağlamak için buharlaştırıcının yalıtımı daha kalın tutulmalıdır.

Bütanın buharlaşması için özel özene gerek vardır. Bir basınç yükseltici pompa - pompa basıncı yaklaşık 3 bar - sıvılaştırılmış gazı, şayet tüpün üstünden veya altından ventil yardımı ile alınmıyorsa, depodan buharlaştırıcıya aktarır. Gaz basınç regülatörü buharlaştırıcı çıkışına bağlanmalıdır. Regülatörden gaz cihazına olan boru hattı bütan veya gaz karışımı kullanımında yalıtılmalıdır. Boru hattındaki basınç tekrar yoğuşma olmayacak şekilde seçilmelidir.

Artan propan oranı ve düşük regülatör çıkış basıncı ile tekrar yoğuşma tehlikesi azalır.

1.4.2 Buharlaştırıcıların Yerleştirilmesi

Patlamaya karşı tedbir alınmış buharlaştırıcılar iç hacimlere ve dış ortama (hatta koruma bölgesine) yerleştirilebilir.

Sadece 48 kg/h'den daha düşük kapasiteye sahip buharlaştırıcıların çalışılan yerlere yerleştirilmesine izin verilir. 48 kg/h ve daha büyük kapasiteye sahip buharlaştırıcılar özel olarak tahsis edilmiş iç hacimlere veya dış ortama yerleştirilir. Buharlaştırıcının yerleştirildiği ortamlar yeterince havalandırılmalıdır.

Buharlaştırıcıların yerleştirilmesiyle ilgili diğer hususlar "sıvılaştırılmış gazların kullanılması için yönetmelik" (zh 1/455) den alınabilir. Bunun dışında buharlaştırıcının yerleştirilmesi konusunda VDE 0171 "patlamaya karşı korunmuş elektrikli cihazlar için kurallar" ve "patlamadan korunma talimatları" örnek olarak dikkate alınabilir.

2. LPG SİSTEMİ

LPG sistemi, tüketim cihazları ve gaz kaynağı sistemin-den oluşur (Şekil 25). Bu prensip şemasında görüldüğü gibi merkezi sistem iki farklı basınçta boru hattından oluşur. Depoda basınç genellikle maksimum 16 bar olmaktadır. Depodan çıkan gaz 1. kademe basınç regülatörüne ulaşır. Bu regülatörden önceki hat yüksek basınç, sonraki hat orta basınç hattıdır. Orta basınç hattı bina girişindeki 2. kademe basınç regülatöründe sona erer. Servis kutusu adı da verilen bina girişi basınç regülatör grubundan sonra basınç, tüketim cihazlarının işletme basıncına düşülür. Bu bina içindeki alçak basınçlı hatta, dağıtım veya tüketim hattı adı verilir. LPG olarak miks gaz kullanımında sistemde ayrıca bir buharlaştırıcı grubu bulunacaktır. Buharlaştırıcı LPG deposu yakınında (özellikle toprak üstü depolarda) olabildiği gibi, 2. kademe regülatörünün de konulduğu binaya bitişik regülatör odasında da bulunabilir. Bu ikinci çözüm daha çok toprak altı depo uygulamalarında kullanılmaktadır. Şekil 26'da yine Alman literatüründen alınan gaz fazında ve sıvı fazında LPG alma sistem şemaları verilmiştir. Şekil 27 ve 28'de çeşitli uygulamalarda depolu sistemlerdeki emniyet ve basınç kontrol cihazları düzenlemeleri verilmiştir. Şekil 29 A-B-C-D'de villa tipi konutlarda ve apartmanlarda merkezi dökme LPG tesisatı akım şemaları ve uygulama örnekleri görülmektedir. Türkiye uygulamasını aktaran bu şekillerde yukarıda verilen Alman standardına uygun prensip şemalarından farklılıklar görülmektedir. Kazan dairesi ile ilişkili olarak bir emniyet kapama selonoidi 2. kademe regülatörü sonrasında görülmektedir ve bu valfin kullanım amacı Alman standardında belirlenen SAV valfi kullanım amacından farklıdır. Ayrıca miks gaz kullanımının

doğurduğu bir zorunluk olarak buharlaştırıcılar sistemde yer almaktadır. Alman standardı prensip şemasında görülen orta basınç ve alçak basınç hatlarındaki emniyet valfleri ve emniyet kapama valfleri bu uygulamalarda görülmemektedir. Türkiye uygulamasında özellikle miks gaz kullanımından kaynaklanan likit ayırıcı elemanların kazan veya kombi önünde kullanma gereksinimi çok önemli bir noktadır. Kazana likit yürümesi için bu elemanların LPG gaz şemalarına dahil edilmesi gerekir. Ayrıca depo ile bina arasındaki hatta, bina yönünde yükselen bir eğim verilir ve depoya yakın bir noktada drenaj imkanı yaratılırsa, likit gazın binaya yürümesi engellenebilir.

LPG sistemlerinde bağlantı basıncı, bir cihazın gaz tarafındaki akış basıncıdır. Bina girişindeki anma bağlantı basıncı 50 mbar'dır.

TESİSAT BÖLÜMLERİNİN VE ELEMANLARININ TANIMLARI

Orta Basınçlı Boru Hatları

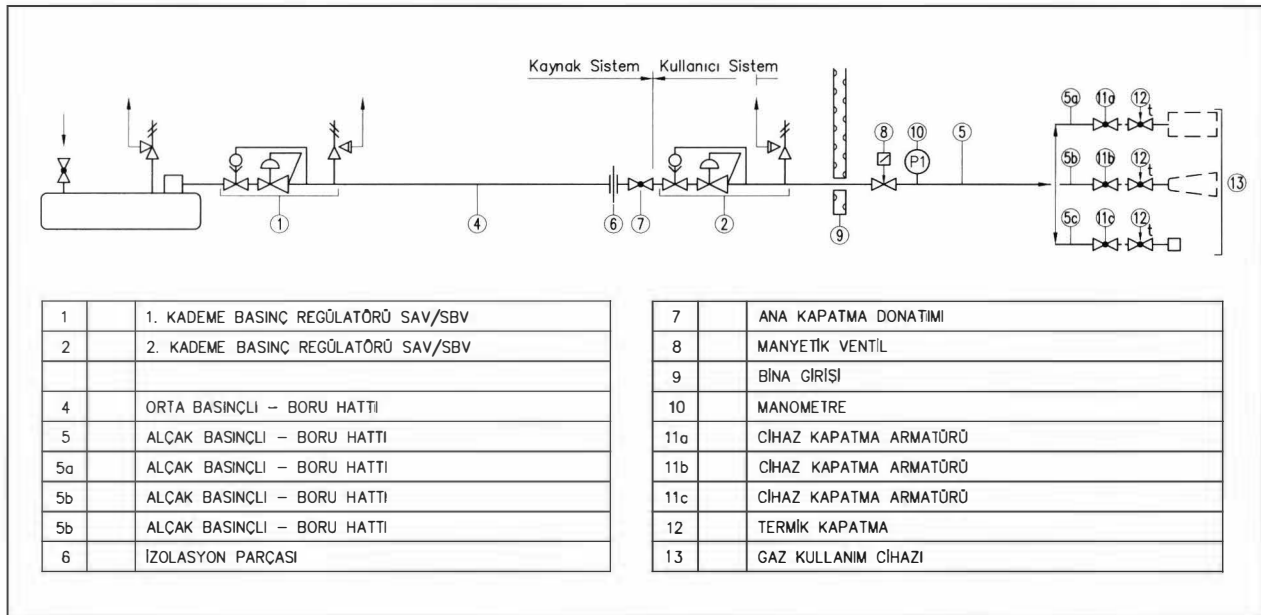
Donanımlarının (örneğin ; basınç regülatörleri, ventilleri, ve izolasyon parçaları) işletme üst basıncı >0,1 bar olan boru hatlarıdır.

Alçak Basınçlı Boru Hatları

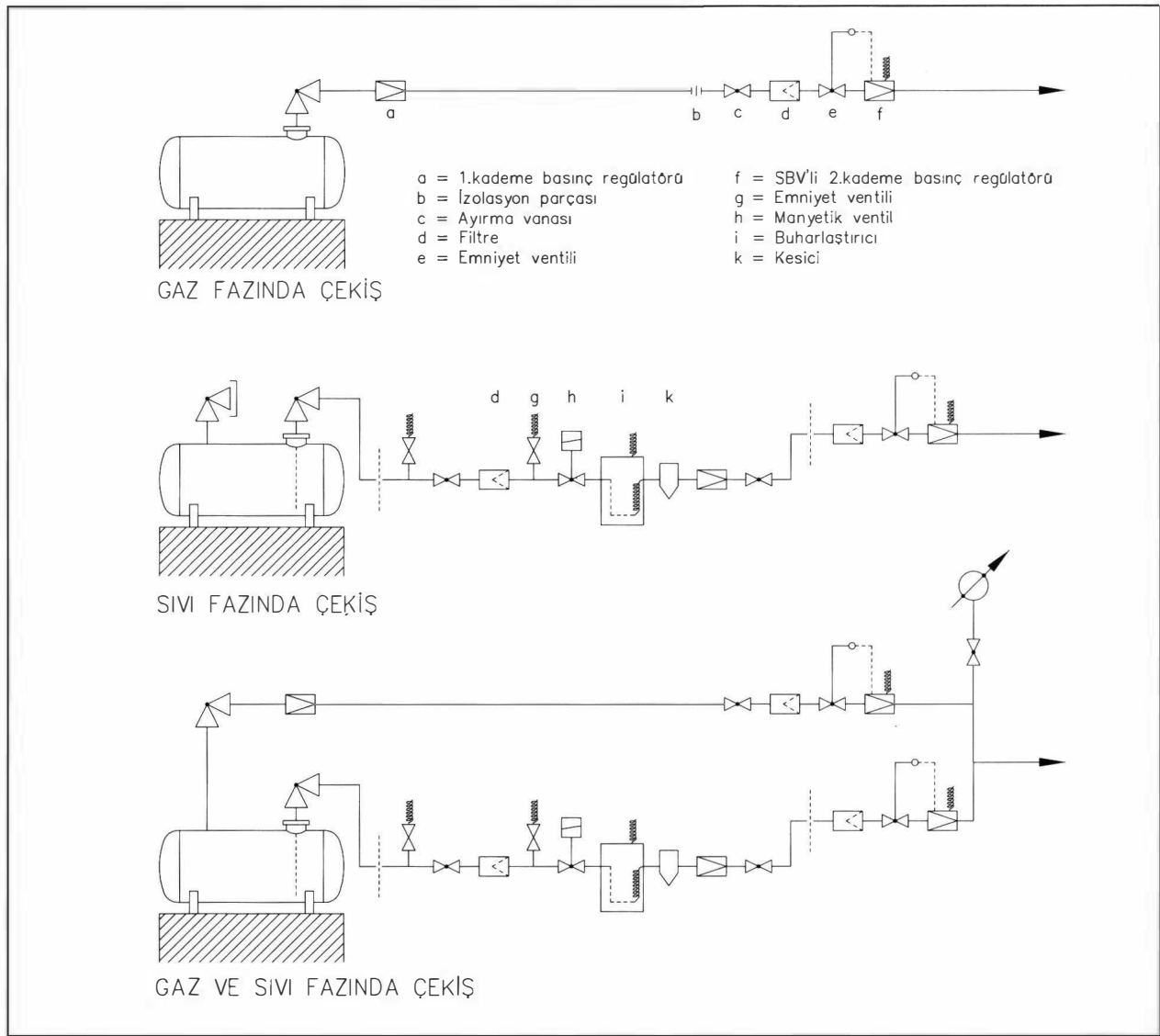
Donanımlarının (örneğin ; kapatma donanımları, gaz sayaçları) işletme üst basınçları 0,05 bar (50 mbar) ile emniyet valfi tarafından kontrol edilen işletme üst basıncı (0,1 bar) olan boru hatlarıdır.

Basınç Regülatörü

Gaz basıncını ayarlar ve düşürür. Merkezi (depolu) sistemlerde iki kademe basınç regülatörü bulunur. Birinci kademe basınç regülatörü, depo çıkış basıncını ayarlar. İkinci kademe basınç regülatörü, gaz basıncını gaz tüketim cihazının istenilen işletme üst basıncına indirir.



Şekil 25. SIVI GAZ DEPOLU SIVI GAZ SİSTEMİ



Şekil 26. SIVI VE GAZ FAZINDA LPG ALMA SİSTEM ŞEMALARI

Büyük Tüp Basınç Regülatörü

14 kg'a eşit veya daha fazla ağırlıktaki tüplerin basınç regülatörüdür.

Küçük Tüp Basınç Regülatörü

14 kg'dan daha az ağırlıktaki tüplerin basınç regülatörüdür. Tüp çıkışındaki gaz basıncını ayarlar.

Ana Kapatma Vanası

Bina girişindeki servis kutusunda bulunur ve gaz kaynağını tüketim hattından (bina içi tesisattan) ayırmaya yarar.

İzolasyon Parçası

Boru hattının elektrik iletkenliğini ortadan kaldırmak için kullanılan bir elemandır. Bina içi tesisatta olacak bir elektrik kaçağının bina dışı hatta geçmesini önler. Bina içi ve dışı tesisat borularının her ikisinin de metal olması halinde gereklidir.

Emniyet Kapatma Valfi (SAV)

Normal işletme sırasında açık olan ve regülatör sonrasında gaz basıncının, ayarlanan gaz basıncının üstüne çıkması halinde gaz akışını kendiliğinden kesmeye

yarayan vana'dır. Bu vana kapadığında, kendiliğinden tekrar açmaz. Operatörün müdahalesi gerekir.

Emniyet Açma Valfi (SBV)

Normalde kapalıdır. Ayarlanan basınca ulaşıldığında bağlı olduğu gaz hattını atmosfere açar ve hattaki basıncı düşürür. Basınç düşüncü emniyet valfi kendiliğinden kapanır.

Tüketim Hattı

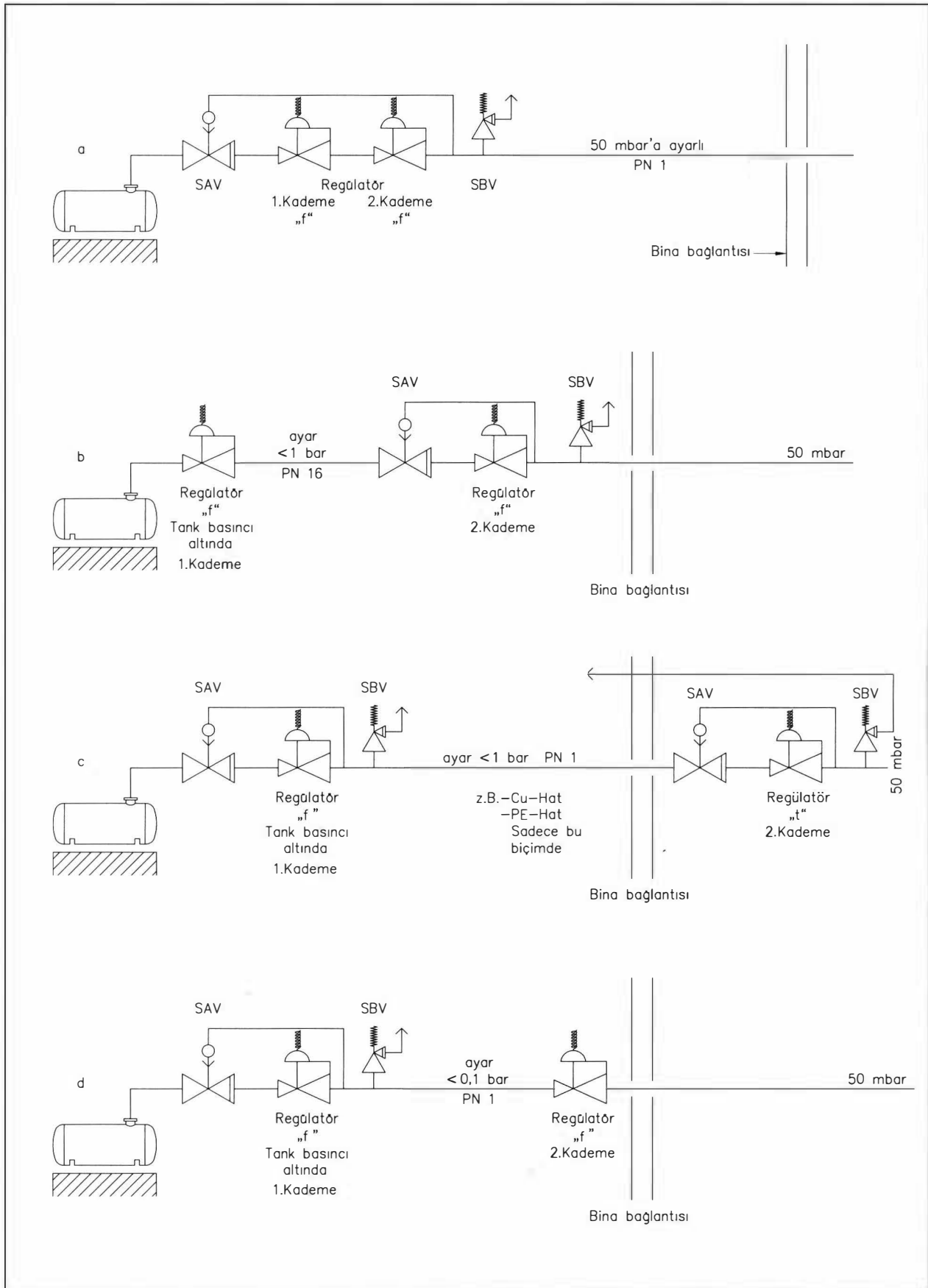
Ana kapatma vanasından başlayarak boru hattı da dahil olmak üzere bütün gaz cihazlarını ve bunların yedek aksamalarını kapsar.

Cihaz Kapatma Armatürü

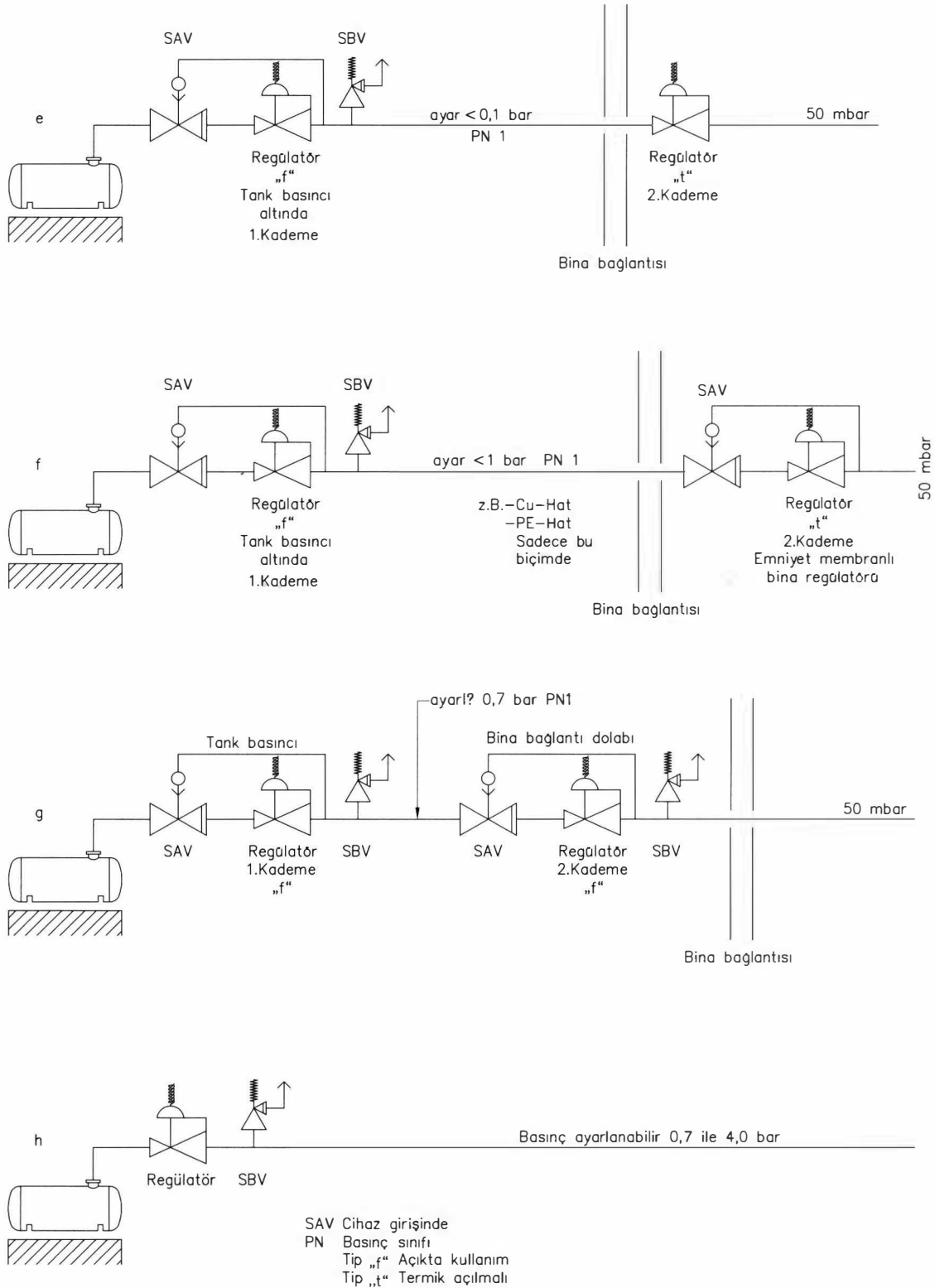
Direkt olarak cihaza gaz girişini kesmeye yarar. Eğer ana kapatma vanası veya tüp aynı mekan içinde ve birbirine yakın konumda ise cihaz kapatma armatürü kullanımından vazgeçilebilir.

Toprak Seviyesi Altındaki Bina Bölümleri

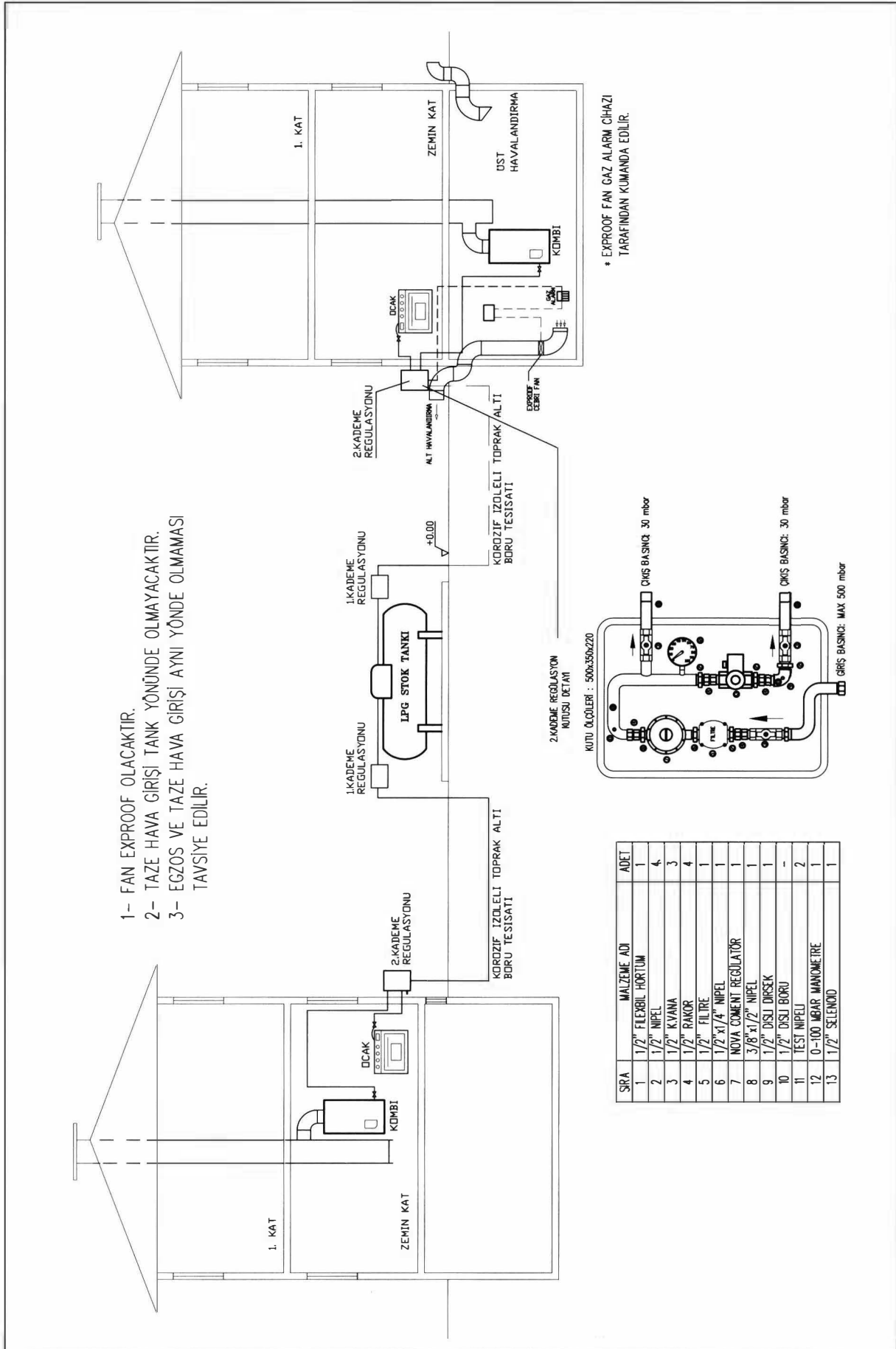
Zeminleri toprak seviyesinin 1,0 m daha altında bulunan hacimlerdir.



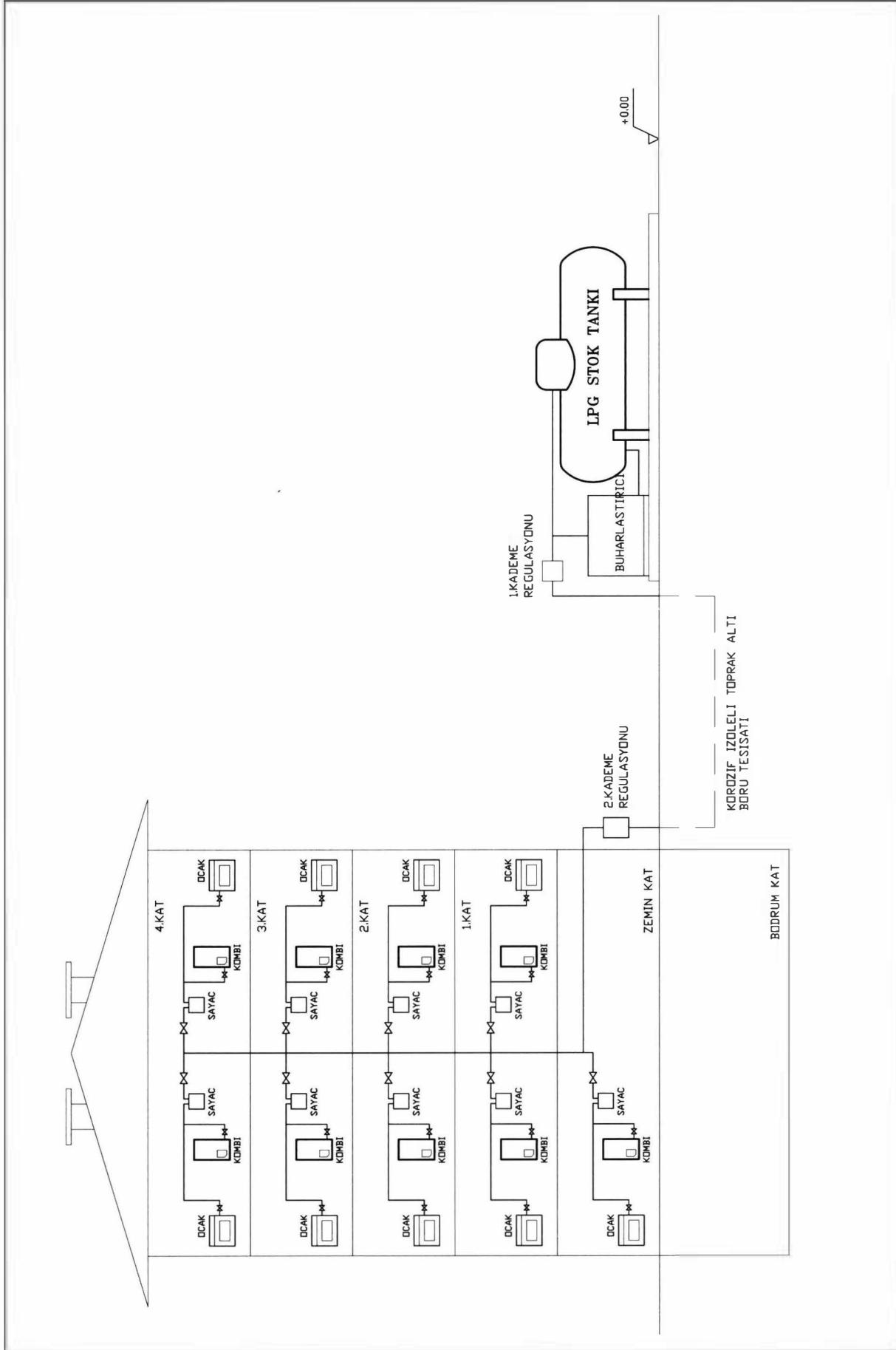
Şekil 27. LPG BESLEMESİ KONUTLAR, İŞ YERLERİ VE ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA TANKLI SİSTEMLER EMNİYET VE BASINÇ KONTROL CİHAZLARI DÜZENLEME ÖRNEKLERİ



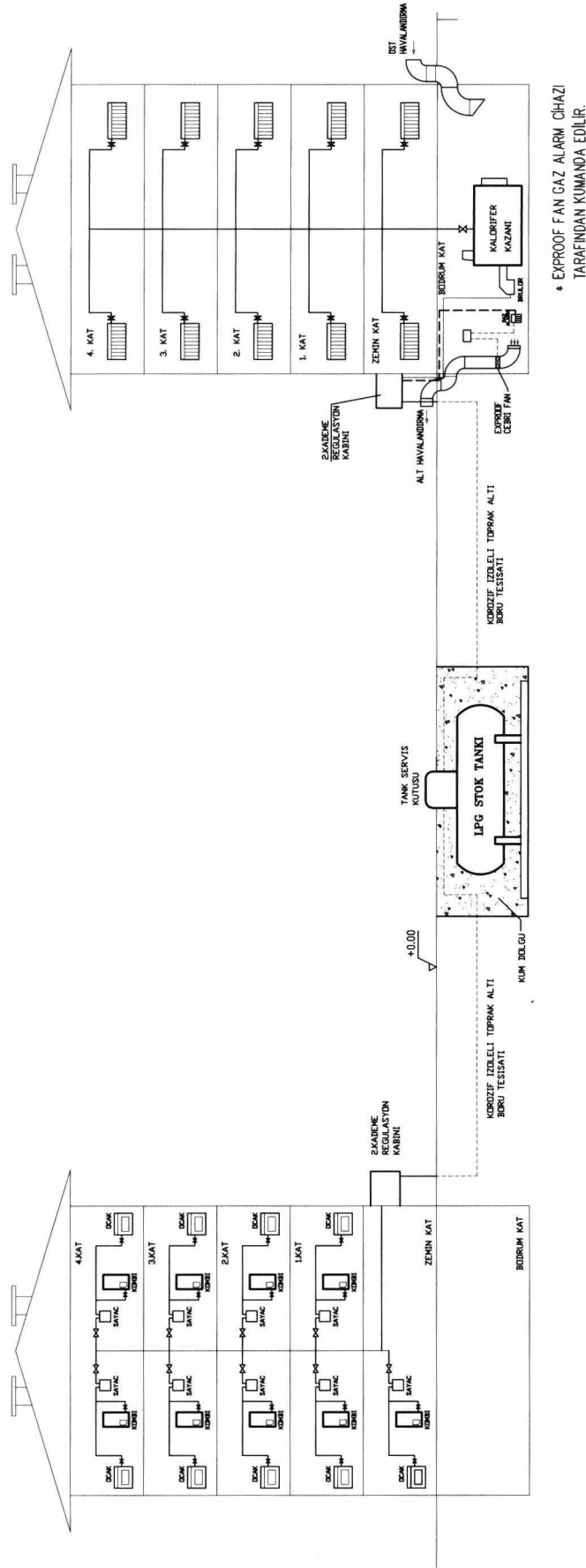
Şekil 28. LPG BESLEMESİ KONUTLAR, İŞ YERLERİ VE ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA TANKLI SİSTEMLER EMNİYET VE BASINÇ KONTROL CİHAZLARI DÜZENLEME ÖRNEKLERİ



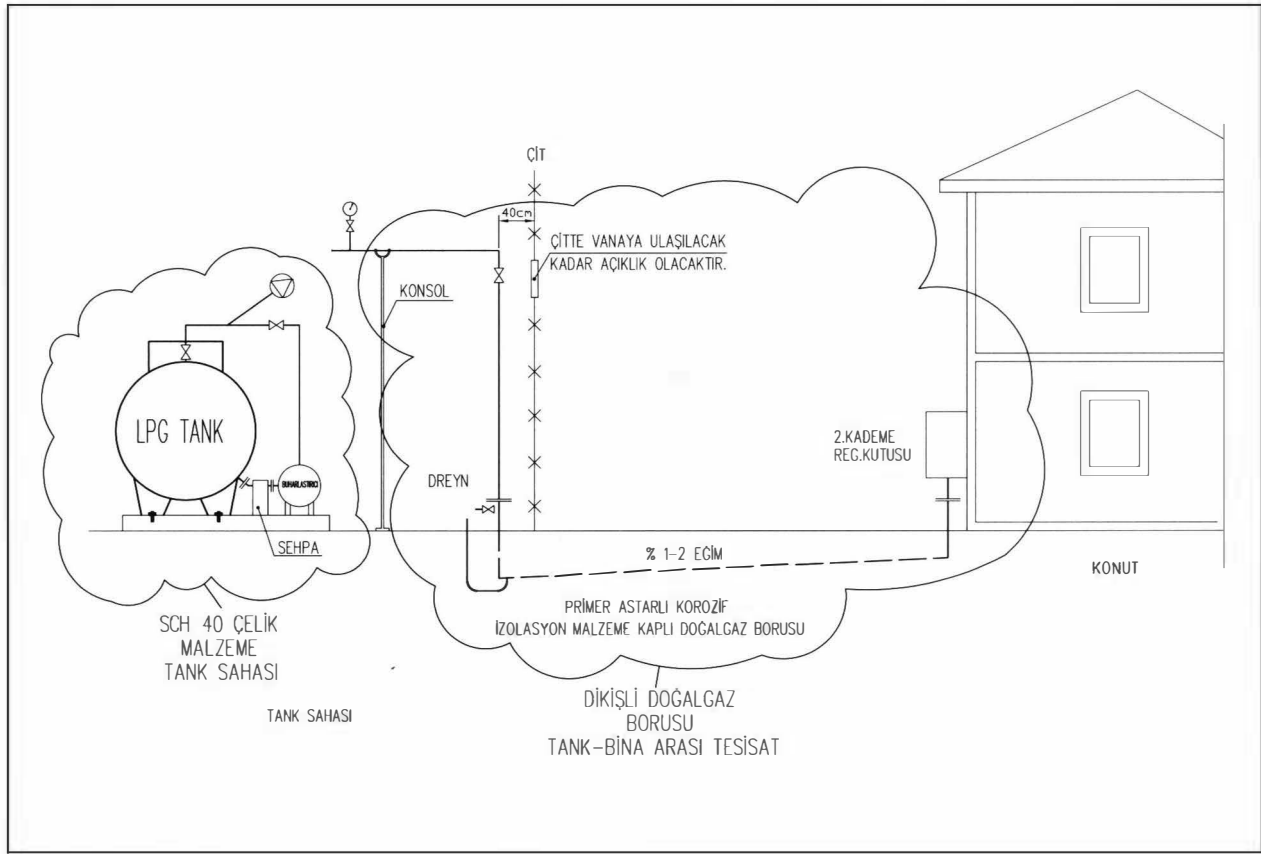
Şekil 29 A. BODRUM KAZAN DAİRESİ HAVALANDIRMA DETAYI



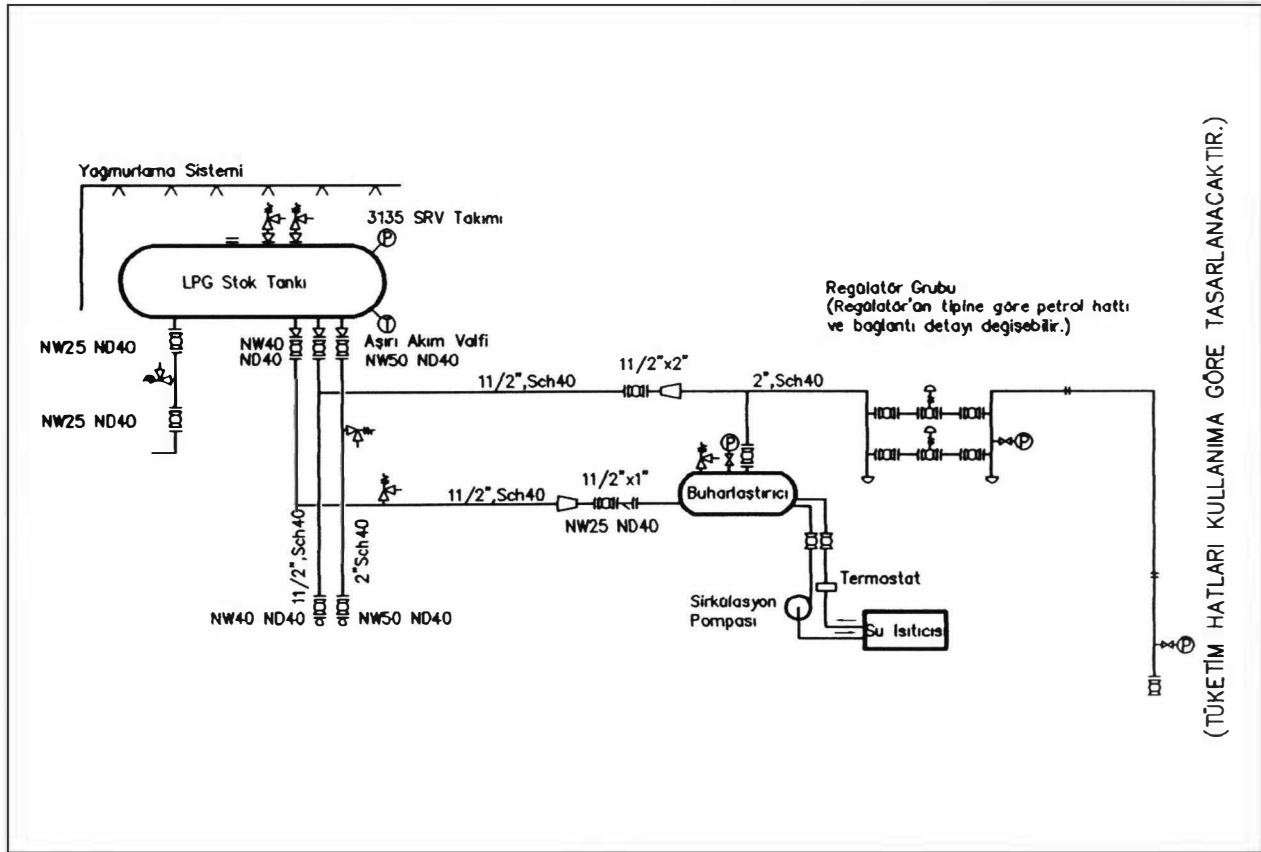
Şekil 29 B. YER ÜSTÜ TANK BİREYSEL SİSTEM UYGULAMASI



Şekil 29 C. YER ALTI TANK MERKEZİ SİSTEM VE BİREYSEL SİSTEM UYGULAMASI



Şekil 29 D. KÜÇÜK DÖKME (Konut) TESİSAT DETAYI



Şekil 30. DÖKME LPG TESİSATI (Büyük tanklı sistem)

2.1 YAPIM VE YERLEŞTİRME

Maksimum Mesnet Mesafeleri

Gaz boru hattında belirlenen boru mesnet mesafeleri sistem çiziminde belirtilmeli ve *Tablo 31*'deki maksimum mesnet mesafeleri L_{zul} değerlerine uygun olmalıdır.

Esneklik

LPG boru hattında sabit mesnet noktalarının dirseklerden olan uzaklıkları *Tablo 32*'deki değerleri sağladığı sürece yeterli esneklik sağlanmış demektir. *Tablo 31*'de verilen mesnetler arası mesafe L_{zul} değeri, $A + B$ toplamından büyük olmalıdır.

Yani $A + B \leq L_{zul}$ şartı sağlanmalıdır.

Boru Hatlarının Tesisi

Boru hattı bağlantıları yapım ve testi DVGW iş talimatnamesi GW 330 ve DVS 2212'ye göre yapılmalıdır. Boru hatları kabul edilmiş tesisat tekniği kurallarına göre ve mekanik hasara karşı korunacak şekilde tesis edilmelidir. Miks gaz kullanılıyorsa 2. kademe regülatörden önce tesisatın en düşük seviyedeki noktasına bir boşaltma (drenaj) vanası konulmalıdır.

Çözülebilir Bağlantılar

Çözülebilir bağlantıların sayısı olabildiğince az olmalı ve sızdırmaz şekilde bağlanmalıdır. Özellikle flanşlı bağlantılarda gerilmelerin olmamasına, örneğin boru mesnetlerinin yerinin belirlenmesinde, dikkat edilmelidir.

Çözülebilir bağlantılar, toprak ile üzeri kapatılacak olan bağlantı kısımlarında ve sıva altına yerleştirilecek olan bağlantılarda kullanılmamalıdır.

Kapatma Vanası

Ana kapatma vanası kolay ulaşılabilir bir bölgeye çözülebilir bağlantı ile monte edilmelidir. Kapatma vanası ısı kaynaklarının etkisi ile aşırı ısınmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Her gaz sayacı önünde bir kapatma vanası bulunmalıdır. Eğer ana kapatma vanası ile aynı hacimde yerleştirilmiş tek gaz sayacı varsa, başka kapama vanasına gerek yoktur.

Ana Kapatma Vanası

Ana kapatma vanası tüketim sistemi ile gaz kaynağı sistemini birbirinden ayırmaya yarar.

Her konut bağlantı hattında boru hattının bina girişi öncesinde veya sonrasında kolay erişilebilir bir yerde ana kapama vanası bulunmalıdır. Ana kapatma vanası ile tüketim (dağıtım) hattı arasında çözülebilir bağlantı yapılmalıdır.

Cihaz Kapatma Vanası

Cihaz kapatma armatürü gaz kaynağını bir cihazdan ayırmaya yarar. Tüketim cihazı üzerindeki vanadan, ana kapatma tertibatı veya LPG tüpü gaz tüketim cihazı ile aynı mahalde bulunuyor ise, vazgeçilebilir.

Bina İçine Giriş

Metal boru tesisatı binanın dış duvarından içeriye bir koruyucu boru yardımıyla, DVGW İş talimatnamelelerinde belirtilen kurallara uygun şekilde, girmelidir. Koruyucu borunun iç çapı, boru hattının dış çapından en az 20 mm daha büyük olmalıdır (*Şekil 33*).

Koruyucu boru, binanın iç duvarına sıkıca bağlanmalıdır. Boru hattı girişi gaz girişine karşı sızdırmaz olmalıdır. Koruma borusu içinde hiçbir boru bağlantısı bulunmamalıdır. Bina içindeki elektrik bağlantı kabloları en az 30 cm mesafede olmalıdır (bilgisayar sistemleri için olan kablolar hariç).

Topraklama

LPG boru hatları yüksek elektrik akımlarına karşı topraklanarak korumalı olarak kullanılmalıdır. Boru hatları kendileri topraklama amacıyla veya paratoner sisteminin bir parçası olarak kullanılmamalıdır.

Gaz Sayaçları

Gaz sayacının yerleştirildiği yer sıcak olmamalı ve kolay erişilebilir ve kuru (nemsiz) olmalıdır.

Gaz sayaçları üzerindeki değer kolaylıkla okunabilecek, sayaç gerektiğinde değiştirilebilecek ve mekanik hasarlara karşı korunaklı biçimde yerleştirilir. Duvara montajlarında duvara temas etmemeli ve boru bağlantılarında herhangi bir gerilme olmamalıdır.

Sayaç dolapları ve niş içinde yerleşimde kapakları alttan ve üstten en az 5'er cm² havalandırma açıklığına sahip olmalıdır. Aşağıdaki yerlere gaz sayacı yerleştirilmesine izin verilmez:

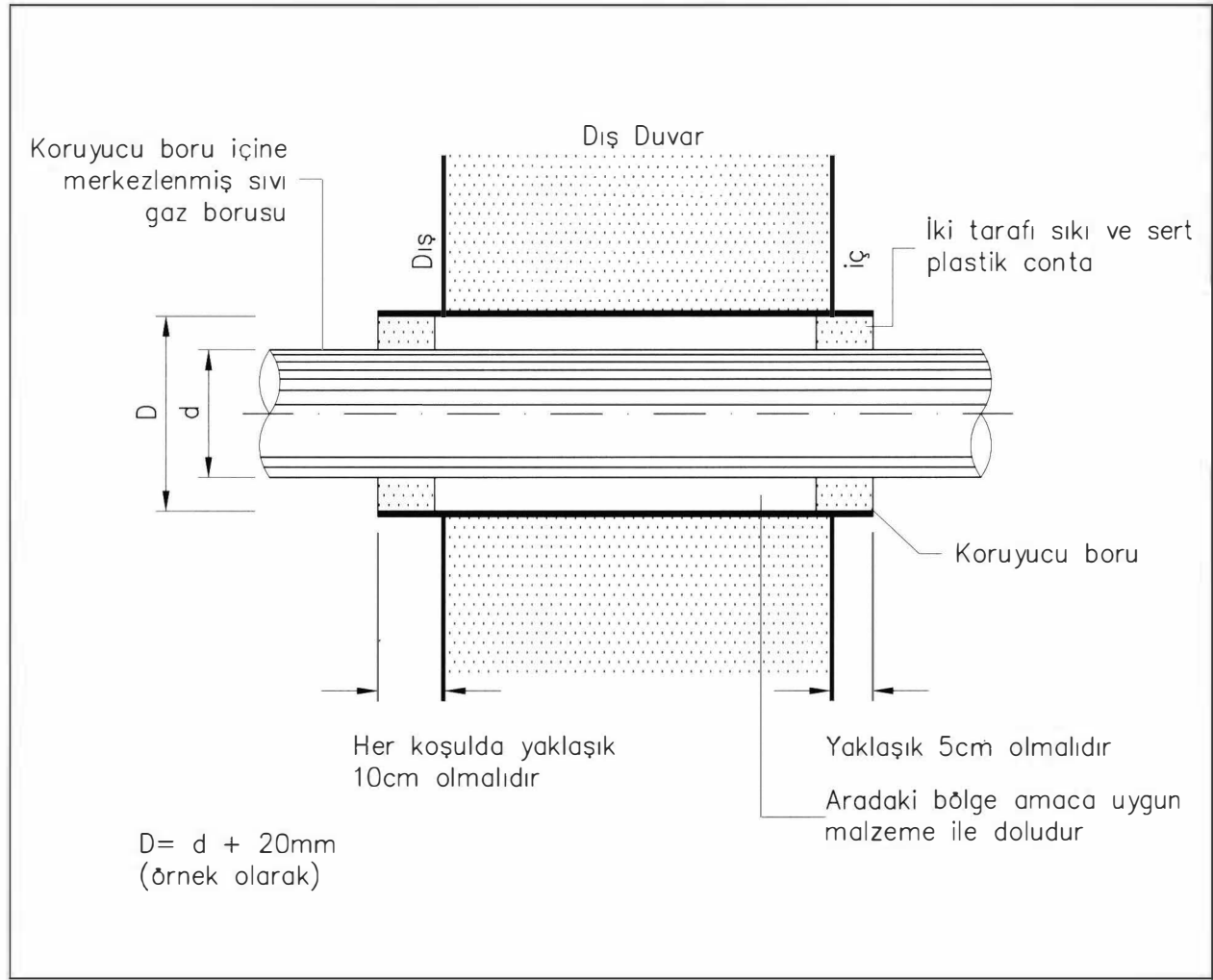
- İki katlı binalar haricinde merdiven boşluklarına
- Geçiş koridorları üzerine geçişi engelleyecek şekilde.
- Kolay tutuşabilen veya yanabilen katı, sıvı gaz maddelerin kullanıldığı yerlere veya tutuşma noktası 55°C altında olan akışkanlardan tehlikeli miktarda depolanan yerlerde.
- Gaz, buhar, sis veya toz olarak hava ile patlayıcı karışım oluşturan maddelerden tehlikeli miktarda bulunan yerlerde.
- Patlama tehlikesi olan maddelerin bulunduğu yerlerde.

Boru dış çapı (mm)	≤ 12	15	18	22	28	35	42	54	64
L_{zul} (m)	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00

Tablo 31. MAKSİMUM MESNET MESAFESİ L_{zul}

Boru dış çapı (mm)	≤ 12	15	18	22	28	35	42	54	64
A veya B mm	470	530	580	640	725	810	890	1,010	1,095

Tablo 32. İZİN VERİLEN MİNİMUM DİRSEK UZUNLUKLARI



Şekil 33. BİNA GİRİŞ DETAYI (Duvar geçiş detayı)

Gaz sayacının montajından önce elektrik kaçaklarına karşı gaz sayacı boru giriş ve çıkışı arası metalik bağla köprülenmelidir. Monte edilen sayaç giriş ve çıkış boruları hemen kapatılmalıdır.

2.2 EMNİYET DONANIM PARÇALARI

Emniyet Kapama Ventili (SAV) Olmayan Orta Basınç Boru Hattı

Eğer boru hattı ve üzerindeki bütün armatürler (buna 2. kademe giriş tarafı dahil olmak üzere) 16 bar işletme basıncına göre seçildiyse, orta basınç hattı (1. kademe basınç regülatörü ile 2. kademe basınç regülatörü arasındaki boru hattı) ilave bir emniyet valfi veya SAV ile emniyete alınmak zorunda değildir. Bu boru hattı için izin verilen işletme basıncı, LPG deposunun izin verilen işletme basıncına (yani 15,6 bar) uymaktadır. Boru hattı armatürlerinin ve SAV'nin DIN DVGW'ye uygun olması gerekir. Bu uygunluk armatürlerin üzerindeki işaretleme ile belli olacaktır.

Emniyet Kapama Ventili (SAV) Olan Orta Basınç Boru Hattı

1. kademe basınç regülatörü ile 2. kademe basınç

regülatörü arasındaki orta basınç boru hattının izin verilen işletme basıncı 16 barın altında ise, bu durumda 1. kademe regülatörü bir SAV ve bir SBV (emniyet açma ventili) ile donatılmak zorundadır. SAV'ın ayar basıncı bu durumda boru hattının izin verilen işletme basıncına uygundur.

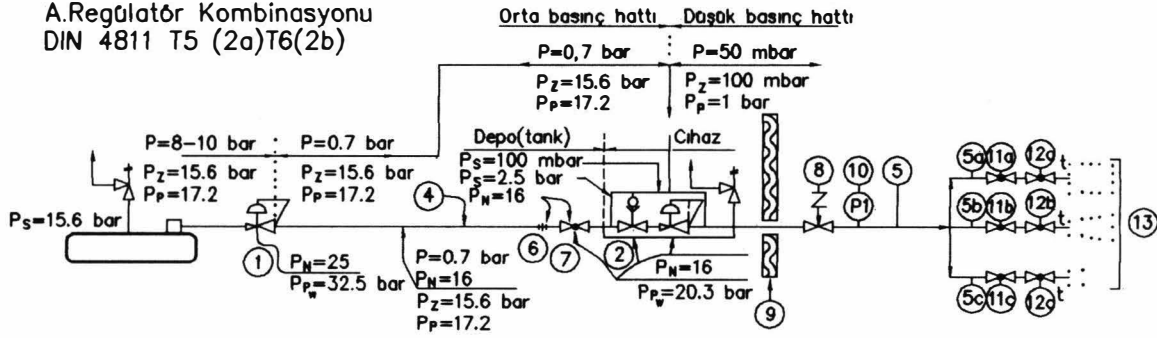
Örneğin DIN 4811 bölüm 5/6'ya uygun regülatör kombinasyonu 3a/3b.

- Basınç regülatörünün 1. kademesi fabrikadan 0,7 işletme basıncına ayarlıdır. Bunun anlamı boru hattı 0,7 bar ile işletilir.
- Basınç regülatörünün 1. kademesinden önce devreye giren SAV 2 bar'a ayarlıdır. Bunun anlamı bu boru hatında izin verilen işletme basıncı 2 bar'dır ve 1. kademe basınç regülatöründen sonra gelen boru hattının üzerindeki bütün armatürler min. üst basınç 2 bar'a dayanıklı olmalıdır ve buna göre de işaretli olmalıdır.

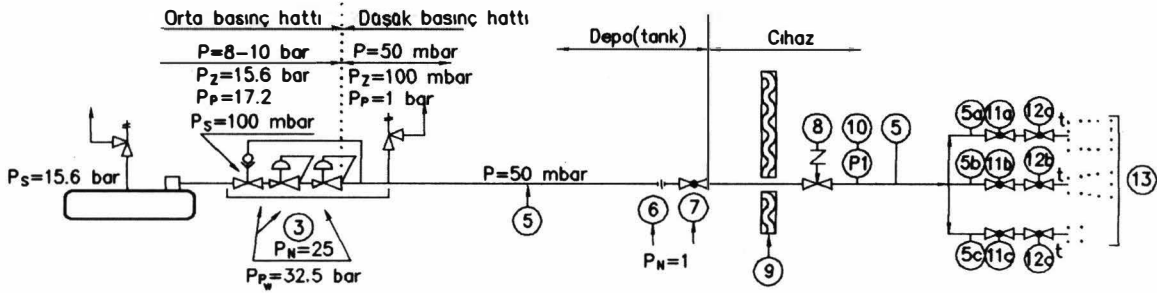
DIN 4811 bölüm 5/6'ya uygun boru hatlarını ve onlara uygun, basınç regülatörü, emniyet kapama ventili ve emniyet valfi örneklerini Şekil 34'te görmek mümkündür.

LPG TANK TESİSAT ŞEMALARI

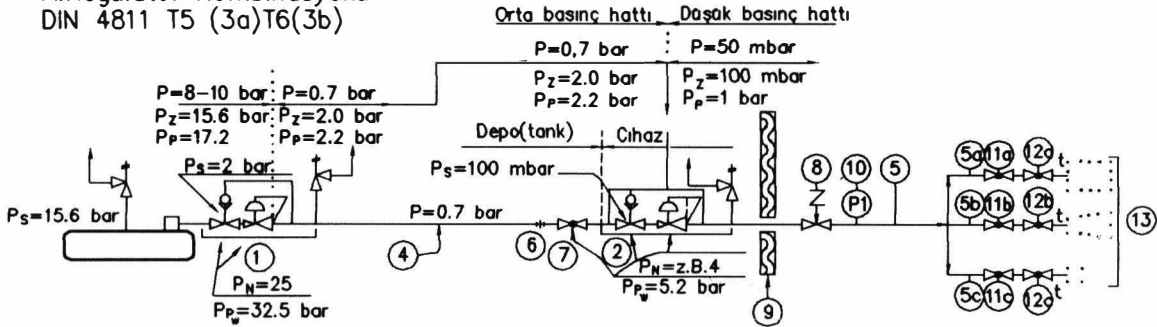
**A.Regülatör Kombinasyonu
DIN 4811 T5 (2a)T6(2b)**



**B.Regülatör Kombinasyonu
DIN 4811 T5 (1a/b)**



**A.Regülatör Kombinasyonu
DIN 4811 T5 (3a)T6(3b)**



P=İşletme Basıncı
P_S=Tank Basıncı

P_N=Mekanik Tesisat İçin Tesisat Basıncı
P_Z=İzin Verilen İşletme Basıncı

P_P=Test Basıncı
=1,1xP_Z Gaz Basıncı Testinde (MİN 1 bar)
=1,3xP_Z Su Basıncı Testinde

1	1. KADEME BASINÇ REGÜLATÖRÜ SAV	6	İZOLASYON PARÇASI
2	2. KADEME BASINÇ REGÜLATÖRÜ SAV	7	ANA KAPATMA DONATIMI
3	1.ve 2. KADEME BASINÇ REGÜLATÖRÜ SAV	8	MANYETİK VİNTİL
4	ORTA BASINÇLI - BORU HATTI	9	BİNA GİRİŞİ
5	ALÇAK BASINÇLI - BORU HATTI	10	MANOMETRE
5a	ALÇAK BASINÇLI - BORU HATTI	11a	CİHAZ KAPATMA ARMATÖRÜ
5b	ALÇAK BASINÇLI - BORU HATTI	11b	CİHAZ KAPATMA ARMATÖRÜ
5c	ALÇAK BASINÇLI - BORU HATTI	11c	CİHAZ KAPATMA ARMATÖRÜ

Şekil 34. LPG BORU TESİSATI YAPIM ÖRNEKLERİ

2.3 BASINÇ REGÜLATÖRÜ

LPG Depoları İçin Basınç Regülatörü

Depo basıncını 2 kademe gaz tüketim cihazlarının bağlantı basıncı olan basınç değerine indirir. 1. ve 2. kademe basınç düşümleri için kullanılabilecek basınç regülatörleri standart değerleri *Tablo 35*'de verilmiştir. Bu Tabloda görülen 2a, 6a ve 7a basınç regülatörü cihazları sadece 2b, 6b ve 7b ile bağlantılı olarak kullanılabilir.

Tablo 35'te belirtilen regülatör armatür grupları için depo regülatörüyle LPG cihazları arasındaki boru hattı, devreye alınmadan önce kontrol edilmelidir. *Tablo 35*'te görülen tip 8 basınç regülatörleri sadece sanayi tesislerinde kullanılır ve çıkış basıncı sabit bir değerde veya ayarlanabilir olabilir.

Tablo 35 regülatör armatürlerine depodaki orta basınç 1. kademe regülatörüyle düşük basınç 2. kademe regülatörü arasındaki orta basınç hattındaki armatürler dahildir.

Sıvı deposu üzerindeki 1. kademe basınç regülatörü anma çıkış değeri, 2. kademe basınç regülatörünün anma giriş değerine uygun olmalıdır. 2. kademe basınç regülatörü ise gaz basıncını gaz tüketim cihazları bağlantı değeri olan 50 mbar değerine indirmelidir. 2. kademe basınç regülatörü izin verilen maksimum işletme basıncı (genelde 100 mbar) değerine ayarlı bir emniyet kapatma ventili ve emniyet (açma) ventili ile donatılmalıdır. Eğer regülatör veya SAV'de entegre pislik tutucu yoksa, 2. kademe basınç regülatörü cihazı önüne bir pislik tutucu yerleştirilmelidir. Basınç regülasyon cihazı DIN 4811 kısım 6'ya göre mahal içine yerleştirilecek ise, termik olarak yüksek dayanıma sahip olmalı ve buna uygun olarak (t) işaretlenmelidir. Termik olarak yüksek dayanıma sahip olmak yerine, termik olarak kapayan bir emniyet vanası da ön görülebilir.

2. kademe basınç regülatörleri mahal içine yerleştirilecekse, emniyet açma valfinin (SVB) boşaltma hattı dışarıya açılmalıdır.

LPG depolarına ayrılan özel odalarda bulunan 1. kademe basınç regülatörü emniyet valfi için özel boşaltma hattına gerek yoktur.

Aynı şekilde giriş basınç değeri izin verilen işletme basıncının 1 bar üstüne ayarlı ve emniyet membranlı regülatörlerin arkasındaki hatta, bir emniyet (açma) ventiline ihtiyaç yoktur.

Tüplü tesisat basınç regülatörleri tüp basıncını tek kademe cihaz bağlantı basıncına düşürür. Gerek sanayi tüpü regülatörleri ve gerek normal tüp regülatörleri direkt olarak tüp vanasına bağlıdır. Sanayi tüpleri sabit olarak da monte edilebilir. Bu durumda regülatör, bir orta basınç boru hattı ile tüpe bağlanır. Regülatör doğrudan tüpe bağlı olduğunda, sabit boru tesisatı ile tüp arasındaki bağlantı bir esnek boru ile temin edilir. Bu durumda esnek boru, tüp değişimi esnasında regülatör ağırlığı ile katlanmayacak şekilde monte edilmelidir.

Maksimum 14 kg'a kadar tüplerin bina içinde kullanımında, sadece termik ayırma elemanlı ve manometreli regülatörler kullanılabilir. Bunlar tüp ventiline doğrudan bağlıdır. Manometreler kontrol için öngörülmüştür.

İzolasyon Parçası

Toprak altına yerleştirilmiş olan metal boru hatlarında ana kapatma vanası yanına gaz tesisatına uygun bir izolasyon parçası tesis edilmelidir. Bina içi boru tesisatı topraklanmalıdır.

Alman standartlarına göre izolasyon parçası, gaz sayaçları, basınç regülatörleri gibi bina içi armatürler yüksek termik dayanıma sahip değilse, akış yönünde bunların önüne bir termik emniyet kapama elemanı tesis edilmelidir

DIN 4811 Kısım 5'e göre cihaz tipleri	Anma çıkış basıncı	Anma basıncı SAV	Anma basıncı SBV	DIN 4811 Kısım 6'ya göre cihaz tipleri	Anma giriş basıncı bar	Giriş basıncı aralığı bar	Uygulama sıcaklığı °C	Basınç kademesi	Tip
1 a/b	50 mbar	100 mbar	130 mbar	-	-	-	-20 ile +60	25	f
6a	70 mbar	100 mbar	130 mbar	6b	0,07	0.055 - 0.11	0 ile +60	1	f
7a	70 mbar	100 mbar	130 mbar	7b	0,07	0.055 - 0.11	-20 ile +60	1	f
8	0,7 - 4 bar	*1,35.P _a veya P _a + 0,7 bar	*1,5.P _a veya P _a + 1,0 bar	-	-	-	-	-	f
2a	0,7 bar	-	-	2b	0,7	0,5 - 2,0	-20 ile +60	16	f
3a	0,7 bar	2 bar	2,5 bar	2b	0,7	0,5 - 2,0	-20 ile +60	2,5	f
4a	0,7 bar	1 bar	1,3bar	4b	0,7	0,5 - 2,0	0 ile +60	2,5	f
5a	0,7 bar	1 bar	1,3 bar	5b	0,7	0,5 - 2,0	0 ile +60	2,5	f

Pa = İşletme basıncı
* Verilen iki formülle yapılan hesaplarda, sonucu büyük olan tercih edilmelidir.

**Tablo 35. BASINÇ REGÜLATÖR CİHAZLARI
DIN 4811 KISIM 5 VEYA 6'YA GÖRE**

3. LPG KAZAN DAİRELERİ

LPG kullanılan kazan dairelerinde gerekli gaz basıncı brülör tarafından belirlenir. Brülör imalatçı firmalarının önerilerine göre gerekli gaz basıncı 21 ile 300 mbar arasında değişebilmektedir. Bina girişindeki 2. kademe basınç regülatöründe basınç bu istenilen değere düşürülür.

LPG kullanılan kazan dairelerini toprak seviyesinin altında ve üstünde olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Her iki tip kazan dairesinde alınacak önlemler birbirleriyle kıyaslandığında farklılık göstermektedir.

3.1 TOPRAK SEVİYESİNİN ÜSTÜNDEKİ KAZAN DAİRELERİ

Bu tip kazan dairelerinde selonoid vanaya ihtiyaç yoktur. Bina dışındaki elle kesme vanası yeterlidir. Doğal havalandırma ile sağlanacak taze hava girişi için dış duvar üzerindeki gerekli menfez net serbest kesit alanı,

$$A = 2,5 (\Sigma Q + 70) \text{ cm}^2$$

ifadesi ile bulunabilir. Burada,

ΣQ kazan dairesinde kurulu toplam ısıtıl kapasiteyi (kW) ifade etmektedir.

Net serbest alanı A olan menfezin alanı,

$$F = 1,5 \text{ A}$$

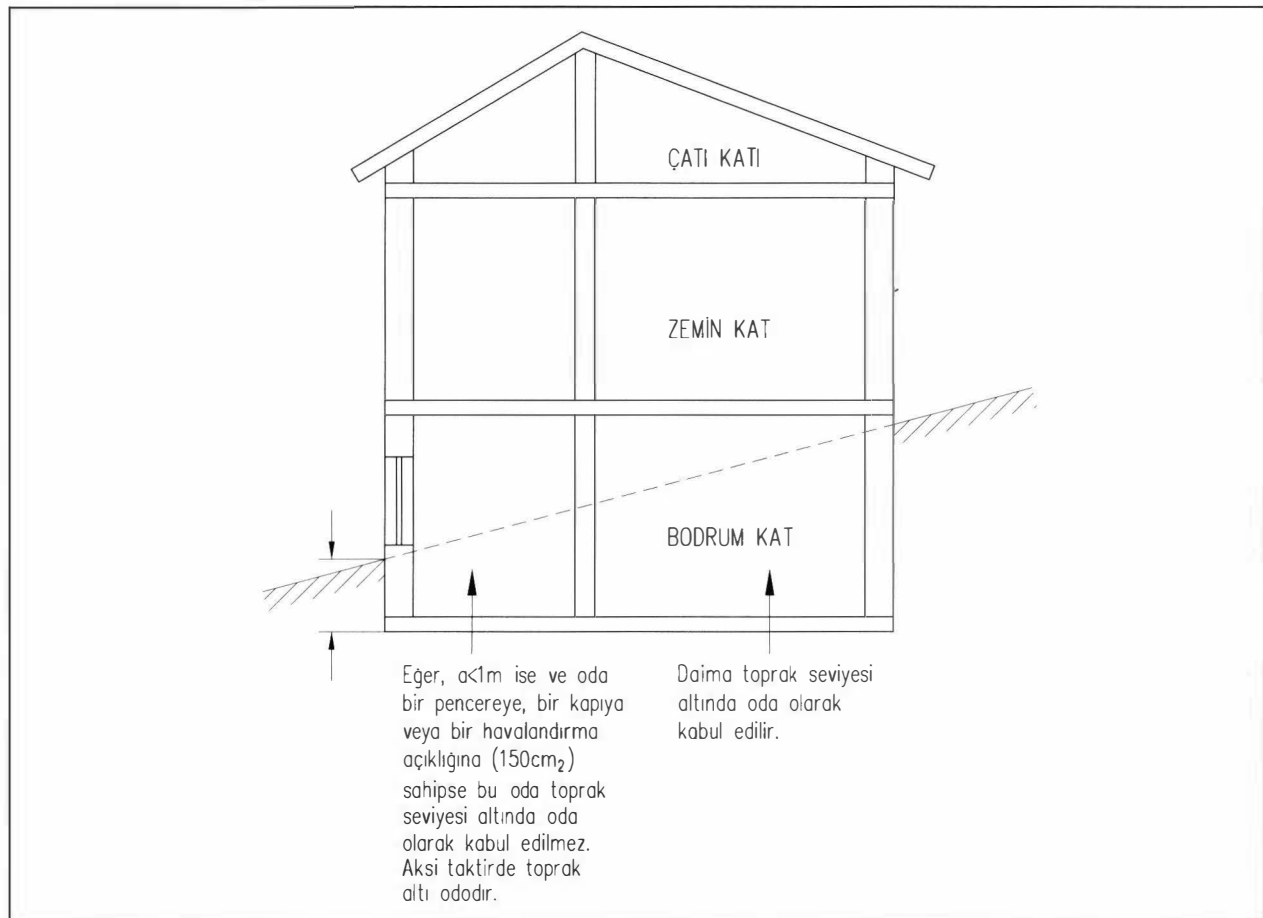
olarak alınabilir. Bulunan bu değer 300 cm^2 değerinden daha küçük ise, minimum değer olan 300 cm^2 değeri alınmalıdır.

Eğer hava bir kanalla kazan dairesine ulaşıyorsa bu kanalın kesit alanı da F kadar olmalıdır.

Kirli hava çıkışı için tavana yakın bir egzost menfezi veya kirli hava bacası oluşturulmalıdır. Kirli hava bacası ile temiz hava girişi arasında kısa devre olmayacak şekilde önlem alınmalıdır. Kirli hava bacası kesiti doğal gaz bölümündeki diyagramdan okunabilir.

3.2 TOPRAK SEVİYESİNİN ALTINDAKİ HACİMLERDE OLUŞTURULAN KAZAN DAİRELERİ

Yer altındaki hacimler (kazan daireleri), tanım olarak *Şekil 36*'da gösterilmiştir. Buna göre döşemesi arazi yüzeyinden çepeçevre 1 m'den daha derinde olan mahaller toprak düzeyinin altında sayılırlar. Eğimli arazilerde mahallin bir kenarındaki derinlik 1 m'den az olsa bile eğer mahallin dış hava ile doğrudan bağlantısı (kapı veya pencere gibi) yoksa o mahal toprak düzeyi altında sayılır.



Şekil 36.

bu valf brülörden kumanda alacaktır. Brülör çalıştığı sürece gaz beslemesini sağlayacak, durunca gazı kesecektir.

- Aynı şekilde döşeme seviyesine (yerden 10 cm yukarı) yerleştirilecek bir alarm cihazı (gaz dedektörü), gaz sızıntısı olduğunda bina dışındaki bu valfi kapatarak gaz beslemesini kesecektir.
- Eğer brülörün kendi selenoid vanalarında aşırı sıcaklık koruması varsa (100 °C'yi aşınca otomatik vanayı kapatan), yangın ihbar sistemini bina dışındaki selenoid vanaya bağlamaya gerek yoktur.
- LPG tesisatının sızdırabileceği gaz hacmi, oda hacminin %0.2'sini aşmamalıdır. Aksi takdirde patlayıcı gaz karışımı oluşma riski başlar. (Patlama aralığı % 2-11).
- Bina dışında kazan dairesinin elektriğini kesen bir ana şalter bulunmalıdır. Kazan dairesi aydınlatma lambaları ise kapalı sistem olmalıdır.
- Brülöre giden gaz hattında herhangi bir nedenle anormal basınç yükselmesi olursa, bunu dışarı tahliye eden bir emniyet firar ventili bulunmalıdır.
- Gaz borusu kazan dairesine kapalı bir mahalden geçerek geliyorsa, borunun bu kısmı daha büyük çaplı çelik bir boru ile korumaya alınmalıdır ve bu koruyucu borunun her iki ucu sızdırmaz biçimde kapatılmalıdır.
- Bu tip kazan dairelerinde doğal gazda kullanılan çelik borular kullanılmalı, boru birleştirmeleri kaynakla gerçekleştirilmelidir.

Havalandırma Önlemleri

- Oda doğal havalandırma ile çok iyi havalandırılmalıdır. Havalandırma menfez kesiti net 300 cm² den az olmamalıdır. Hava bir kanalla kazan dairesine ulaşıyorsa bu kanalın kesit alanı net alanın 1,5 misli olmalıdır. Menfez kesit alanı hesabı yukarıda zemin üstü kazan dairelerinde anlatıldığı gibi yapılır. Taze hava beslemesi döşemeden en çok 20 cm yukarıda, tavadan en çok 40 cm aşağıda olabilir. Mümkünse açıklıklar karşı yüzlerde olmalı, hava bütün kazan dairesini süpürecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Uygun doğal havalandırma yapılamayan yerlerde mekanik havalandırma yapılmak zorundadır.
- Mekanik havalandırmada bir taze hava fanı ve bir kirli hava egzoz fanı bulunmalı ve bu fanların birlikte çalışmasıyla dengeli mekanik havalandırma yapılmalıdır. Taze hava fanı hem yakma havasını hem de havalandırma havasını temin etmeli, egzoz fanı ise sadece havalandırma havasını emecek kapasitede olmalıdır. Fanlar devamlı çalışmalı ve biri dahi devreden çıksa selenoid vana gazı kesmelidir.
- Kazan dairesinde mekanik havalandırma ile negatif basınç yaratılmamalıdır.
- Kazan dairesinde bulunan başka cihazların

etkisiyle oluşabilecek negatif basınç 4 Pa değerini geçmemelidir. Negatif basınç aşırı olursa brülör çalışmasını bozar, kazandaki yanma etkilenir.

- Taze hava vantilatörü debisi her kW kurulu güç için min. 1,6 m³/h olmalıdır. Egzoz hava debisi ise kurulu ısı gücün her bir kW değeri için minimum 0,5 m³/h değerinde olmalıdır. Ayrıca yapılan havalandırma kazan dairesinde saatte en az 4 - 5 kez hava değişimi sağlanmalıdır.
- Egzoz havası emişi üstten yapıldığında, egzoz fanının exproof olması şart değildir.
- Mekanik havalandırmada egzoz alt döşeme seviyesinden yapılıyorsa veya egzoz fanı gaz konsantrasyonundan alınan kumandayla çalışmaya başlıyorsa fanın exproof olması gerekir.

3.3 KAZAN DAİRELERİ PRATİK NOTLARI

Kazan dairelerinde binanın diğer katlarına ait aspiratör, klima santrali gibi cihazların olmaması daha iyidir. Vakum etkisi yapıp kazan çekişini etkiler ve brülör arızası oluşturabilirler.

Kazan dairelerinin fayans kaplanması; servis kalitesinin artması, yöneticilerin kazan dairesiyle daha çok ilgilenmesi gibi pratik yararları vardır. Ancak cihaz kaideleri kesinlikle fayansla kaplanmamalıdır. Gürültünün azaltılması için tavanın yangına dayanıklı akustik malzemeyle kaplanması yararlıdır.

Kazan dairesinde ses ve titreşimin önlenmesi konfor açısından çok önemlidir. Bu amaçla;

- Cihaz seçerken ses seviyesi düşük cihazlar seçilmelidir.
- Oluşan sesin binaya iletilmemesi için cihazların ve kazan dairesinin akustik izolasyonu gerekir.
- Brülörler, baca bağlantıları ve klima santrali çıkışlarına özel susturucular kullanılmalıdır.
- Oluşan titreşimin binaya iletilmemesi için cihazların titreşim yalıtımı yapılmalı ve borular bina yapısına (döşeme, duvar veya tavanlar) mesnetlenmemelidir. Mesnetleme kaçınılmazsa titreşim yalıtımlı mesnetler kullanılmalıdır. Duvar ve döşeme geçişlerinde borular yalıtılmalıdır.

Kazan kaidesi yerden 30 cm kadar yükseltilmelidir. Böylece kazanın toz emmesi önlenir.

Lambalar dışarıdan yakılıp söndürülebilmelidir.

Gaz alarm cihazı hissedicisi yerden 10 cm yukarıda monte edilmelidir.

Kazan dairesinde kontaktör, hidrofor gibi kıvılcım kaynakları bulunmamalıdır.

Hermetik duvar tipi kazanların kullanıldığı kazan dairelerinde, yanma için gerekli olan hava girişi olmadığı için kazan dairesinin soğuması azaldığı gibi havayla birlikte giren toz miktarı da azalır.

Kazan (kombi cihazı) öncesinde yangın emniyet vanası ve bina girişi öncesinde deprem emniyet ventili kullanılması tavsiye edilir.

4. LPG TÜPLERİ

LPG tüpleri domestik ve ticari kullanımlar için 33 kg ağırlığa kadar bulunabilir. 14 kg üzerindeki tüpler sanayi tüpü olarak daha çok ticari amaçlarla kullanılmaktadır.

Tüplerden gaz almada tek kademeli bir basınç regülatörü kullanılır. Tüpe doğrudan bağlanan bu regülatör aynı zamanda kapama vanasına da sahiptir.

Yatak odası amaçlı kullanılan mekanlarda hiçbir LPG tüpü yerleşimine ve kullanımına izin verilmez. Mesken içinde, boş tüpler de dahil olmak üzere, maksimum 2 LPG tüpü, her mahal için maksimum 1 LPG tüpü bulunabilir.

LPG tüpleri ısı kaynağından, içindeki LPG 40°C'den daha fazla ısınmayacak şekilde, *Tablo 38*'de belirtilen uzaklıklarda bulunmalıdır.

14 kg'dan Büyük LPG Tüplerinin Yerleştirilmesi

Patlama tehlikesi olan bölgede, tüpe gaz hattı bağlantısının yapılması veya sökülmesi esnasında, belirli bir mesafe içerisinde alev kaynağının bulunmaması gerekir.

Patlama tehlikesi içeren bölgenin ölçüleri geometrik olarak *Şekil 39*'da gösterildiği gibi ve *Tablo 40*'da da belirtilmiştir.

Patlama tehlikesi olan bölge en az 2 metre yükseklikte, en fazla iki tarafından özel yanmayan malzemeden yapılmış koruma duvarı ile korunmalıdır. Bu duvarın bir tarafı açıklığı olmayan bina duvarı olabilir. Patlama tehlikesi olan bölge içinde hiçbir yanıcı madde olmamalıdır.

Tablo 40'ta belirtilen r çaplı bölge içinde gaz girişine karşı kapatılmamış kiler açıklığı, hava ve aydınlık bacası, kanallar, süzgeçler gibi yerler bulunmamalıdır. Açıkta yerleştirilmiş olan tüpler, flanş bağlantılarından veya tüp başlıklarından meydana gelebilecek kaçaqlara karşı emniyete alınmalıdır.

Yanmaz malzemeden yapılmış sıvı tüpü dolabı kullanılabilir. Dolabın üst kısmında toplam taban alanının 1/10'u veya en az 100 cm² kadar bir havalandırma açıklığı olmalıdır. Bu havalandırma açıklığı bina şaftları ve açıklıkları yanında yer almamalıdır.

Sıvı tüpü dolapları bina içinde merdiven boşluklarına, geçiş koridorlarına, acil çıkışlara, gelişi güzel yerleştirilmemelidir.

Tüplü tesislerin çeşitli kuruluş örnekleri şematik olarak *Şekil 41*'de gösterilmiştir. *Şekil 42*'de ise bina dışında teşkil edilecek batarya imkanları şematik olarak verilmiştir.

LPG tüplerinin bir batarya oluşturacak şekilde birlikte kullanılmaları halinde bina dışında oluşturulacak tüp tesis (ve depolama) mahalli ölçüleri *Şekil 43*'te gösterilmiştir.

LPG tüplerinden oluşturulan bataryalarda istenilen hızda gaz alınabilmesi için tüplerin ısıtılması

gerekmektedir. Tüp ısıtıcısı detay resimleri ve tüp bataryası tip projesi *Şekil 44*'te verilmiştir.

İşletme Talimatları

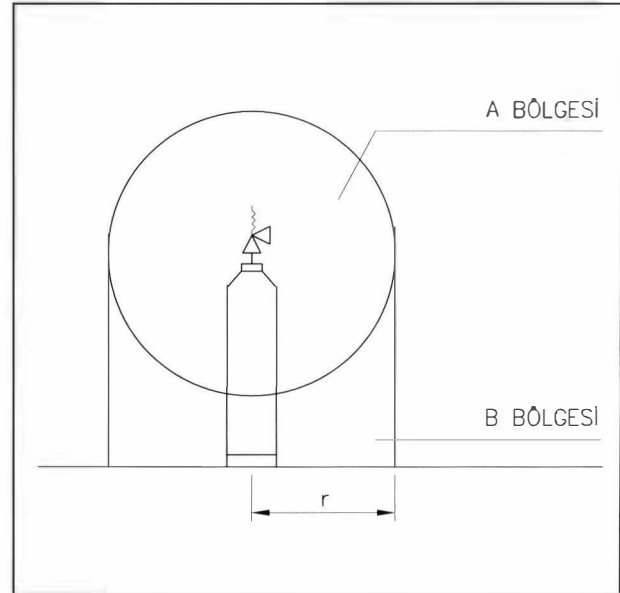
İşletme talimatında belirtilmesi gereken, boş sıvı tüplerinin de koruma altında tutulması gerektirir. Ventiller ventil koruma kapağı ile ve kapatma somunu ile kapatılmalıdır.

Yangın anında dolu olan LPG tüpleri yangın mahalin-den uzaklaştırılmalıdır. Eğer bu mümkün olmaz ise sıvı tüplerinin üzeri su veya özel koruma malzemeleri sıkılarak aşırı ısınmalara karşı korunmalıdır.

Yangın anında LPG tüplerinin varlığı itfaiyeye bildirilmelidir.

Isı kaynağı hattı	Isın mesafesi korumasız minimum mesafe (cm)	Isın mesafesi korumalı minimum mesafe (cm)
Isıtma cihazından, ocaktan ve buna benzer ısı kaynağından	70	30
Radyatör	50	10
Gaz ocağı ve buna benzer ısı kaynağından	30	10

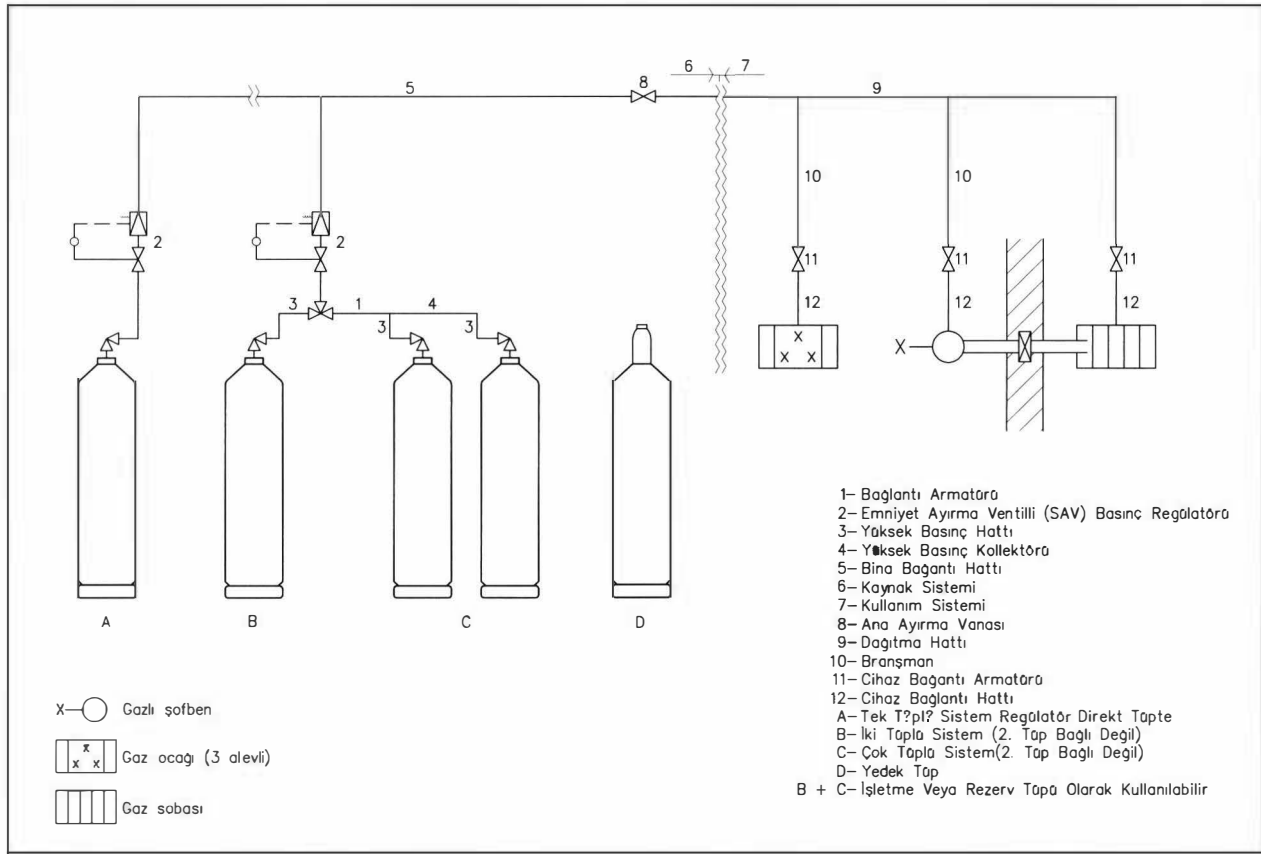
Tablo 38. ISI KAYNAĞINDAN MİNİMUM UZAKLIK



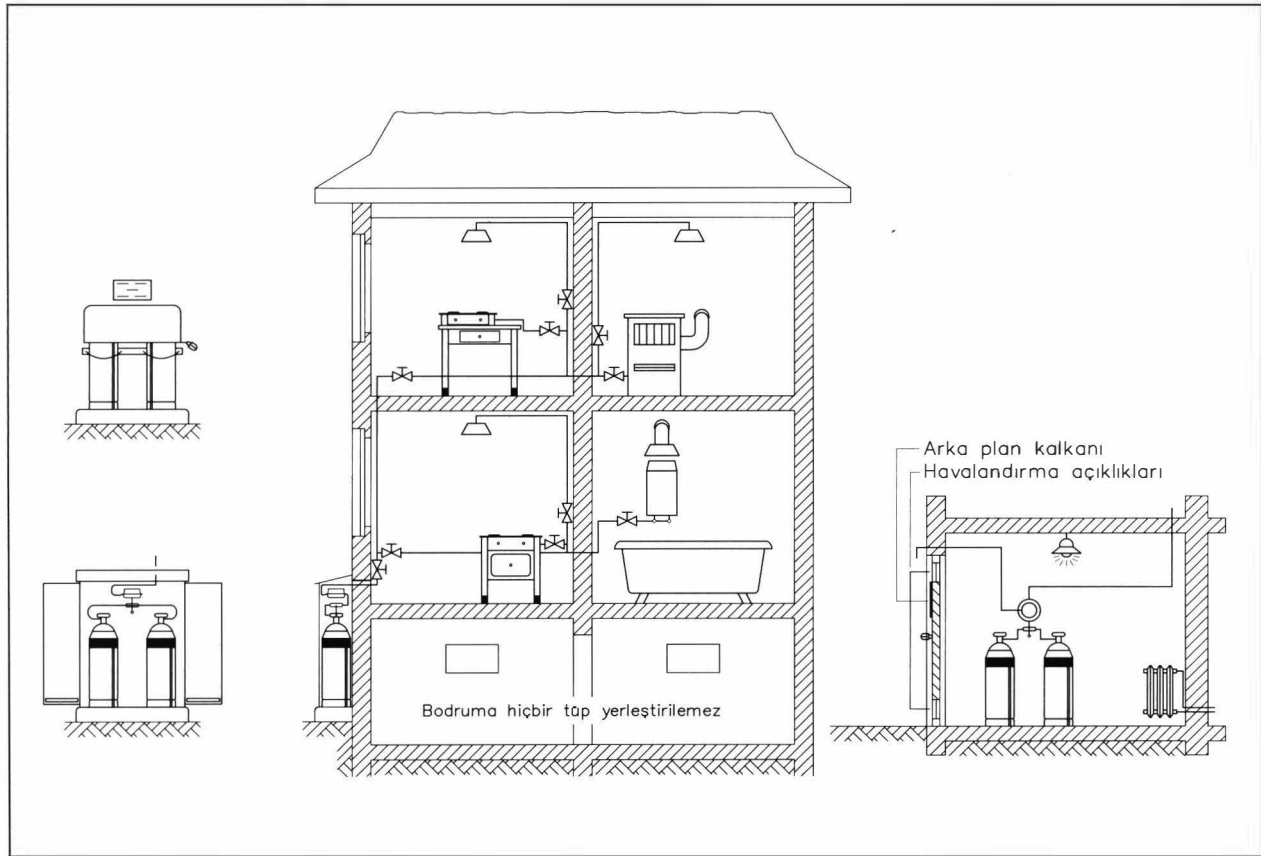
Şekil 39. LPG TÜPLERİ PATLAMA TEHLİKE BÖLGELERİ

	Yarıçap r (m)	
	Açıkta	Kapalı mekanda
2 ile 6 tüplü özel tüpler ve bataryalar	1	2
6 tüpten daha fazla bataryalar	2	3

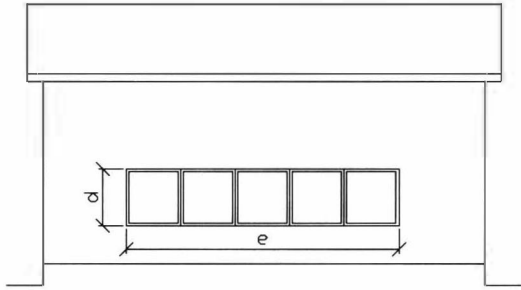
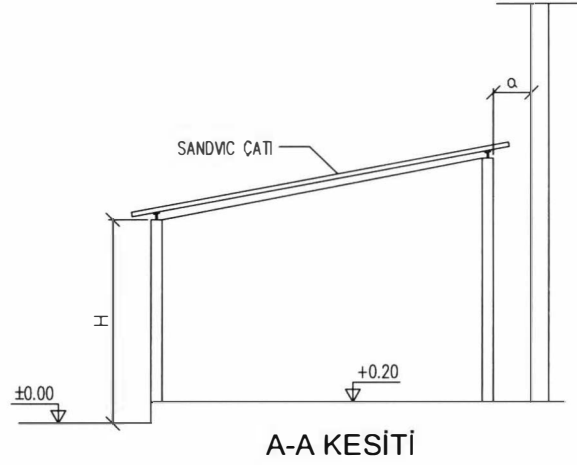
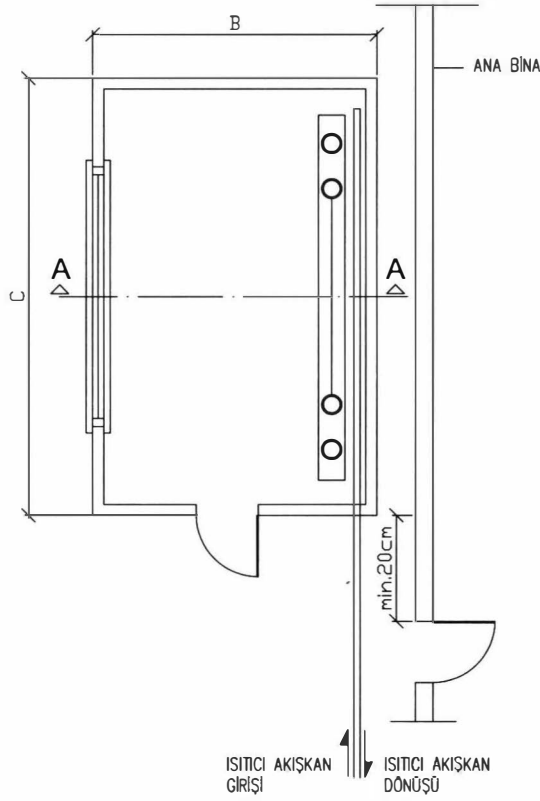
Tablo 40. SIVIGAZ TÜPLERİNİN PATLAMA TEHLİKESİ BÖLGESİ MESAFELERİ



Şekil 41. TÜPLÜ SIVI GAZ SİSTEMİ



Şekil 42. LPG T?P GRUPLARININ BİNA DIŞINDA ÇEŞİTLİ YERLEŞTİRME İMKANLARI

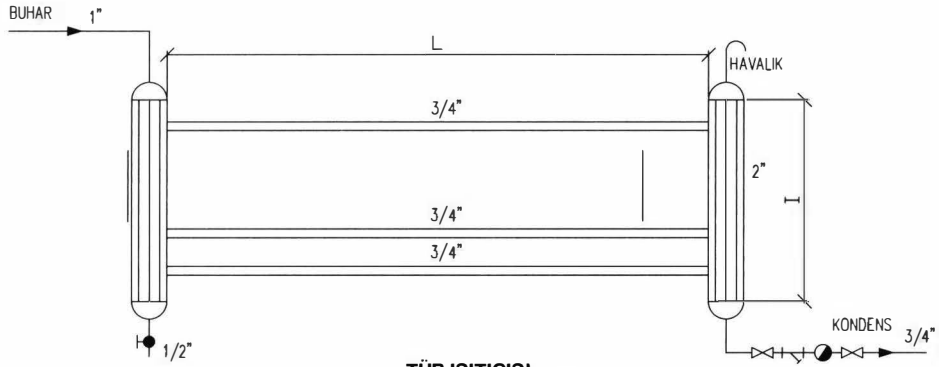


NOTLAR:

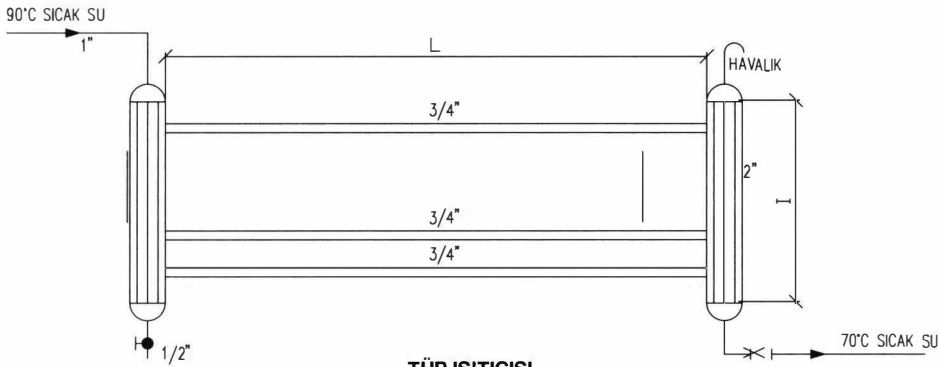
- 1- BİNANIN DIŞ DUVARLARINDA AÇILACAK PENCERE ALANI $dxe = [(2B + 2C) \times H + B \times C] \times \frac{10}{100}$ ŞARTINI SAĞLAMALIDIR.
- 2- LPG TESİSATI MAHALİ ANA BİNANIN DUVAR VE DÖŞEMESİ ÜZERİNDEKİ KAPI PENCERE HAVALANDIRMA MENFEZİ, PİS SU SÜZGEÇİ, RÖGAR GİBİ BOŞLUKLARINDAN EN AZ 2.00 m (YATAY VE DÜŞEYDE) UZAKTA OLACAK TARZDA PROJELENDİRİLECEKTİR.
- 3- LPG DEPOLARI ZEMİN SEVİYESİNİN ALTINDA YAPILMAYACAKTIR.
- 4- ÇATIDA SAÇAK ALTLARI KOMPLE HAVALANDIRMA BOŞLUĞU OLARAK BIRAKILACAKTIR.
- 5- ÇATI SANDVİÇ (1 mm SAC, 5 cm CAM YÜNÜ, 0,5 mm SAC) ÇATI OLARAK İMAL EDİLECEKTİR.
- 6- GİRİŞ KAPISI KUTU PROFİLİ SACTAN İMAL EDİLECEK, ALTTA 0,40 cm BOŞLUK BIRAKILACAKTIR.
- 7- DÖŞEME YERİNDE DÖKME MOZAİK KAPLAMA OLACAKTIR.
- 8- TÜP DEPOLAMA ALANLARININ BİNALARDAN OLAN UZUNLUKLARI:

DEPOLANAN TOPLAM LPG MİKTARI (kg)	EN YAKIN BİNANIN UZAKLIĞI - a - (m)
0 - 1250	0
1251 - 3000	3
3001 - 5000	6
5001 ve daha çok	8

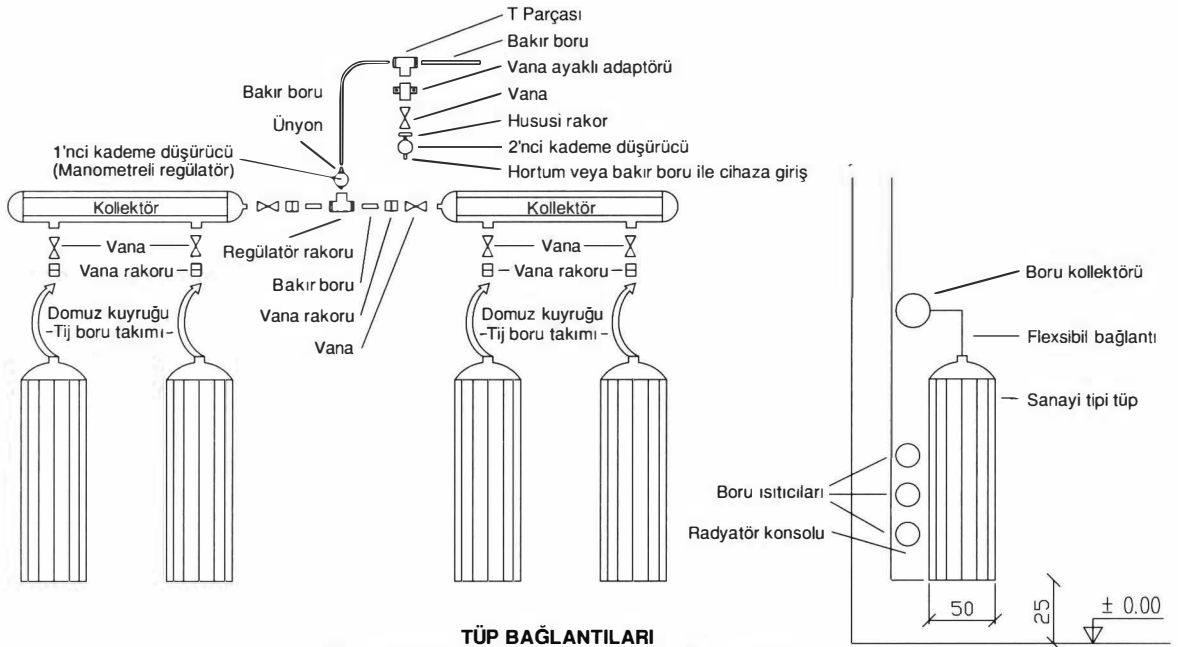
Şekil 43. LPG TÜP DEPOLAMA YERİ HACMİ



TÜP ISITICISI
(LH ve 3/4 lük BORULARIN MİKTARI İHTİYACA GÖRE HESAPLANACAKTIR.)



TÜP ISITICISI
(LH ve 3/4 lük BORULARIN MİKTARI İHTİYACA GÖRE HESAPLANACAKTIR.)



TÜP BAĞLANTILARI
(TÜP ADEDİ İHTİYACA GÖRE TESPİT EDİLECEKTİR.)

SANAYİ TİP LPG TÜPLERİNİN BİRBİRİNE BAĞLANTILARINA VE
TÜP MAHALLİNE ISITICILARIN YERLEŞTİRİLMESİNE AİT DETAYLAR

Not: Ölçüler cm'dir.

Şekil 44. TÜP BAĞLANTILARI

5. LPG DEPOLARI

LPG depoları DIN 4680 ve DIN 4681'e uygun olmalıdır. Bunlar parlak boya ile aşırı ısınmaya ve güneş ışınlarının etkisine karşı korunmalıdır. LPG depoları *Tablo 45*'de belirtilen işletme değerlerine uygun olmalıdırlar.

Toprak üstündeki bir LPG deposu, eğer topraklanmış boru hattı ile bağlantı halinde ise veya beton üzerinde yükselen kaide üzerine yerleştirilmiş ise, topraklanması gerekli değildir.

LPG deposu kapasitesi hesaplanırken özellikle ısıtma amaçlı kullanımlar için en az bir aylık bir tüketim esas alınmalıdır. Böylece gerekli ikmal sıklığı azalacaktır. Ancak büyük kapasiteli sistemlerde bu süre çok fazladır. Bu durumlarda ikmal merkezine uzaklık ve diğer risk faktörleri gözönüne alınarak bir ekonomiklik hesabı ile depo kapasitesi belirlenmelidir.

5.1 BİR LPG DEPOSUNDA BULUNMASI GEREKEN EMNİYET, KONTROL VE SERVİS ARMATÜRLERİ

Bütün armatürler ön görülen kullanım amaçlarını karşılamaya yönelik özelliklere sahip olmalıdır ve PN 25 basınca dayanıklı olmalıdır.

Depo üzerinde bulunması gerekli olan bu armatürler çoğu zaman multivalf olarak birkaç fonksiyonu birlikte yerine getirecek şekilde düzenlenmektedir.

Toprak altına yerleştirilmiş katodik korumalı sistemlerde elektrik ile çalışan donanımlar izole edilmelidir.

Emniyet Ventili

LPG deposu üzerine uzman bir kişi tarafından test edilmiş 1" çapında yaylı emniyet ventili yerleştirilmelidir. Adı geçen emniyet ventili gazı tehlikesiz bir yerden dışarıya atmalıdır. Emniyet ventili çıkışı veya gaz atma hattı varsa, bunun çıkışı su dolması vs. gibi tıkanmalara karşı korunmalıdır.

Gaz Alma Ventili

Bütün boru hattı bağlantılarında LPG deposunun yakınlarında kolay erişilebilir kapatma vanası öngörülmüştür. Kapatma vanaları, amaca uygun malzemeden ve işletme üst basıncına ve işletme sıcaklığına dayanıklı imal edilmiş olmalıdır.

Aşırı Akım Emniyeti

Aşırı akım valfi gaz kullanımında ani ve belirgin bir artış olması halinde gaz akışını otomatik olarak kapatır.

Yerleştirme	Toprak üstü	Toprak altı	Mekan içi
Toprak kalınlığı m		≥ 0,5	
Uygun işletme sıcaklığı °C	40	40 (30)*	40
Uygun işletme üst basıncı bar	15,6	15,6 (12,1)*	15,6

* Alternatif olarak mümkündür.

Tablo 45. LPG TANKLARI İŞLETME ŞARTLARI

Aşırı Doldurma Emniyeti

LPG depoları bir elle ayarlanabilen sabit seviye pürjörü ve otomatik aşırı doldurma emniyeti ile donatılmalıdır. Sabit seviye pürjörü dolum sırasında tanktaki likit seviyesi dolum limitine gelince küçük bir miktar LPG'nin dışarı dökülmesini sağlar. Böylelikle maksimum dolum limiti aşılmadan dolum bitirilir. Sabit seviye pürjörü açıklık ölçüleri, çalışma sırasında minimum miktarda gazın dışarıya atılmasını sağlayacak şekilde, maksimum 1,5 mm olabilir.

Depolarla İlişkili Uygun Doldurma Sınırlamaları

Toprak üzerine ve kapalı hacimlere yerleştirilmiş olan depolarda % 85 doluluk.

Toprak seviyesinin 0,5 m altına yerleştirilmiş olan depolarda % 85'lik doluluk.

Toprak seviyesinin 1 m'den fazla altına yerleştirilmiş olan depolarda % 90'lık doluluk.

Basınç Donanımları

(Emniyet Donanımları - Manometre)

Manometre LPG deposu üzerine yerleştirilmeli ve görülebilir olmalıdır. Manometre üzerinde uygun işletme üst basıncı gözle görülür şekilde örneğin bir skala üzerindeki kırmızı çizgi ile işaretlenmelidir.

Test Nipeli

İşletme sırasında bir test yapılabilmesi gerekir. Bunun için manometrenin çıkışı veya deponun başka bir çıkışı kullanılabilir.

Doldurma Ventili

Doldurma hatalarında doldurma bağlantısı üzerine PN 25'e uygun bir çek valf yerleştirilmelidir. Entegre çekvalfli bir doldurma vanası ve çift çekvalf kullanılabilir. Bu valfler bir metal kör tapa ile korunmalıdır. Dolum hortumunun tabancası ve getirdiği basınç iki kademeli olarak dolum valfini açar, dolum sona erince valf otomatik kapanır.

Sıvı Alma Ventili

Tankın doğal buharlaşmayla verebileceği gaz miktarından daha fazlasına ihtiyaç duyulduğunda tanktan LPG'nin sıvı olarak alınmasını sağlayan valftir.

Boşaltma Ventili

Tankın test ve bakım sırasında boşaltılmasını sağlayan tapadır.

Seviye Göstergesi

LPG deposu bir seviye göstergesi ile donatılmalıdır. Bu gösterge deponun içindeki LPG miktarını yüzde olarak gösterir.

Gaz Dengeleme Valfi

Büyük kapasiteli tanklarda dolumun daha hızlı olabilmesi için tankerle tank arasında gaz bağlantısını sağlayan valftir.

5.2 LPG DEPOLARININ YERLEŞTİRİLMESİ

LPG deposu bulunan bölgeler ve mekanlar açık bir şekilde gazın adı, tehlike işareti ve sembolü ile işaretlenmelidir.

Sıvılaştırılmış Gaz Depoları Dört Şekilde Yerleştirilebilir

- Toprak üzerine açıkta
- Toprak altına açıkta
- Yarı toprak içinde açıkta
- Kapalı bir mekan içinde

Toprak altına yerleştirilmiş depolar *Şekil 46*'da görüldüğü gibi, her taraftan en az 50 cm olacak şekilde toprak ile örtülmüş olmalıdır.

Yarı toprak altına yerleştirilmiş olan LPG depoları, *Şekil 47*'de gösterildiği gibi, yere paralel olacak şekilde yarıyarıya toprak içine gömülür.

Havalandırma

Eğer deponun etrafındaki aşağıda tariflenecek olan B tehlike bölgesi, ikiden daha fazla taraftan kısıtlanmamış ise dış ortama yerleştirme ile yeterli havalandırma koşulları kendiliğinden gerçekleşir. İki taraftan daha fazla tarafta kısıtlama olduğunda havalandırma tedbirlerinin alınması öngörülür.

Ulaşılabilirlik

LPG depoları temizleme bakım ve aynı zamanda ulaşılabilirlik için etrafında yeterli mesafe olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Patlama Tehlikesi Olan Bölgeler

Patlayıcı atmosfer oluşum tehlikesi olan bölgelerin

önlenmesi gerekir. Bu bölgelerde gaz sızma tehlikesi olan ağzlar vardır. Bu bölgelerin boyutları belirlenmeli ve buralara hiçbir şekilde ateşle yaklaşılmaya izin verilmemelidir.

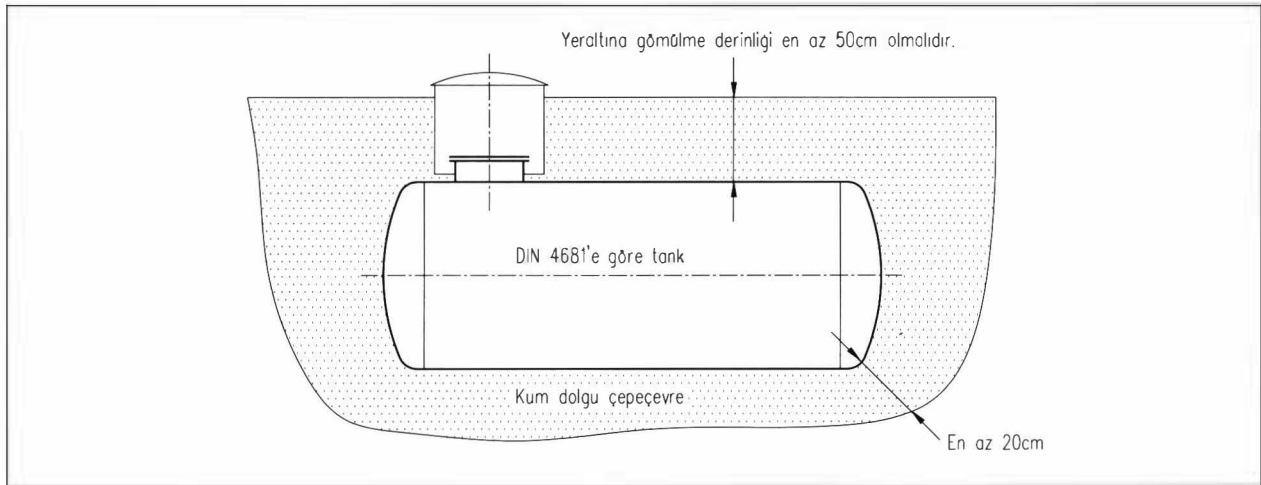
Patlama tehlikesi olan bölgelerin ölçüleri ve geometrik tanımları *Şekil 48* ile *51* arasında verilmiştir. Buna göre patlama riski olan bölgeleri sürekli ve geçici olarak tanımlamak mümkündür. Doldurma işlemi sırasında tesisat ile ilgili çıkış noktaları (seviye ventili, doldurma ağzı) civarı geçici olarak riskli bölgelerdir. Bu bölgeler patlama zonu 2 (B bölgesi) olarak tanımlanır. Sürekli olarak patlama riski olan bölgelerse zon 1 (A bölgesi) olarak isimlendirilir.

Patlama riski olan bölgeler mutlaka görünür ve kalıcı olacak şekilde dikkat patlayıcı gaz ikaz levhası ile işaretlenmelidir.

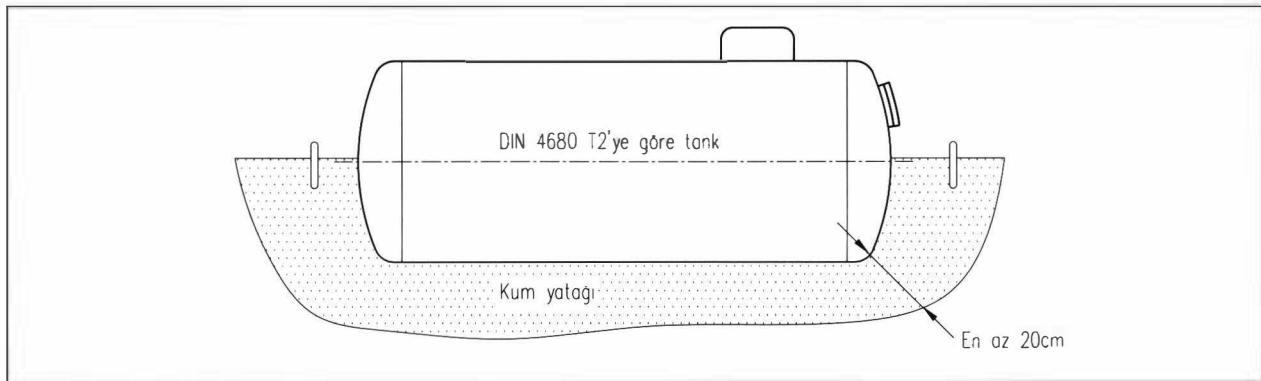
Doldurma işlemi esnasında B bölgesine giriş ve çıkışlar bilgili gözlem personeli, yol engeli, ikaz işareti vb. gerekli önlemler alınarak engellenmelidir.

A bölgesi komşu binaların arsalarına veya ortak kullanılan araç geçiş bölgelerine taşmamalıdır.

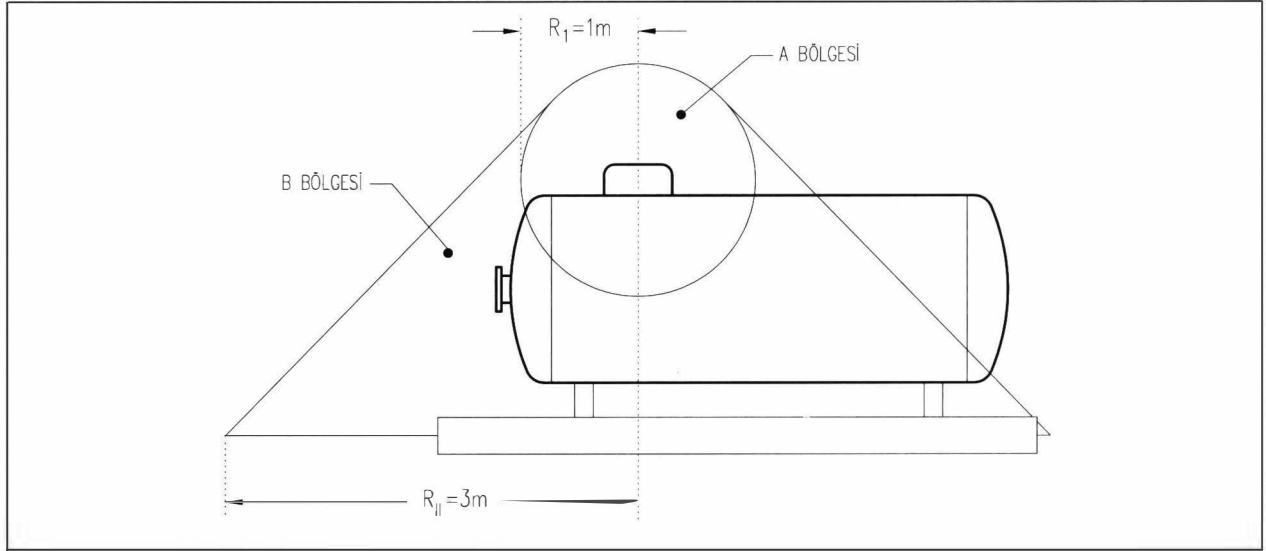
Eğer B bölgesi yukarıda belirtilen bölgelere taşarsa tüm önlemler alınmalı ve doldurma işlemi sırasında gerekli şartların sağlanması temin edilmelidir.



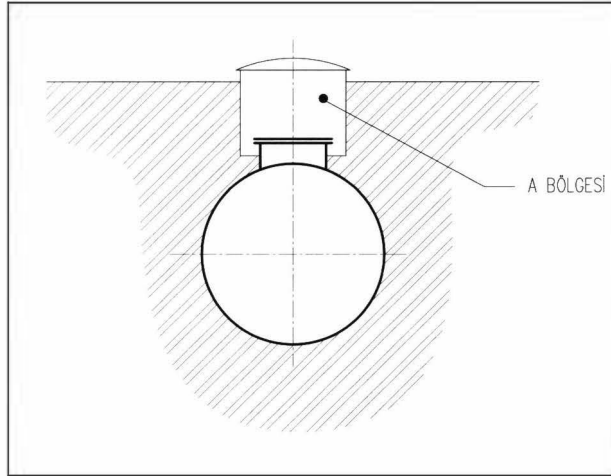
Şekil 46. YERALTILPG DEPOLARI



Şekil 47. YARI YERÜSTÜ LPG DEPOLARI



Şekil 48. YER ÜSTÜ YERLEŞTİRMELERDE PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER
A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE
B BÖLGESİ: DOLDURMA İŞLEMİ SIRASINDA ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN GEÇİCİ BÖLGE



Şekil 49. YERALTI TANKI UYGULAMALARINDA İŞLETME ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGE
A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE

Patlama Riski Olan Bölgelerin Tecridi

Patlama riski olan alanların konstrüktif önlemlerle tecridi mümkündür.

Konstrüktif önlemler tecrid hacimleri olabilir. Bu hacimler gaz geçirmez olmalıdırlar ama patlama riskine karşı herhangi bir şartı yerine getirme mecburiyetleri yoktur. Açık havada yeterli miktarda doğal havalandırmayı sağlamak için sınırlamaları bir veya en çok iki taraftan yapmak gereklidir. İki den fazla taraftan sınırlama yapılacaksa ek havalandırma önlemleri gözönünde bulundurulmalıdır.

Açık havada konstrüktif önlem olarak madeni levha, tuğla, elyaflı çimento gibi yanmaz malzemelerden

oluşturulan deliksiz duvarlar örnek verilebilir. Bu duvarların yükseklikleri ve enleri Şekil 52-53-54'den hesaplanabilir.

5.2.1 Kapalı Hacim LPG Deposu Uygulamaları

LPG depoları kapalı hacimlere yerleştiriliyorsa bu hacimler özel hacimler olarak düşünölmelidir. LPG depoları, tabanı hacmi çevreleyen toprak seviyesinden alçakta olan hacimlere yerleştirilmemelidir.

LPG Deposu Bulunan Hacimler

Direkt açık havaya çıkışlı ve dışarı doğru açılan kapıları olmalıdır. İç duvarlarındaki açıklıkların kilitleri ve pencereleri hariç, diğer ekipmanlar zor yanan veya yanmayan malzemeler kullanılarak inşa edilmelidir. F30 yangın direnci sınıfı hacimlerden tecrit edilmiş olmaları gereklidir.

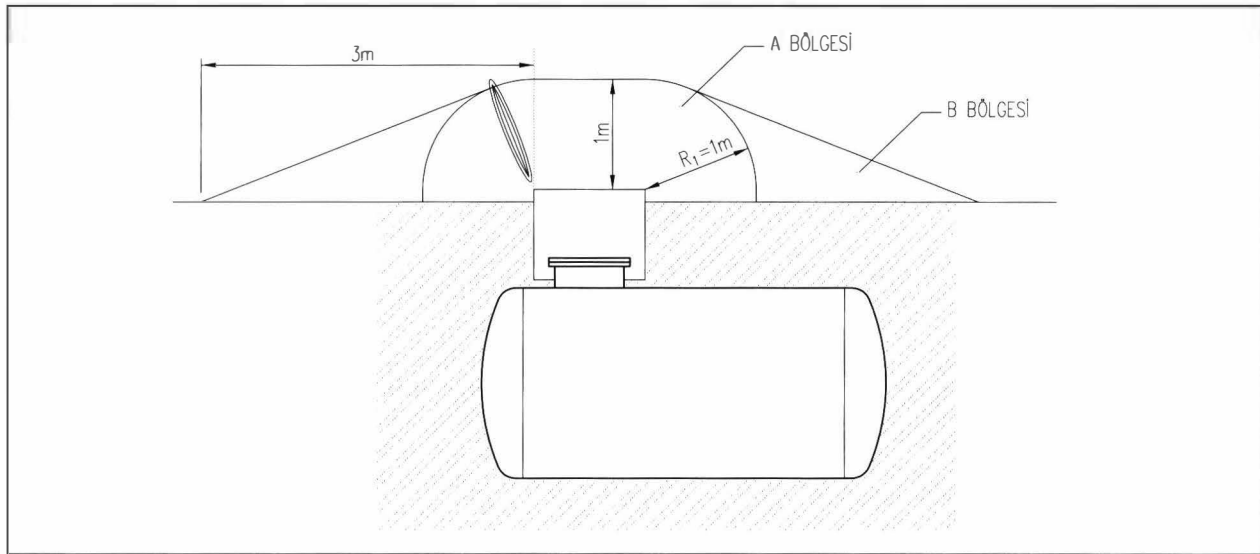
Çevresindeki yangın yüküne maruz F90 sınıfı odalardan tecrit edilmiş olması gereklidir. LPG deposu bulunan ısı izolasyonlu hacimlerde F30 yangın direnç sınıfına uygun bir tecrit yeterli olacaktır.

İnsanların dinlenme amaçlı kullandıkları hacimler, gaz depolanan yerlerin yanı, altı veya üstünde olması durumunda hacimler deliksiz, gaz geçirmez ve F90 yangın direnç sınıfına uygun olacak şekilde projelendirilmelidir.

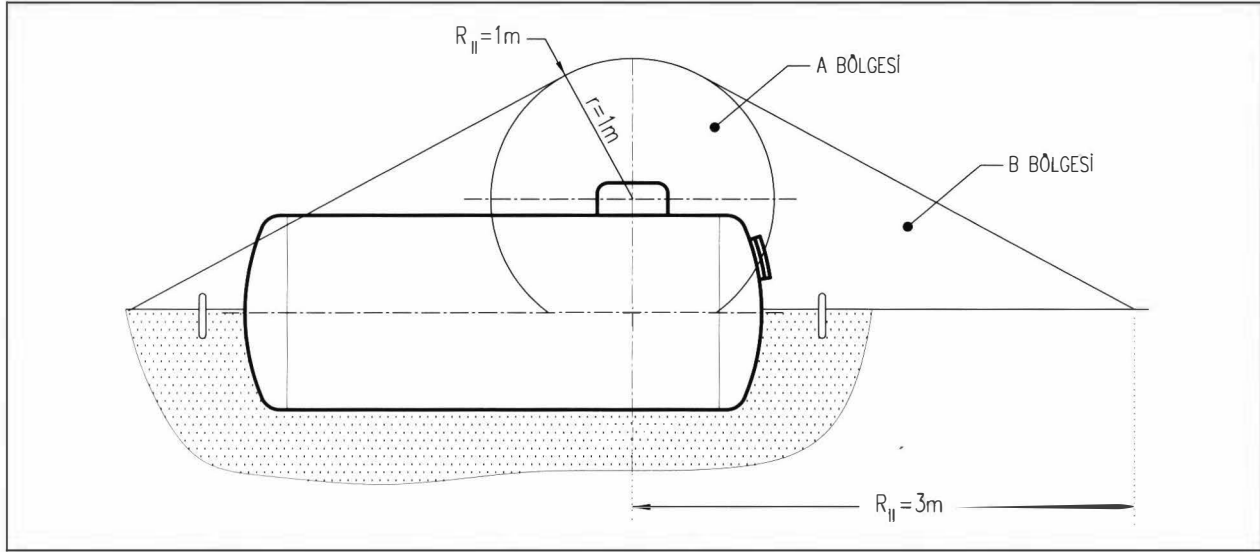
Kapalı Hacimlerin Kullanımı

LPG depolarının mekanik etkilere, yangın ve patlamaya karşı koruma şartlarının sağlanması için aşağıdaki noktalar gereklidir:

- Deponun konacağı odada kıvılcım kaynağı olmamalıdır.
- Elektrik tesisatı patlama koruma yönetmeliği şartlarını sağlamalıdır.
- Tesisat dışı malzeme bulunmamalıdır.



Şekil 50. YERALTİ TANK UYGULAMASINDA DOLDURMA ESNASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELER
A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN BÖLGE
B BÖLGESİ: ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN BÖLGE



Şekil 51. YERALTİ TOPRAK ÜSTÜ UYGULAMALARINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGE
A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE
B BÖLGESİ: ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN DOLDURMA SIRASINDA GEÇİCİ BÖLGE

- Yanıcı sıvılar, tahta, talaş, kağıt, saman, yapıştırıcı gibi yanıcı veya patlayıcı madde bulundurulmamalıdır.

LPG Deposu Bulunan Odaların Yeterli

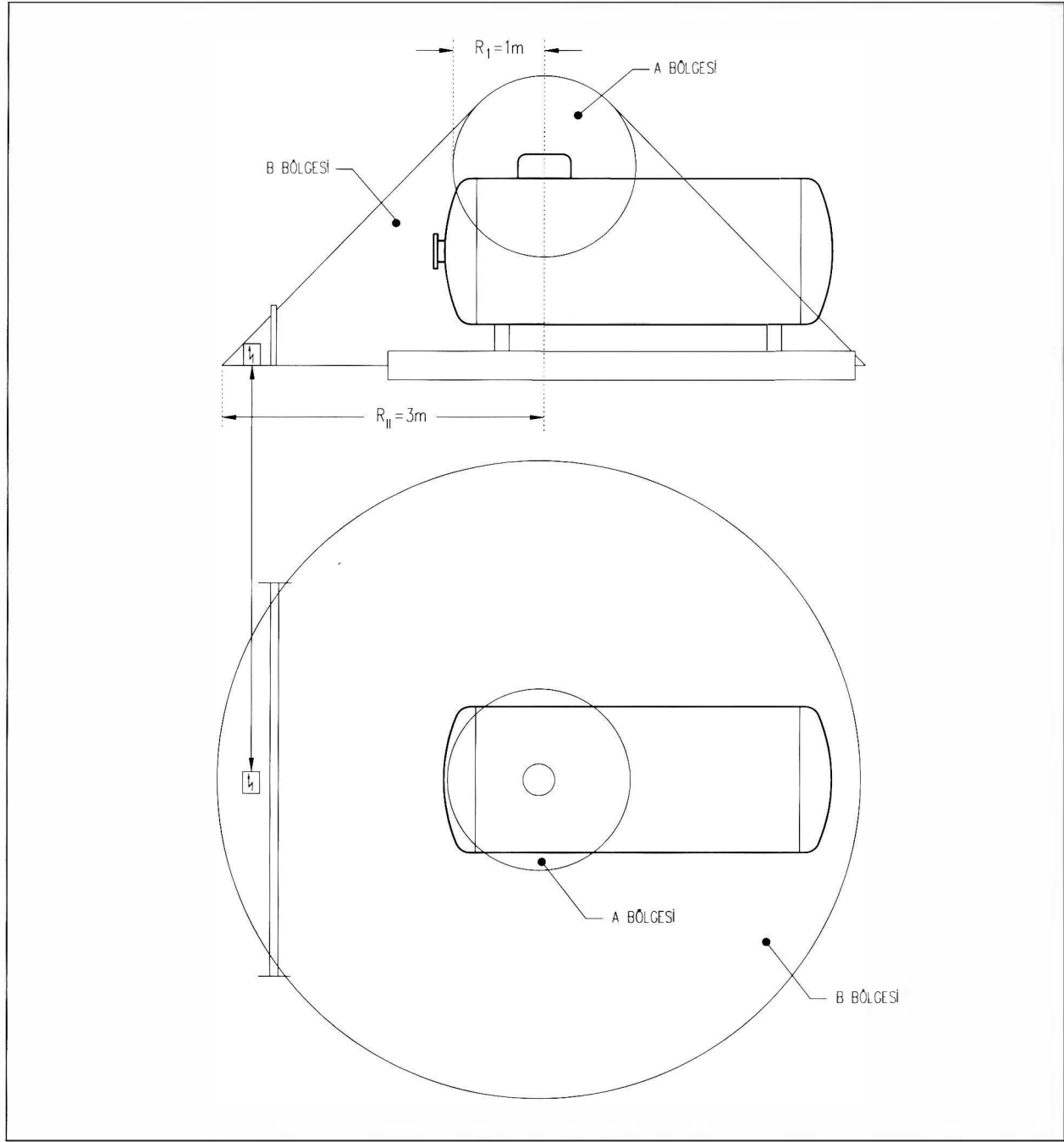
Havalandırma Şartları

- Hacim yüzölçümünün 1/100'ü kadar yüzölçümlü 2 havalandırma deliği.
- Havalandırma delikleri mutlaka direkt açık havaya açılmalıdır.
- İki havalandırma deliğinden biri mutlaka taban seviyesinde, diğeri tavan seviyesinde olmalıdır.
- Havalandırma delikleri hiçbir şekilde kapanmamalı veya kapatılamayacak şekilde olmalıdır.

- LPG depolarının bulunduğu hacimlerde;
- Diğer hacimlere havalandırma delikleri,
- Açık kanallar,
- Açık şaftlar,
- Çukurlar,
- Kanal girişleri,
- Alt katlara delikler olmamalıdır.

Gaz Atış Tesisatı

Emniyet ventilleri açık havaya çıkışlı olmalıdır ve tehlikesiz bir atış sağlayacak şekilde bağlanmalıdır ve yağmur girişi engellenmelidir. Gaz atış tesisatı boru anma basıncı minimum PN 10 olacak şekilde ve emniyet ventilinin



Şekil 52. YERÜSTÜ TANK UYGULAMASINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN İZOLE EDİLMESİ
A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE
B BÖLGESİ: DOLDURMA İŞLEMİ SIRASINDA ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN GEÇİCİ BÖLGE

fonksiyonu etkilenmeyecek şekilde ölçülendirilmelidir. Deponun yerleştirildiği hacimde bir basınç dengeleyici ventil olduğu sürece, cihazdan dışarıya giden tesisatta bir ventil gerekmez.

5.2.2 Açık Hava Depo Uygulamalarında Depo Koruma Tedbirleri

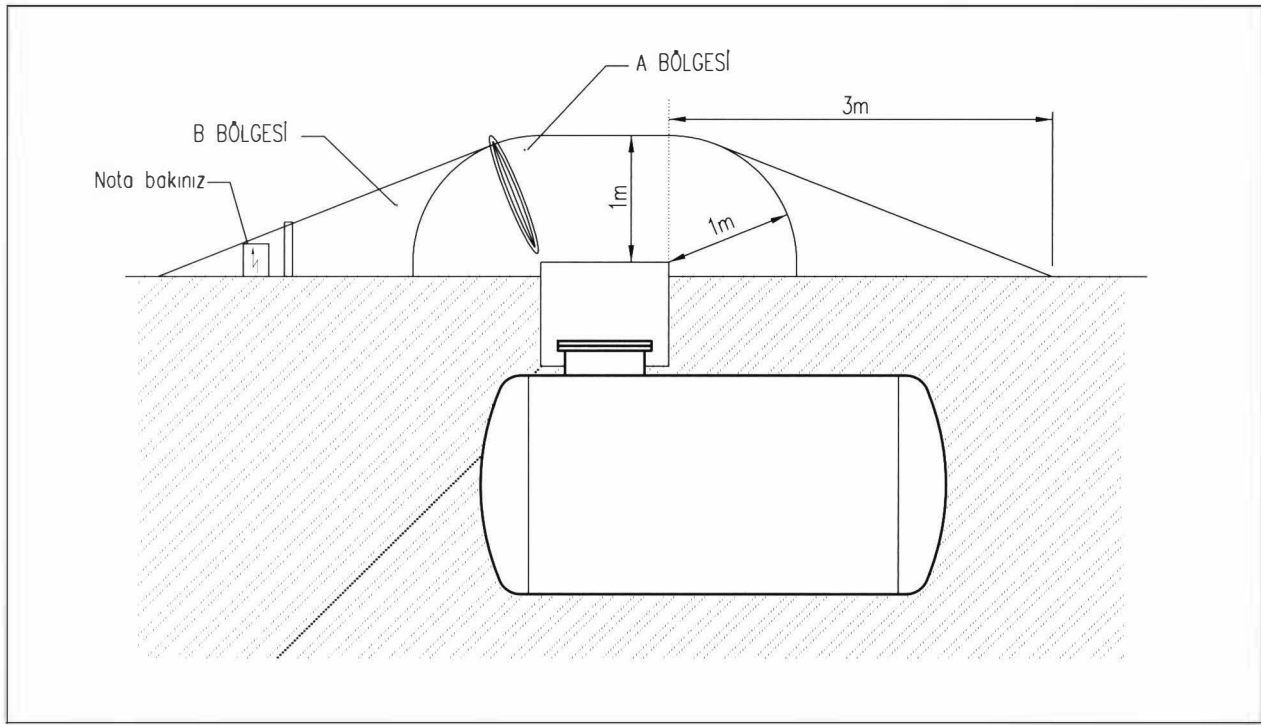
Toprak üstü uygulamalarında depo, normlara uygun yerleştirilmelidir (Şekil 55). Deponun altındaki zemin düz olmalıdır. Dış etkenlerden dolayı istenilmeyen yer

değiştirme veya kaymalara izin vermeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

Kanallar, Şaftlar ve Delikler

Yerüstü ve yeraltı LPG depo uygulamalarında tesisatın 3 m çevresinde

- Açık kanallar
- Gaz girişine karşı korumasız kanal ağızları
- Açık şaftlar
- Alt katlara delikler
- Hava emiş delikleri bulunmamalıdır.

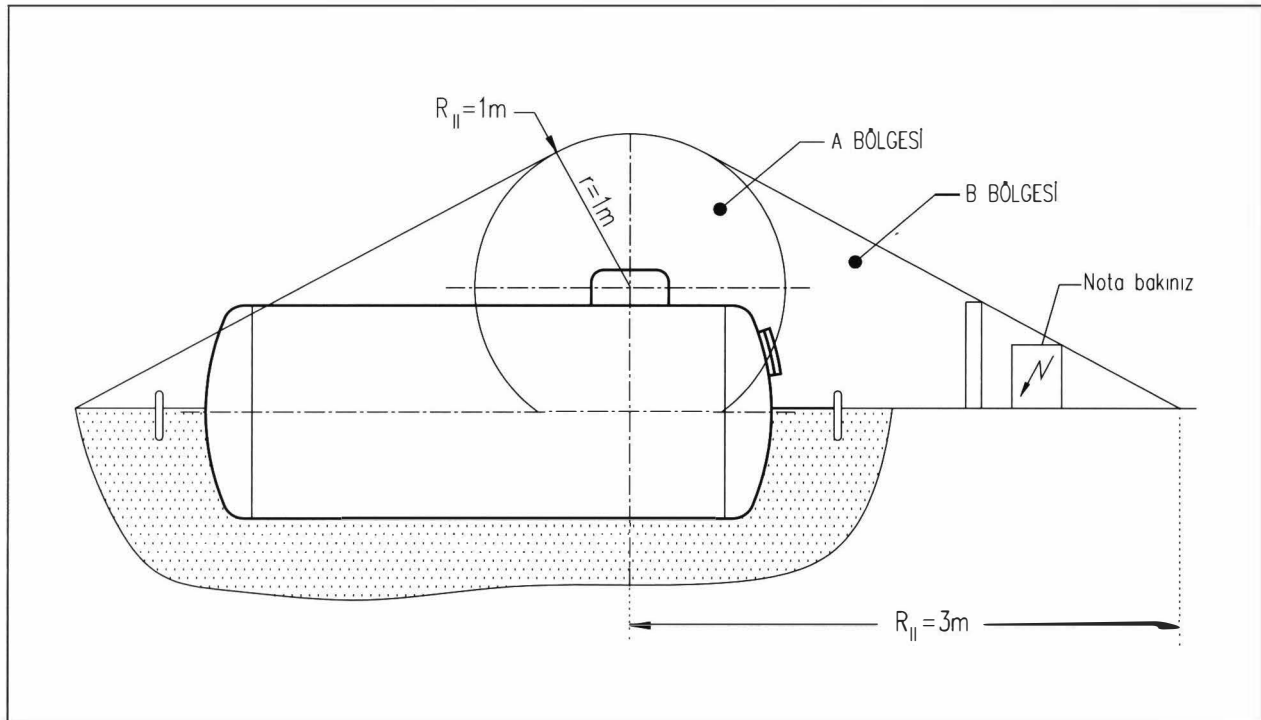


Şekil 53. TOPRAK ALTI TANK UYGULAMALARINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN DOLDURMA ESNASINDA TECRİDİ

A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE

B BÖLGESİ: ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN BÖLGE

Not: Tutuşma kaynağı / Cihaz eğer kapatılamıyorsa koruma duvarı konulmalıdır.

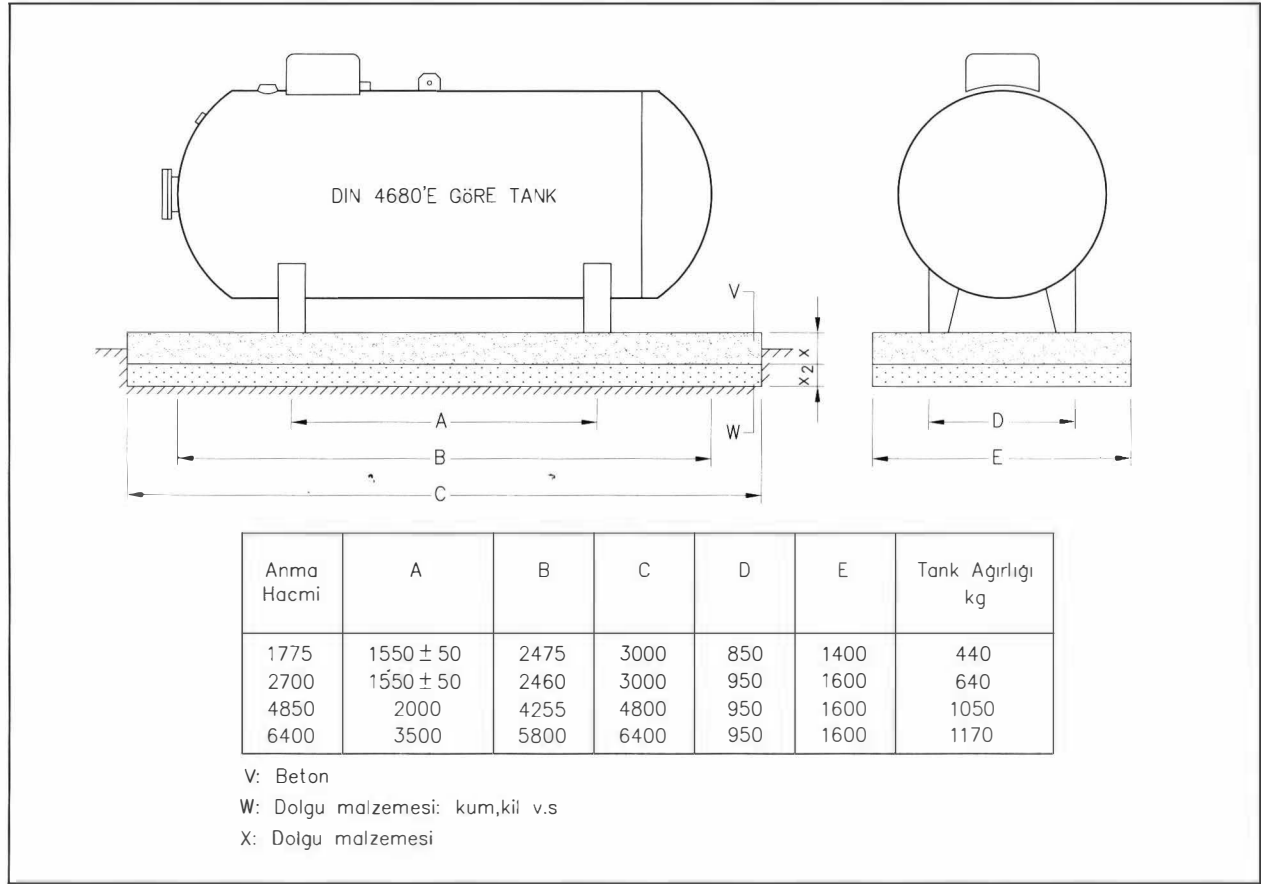


Şekil 54. TOPRAK ALTI TANK UYGULAMALARINDA PATLAMA RİSKİ OLAN BÖLGELERİN DOLDURMA ESNASINDA TECRİDİ

A BÖLGESİ: ZON 1 ŞARTLARINI SAĞLAYAN KALICI BÖLGE

B BÖLGESİ: ZON 2 ŞARTLARINI SAĞLAYAN BÖLGE

Not: Tutuşma kaynağı / Cihaz eğer kapatılamıyorsa koruma duvarı konulmalıdır.



Şekil 55. TABAN KAİDESİNİN YAPIM ÖRNEKLERİ

Bu 3 m'lik mesafe sac, elyaflı çimento veya duvar gibi yanmaz malzemelerden oluşturulan konstrüktif tedbirlerle azaltılabilir. Bu önlemlere ilişkin boyutlar Şekil 56'ya göre belirlenebilir. Bu perdeler patlamaya karşı dayanıklı olmak zorunda değildir.

Buna ilave olarak deponun tesisat ağzlarından (doldurma ağzı, seviye ventili gibi) 3-5 m arasındaki mesafede,

- Açık kanallar
- Gaz girişine karşı korunmamış kanal ağzları
- Açık şaftlar
- Alt katlara delikler

mevcut ise, depo doldurma esnasında bu girişleri geçici olarak kapatılması yönünde ek tedbirler alınmalıdır.

Eğimli Arazi

Deponun çevresinde 30°'den fazla eğimli arazi varsa, doldurma ağzı, seviye ventili gibi tesisatın çıkış ağzlarından 5 m'lik çap içinde yukarıdaki tedbirler geçerli olabilir. Bu tedbirler deponun yerleştirildiği noktadan açık kanallara, kutulara, hava emiş ağzlarına ve alt katlardaki hacimlere gaz girişini engelleme açısından önemlidir (30° eğim 1 m de 60 cm yükseklik gibi düşünülebilir). Buna ilave olarak,

5 m'lik çaptan sonra eğimli arazide 3 m içinde yukarıda anılan açıklıklar olmamalıdır

Bulunması halinde yukarıda anılan açıklıklara gaz girişi 0,2 m'lik bir duvar ile engellenebilir.

Duvar uzunluğu delik genişliği artı her iki taraftan 50 cm olarak veya yukarıda belirtilen kesişme noktaları gözönüne alınarak hesaplanabilir (Şekil 57).

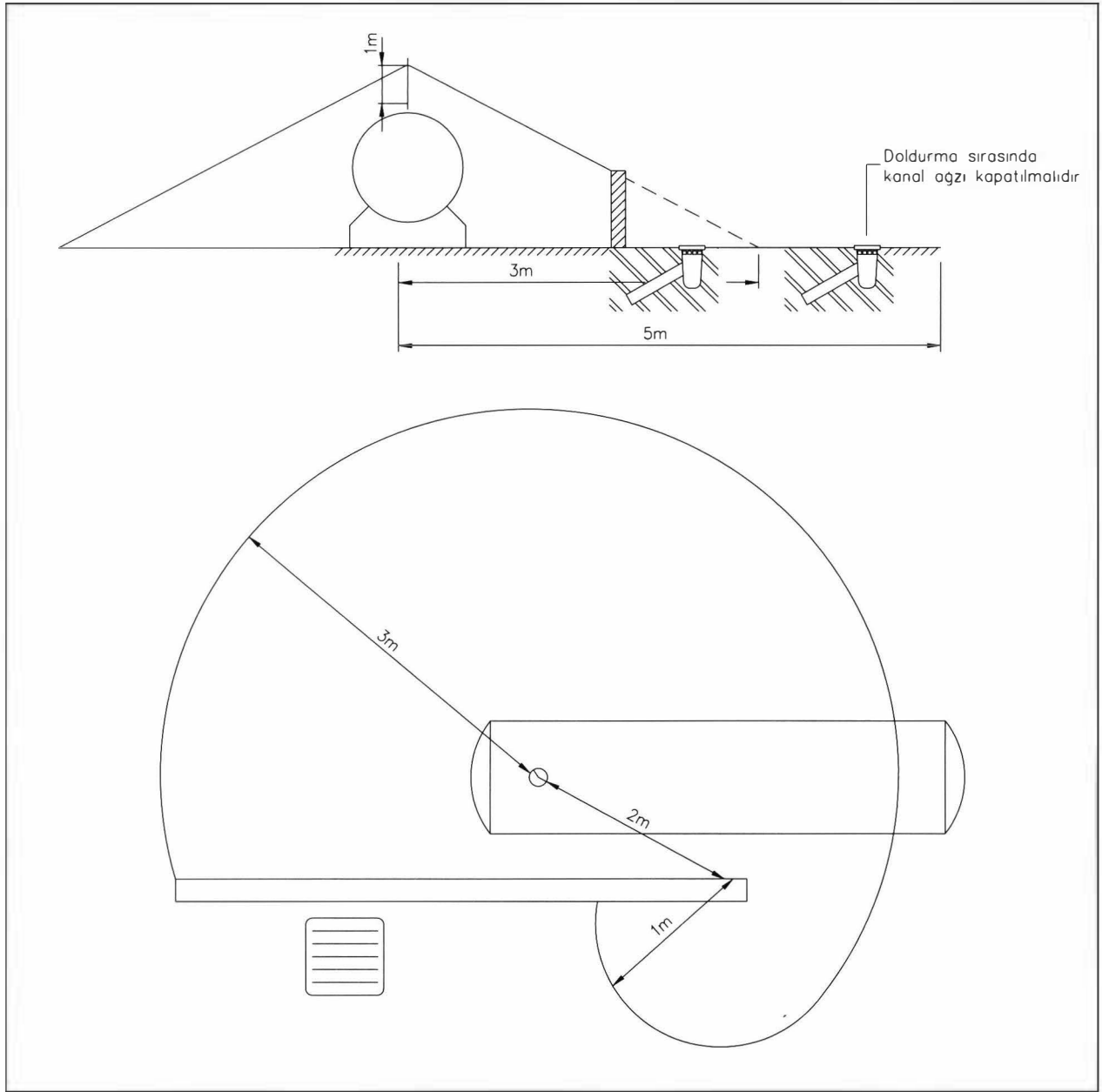
Yangın Koruması

LPG depoları çevrede oluşabilecek yangın riskine karşı korunmuş olmalıdır. Bu şart alev yalamasından veya ısınmadan doğan ısınmaya karşı, malzemenin izin verdiği sıcaklığın üzerine 90 dakikalık süre boyunca çıkmayacak şekilde, deponun aşağıdaki önlemlerle korunması halinde sağlanır.

- Koruma mesafesi
- Koruma duvarı
- Çepeçevre 0,5 m kum veya toprakla örtme veya
- Işınıma karşı koruma kalkanı

Toprak üstü depo uygulamalarında eğer Şekil 58 ve 59'da gösterilen konstrüktif tedbirler alınırsa yangın riski oluşmaz. Deponun duvara dik veya paralel yerleştirilmesine göre, deponun cepheye bakan yüzeyinin 3 m yukarısında kalan duvar cephesinde ve her iki tarafında kalan birer metrelik mesafede kalan duvar cephesinde deliksiz bir duvar varsa koruma duvarı şartı sağlanmış olur.

LPG depoları bina duvarına 3 m mesafede yerleştirilirse yukarıda belirtilen şartlar geçerliliğini kaybeder. Eğer deponun bina duvarına uzaklığı saçak genişliği kadar ise saçaklar yangın riski getirmezler (Şekil 60).



Şekil 56. KANALA, ŞAFTLARA VE AÇIKLIKLARA OLAN UZAKLIĞIN AZALTILMASI İÇİN YAPISAL ÖNLEMLER

Eğer yanabilecek parça sayısı azsa veya ısıl kapasitesi düşükse (kablo izolasyonları, koruma kutuları, tesisat boru izolasyonları, tahta çitler, saman balyaları, köpek kulüpleri, binanın ağaç kaplamaları, duvar örülmüş kafes yapılar vb.), yangın riski oluşmaz.

Koruma Mesafesi

Toprak üstü depo uygulamalarında koruma mesafesi deponun dikey izdüşümünden itibaren ölçülür. Grup depo uygulamalarında ise mesafe kenara en yakın depodan itibaren ölçülür.

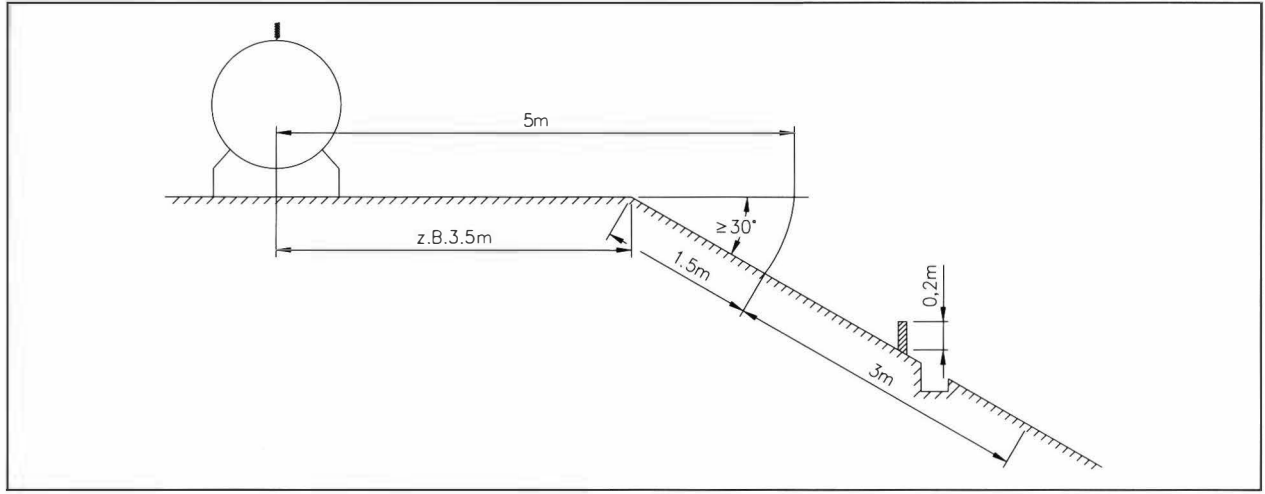
Deponun ısı ışınlama etkisi altında koruma mesafesi maruz kaldığı ısı yüküne bağlıdır. Bu ısı yükü ise depolanan madde ve muhtemel bir yangında oluşabilecek alev genişliğine, çapına bağlıdır. En az 5 m'lik bir

koruma mesafesi esas olarak bırakılmalıdır. 5 m'den fazla yangın yükü genişliği için *Tablo 61* kullanılabilir. Deponun ısı ışınlama etkisi altında koruma mesafesi (örneğin çatı yangınlarında) depo üst noktasından en az 3 m olmalıdır.

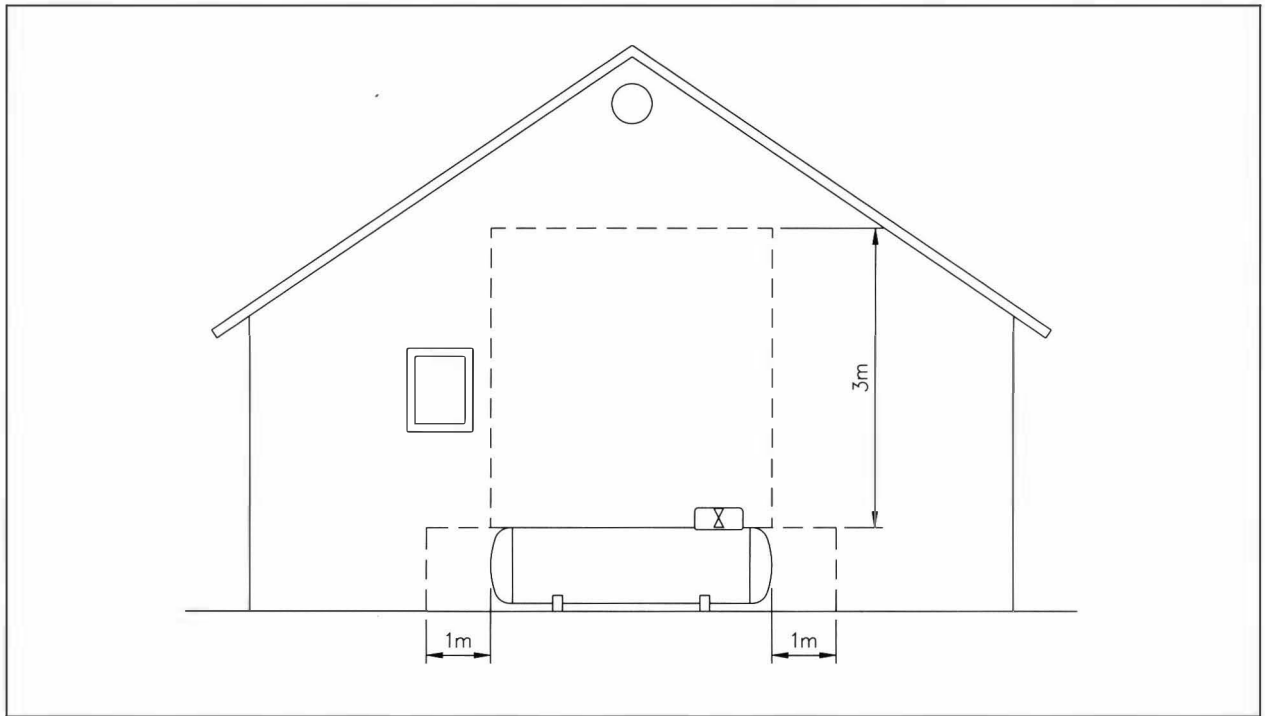
Toprak altı depo uygulamalarında koruma mesafesi, çelik sacdan imal edilmiş olmadığı takdirde, depo dom kutusuna göre alınır.

Koruma Duvarı

Yangın yükü tarafında koruma duvarları, korunacak depoya göre ölçülendirilmiş ve A1 sınıfı yanmayan malzemeden inşa edilmişse DIN 4102 şartlarını sağlarlar. A1 sınıfı malzemeler örülmüş duvarlar, çelik saclar, beton plakalar ve benzerleridir.



Şekil 57. EĞİMLİ ARAZİDE ALINACAK ÖNLEMLER



Şekil 58. PARELEL YERLEŞİMDE BİNA DUVARINDAKİ SINIRLAMALAR

Herhangi bir yangın yükü durumunda deponun koruma duvarı tarafında duvarın gölgesinde kalacak şekilde ölçülendirilmesi yeterlidir (Şekil 62).

Deponun ulaşılabilirlik şartı deponun cidarı ile koruma duvarı arasında minimum 0,5 m mesafe bırakılması durumunda yerine getirilmiş olur. Deponun yeterli havalandırma şartı eğer depo ikiden fazla taraftan koruma duvarı ile sınırlandırılmamışsa sağlanmış demektir. Koruma duvarları patlamaya karşı herhangi bir şartı yerine getirmek zorunda değildirler.

Işınım koruma sacları 1 mm kalınlığında çelik sacdan yapılır ve yangın yükü tarafına yaklaşık 1 m mesafede yerleştirilir.

Toprak üstü depo uygulamalarında depoların kendi

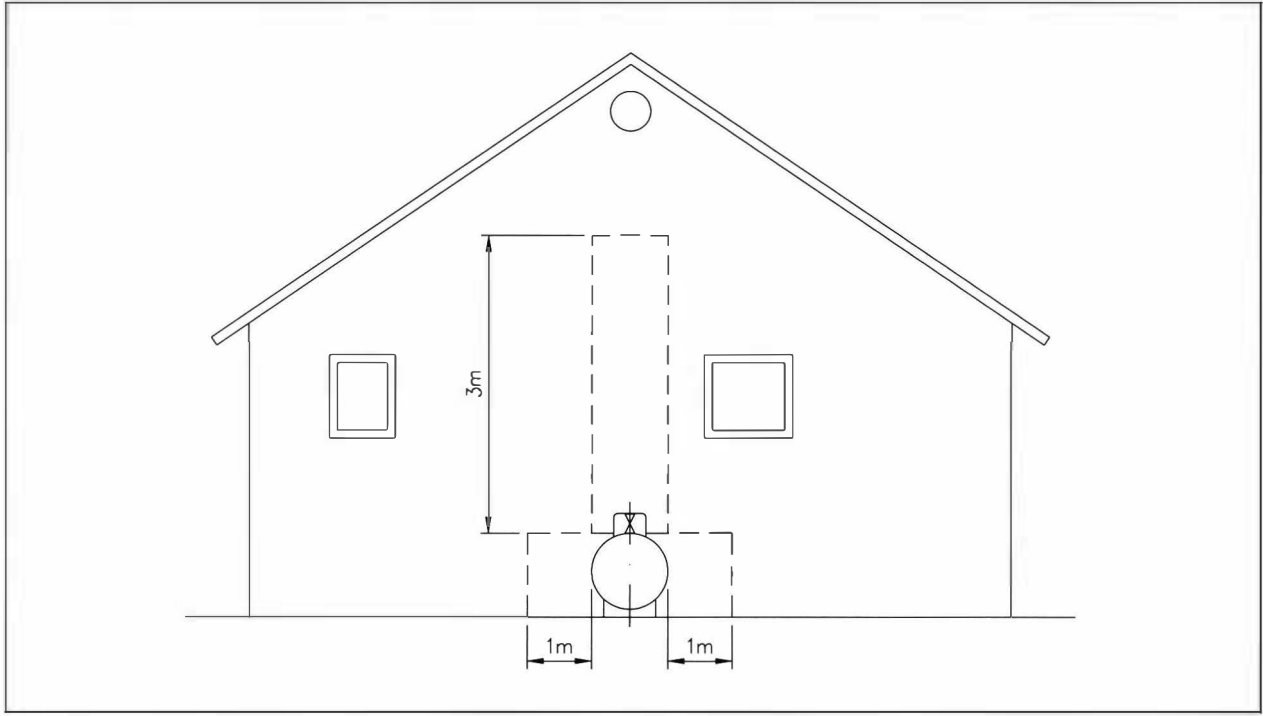
aralarında ve diğer depo grupları ile aralarında 1 m mesafe bırakılması yeterlidir.

5.2.3 Toprak Altı Depoları

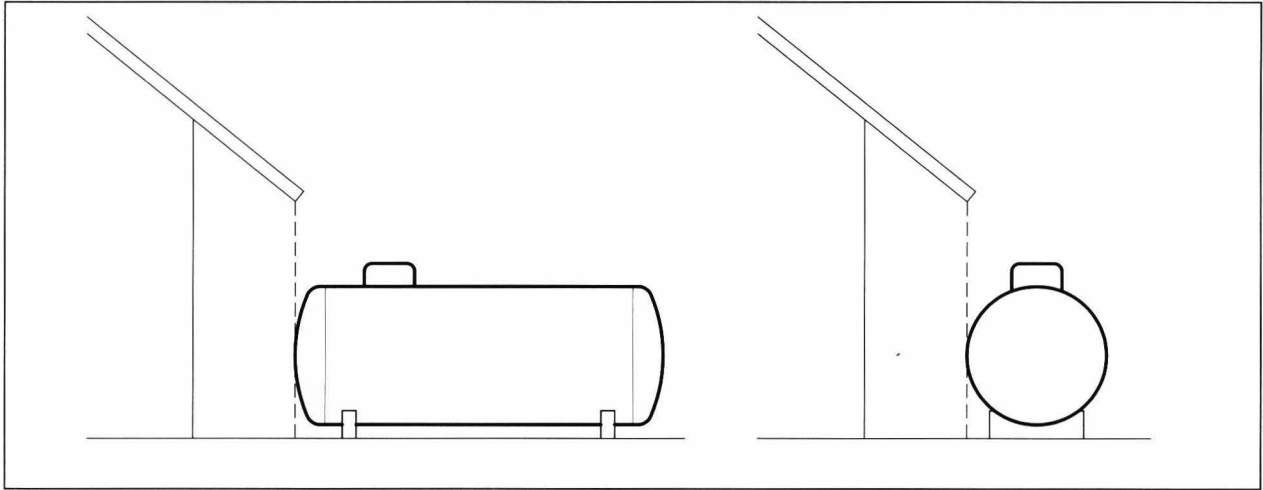
Toprakla örtülmüş LPG depoları DIN 4681 normuna uygun olmalıdırlar. Depolar korozyona karşı korunmuş ve test edilmiş bir kaplama ile kaplanmalıdırlar. Bu kaplama su sızdırmaz, çelikle reaksiyona girmeyecek bileşimde ve topraktan gelebilecek zararlı etkilere karşı dayanıklı olmalıdır.

Korozyona karşı önlem olarak özel etkili bir korozyon koruması kullanılmalıdır. Bunlar;

- DIN 4681 bölüm 1 normuna uygun katodik koruma uygulanan bitum kaplama



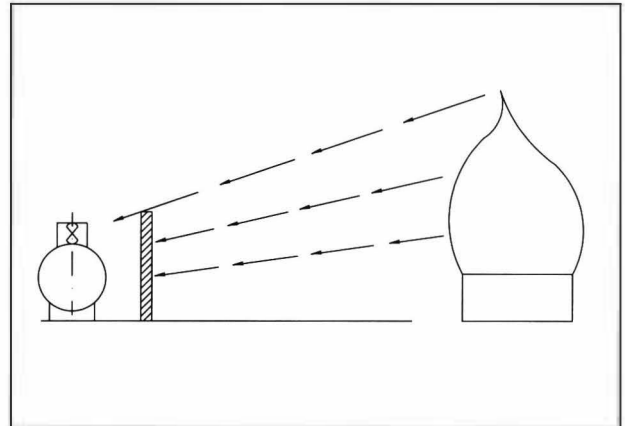
Şekil 59. DİK YERLEŞİMDE BİNA DUVARINDAKİ SINIRLAMALAR



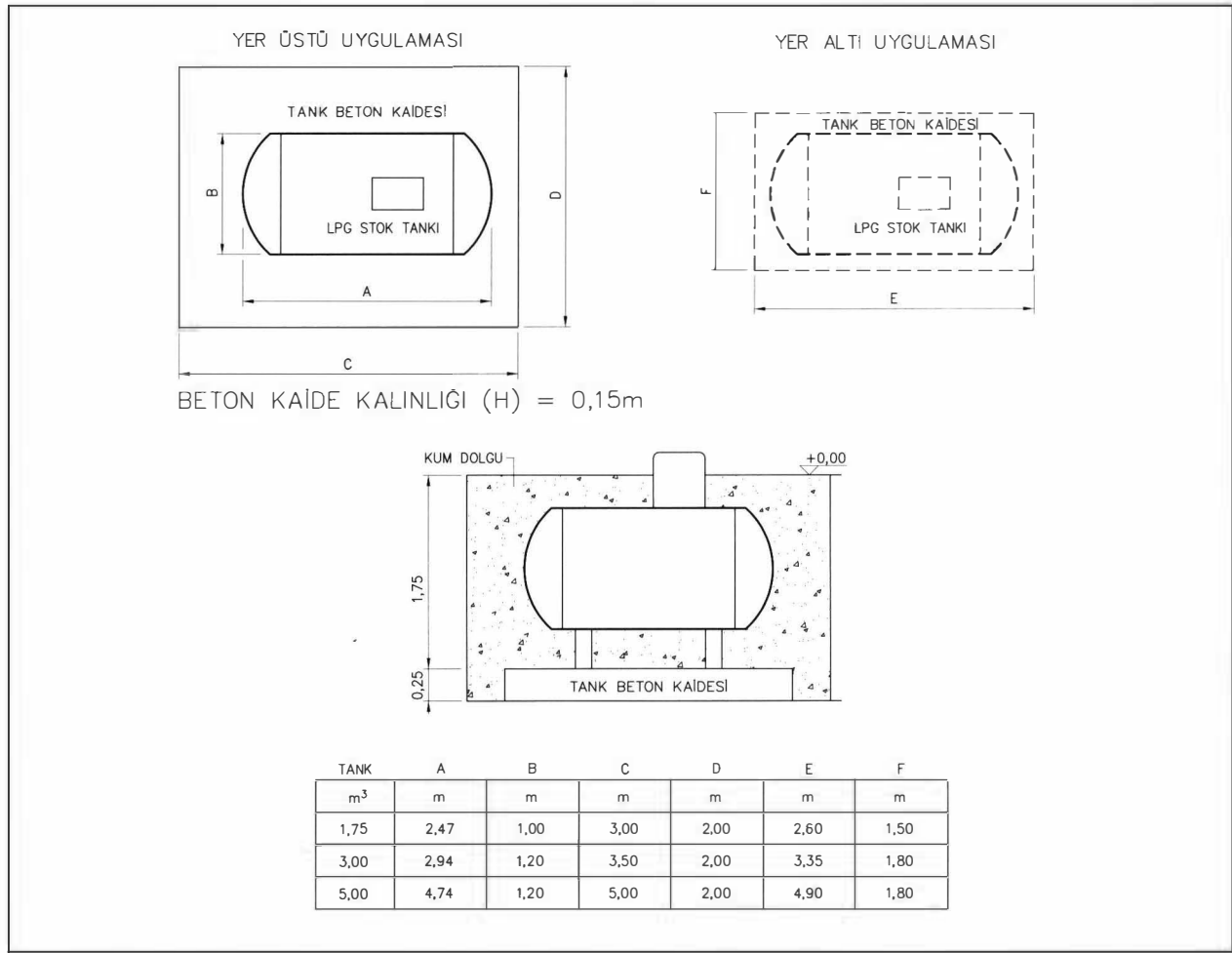
Şekil 60. 0,5 m'YE KADAR ÇATI SAÇAKLARI ALTINA YERLEŞİM

Yangın yükü aralığı (m)	Depo ile yangın yükü arasındaki koruma mesafesi (m)
≤ 4	5,0
4 - 5	6,2
5 - 6	7,2
6 - 7	8,0
7 - 8	8,7
8 - 9	9,4
9 - 10	10,0
10 - 11	10,5
11 - 12	11,0
12 - 13	11,4
13 - 14	11,8
14 - 15	12,2

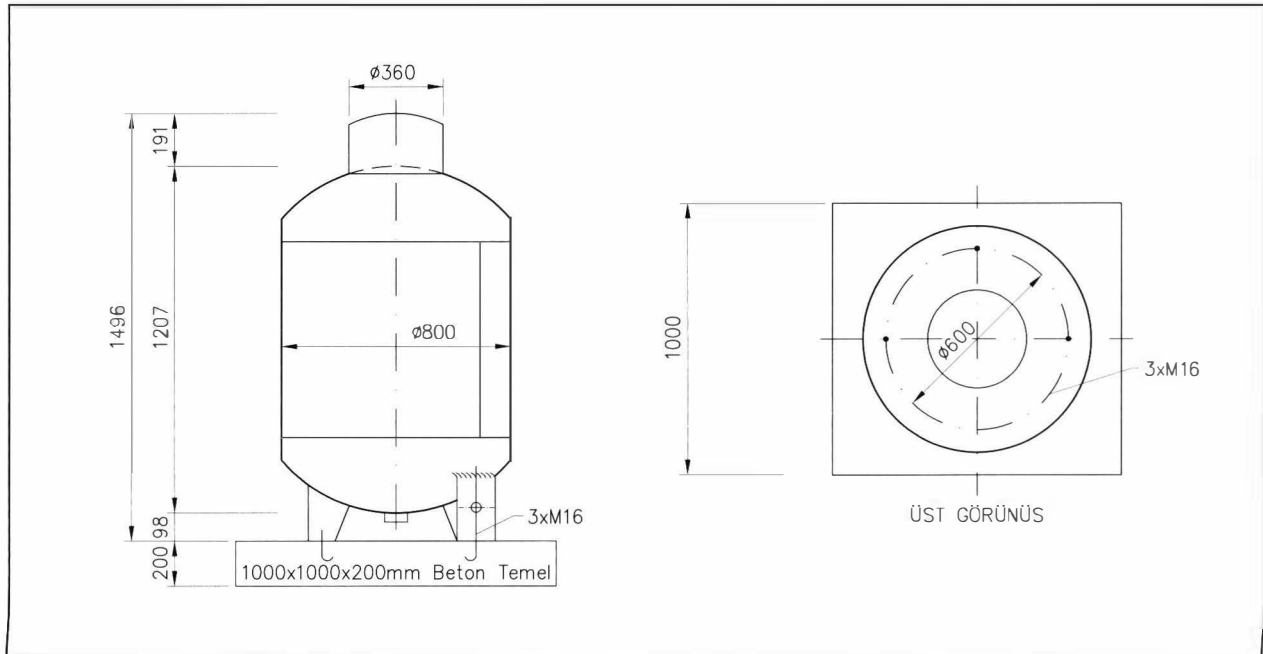
Tablo 61. YANGIN KORUMA MESAFESİ

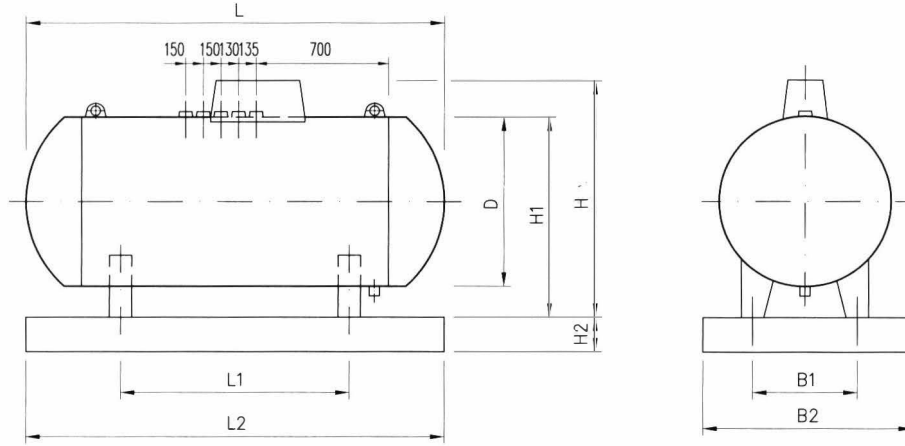


Şekil 62. YANGIN İŞİNİMINDAN KORUMA DUVARI



Şekil 63. KÜÇÜK DEPO UYGULAMA ÖLÇÜLERİ





Tank Hacmi (lt)	D (mm)	H1 (mm)	H (mm)	H2 (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	B1 (mm)	B2 (mm)	Ankraj Cıvataları (mm)	Tank Ağırlığı (mm)
1000	800	1110	1310	200	2200	1200	2200	450	1000	M16	300
1750	1000	1180	1380	200	2470	1360	2500	630	1200	M16	450
3000	1200	1400	1600	200	2900	1400	2900	675	1400	M16	700
5000	1200	1400	1600	200	4730	3200	4730	675	1400	M16	1100
10000	1600	1850	2050	200	5090	3300	5100	900	1800	M20	1800

Şekil 65. TANKLARIN TOPRAK ÜSTÜNE YERLEŞTİRİLMESİ, TANK VE TEMEL BETONU ÖLÇÜLERİ

- DIN 4681 bölüm 2 normuna uygun dış kaplama
 - DIN 4681 bölüm 3 normuna uygun kimyasal ve mekanik dış etkilere dayanıklı dış kaplama
- Kılıfın sağlamlığı depo yerine yerleştirilmeden evvel mutlaka teknik bir kişi tarafından test edilmiş ve belgelenmiş olmalıdır.

DIN 4681 bölüm 1 ve bölüm 2 normlarına göre LPG depolarının bitüm kaplamasına 20.000 V'luk bir gerilimle, DIN 4681 bölüm 3 normlarına göre plastik kılıfına ise 1.000 V'luk bir gerilimle çeşitli noktalarda hata testi uygulanır. Her iki kılıf için de noktalar 0.1 mm tabaka kalınlığında olmalıdır.

Korozyon koruması kontrolünden evvel kontrolör, depoya daha evvel gaz doldurulup doldurulmadığını saptamalıdır. Bu nedenle kontrolden evvel depo armatürlerinin iyi kapanmış olduğu ve deponun içinde patlayıcı gaz hava karışımı olmadığını belirlemek gereklidir. Bu yüzden tüm bağlantılar ve armatürler kaçak spreyi veya köpük ile iyice test edilmelidir. Kaçak testinin sonucu mutlaka yukarıda belirtildiği gibi belgelenmelidir.

Uyarı

Daha önce LPG doldurulmuş depoların armatürleri civarına mutlaka bunu belirten bir işaret konmalıdır.

Kaplamada herhangi bir şekilde hasar oluşmuşsa bu noktalar gerekli malzemeyle dikkatlice onarılmalı ve onarılmış noktalara tekrar hata testi uygulanmalıdır. Kılıf içinde dışarıya doğru çıkan taşıma ve diğer benzeri çelik parçalar gaz deposu ile aynı değerde korozyona karşı korunmuş olmalıdırlar. Katodik korumalı LPG depolarının dom kutuları da depo korumasına eş değerde pasif koruma ile donatılmalı ve depodan elektriksel olarak izole edilmelidirler.

5.3 DEPOLARIN TESİS EDİLMESİ

LPG depoları bu konuyla ilgili bir firma tarafından ve deponun üzerindeki kaplama ve ekipmanlara hasar vermeyecek cihazlarla, tüm boy olarak dengeli bir şekilde yerine yerleştirilmelidir. Eğer zemin depoyu tam taşıyamıyorsa, depo mutlaka desteklenmeli ve sabitlenmelidir veya bir kaide inşa edilmelidir.

LPG depolarının tüm çevresinde en az 20 cm yüksekliğinde kum tabakası oluşturulmalıdır. Kum taşsız ve dere kumu olmalıdır. Deniz kumu korozif olduğundan kullanılmamalıdır. Bu şart DIN 4226 bölüm 1 normuna uygun 3 mm büyüklüğünde nehir kumu kullanıldığında yerine getirilmiş olur.

LPG depoları yeraltı kablolarından, yabancı tesisatlarından ve yapı temellerinden veya bodrum duvarlarından minimum 0,8 m mesafeye sahip olmalıdırlar.

Yanyana yerleştirilen depolar birbirlerine minimum 0,4 m mesafe ile yerleştirilmelidirler.

Depo yerleşimi için öncelikle depo tipine ve ölçülerine uygun beton kaide veya depo çukuru yapılmalıdır. Yeraltı (ve yerüstü) küçük depo uygulama ölçüleri İpragaz için Şekil 63’de ve Aygaz için Şekil 64-65-66 Tablo 67’de verilmiştir. Depo yerleşim alanı belirlenmesinde yukarıda anlatılan mesafelere ve aşağıda verilen TS 446 esaslarına uyulmalıdır.

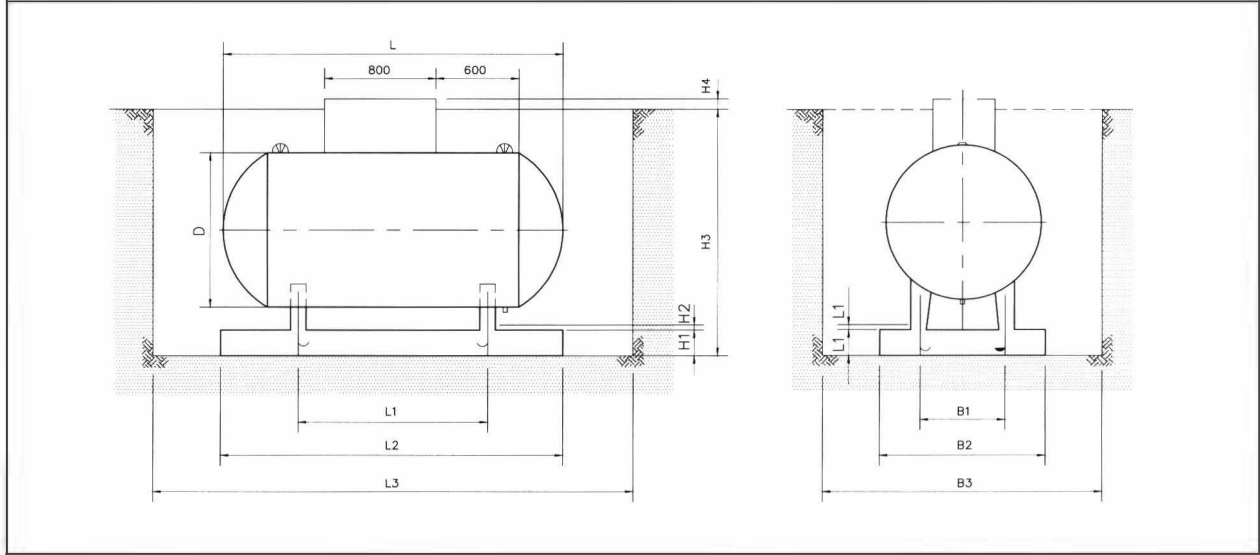
Yeraltı suları veya akan yer üstü sularından dolayı deponun yer değiştirme şansı varsa, depo suyunun kaldırma kuvvetine karşı beton kaideye ankraj civataları kullanılarak mutlaka sabitlenmelidir (veya belli bir yükte güvenli hale getirilmelidir). Bu uygulamalar yapılırken olabilecek en yüksek su seviyesine göre boş deponun kaldırma kuvvetini yenmek için minimum emniyet faktörü 1,3 olarak alınmalıdır. Kaldırma emniyeti deponun

kılıfına zarar vermemelidir. Katodik korumalı LPG deposu ile kullanılan emniyet sistemi arasında daimi ve güvenli bir elektrik izolasyonu sağlanmalıdır.

Toprak altı depo uygulamalarında doldurma işlemi için kullanılan armatürlere dom kutusunun içine girmeden ulaşılabilir. Araç geçişine açık bölgelerde LPG depoları trafikten dolayı meydana gelebilecek hasarlara karşı gerekli önlemler alınarak korunmalıdır. Dom kutuları yanmayan bir malzemeden yapılmış muhafaza içine alınmalıdır.

5.4 TS 1446’YA GÖRE LPG DEPOLARI YERLEŞİMİ

TS 1446 LPG depolarının yerleşimi ile ilgili minimum emniyet mesafelerini vermektedir. Bu standardın koyduğu mesafeler özetle Tablo 68 ve Şekil 69’da verilmiştir. TS 1446 da orijinal olarak Alman standartlarına dayandığından yukarıda verilen değerlerle aralarında fazla ayrılık bulunmamaktadır. Burada hem yerüstü ve hem de yeraltı depoları için mesafeler birlikte görülmektedir.



Şekil 66. TANKLARIN TOPRAK ALTINA YERLEŞTİRİLMESİ (Ölçüler Tablo 67’den okunabilir.)

TANK HACMİ	(litre)	1000	1750	3000	5000	10000
Tank	L (mm)	2200	2470	2900	4730	5090
	D (mm)	800	1000	1200	1200	1600
Tank çukuru	L3 (mm)	3200	3500	3900	5700	6100
	B3 (mm)	1800	2000	2200	2200	2600
	H3 (mm)	1600	1700	1900	1900	2350
	H4 (mm)	110	80	100	100	100
Tank temel betonu	L2 (mm)	2200	2500	2900	4730	5100
	B2 (mm)	1000	1200	1400	1400	1800
	H2 (mm)	200	200	200	200	200
Ankraj ölçüleri	L1 (mm)	1200	1360	1400	3200	3300
	B1 (mm)	450	630	675	675	900
	H1 (mm)	40	40	40	40	40
Ankraj civataları	(mm)	M16	M16	M16	M16	M20
Tank ağırlığı	(kg)	300	450	700	1100	1800

Tablo 67. TANK, HAVUZ, TEMEL BETON VE ANKRAJ ÖLÇÜLERİ (1-10 m³ Toprakaltı)

6. BORU HATTI

Bu bölümde belirtilen teknik kurallar (boru hatları teknik kuralları) TRR 100 ve TRR 521'e dayanmaktadır. Boru, bağlantı parçaları ve armatürlerden oluşan LPG tesisatı sızdırmaz olmalı ve boru tesisatı üzerinde gerilme kalmayacak şekilde monte edilmelidir.

6.1 BORULAR

Bakır Borular

Tesisatta kullanılan bakır boruların DIN 1786, DIN 1754 ve DIN 1787'ye uygun imal edilmeleri gerekir. Uygun cidar kalınlığı;

- 1 mm cidar kalınlığı,
dış çap 6/8/10/12/15/18/22 mm için,
- 1,5 mm cidar kalınlığı,
dış çap 28/42 ve 55 mm için

orta basınç boru hattında kullanılan bakır borunun özellikleri uzman kişilerce test edilmelidir. Orta basınç sınıfı boru hatlarında kullanılan bakır boruların sağlamlık sınıfı F37 olmalı ve sertifikası bulunmalıdır. SF cu-F37 boru üzerinde minimum,

- Boru üreticisinin ismi
- DIN 1786'ya göre mühür işareti
- Boru dış çapı, cidar kalınlığı
- İmalat ambalaj numarası ve tarihi ve
- Onay işaret

bulunmalıdır. Malzeme testi raporu Vd TÜV 410'da belirtilen çerçevede olmalıdır.

İmalatçı Tarafından Düzenlenen Test Belgesinde DIN 50049'a Göre Aşağıdaki Bilgiler Olmalıdır.

- Malzeme montajı,
- Oda sıcaklığında mekanik özellikleri,
- Üst yüzey yapısı
- Sızdırmazlık testi sonuçları

Çelik Boru

St 37.0, St 44.0, St 52.0 malzemedan DIN 1629'a

göre dikişsiz çelik borular, DIN 1626'a göre dikişli çelik borular. St 37.0 ve St 52.0 malzemedan DIN 2391 ve DIN 2393'e göre presizyon çelik çekme borular LPG tesisatında kullanılabilir.

Presizyon çelik çekme borular toprak altına ve sıva altına yerleştirilecek boru hatlarında kullanılmamalıdır. Çelik boru ve boru bağlantılarının emniyet özellikleri orta basınç değerleri için DIN 50049'a göre test edilmelidir.

Plastik Boru

LPG tesisatına uygun borular DIN 8074 veya DIN 8075'e göre imal edilmiş yüksek yoğunluklu polietilen (PE-HD) borulardır.

PE-HD'den yapılmış olan borular toprak altı uygulamalarında kullanılabilir. Bu borular DVGW talimatları G 472'ye göre işletme üst basıncı 4 bar olacak şekilde imal edilmiş olmalıdır. Uygun et kalınlığı Tablo 72'de boru çaplarına göre verilmiştir.

Esnek Borular ve Hortumlar

Çözülmez tesis edilmiş boru tesisatına gaz cihazları çeşitli şekillerde bağlanabildiği gibi, DIN 3384'e göre hortum ile de bağlanabilmektedir.

Tüp bağlantıları için hortumların DIN 4815 kısım 1'e göre basınç sınıfı 30 olmalı, DIN 4815 bölüm 2'ye göre bağlanmış olmalı veya hortum yerine spiral boru kullanılmalıdır.

Spiral borular kaynaklı olarak gerekli olan bağlantıyı yapabilmek için yeterli esnekliğe sahip bakır veya çelik borudan yapılmış olmalıdır.

Tüp bağlantılarındaki hortum hattı uzunluğu en fazla 40 cm olmalı ve uygun olmayan mekanik yüklemelere maruz kalmamalıdır.

6.2 BAĞLANTI PARÇALARI

Bakır boru hatlarının bağlantısında DIN 2856'ya göre DVGW-GW6'de belirtilen lehim fittingsleri için yumuşak lehim ve DVGW-GW8'de belirtilen

Anma çapı (DN)	6	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Boru dış çapı (mm)	10,2	13,5	17,2	21,5	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3

Tablo 70 A. ÇELİK BORULAR

DIN 2440	2,0	2,35	2,35	2,65	2,65	2,65	3,25	3,25	3,25	3,65	4,05	4,5
DIN 2441/42	2,65	2,9	2,9	3,25	3,25	4,05	4,05	4,05	4,5	4,5	4,85	5,4
DIN 2448	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6
DIN 2458	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,6	2,9	3,2

Tablo 70 B. CİDAR KALINLIĞI mm

Anma çapı (DN)	4	6	8	10	12	14	18	20	22	25
Cidar kalınlığı (mm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0

Tablo 71. PRESİZYON ÇELİK ÇEKME BORULAR

Boru dış çapı (mm)	16	20	25	32	40	50	68	75	90	110	125
Et kalınlığı (mm)	2,0	2,0	2,3	3,0	3,7	4,6	5,8	6,9	8,2	10,0	11,4

Tablo 72. PLASTİK BORULAR

kır döküm fittingsler için sert lehim kullanılmalıdır. Sert lehim orta basınç sınıfına sahip boru hatları için sadece DN 32'ye kadar uygundur.

Çelik boru bağlantılarında kaynak, flanşlı bağlantı ve vidalı bağlantı kullanılabilir. Çözülemez çelik boru bağlantılarında sadece normlarda belirtilen hazır çelik bağlantı parçaları kullanılabilir.

DIN 100'e kadar olan çelik boru bağlantı parçaları malzeme çeşidini ve üreticinin işaretini içeren bir damga taşınmalıdır.

Plastik boru bağlantılarında sadece DVGW G 477'ye göre yapılmış olan bağlantı parçalarının kullanılması kabul edilir. PE-HD boruların çelik veya bakır boru bağlantılarında DVGW testine tabi tutulmuş geçiş parçaları kullanılmalıdır. Plastik borularda müsaade edilen maksimum işletme basıncı 4 bar değerindedir.

DIN 100'e kadar bağlantı parçalarında malzeme çeşidi ve imalatçıyı belirtir bir damga olmalıdır.

Vidalı Bağlantılar

Vidalı bağlantı sadece gaz fazındaki yakıt için, işletme basıncı 1 bar olan (PN 1) ve DN 50'ye kadar olan boru hatları için kullanılmalıdır.

Yer seviyesinin altındaki odalarda boru bağlantılarda kaynak, sert lehim veya rakorlu bağlantı kullanılmalıdır. Vidalı bağlantılarda kullanımına müsaade edilen fittings DIN EN 10242'ye uygun malzemeden imal edilmiş temper döküm fittings ve DIN 2980'e uygun çelik fittingstir.

Vidalı bağlantılar sadece sert olmayan DIN EN 751 bölüm 2'ye göre 1. 2. ve 3. gaz ailesi gruplarına dahil olan gazlar ile kontakt halinde sertleşmeyen sızdırmazlık malzemesi ile yapılmalıdır. DIN EN 751 bölüm 2'de belirtilen sızdırmazlık malzemesi bir dizi ihtiyacı karşılamalıdır, örneğin ;

- Boru ve armatür hammaddesi ile uyumlu olmalıdır.
- Titreşim halinde sızdırmazlık kaybolmamalıdır.
- Köpük yardımı ile kaçak aranmasına izin verecek ve köpük malzemesinden zarar görmeyecek özellikte olması gerekmektedir.

DIN 2999'a göre yapılmış olan vida bağlantısı sızdırmazlığı, konik dış vida ve silindirik iç vida arasında sıkı metalik temasla sağlamalıdır.

Dişli bağlantılar elle tamamiyle sıkılamazlar, anahhtarla sıkılarak metalik temas sağlanmalıdır. Sızdırmazlığı sağlamak için kullanılan sızdırmazlık malzemesi, dolgu görevi görür. Bu yüzden dişli mükemmel bir şekilde sarmalıdır. Metalik temas engellenmemeli, sona kadar sıkıldığında sonda 1/2 ile 1 1/2 diş boşluk kalmalıdır.

Kaynaklı Bağlantılar

Kaynakla birleştirilecek boru hatlarında (kaynaklı üretim) uygulamayı yapan firma ve işçinin kaynak sertifikası olması gerekir. Kabul edilebilir bir kaynak

nak işçiliği için aynı zamanda uygun kaynak yöntemi, malzemesi ve donanımı kullanılmalıdır. Kaynak dikişlerinin testi, DIN EN 287 kısım 1'e (DIN 8560'in yedeği) göre yapılmalıdır.

Lehimli Bağlantılar

Lehim bağlantıları uygun malzemeler kullanılarak yapılmalı ve lehim malzemesi kapiler nüfuziyet ile bağlantı bölgesine tamamen işlemelidir. Lehimin sağlamlığı kesin olarak sağlanmalıdır.

Lehim bağlantılarında kullanılacak hazır fittings DIN 2856'ya uygun olmalıdır.

El işçiliği gerektiren montaj parçası uygulamaları (örneğin; muflar, dağıtım parçaları, v.s.) kabul edilmez. Lehim bağlantıları orta basınç sınıfı boru hatlarında TRR 100 esaslarına uygun olarak DN 32 çapa kadar kullanılabilir.

Lehimle bağlanan borular bağlantı noktalarına %2 oranında hasarsız lehim testi uygulanmalıdır ve bu testler uygun aralıklarla tekrar edilmelidir.

Eğer işletme lehimin güvenilirliğini ve özelliklerini sık sık kontrol ediyorsa, alçak basınç boru hatlarında, hasarsız lehim testlerinden vazgeçilebilir.

Plastik Boru Bağlantısı

Polietilen (PE-HD) plastik boru bağlantıları sadece sıcak kaynak bağlantısı ile yapılmalıdır. Bağlantıların yapılması sırasında özel kaynak cihazlarına ve özel sıcak plastik kaynağı yöntemlerine müsaade edilir.

6.3 BORU HATTI YAPIMI

6.3.1. Sıva Üstüne Yerleştirilmiş Boru Hattı

Yapımı

Boru hattı duvardan açıkta olmak üzere belirli bir aralıkla mesnetlenmelidir. Boru hatları diğer boru hatları altına terleme ve damlama sularından etkilenerek şekilde monte edilmemelidir.

Boru bağlantıları yangına karşı korunmalı, boru bağlantılarını taşıyıcı kısımlar yanıcı malzemeden imal edilmemelidir.

Bakır boru hatları yerleştirildikten sonra minimum M6'lık metalden dubeller ile sağlamlaştırılmalıdır. Dubeller 100 N'nun altında yük taşıyacak şekilde aralıklarla yerleştirilir, bir yangın anında lehim bağlantılarının çözülebileceği sıcaklıkta emniyet bağlantıları sağlamlığını koruyabilmelidir.

Boru hattında iki yapı bölümünün ayrıldığı kısımlardan geçişlerinde, relatif hareketlenmeler boru hattına zarar vermeyecek şekilde önlem alınmalıdır (örneğin kompensatör veya muhafaza borusu).

Duvar içinde ve kapalı geçiş bölgeleri içinde, örneğin koridor ve hollerde, hiçbir boru bağlantı elemanı bulunmamaktadır.

Boru Hattı Geçişlerinde

Kat betonunda koruyucu kılavuz boru kullanılmalı ve koruyucu metal boru döşemeden yaklaşık 5 cm yukarıya taşacak şekilde uzatılmalıdır.

Konut ve benzeri amaçlı kullanım yerlerinin dış duvar geçişlerinde koruyucu metal boru kullanılmalıdır. Bu koruyucu boru her iki taraftan da görülecek şekilde taşmış olmalıdır.

İç duvar geçişlerinde daha önce sözü edilen duvardan mesafe korunmalıdır.

Kaplama borusu korozyona dayanıklı malzemeden veya korozyona karşı korumalı malzemeden yapılmış olmalıdır.

6.3.2 Sıva Altı ve Kaplama Altına Yerleştirilmiş Boru Tesisatı Yapımı

Boru hattı gerilmesiz olarak yerleştirilmeli ve tamamen bahsedilen yapı malzemesi ile kaplanmalıdır. Hiçbir boşluk kalmamalıdır.

Boru hattı statik yüklemeye maruz kalacak ise özel tedbir alınmalıdır.

Sıva altına yerleştirilmiş ve üzeri kapatılmış olan boru hatlarına montajdan önce bir korozyon koruması uygulanmalıdır.

Beton içindeki veya aşındırıcı yapı malzemeleri içindeki boru hatları (örneğin; kısılotit, mucur, sıva içindeki çelik boru hatları ve nitrit veya amonyak içeren yapı malzemesi içinde bulunan bakır boru hatları) ve aynı zamanda aşındırıcı atmosfere sahip ortamlar içinde bulunan boru hatları korozyona karşı ileride anlatılacak korozyon koruması yöntemleri ile korunmalıdır.

Toprak altına döşenmiş boru hatları yukarıda belirtilen bölgelerden geçtiği takdirde, koruyucu boru ile korunabilir.

Koruyucu boru korozyona karşı dayanıklı veya korumalı malzemeden yapılmış olmalıdır.

Boru hattı ancak bütün test işlemleri bittikten sonra döşenebilir veya gömülebilir.

6.3.3 Merdiven Boşluğunda Boru Hattı

Boru hatları merdiven boşluğuna ancak bir yangın anında herhangi bir engel teşkil etmeyecek şekilde önlemler alındıktan sonra yerleştirilebilir. Bu şart iki kattan az kat sayısına sahip olan konutlar için geçerli değildir.

En Önemli Tedbirler Şu Şekilde Sıralanabilir.

- Borular en az 15 mm boşluksuz sıva kaplaması ile yanmayan sıva tabakası altına yerleştirilmelidir.
- Bir shaft içine yerleştirilmiş, boru hatları bütün uzunluğu boyunca havalandırmaya sahip olmalı ve merdiven boşluğundan hiçbir hava alışverişi olmamalıdır. Havalandırma açıklığı en az yaklaşık 10 cm² büyüklüğünde olmalı ve shaftın başka açıklığı olmamalıdır. Shaft yanıcı olmayan, en az 90 dakika süresince ateşe karşı direnç gösterebilen yapı malzemesinden imal edilmiş olmalıdır.

Merdiven boşluğundaki servis (kontrol) açıklıkları yanıcı olmayan ve belirtilen yangına dayanıklılık

süresine sahip olan klape veya benzeri kapatma parçaları ile kapanmalıdır.

Havalandırılmamış boşluklardan geçen boru hatları, koruyucu borusu ile birlikte yerleştirilmelidir. Koruyucu boruları korozyona dayanıklı malzemeden yapılmış olmalıdır.

Boşluklar Aşağıdaki Şekilde Havalandırılabilir.

- Galeri duvarı üzerine açılmış yuvarlak yarıklardan.
- İki sıralı diyagonal yerleştirilmiş havalandırma açıklığından.

Boru hatları, galeriler, çöp bacaları, havalandırma sistemi, veya asansör boşluğu içinden geçmemelidir.

6.3.4 Çimentolu Döşeme ve Beton Zemin Altındaki Borular

Boru hatları çimentolu döşeme içine yerleştirilmelidir. Şap döşeme içine yerleştirilmiş boru hatlarına korozyon koruması yapılmalıdır.

Boru hatları bina içine boru uzun süre ile rutubete maruz kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Eğer çelik borular beton zemin üzerine ve neme maruz olan bir yere yerleştirilecek ise beton ve çelik boru arasına bir nem kesici folyo yerleştirilmelidir.

6.3.5 Toprak Altına Yerleştirilen Boru Hattı

Çelik boru hatları kaynakla, bakır boru hatları sert lehim ile (manşon lehim), plastik borular DVGW iş tanımları G 472'ye göre, bağlanmalıdır. Çelik çekme boru kullanılmamalıdır.

Boru hatları direkt humuslu toprağa veya cüruf içine yerleştirilmemelidir.

Minimum 10 cm kalınlığındaki kum tabakası toprak içi uygulamalarda metal boruyu her taraftan kapatmalıdır.

Plastik boru hatları en azından 15 cm kalınlığında kum tabakası üzerine yerleştirilmelidir ve borunun üstü minimum 30 cm olacak şekilde kum ile kapanmalıdır. Dere kumu kullanılmalıdır.

Boru hatları mekanik etkilere karşı korunmalıdır. Boru hatlarının üstü minimum 0,6 m toprak ile örtünmelidir. Bu örtü ölçüsüne uyulmazsa boru hattı istenmeyen olaylara karşı korunmalıdır.

Toprak içinde boru hattının 20 cm üzerine plastik folyodan uyarı bandajı yerleştirilmelidir.

Toprak içine yerleştirilmiş boru hatları gaz, su ve atık su, elektrik hatlarından minimum 0,8 m mesafe olacak şekilde yerleştirilmelidir (alçak gerilim kablolar hariç).

Diğer taraftan koruma emniyet tedbirleri uygulanırsa, bu mesafe 0,3 m'ye azaltılabilir.

Koruma ihtiyacı boru hatları arasında, örneğin kablo kanalları koruma borusu, yanmayan malzeme kullanılmak sureti ile karşılanabilir.

Boru hatları üstüste inşa edilemez.

6.3.5.1 Boru Hattı Koruması

Hazırlanmış ve kapatılmamış, halen devre dışı olan boru hatları giriş ve çıkış ağızlarından metal malzemedan yapılmış tapa, kapatma başlığı veya kör tapa ile kapatılmalıdır.

Kapatılmış ventiller sızdırmaz kapama elemanı olarak kabul edilmez.

6.3.6 Gaz Akışı Olan Boru Hatları Üzerinde Çalışma

Gaz akışı olan boru hattı üzerinde çalışmaya başlamadan önce bu hatta ait olan kapatma ventilini kapatmalı ve istenmeyen açılmaları karşı emniyete almalıdır.

Çalışma neticesinde boru hattındaki gaz çıkabilecek bütün açıklıklar sızdırmaz biçimde kapatıldıktan sonra, ilk önce tekrardan kapatma ventili açılmalıdır.

Dışarıdan boru hattı üzerinde koruma tedbirleri alınmışsa, yukarıda belirtilenler geçersizdir. Gaz akışı olan boru hattında sızıntı olduğu anlaşıldığında, önce ana gaz kapatma hattı kapatılmalı ve daha sonra ortam havalandırılmalıdır. Boru hatlarına açık ateş ile yaklaşılmalıdır.

Açık alev ile çalışmadan önce boru hattı gazdan tamamiyle temizlenmelidir.

Sızdırmazlık kontrolü DIN 30657'ye göre köpüklü maddenin fırça ile sürülmesi ile veya gaz dedektörü ile yapılmalıdır.

Sızdırmazlığı araştırmak için boru hattını basınca tabii tutun. Sızdıran boru hatları tamir edilinceye kadar, hat devre dışı bırakılmalıdır.

Zarar gören borular veya bağlantı parçaları değiştirilmelidir.

Boru hatları aşağıda belirtildiği gibi temizlenebilir.

- Mekanik olarak
- Vakum ile havası çekilerek
- Basıncılı hava veya inertgaz (örneğin; azot, karbondioksit) ile
- Çözücü maddelerle temizleyerek (örneğin; tetralin)

Boru bağlantıları temizlenmeden önce gaz cihazları sökülmelidir.

Vakum ile temizlemede vakum cihazı en geniş kesitli boru kısmına bağlanmalıdır. Üflenme havanın yönü dar çaplı borudan geniş çaplı boru kesitine doğru olmalıdır.

6.4 KOROZYON KORUMASI

6.4.1 Toprak Altına veya Sıva Altına Döşeli Boru Tesisatı

Çelik boru DIN 30670'e göre yapılmış bir polietilen kılıfla veya DIN 30671 (EP, PUR veya PUROT)'a göre duroplast ile kaplanmalıdır.

Dışısı plastik kılıf kaplı bakır boru kullanılmalıdır.

Toprak altına yerleştirilmiş olan boru bağlantılarının DIN 30672 kısım 1'e göre korozyona karşı koruyucu bandajlı olması gerekir.

DIN 30673'e göre bitüm kaplı borular sadece toprak altı LPG depolarında kullanılabilir.

Jeolojik konumdan dolayı korozyon tehlikesini artıracak bir durum mevcut ise, (örneğin bataklık bölgesi, yüksek zemin suyu seviyesi veya büyük miktarda hayvan barındırılması gibi) boru hattı minimum 20 cm kum içine yerleştirilmelidir.

Toprak altına ve sıva altına yerleştirilmiş olan boru hatlarının korozyon korumalarının sonu toprağın üzerinde bulunmalı ve koruyucu tabakaya su girmesi gibi etkilere karşı korunmuş olmalıdır.

6.4.2. Atmosfere Açık Dış Boru Hattı

Dış boru ve boru bağlantıları, dış atmosfere bağlı olarak, 40 mikrometre suni bir astar boyası ve 40 mikron normal boya ile boyandığı zaman veya boru plastik ile kaplanması halinde korozyona karşı korunmuş olur

6.4.3 Sıva Üstüne Yerleştirilmiş Olan İç Boru Hattı

Kuru mekanlarda açığa yerleştirilmiş tesisatta korozyon koruması gerekli değildir.

Ancak sıva üzerine döşenen borularda boru ve boru bağlantıları yağdan temizlendikten sonra 50 mikron tabaka kalınlığına sahip bir alkalid bazlı boya ile boyanmalıdır.

Aşırı koroziv ortam havasına sahip olan yerlerde boyanın aynen dış boru hatlarında olduğu gibi yapılması halinde veya borular fabrikada plastik koruyucu kılıf ile kaplanmış olması halinde veya sıcak galvanizlenmiş çelik boru kullanılması halinde boru korozyona karşı korunmuş kabul edilir.

Şantiyede yapılmış olan galvaniz kaplaması korozyon koruması olarak kabul edilmez, sadece depoda muhafaza edilme sırasında korozyon koruması olarak kabul edilir.

Boru hatları donanım parçaları, armatürler (vanalar musluklar gibi) ve basınç düşürücü vanalar, yeterli miktarda korozyon korumasına sahiptirler. Armatürler ve üzerindeki boru hattı bağlantıları yeterli korozyon korumasına karşı kontrol edilmeli ve gerekirse boru hattı bağlantıları ve borular, vida dişleri kısmına kadar korozyona karşı korunma altına alınmalıdır.

Korozyon Kaplamasının Sağlamlığının Kontrolü

- Şantiyede izolasyonu yapılmış olan borunun gözle kontrolü
- Şantiyede yapılmış olan izolasyon üzerine kaynak veya lehimin gözle kontrolü (DIN 30672'e göre).
- Korozyon koruma bağlantıları ve korozyon koruma bantlarının gerginlik kontrolü.

7. BORU ÇAPI TAYİNİ

Boru çapı, boru hattındaki basınç düşümü çalışma üst basıncının %5'inden fazla olmayacak şekilde belirlenmelidir. Örneğin, 50 mbar üst işletme basıncı olan bir boru hattında izin verilen basınç düşümü 2,5 mbar olabilir.

Basit bir sistem için tavsiye edilen çaplar *Tablo 73*'te verilmiştir. Burada belirtilen boru iç çapları 50 mbar'lık bir anma basıncında hesaplanan 2,5 mbar'lık toplam basınç kaybını karşılayacak şekilde verilmiştir.

Boru çapı hesabında gözönüne alınan basınç kayıpları geçiş vanaları, T parçalar ve dirsek kayıplarını da içerir. LPG tüpü sadece DIN esaslarına göre bağlantı çapı 8 mm olan bir tek cihazı besliyorsa (örneğin fırın) ve cihaz tüpten 2 m'den daha uzak değilse, boru çapı hesabından vazgeçilebilir. Bu durumda boru çapı 8 mm seçilebilir. Bütün cihazlar için imalatçı verilerinden bağlantı çaplarını tespit etmek mümkündür. Cihaz bağlantısı ve cihaz bağlantı boru hattı çapı en az *Tablo 74*'te verilen norm çap değerlerinde olmalıdır.

7.1 BORU ÇAPI HESAPLANMASI

Boru içinde gazın akışı sırasında sürtünmeler sebebiyle ve boru boyunca bağlantı elemanlarında ve armatürlerde yerel kayıplar nedeniyle basınç düşümü meydana gelir. Basınç regülatörü ile son kullanım cihazı arasında müsaade edilen basınç düşümü, işletme üst basıncının %5'i kadardır. Buna göre 50 mbar işletme üst basıncında, müsaade edilen basınç düşümü 2,5 mbar değerindedir.

Fittings ve armatürlerdeki basınç düşümü, eşdeğer boru uzunluğu olarak göz önüne alınır. Çeşitli tip bağlantı elemanı ve armatürler için eşdeğer boru uzunlukları aşağıda verilmiştir:

Kapatma ventili AV	= 2,0 m
Dirsek W	= 0,5 m
T parçası T	= 0,5 m
İzolasyon parçası İ	= 2,0 m
Daralmasız küresel vana K	= 0,0 m
Manyetik ventil M	= 2,5 m

Boru çapı hesabı bunun için ölçülen boru uzunluğu ile değil, ölçülen uzunluğa yerel kayıplara karşı gelen eşdeğer boru uzunluklarının ilavesiyle bulunan toplam boru hesap uzunluğu ile yapılır.

Tesisat uzunluğu m	LPG debisi, kg/h (bağlantı değeri)								
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
	Boru çapı, mm								
1	5	5	6	6	7	8	9	10	12
2	5	5	6	7	8	9	12	12	15
3	5	6	7	8	9	10	12	15	15
4	5	6	7	8	9	10	12	15	15
5	5	6	8	8	10	12	15	15	18
6	6	7	8	9	10	12	15	15	18
8	6	7	8	9	12	12	15	18	18
10	6	7	9	10	12	12	15	18	18
12	6	8	9	10	12	15	15	18	20
14	6	8	9	10	12	15	18	18	20
16	7	8	10	10	12	15	18	18	20
18	7	8	10	12	15	15	18	18	20
20	7	8	10	12	15	15	18	20	20
25	7	9	10	12	15	15	18	20	25
30	7	9	12	12	15	15	18	20	25

Tablo 73. BAĞLANTI DEĞERİ VE BORU HATTI UZUNLUĞUNA GÖRE BORU ÇAPLARI

Cihaz cinsi	Bağlantı değeri kg/h	Anma çapı mm	DIN'e göre bağlantı ölçüsü mm
Gazlı buzdolabı	0,03	6	8/1,5
Gazlı lamba	0,03	6	8/1,5
Gazlı pişirici	0,15	6	8/1,5
Gazlı kuzine	0,30	6	8/1,5
Gazlı fırın	0,70	6	12/1,5
Gazlı soba	0,80	9	15/1,5
Kalorifer kazanı	2,00	12	12/1,5
Depolu su ısıtıcı	1,50	9	15/1,5
Gazlı şofben	2,00	12	15/1,5
Kombi	2,50	12	-

Tablo 74. CİHAZ BAĞLANTI DEĞERİ ÖRNEKLERİ

Örneğin

Bir dirsek ve bir kapatma ventilinden oluşan 7,5 m'lik bir boru hattında toplam hesap uzunluğu,
 $L = 7,5 + 0,5 + 2 \text{ m} = 10 \text{ m}$ olarak bulunur.

7.1.1 Hesap Adımları (Tek Cihaz İçin)

Bir tek tüketim cihazının bağlandığı boru tesisatında boru çapı hesabı aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Kullanım cihazının bağlantı değeri cihaz etiketi yardımı ile tespit edilmelidir. *Tablo 74'*te domestik kullanım cihazları için belirlenen bağlantı değerleri verilmiştir.
- Armatür ilaveleri gözönüne alınarak toplam boru uzunluğu (bağlantı hortumu dahil) belirlenir.
- Uygun bir değer olan 2,5 mbar'lık toplam basınç kaybı, hesaplama uzunluğuna bölünerek m başına özgül basınç kaybı bulunur.
- Boru iç çapı; cihaz bağlantı değeri ve boru hattındaki m başına özgül basınç kaybı değerleri göz önüne alınarak *Tablo 75'*den okunur. Cihaz bağlantı değeri tabloda bulunmuyorsa, en yakın bir büyük bağlantı değeri alınmalıdır. Her m boru hattı uzunluğu başına özgül basınç kaybı değeri mbar cinsinden tablolarda bulunmuyorsa, boru iç çapı belirtilen en yakın basınç kaybı değerine göre alınmalıdır. Bunun dışında cihaz bağlantı hattı boru çapı, burada daha küçük hesaplansa bile, en azından *Tablo 74'*te DIN bağlantı çapı değerlerine sahip olmalıdır.

7.1.2 Hesap Adımları (Birden Çok Cihaz İçin)

Birden fazla tüketim cihazı bağlanmış dallanma olan boru hatlarında boru çapı hesapları, basınç regülatöründen her tüketim cihazına kadar olan basınç düşümünün 2,5 mbar değerinin üzerine çıkması esas alınarak yapılır. Boru çapı hesabı bu durumda aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Tüketim cihazları bağlantı değerleri cihaz plakası yardımı ile belirlenmelidir. *Tablo 74'*de domestik cihazlar için bağlantı değerleri verilmiştir.

- Bütün tesisat basınç regülatöründen ilk kol ayrımına, buradan diğer kol ayrımına ve en sonunda kullanma yerine kadar olmak üzere bölümlere (tesisat bölümlerine) ayrılır. Kısmi hat (tesisat bölümü) uzunlukları (bağlantı hortumu dahil) ölçülür.
- Bağlantı parçaları ve armatürlerin eşdeğer uzunlukları, ölçülen uzunluklara ilave edilerek toplam tesisat bölümü hesap uzunluğu bulunur. Ölçüm uzunluğu + Armatür eşdeğer uzunluğu = Hesaplama uzunluğu
T parçası her seferinde akış yönündeki bir sonraki tesisat bölümüne dahil edilir.
- Uzunluklar hesaplandıktan sonra, basınç regülatöründen en uzakta olan tüketim cihazı tespit edilir. Bu en uzun hattaki (kritik devre) tesisat bölümleri hesap uzunlukları toplamı kritik devre uzunluğunu verecektir.
- Müsaade edilen 2,5 mbar toplam basınç kaybı, 4. maddede bulunan toplam kritik devre uzunluğuna bölünerek kritik devredeki özgül basınç kaybı bulunur.
- Kritik bölgedeki özgül basınç düşümü (m başına basınç düşümü) ve her bir tesisat bölümünün uzunluğu çarpılarak kritik devredeki tesisat bölümlerinin herbirindeki basınç düşümü hesaplanır.
- Geri kalan tesisat bölümlerindeki müsaade edilen basınç düşümleri bulunur. Bunun için müsaade edilen toplam basınç düşümünden, ortak devredeki basınç düşümü çıkartılır. Örnek çözümde ortak devrede 1,3 mbar basınç düşümü varsa, göz önüne alınan tesisat bölümünde geriye kalan basınç düşümü $2,5 - 1,3 = 1,2 \text{ mbar}$ olacaktır.
- Geriye kalan hat için her m başına izin verilen özgül basınç kaybı, mbar cinsinden, Madde 7'de bulunan değerlerin geriye kalan toplam tesisat bölümleri uzunluğuna bölünmesi ile bulunur.
- Tüketim cihazların bağlantı değerlerinden, her tesisat bölümünden akan gaz debisi kg/h olarak belirlenir.

Boru iç çapı mm	LPG debisi (bağlantı değeri) kg/h												
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
5	0,37	1,0	2,7	4,2	9,4								
6	0,15	0,42	1,1	1,7	3,8	6,7							
7	0,069	0,19	0,49	0,77	1,7	3,1	4,8	6,9					
8	0,036	0,1	0,25	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	6,4	10,0			
9	0,2	0,055	0,14	0,22	0,5	0,88	1,4	2,0	3,5	5,5	7,9		
10	0,012	0,033	0,083	0,13	0,29	0,52	0,82	1,0	2,1	3,3	4,7	8,3	
12		0,013	0,033	0,052	0,12	0,21	0,33	0,47	0,83	1,3	1,9	3,3	5,2
15			0,011	0,017	0,038	0,068	0,11	0,15	0,27	0,43	0,61	1,1	1,7
18					0,016	0,028	0,043	0,062	0,11	0,17	0,25	0,44	0,69
20						0,016	0,025	0,036	0,064	0,1	0,14	0,26	0,4
25								0,012	0,021	0,033	0,048	0,085	0,13
32										0,01	0,014	0,025	0,04

Tablo 75. LPG TESİSATINDA ÖZGÜL BASINÇ KAYBI (mbar/m) (Çalışma basıncı 50 mbar)

- Her tesisat bölümü için özgül basınç düşümü (mbar/m) ve gaz debisi değeri (kg/h) belirlendikten sonra *Tablo 75*'ten boru çapları okunur. Debi değeri tabloda görülmüyorsa, en yakın bir üst debi değeri alınmalıdır. Her m boru hattı başına hesaplanan özgül basınç düşümü tabloda görülmüyorsa, boru iç çapı en yakın özgül basınç kaybına göre okunmalıdır.

Yukarı çıkan boru hatlarında bir başka basınç düşümü, gazın ağırlığından kaynaklanır. Bu değer propan için, her m boru yüksekliği farkı için 0,07 mbar, butan için her m boru farkı için 0,14 mbar, ortalama miks LPG için her m boru yüksekliği farkı için 0,1 mbar civarındadır.

Bu basınç kaybı yukarı çıkan boru hatlarında küçük yüksekliklerde (10 m'ye kadar) ihmal edilebilir. Yüksek düşey boru hatlarında, Madde 5'de belirtilen müsaade edilen basınç düşümünden bu değer düşürülmelidir.

Çok yüksek binalarda, özellikle en üst kısma yerleştirilmiş olan kullanma cihazlarının beslenmesinde orta basınçlı bir dik hat (kolon) kullanılması gerekir. Bu kolon hattının sonunda basınç normal işletme basıncına düşürülmelidir.

7.2 BORU HESABI İÇİN BİR ÖRNEK (Şekil 76)

İşletme üst basıncı: 50 mbar

Müsaade edilen toplam basınç kaybı: 2,5 mbar

Tesisat bölümü	1	2	3	4	5
Ölçülen uzunluk	7 m	4 m	2 m	4 m	2 m
Fittings + armatür	2 W + 1 A	1 AV	1 T	1 T+1 AV	1 AV
Eşdeğer uzunluk	3 m	2 m	0.5 m	2.5 m	2 m
Hesap uzunluğu	10 m	6 m	2.5 m	6.5 m	4 m

En uzaktaki kullanım cihazı : B

İlgili kısmi hatlar (tesisat bölümleri) : 1. 3 ve 4

Bu kısmi hatların toplam uzunluğu :

$$10 + 2,5 + 6,5 = 19 \text{ m}$$

Her m uzunluk başına özgül basınç kaybı :

$$2,5 / 19 = 0,13 \text{ mbar}$$

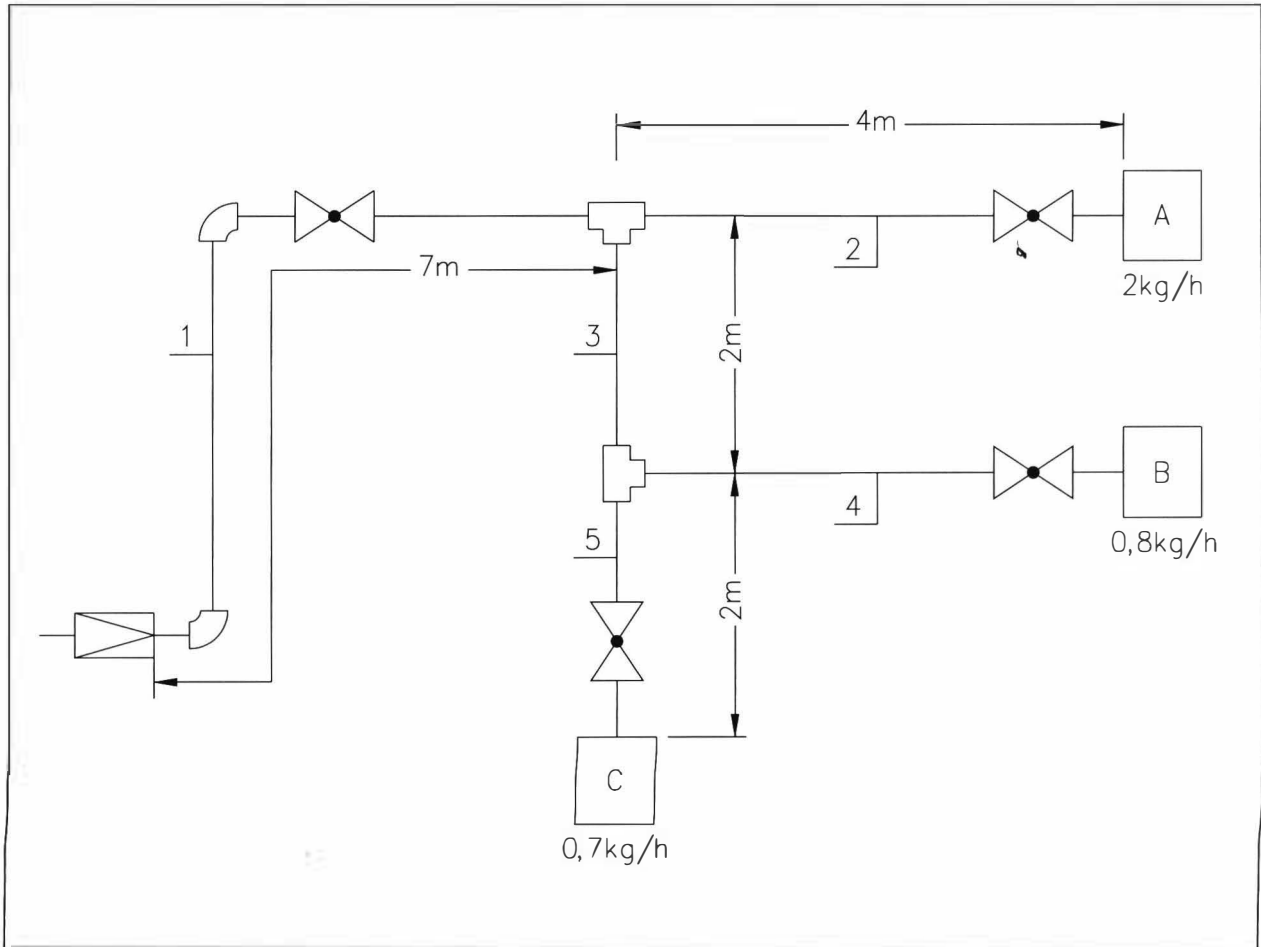
Tesisat Bölümlerindeki Basınç Kayıpları

$$1: (10,0 \times 0,13) = 1,3 \text{ mbar}$$

$$3: (2,5 \times 0,13) = 0,3 \text{ mbar}$$

$$4: (6,5 \times 0,13) = 0,9 \text{ mbar}$$

$$\text{Toplam} = 2,5 \text{ mbar}$$



Şekil 76.

Geride Kalan Kısmi Hatlar (Tesisat Bölümleri)

Üzerinde Basınç Kaybı

$$2: (2,5 - 1,3) = 1,2 \text{ mbar}$$

$$5: (2,5 - 1,3 - 0,3) = 0,9 \text{ mbar}$$

Özgül basınç kayıpları:

$$2: (1,2 / 6) = 0,2 \text{ mbar}$$

$$5: (0,9 / 4) = 0,23 \text{ mbar}$$

Tesisat bölümü	1	2	3	4	5
Özgül basınç kaybı	0,13 mbar	0,2 mbar	0,13 mbar	0,13 mbar	0,23 mbar
Tüketim cihazı	A + B + C	A	B + C	B	C
LPG debisi	3,5 kg/h	2 kg/h	1,5 kg/h	0,8 kg/h	0,7 kg/h
Boru iç çapı	18 mm	12 mm	12 mm	9 mm	8 mm

7.3 ORTA BASINÇLI LPG HATLARININ HESAPLANMASI

Orta basınçlı gaz dağıtım hatlarında basınç kayıplarının hesaplanması TS 6565’de verilmiştir. Hat basıncı 100 mbar ile 1 bar arasındadır.

Bu basınç değerlerinde boru içinde akan gaz normalde sıkıştırılamayan akışkan olarak kabul edilemez. Ortaya çıkan hacim değişiklikleri hesapta gözönüne alınmalıdır. Bu hatlarda 1 ve 2 noktaları arasındaki basınç düşümü aşağıdaki denklemden yararlanarak hesaplanabilir:

$$(P_1^2 - P_2^2) / 2 \cdot P_1 = \lambda \cdot (L/d) \cdot (\rho_1/2) \cdot v^2$$

Burada,

P_1 = Gazın girişteki mutlak basınç (bar)

P_2 = Gazın çıkıştaki mutlak basınç (bar)

λ = Borunun direnç katsayısı

L = Boru uzunluğu (m)

D = Boru çapı (m)

ρ_1 = Girişte gazın yoğunluğu (kg/m³)

v = Gaz hızı (m/s)

Ancak standartlardaki hız veya basınç düşümü sınırlamaları nedeniyle gaz basıncı yanında boruda meydana gelen basınç düşümleri küçüktür ve bu hatlar için de gazı sıkıştırılamayan akışkan olarak kabul etmek mümkündür.

Bu durumda boru hattının hesabında alternatif iki ana kriterden biri kullanılabilir.

Hız Kriteri

Boru hattında gaz hızını 15 m/s değerinde seçerek boru çapı hesaplanabilir.

Bunun için, kitabın Doğal Gaz Tesisatı bölümündeki Şekil 117 veya Şekil 118’deki diyagramdan debi ve hız değeriyle çap okunabilir.

Bulunan çap ve debi değeri yardımıyla da örneğin Şekil 117’den özgül basınç kaybı bulunabilir.

Şekil 117 doğal gaz için hazırlanmıştır. LPG için, bu

şekilden okunan basınç düşümü değeri 2,36 düzeltme sayısı ile çarpılarak bulunur. Boru uzunluğu ve giriş basıncı bilindiğinde, borudaki toplam basınç düşümü belirlenebilir.

Basınç Düşümü Kriteri

Gaz hattındaki müade edilen basınç düşümü çalışma basıncının %5’i olarak alınabilir.

500 mbar çalışma basıncı olan bir hatta müade edilen basınç düşümü 25 mbar olacaktır.

Hesap Yöntemi

- Gaz debisi belirlenir.
- Müade edilen basınç düşümü belirlenir.
- Yerel kayıplar için eşdeğer uzunluk değerleri alınır.
- Gerçek hat uzunluğuna eşdeğer uzunluklar ilave edilerek toplam eş değer uzunluk bulunur.
- Müade edilen basınç düşümü eşdeğer toplam uzunluğa bölünerek özgül basınç düşümü bulunur.
- Özgül basınç düşümü 2,36 değerine bölünerek ve doğal gaz dönüşürülmüş özgül basınç düşümü bulunur.
- Şekil 117 yardımıyla dönüştürülmüş özgül basınç düşümü ve debi değerlerinden boru çapı bulunur.

Örnek

Gerçek uzunluğu 30 m ve yerel kayıpları dikkate alarak hesaplanan eşdeğer toplam uzunluğu 50 m olan 500 mbar çalışma basıncındaki orta basınç boru hattına 4.000 kW gücünde LPG kazanı bağlıdır. LPG olarak propan kullanılmaktadır ve kazan verimi 0,90 alınabilir. Boru çapını bulunuz.

Hız kriterine Göre

Gaz debisi = $Q / (\eta \cdot H_U) = 4000 / (0,90 \times 12,87) = 345 \text{ m}^3/\text{h}$
Gaz debisi ve 15 m/s hız değeriyle Şekil 117’den çap 4” (DN100) seçilir.

4” (DN100) boru halinde hız 12,5 m/s olmaktadır.

Bu boru için özgül basınç düşümü,

Doğal gazda = 0,17 mbar/m;

Propanda = $0,17 \times 2,36 = 0,40 \text{ mbar/m}$ değerindedir.

Buna göre,

Hattaki toplam basınç düşümü = $0,40 \times 50 = 20 \text{ mbar}$ değerindedir.

2. basınç kriterine göre:

Gaz debisi = 345 m³/h

Müade edilen basınç düşümü = $500 \times 0,05 = 25 \text{ mbar}$

Özgül basınç düşümü = $25 \text{ mbar} / 50 \text{ m} = 0,5 \text{ mbar/m}$

Düzeltilmiş özgül basınç düşümü = $0,5 / 2,36 = 0,21 \text{ mbar/m}$

Şekil 117’den 0,21 mbar/m ve 345 m³/h değerleriyle boru çapı yine 4” (DN100) okunur. Seçilen bu boru için özgül basınç düşümü,

Doğal gazda = 0,17 mbar/m;

Propanda = $0,17 \times 2,36 = 0,40 \text{ mbar/m}$ değerindedir.

Buna göre,

Hattaki toplam basınç düşümü = $0,40 \times 50 = 20 \text{ mbar}$ değerindedir. Bu müade edilen 25 mbar’ın altında olup uygundur.

8. LPG TESİSLERİNİN KONTROLÜ VE DEVREYE ALINMASI

LPG tesisleri uzman kişiler tarafından;

- Şüpheye mahal vermeyecek şekilde,
- Devreye alınmadan önce,
- Değişikliklerden sonra,
- İşletme güvenliğini etkileyen tamir ve bakımlardan sonra,
- Bir yıldan daha uzun süre devre dışı kalma durumunda, kontrol edilmelidir. LPG teknik şartlarını sağlayamayan tesisler devreye alınmamalıdır.

Sabit LPG depolarının dolumu, LPG tesisinin devreye alınmasının ilk adımı olduğundan ancak tüm tesis komple monte edildikten ve LPG depoları ve boru hatları test edilerek gerekli tüm belgeler alındıktan sonra dolum yapılabilir.

LPG deposunun devreye alınmadan önce havası alınmalıdır. Kural olarak bu LPG ile yıkama ile gerçekleştirilir.

8.1 BASINÇ TESTİ

Basınç testi düşük ve orta basınç sınıfı boru hatları için geçerlidir.

LPG boru hatlarında basınç testi hizmete uygun şekilde hava veya azot gazıyla, maksimum basıncın 1,1 katı basınçta (ancak en az 1 bar olmak üzere), tüm donatılar da teste dahil olmak üzere yapılmalıdır. Basınç testi aynı şekilde test akışkanı olarak su kullanılmak şartıyla maksimum basıncın 1,3 katı basınç ile yapılabilir.

Eğer ilk testte veya daha sonraki testlerde su ile test düşünülüyor ise boru hattının montajı sırasında alt noktalardan drenajlar ve drenaj bağlantıları düşünülmelidir.

LPG tüplerinden tüketim cihazlarına bağlantı hortumla sağlanmış ise basınç testi yapmaya gerek yoktur. Sadece sızdırmazlık testi yapılmalıdır.

Boru hatlarının cihaz kapatma elemanlarına kadar olan kısmı, korozyona karşı koruma yapılmadan veya sıva altına gömülmeden önce test edilmelidir. Takılı olan regülatör ve sayaçlar basınç testinden önce sökülmelidirler.

Testin Yapılışı

- Teste tabi tutulacak boru hattının en sonundaki kapama elemanını ve LPG deposunun gaz alma ventilini kapatınız.
- Boru hattını regülatörden ayırınız ve basınç test cihazını boru hattına bağlayınız. Kontrol manometresi en az 1. kalite olmalı ve ölçme aralığına göre (örneğin 0-25 bar veya 0-6 bar), en az %1 hassasiyet ile ölçüm yapılmalıdır.

- Boru hattına izin verilen maksimum basıncın 1,1 katı basınçta hava veya azot veriniz. Test basıncı (P_p) = 1,1 x emniyet ventili açma basıncı (P_s)
- En az 10 dakika sıcaklık dengelenmesi için bekleyiniz.
- Test manometresindeki basıncı okuyunuz.
- Test edilen boru hattı boyunca tüm bağlantılar (lehimli ve/veya dişli bağlantılar) sızdırmazlık test spreyleri veya sabun köpüğü ile sızdırmazlık kontrolüne tabi tutulmalıdır.
- Test manometresindeki basıncı (ilk okumadan en az 10 dakika sonra, yani 10 dakikalık bekleme süresi sonunda) sızdırmazlığı kontrol etmek üzere basınç düşümüne göre kontrol ediniz.
- Test manometresi üzerindeki basınç düşümü dolayısıyla boru hattında bir sızdırma tespit edilmiş ise, boru hattı boyunca tüm bağlantılar (lehimli ve/veya dişli bağlantılar), yeniden sızdırmazlık test spreyleri veya sabun köpüğü ile test edilmeli, sızdıran noktalar sıkılarak sızdırmaz hale getirilmeli ve yeni bir test yapılmalıdır.
- Toprak altından geçen boru hatlarında test işlemi borular toprak altına girmeden önce yapılmalıdır.
- Boru hattının kısmi olarak toprak altında olması ancak bağlantı noktalarının (sadece kaynaklı veya sert lehimli bağlantı noktaları toprak altında olabilir) test esnasında dışarıda olmaları ile mümkündür.
- Kısmi olarak toprak altında bulunan hatlarda 30 dakikalık bir bekleme süresi ardından basınç düşümü olup olmadığı kontrol edilmelidir. Orta basınç sınıfı borularda izin verilen basınç düşümü 0,1 bar olup, düşük basınç sınıfı borularda izlenebilen bir basınç düşümüne izin verilmez. Bu şartlar sağlanamıyor ise, yukarıda anlatılan görme usulüne göre test tekrar edilmelidir. Eğer sızdırma noktası belli olmayan bir basınç düşümü söz konusu ise, sızma noktası kapama elemanının yatağından olmalıdır. Bu durumda kapama elemanı sökülmeli, boru hattı körlenmeli ve basınç testi tekrarlanmalıdır.
- Basınç testinin tamamlanmasından sonra düşük basınç sınıfı boru hattı, 2. kademe regülatörüne; orta basınç sınıfı boru hattı 1. ve 2. kademe regülatörüne bağlanmalıdır.

Boru hattının imalatçısı düşük ve orta basınç boru hatlarının kurallara uygun olarak imalatını / montajını / yerleştirilmesini rapor ile belgeler ve depoların teknik kurallara uygun olduğunu belirtir. Aynı zamanda boru hattına basınç testi yapıldığını, hattın sızdırmaz olduğunu ve güvenliği bozacak şekil değişimleri meydana gelmediğini tasdik eder. Boru hatlarının imalatını yapan kişiler boru hattını

kurallara uygun şekilde yaptıktan ve bir basınç testi yaparak bununla ilgili rapor verdikten sonra, uzman kişiler tarafından kabul testi yapılmalıdır.

Kabul testi usule uygunluk ve teçhizat testlerinden oluşur. Kabul testinin amacı, boru hattının öngörülen işletme şartlarına uygun olduğu ve boru hatları için gerekli olan talepleri karşıladığı anlamını çıkarmak ve böylece işletmecinin devreye alma izni verebilmesini sağlamaktır.

8.1.1 Armatür Birleştirmelerinin ve LPG Depo ve Tüplerine Bağlantıların Kontrolü

LPG depolarının ve tüplerinin bağlantıları, boru hattı bağlantıları, tüm depo basıncı altında bulunan armatür bağlantıları ve regülatör bağlantıları LPG uzmanı tarafından tesis devreye alınmadan önce işletme basıncında köpük yaratan malzemelerle sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdırlar. Bu test esnasında kabarcık oluşmamalıdır.

8.2 LPG TESİSLERİNİN DEVREYE ALINMASI

Devreye Alma öncesi Sızdırmazlık Testi Yapılması

Tüm boru hattı, tüketim cihazlarının ayar aletlerine kadar olan kısmı 100 mbar'lık basınçta hava ile sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır. Test basıncı 10 dakikalık test süresince düşmüyor ise, boru hattı sızdırmaz olarak kabul edilir.

Boru hattındaki tüm çözülebilir bağlantılar ve tüm teçhizatlar sızdırmazlık test materyalleri ile sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdırlar.

Devreye Alma Esnasında Emniyet Tedbirleri

Gerekli tüm testler ve kabüller yapıldıktan ve devreye alınma izni verildikten sonra, gaz boru hattına verilebilir.

Depo ventilinin veya ana kesme ventilinin açılmasından önce, boru hattındaki tüm açıklıkların kör tapa ile kapalı olduğu belirlenmelidir.

Yukarıdaki tüm talepler karşılanmış ise, ventil açılarak gaz bırakılır ve tesisattaki tüm hava çıkarılır. Boru hattının havasının bu şekilde alınması esnasında açığa çıkan gaz-hava karışımı bir hortum yardımıyla dışarıya atılmalıdır.

Boru hattının devreye alınmasına gazın yakılması ile devam edilir. Bu işlem sistemdeki gazlı cihazlardan en büyük brülöre sahip olanda, stabil bir alev görülene kadar gazın yakılmasıyla gerçekleşir.

Hava alma esnasında hacimler iyice havalandırılmalıdırlar. Hava atma olayı boyunca açık ateş kullanımı, sigara içmek ve elektrikli aletleri çalıştırmak (ziller dahil olmak üzere) yasaktır.

8.3 PERİYODİK KONTROLLER

Periyodik kontrollerin yapılması Alman standartlarına göre LPG depolarının işletmecisi tarafından yapılmalıdır. Yerüstünde serbest duran veya kapalı yerlere yerleştirilmiş olan depolarda kural olarak her 10 yılda bir kontrol edilmelidir.

Korozyona karşı korumalı toprak altı ve yarı toprak üstü depolar da her 10 yılda bir kontrol edilmelidir. Diğer tüm toprak altı depolarda her 5 yılda bir kontrol edilmeli ve her 10 yılda bir basınç testi uygulanmalıdır.

Hacmi >5 m³ depoya sahip katodik korumalı tesislerde her 4 yılda bir fonksiyon testi yapılmalıdır.

Orta basınç sınıfı boru hatları da periyodik olarak test edilmelidirler. Bu testte, boru hatlarının, teçhizatın ve hortum bağlantılarının dıştan gözlemlenmesi, teknik emniyet için gerekli olan teçhizatların test edilmesi, basınç regülatörlerinin, gaz cihazlarının ve baca gazı tahliye sisteminin fonksiyonlarının test edilmesi, işletme basıncı ile sızdırmazlık testi yapılması söz konusudur.

LPG Tüpleri

14 kg'a kadar kapasitede LPG tüpleri her 5 yılda bir, 14 kg'dan büyük kapasitede LPG tüpleri her 10 yılda bir teknik kontrol organizasyonu uzmanları tarafından test edilmelidirler. Test süresi geçen tüpler tekrar doldurulmamalıdır.

8.4 İŞLETME TALİMATLARI

İşletmeci devreye alma esnasında, LPG tesisi işletme tarzı, gaz cihazlarının bakımı, işletme hataları ve uygun olmayan işletme sonucunda oluşabilecek tehlikeler konusunda bilgilendirilmelidir. İşletmeciye işletme talimatları verilmelidir.

9. PRATİK NOTLAR

- Mevcut standartlara ve kurallara uyulduğu müddetçe yanabilir sıvılar ve gazlar tehlikesizdir. Bu kurallar, sıvılaştırılmış gazların fiziksel-kimyasal özelliklerini, depo ve tüplerin işletilmesini, bunların konstrüksiyon ve basınç testini, doldurma şeklini, doldurma ağırlığı ve hacmini, cihazın yerleştirilmesini, evde ya da sanayide kullanımını ve diğer tüm hususları dikkate alır.
- DIN 51622'ye göre evde, sanayide ve ticari amaçla kullanılan sıvılaştırılmış gazlar, fark edilebilir bir kokuya sahip olmalıdırlar. Böyle bir kokuya sahip değilse doğal gazda olduğu gibi kokulandırılmalıdırlar. Koku veren maddelerin ilavesi sıvılaştırılmış gazların yanma özelliklerini etkilemez.
- Sıvılaştırılmış gaz fuel oil gibi suyu kirleten bir madde değildir. Bu yüzden sıvılaştırılmış gaz depoları kıyılarına ve sulara yerleştirilebilir. Sıvılaştırılmış gaz suda çözünmez.
- Sıvılaştırılmış gazlar zehirli değildir. Havada yüksek konsantrasyonda olması hafif narkoz etkisi yapar ve bundan dolayı uyku haline neden olur. Propan ve butan için maksimum konsantrasyon değeri 1.000 ppm (milyonda bir derişiklik) yani % 0,1 hacimsel orandır.
- LPG havadan ağırdır, döşemeye çöker önce burada yayılır ve daha alçak yerlerde (kuyu, kanalizasyon, bodrum) toplanır. Gaz depodaki, tüpteki, boru hattındaki, armatürdeki, cihazdaki herhangi bir sızdıran noktadan kaçabileceğinden dolayı oda iyice havalandırılmalıdır. Bu sebepten dolayı depoların bodruma, merdiven boşluklarına kanal girişlerinin yakınına ve benzeri yerlere yerleştirilmesi şiddetle yasaklanmıştır. Havadan hafif oldukları için yükseldiklerinden, doğal gaz ve kok gazında böyle bir tehlike yoktur.
- Sıvılaştırılmış gazlar sıcaklık artışı ile diğer gazlara göre çok daha fazla genişler. Her tip sıvılaştırılmış gaz deposu hiçbir şartta tamamen doldurulmamalıdır. Sıvının üzerinde bir buhar yastığı bulunmalıdır. Bu yastık dışarıdan bir kaynaktan (güneş ışınlamı, radyatör vb.) ısı alarak genişleyen sıvı hacmini kompanse eder. Sıvı fazdaki sıvılaştırılmış gaz insan derisine temas ettiğinde, yüksek miktarda ısı çekerek aniden buharlaşır ve temas ettiği noktayı soğuk yakar. Sıvılaştırılmış gazın alt tutuşma sınırı, hava ile %1,8 (hacim) butan karışımıdır. Çatlak noktalarında daha düşük miktardaki sıvılaştırılmış gaz hava ile karışarak patlayıcı karışım oluşmasına sebep olabilir.
- Sıvılaştırılmış gaz tesislerindeki sızıntılar (depo, tüp, boru hattı, armatür, cihaz vb.) önemsiz bile

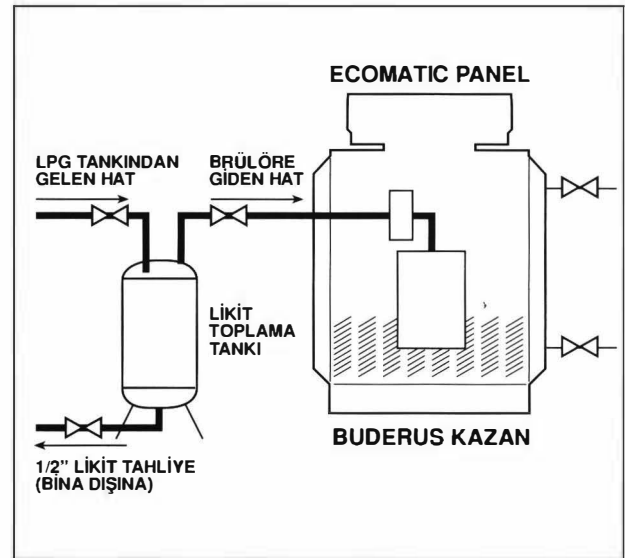
görülse, yetkili eleman tarafından giderilmelidir. En basit sızıntı şüphesinde bile alevle yaklaşma sonucu kaynaklanacak tutuşma ihtimalinden şiddetle kaçınılmalıdır. Sızıntılar, köpük yapan maddeler (sabunlu su vb.) sürülerek tespit edilebilir. Köpük veya baloncuk oluşumu sızıntının tespitini kolaylaştırır.

KontROLSÜZ tutuşma tehlikesi olan sıvılaştırılmış gazlarla çalışmada uygun yangın söndürücü, kum ve yeterince su hazır bulundurulmalıdır. Bunun yanısıra iyi bir hava hareketi sağlanmalıdır. Kıvılcım oluşumu önlenmelidir.

- Kot altı kazan dairelerinde bina girişine, kumandasını bir gaz alarm cihazından alan selonoid vana konulmalıdır.
- Gaz alarm cihazı döşemeye yakın monte edilmelidir.
- Havalandırma muhakkak uygun havalandırma menfezleri ile sağlanmalı, menfezlerin yeterli olmadığı durumlarda alt havalandırmaya exproof fan takılmalıdır. Pratik bir yaklaşım olarak LPG tesisatında havalandırma kesitlerinin, doğal gaz havalandırma kesitlerinden %35 daha büyük olması öngörülmektedir.
- Kazan altlarındaki kaide mümkünse 30 cm mertebesinde yüksek olarak dökülmelidir. Böylece altta toplanabilecek LPG'nin risksiz tahliyesi mümkün olabilir.
- Kazan dairesi lambası dışarıdan açılıp kapatılmalıdır.
- Gaz kaçağı alarm sensörü yerden 10 cm yukarıda monte edilmelidir.
- Kazan dairesinde kontaktör vs. bulunmasa iyi olur.
- Bina girişine konulacak 2. kademe regülatörün giriş basıncı ve kapasite değerlerine dikkat edilmelidir. Yüksek giriş basınç değerine sahip bir regülatör düşük basınçta kullanıldığında kapasite azalır.
- Mix gaz kullanılan tesisatta 2. kademe regülatörden önce tesisatın en düşük noktasına bir drenaj vanası konulmalıdır. Özellikle çok dairesli uygulamalarda sayaçlar 2. kademe regülatöründen sonra konulmalıdır.
- LPG depoları stok hacmi villalar için yılda 2-3 dolum, apartmanlarda ayda bir dolum yapılacak şekilde seçilmelidir.
- LPG depoları %20 doluluk oranının altına indirilmemelidir. Bu seviyeye gelmeden yeni dolum yapılmalıdır.
- Tankınızın LPG deposunun dolumu sırasında bizzat dolum aracının numaratörü kontrol edilmelidir.
- LPG depolarında %15'lik seviye emniyet açısından doldurulmamaktadır. Deponun doluluk oranının %85'i geçmemesine dikkat edilmelidir. Aksi takdirde cihazlarda ve depoda zarara yol açabilir.

- LPG depoları mutlaka topraklanmalıdır. Bu amaçla 1,5 m lik topraklama çubuğu kullanılır. Bu çubuk dolgu toprağa çakılmamalıdır. Taşsız, doğal olarak sıkışmış toprağa çakılmalıdır.
- Doğal gaz için hesaplanan boru çapları LPG için büyük olmakla birlikte, çığlaşma riskini azalttıklarından aynen kabul edilebilirler.
- Kombi girişlerine basma musluğu ile beraber manometre monte edilmelidir. Kullanılacak filtrelerin çapları büyük seçilmelidir.
- Kazan ve fırın girişlerine mutlaka yangın emniyet vanası konulmalıdır.
- Hermetik kombilerde çift cidarlı duman kanalı en fazla 4 m uzunlukta olabilir. Daha fazla olursa, yanma havası çıkan duman gazları ile fazla ısındığından fan durabilir ve yanma bozulur. Sıcak hava fan kapasitesini etkiler.
- Bina dışındaki gaz filtrelerinde su toplanabilmektedir. Soğuk havalarda bu su donarak arızalara neden olmaktadır. Bu nedenle gaz filtreleri bina içinde olmalıdır.
- Toprak altı boru seviyesi yere göre değişir. Boru derinliği sıcak bir iklimde 40 cm olabilirken Uludağ'da 120 cm olmalıdır.
- Toprak altına döşenen çelik borulara önce primer astar boya sürülmelidir. Koruyucu bant daha sonra en az 2 - 3 kat olacak şekilde sarılmalıdır.
- Plastik borular yangına dayanıklı değildir. Bu nedenle yerüstündeki tesisatta kullanılmamalıdır.
- Kritik konumda gazın borularda sıvılaşmaması için miks gaz buharlaşma sıcaklığının 10-15°C üzerinde ısıtılmalıdır. Aksi takdirde gaz yolda soğuyarak sıvılaşabilir. Miks gaz kullanılacaksa kazan, kombi vb. cihaz girişlerine ayrıca Şekil 77'de görüldüğü gibi bir toplama kabı yerleştirilmelidir. Likit toplama kabı kullanıma uygun, brülöre yakın bir yere monte edilmelidir. Dış atmosfere uygun yerden tahliye borusu çekilmelidir. Tahliye borusunun çıktığı yerde elektrikli cihaz olmamalıdır. Bu yer çukur olmamalıdır.
- Selonoid vana kullanılmamalı, kullanılacaksa yay geri dönüşlü ve normalde kapalı tipte olmalıdır. Ocaklar termik kontrollü olmalı ve gaz kesildikten sonra tekrar geldiğinde gaz çıkışı olmamalıdır.
- Şofben, kombi gibi yakma havasını odadan alan ve yanma ürünlerini bacadan dışarı atan cihazlar ile, bacasız sobalar kesinlikle banyo ve yatak odalarına monte edilmemelidir. Bu tip cihazlar havalandırılan odalara monte edilebilir. Ayrıca bu cihazların gaz geri tepmesine karşı emniyet tertibatlarının olmasına veya sobalarda ortamdaki oksijen oranından kumanda olarak cihazı otomatik durduran tertibatların olmasına dikkat edilmelidir.

- Tüp kullanılıyorsa, düşük basınçlarda da çalışmaya devam edebildikleri için modülasyon kontrollü kombiler kullanılması tercih edilmelidir. Böylece tüpün büyük kısmını kullanabilmek mümkün olabilir. Aksi halde neredeyse kışın tüplerin yarısı kullanılmadan geri verilmektedir.
- LPG tüpleri dik konumda kullanılmalı ve depolanmalıdır. Kesin olarak yatırılmış durumda kullanılmamalıdır.
- Doğal gaz ve LPG brülörleri için gaz hattındaki armatürlerin çapı ve kalitesi projeci tarafından belirlenmelidir. Genellikle bu armatürler brülörle birlikte verilmekte ve hesap edilmeden kullanılmaktadır. Eğer küçük çaplı (dolayısı ile ucuz) armatürler kullanılmış ise gaz hattında gereğinden fazla basınç düşümüne neden olacaklarından brülör sürekli arızaya geçer ve tehlike oluşturur. Gaz basıncı düştüğünde, brülör devreye girerken poflama yapmakta ve kurum oluşturmaktadır.
- Gaz yakıt kullanımına geçildiğinde öncelikle baca temizlenmeli, kazan montajı ve baca bağlantısı daha sonra yapılmalıdır.
- Yeni yapılan bacaların kuru olduğu belirlenmelidir. Baca ıslaksa, ısıtılıp havalandırılarak kurutulmalıdır. Neticede yeni baca kuru, temiz ve statik olarak doğru olmalıdır. Yüksek yapı mutfaklarında doğal gaz ve LPG yerine elektrikli ocak kullanılması yangın riskini azaltma bakımından daha doğrudur.
- Almanya'da 11 kW gücünden daha büyük hermetik kombi cihazların bacaları dışarı verilememektedir.
- Bacalı kombilerde mutlaka baca sensörü kullanılmalıdır.



Şekil 77.

KAYNAKLAR

- İGDAŞ, Doğal Gaz İç Tesisat Yönetmeliği ve Teknik Şartnamesi
- Technische Regeln für Gas-Installation, DVGI- TRG , 1986
- Gaz Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, MMO Yayınları No.133
- TS 7363 Doğal Gaz - Bina İç Tesisatı Projelendirme ve Uygulama Kuralları, 1989
- TS 6565 Gaz Dağıtım Şebekelerinde Basınç Kayıplarının Hesaplanması, 1989
- Host Nürnberger, Gasinstallation in Zeichnungen, Beispielen und Erläuterungen zu den TRGI, PFRIEMER, 1989
- TMMOB, Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Doğal Gaz Tesisatı Seminer Notları, 1989 ve 1991
- Buderus, Handbuch für Heizungs und Klimatechnik, 1994
- Recknagel, Spernger, Hönnmann, Taschenbuch für Heizung + Klima Technik, Oldenbourg Verlag, 1985
- CIBSE Guide, Volume B Installation and Equipment Data, London, 1986
- Klaus W. Usemann, Dachheizzentralen, VDI - Verlag
- The Gas Safety (Installations and Use Regulations, 1984)
- Isis Çalışmaları
- Doğal Gaz Dergisi, s. 55-60, Sayı 74, 2001
- DIN 18160, Hausschornsteine
- DIN 4705, Berechnung von Schornsteinabmessungen
- TS 2165, Kalorifer Tesisatı Standardı
- Handbuch der Schornsteintechnik, G. Hausladen, Oldenburg Verlag, 1990
- Superlit Kataloğu
- BS 5440 Installation of Flues and Ventilation For Gas Appliances of Rated Input Not Exceeding 60 kW
- TRGI 86 Technische Regeln für Gas-Installation
- Isı + Ses + Teknik İzolasyon, İzocam
- Handbook of HVAC Design, N.R. Grimm, R.C. Rosaler, Mc Gram Hill, 1990
- Gas, Wasser und Sanitar Technik, H. Zierhut, P. Specht, F. Kimmel, Ernst Klett, Verlag, 1995
- Technische Regeln Flüssiggas, TRF 1996, Band 1
- Der Flüssiggas Ratgeber, H.H. Herig, Band 1, Strobel Verlag, 1991
- Doğal Gaz Dergisi, 50. Özel Sayısı, Mayıs - Haziran 1997
- Doğal Gaz İç Tesisat Yönetmeliği ve Dönüşüm Şartnamesi, EGO ve BOTAŞ
- Yangın Emniyet Ventilleri, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 51, 1997
- TS 1446
- LPG Yakan Kalorifer ve Endüstri Kazan Dairelerinde Alınması Gereken Tedbirler, M. Bilgiç, G. Basım, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 51, 1997
- Aygaz A.Ş. Dökme Gaz Yayınları No.1, 1997
- Razgat Müh. Tesisat Detayları
- Auswahl und Einsatz von Heizkesseln und Warmwasserspeichern, G.Böhm, Karl Kramer Verlag, 1997
- Sheidel, Baca Teknik Bilgi Dökümanları

Kıtapta Adı Geçen Bazı Türk Standartları

TS NO.	TARİHİ	AÇIKLAMA
TS 11 EN 10242	26.04.2000	Boru bağlantı parçaları - Dökme demir temperlenmiş. Dış açılmış
TS 615 E N26	18.09.1997	Ani su ısıtıcıları (şofbenler) - gaz yakan atmosferik brülörlü
TS 61-1, 2, 3...65	20.04.1978	Vidalar (biçim ve boyutlar)
TS EN 88	19.12.1995	Basınç regülatörleri - gaz cihazları için giriş basıncı 200 mbar'a kadar
TS EN 161	10.04.1995	Otomatik kapama valfleri - gaz brülörleri ve gaz cihazları için
TS EN 297	28.09.1995	Gaz yakan merkezi ısıtma kazanları - anma ısı yükü 70 kW'yi aşmayan atm. brülörlü B11 ve B11s tipi kazanlar
TS 377	28.04.1993	Kazanlar, çelik malzemeden (kaynaklı) silindirik, (tasarım basıncı 2,5 - 5 bar)
TS 9872 EN 1057	09.04.1997	Borular - Bakır (dikişsiz genel amaçlar için)
TS 430	20.11.1984	Kazanlar - Dökme demirden
TS EN 483	29.03.2001	Merkezi ısıtma kazanları - gaz yakan - anma ısı yükü 70 kW'yi aşmayan C tipi kazanlar
TS 497	10.04.1991	Kazanlar - Çelik malzemeden (kaynaklı)
TS EN 613	29.04.2002	Müstakil gaz yakan konveksiyonlu ısıtıcılar
TS EN 625	28.09.1995	Merkezi ısıtma kazanları - gaz yakan - anma ısı yükü 70 kW'yi aşmayan kombine kazanlar - birleşik ısıtma kazanları (kombi) kullanım suyu üretim için
TS EN 677	28.09.1995	Gaz yakan merkezi ısıtma kazanları anma ısı yükü 70 kW'yi aşmayan yoğunmalı kazanlar için belirli şartlar
TS ISO 7005-1	20.03.1998	Flanşlar - boruya kaynaklı düz
TS 827	27.12.1988	Binalarda pis su tesisatı yapım kuralları
TS 901	01.11.1972	Lifli ısı ve ses yalıtma malzemesi
TS 1257	18.10.1983	Binalarda sıcak sulu ısıtma santrallerinin düzenlenmesi
TS 2164	18.10.1983	Kalorifer tesisatı projelendirme kuralları
TS 2165	28.04.1994	Bacalar, baca boyutlarının yakma tekniği bakımından hesaplanması - terimler ve ayrıntılı hesap metotları
TS 2169	26.04.1976	Yeraltında kullanılan çelik boruların korozyondan koruma kuralları
TS 2192	21.04.1976	Kalorifer tesisatı yerleştirme kuralları
TS 2649	07.04.1977	Boru bağlantı parçaları, çelik (kaynak ağızlı veya flanşlı)
TS 2736	16.06.1977	Çıkış su sıcaklığı 110 C dereceden daha yüksek kızgın sulu ısıtma tesisleri
TS 2838	16.06.1977	Alçak basınçlı buhar üreticilerinde güvenlik kuralları
TS 3101	13.04.1978	Sabit kazanların yapım kuralları
TS 3390 EN 764	27.02.1996	Basıncı cihazlar - terminoloji ve semboller basınç, sıcaklık ve hacimler
TS 3419	24.04.2002	Havalandırma ve iklimlendirme tesislerinin projelendirilmesi kuralları
TS 3541	05.04.1983	Mineral liften ısı yalıtım malzemesinin ısıtma ve havalandırma tesisatına uygulamasının kuralları
TS 3818	28.04.1994	Isıtma sistemleri - gazlı merkezi yakma tesislerinin tasarımı yerleştirilmesi ve kuralları
TS 4040	25.10.1983	Kazanlar - ısı tekniği ve ekonomisi açısından aranacak özellikler
TS 4041	25.10.1983	Kazanlar - anma ısı gücü ve verim deneyleri esasları
TS 5139	07.04.1987	Çelik borular - korozyona karşı korunması polietilen ile kaplanması
TS 5140	07.04.1987	Çelik borular - korozyona karşı koruma - maden kömürü katranı epoksi reçinesi ile kaplanması kuralları
TS 5141	07.04.1987	Yeraltı çelik boru hatlarının katodik korunması
TS 61 -210	19.04.1994	Bağlama elemanları, vidalar
TS 5477	23.02.1988	Sayaçlar gazlar için türbin çarkı (25 m³/h - 25.000 m³/h)
TS 5826	29.04.1988	Reglaj kuralları - doğal gaz bölge regülatörleri için
TS 5827	29.04.1988	Bina içi tesisatlarda doğal gaz basınç reglaj kuralları (giriş basıncı maksimum 25 mbar olan)
TS 5834	30.04.1988	Doğal gaz boru hatlarında gaz basıncı reglaj kuralları
TS 5910	01.03.1989	Sayaçlar - tabii gaz için körüklü (2,5 m³/h - 400 m³/h)
TS 6047	18.10.1988	Hat borusu çelik - petrol ve tabii gaz endüstrisi çelik boru hatları için
TS 6270	13.04.1993	Boru bağlantı parçaları - yüksek yoğunluklu polietilen - doğal gaz dağıtım şebeke ve tesisatında kullanılan
TS 6565	21.02.1989	Gaz dağıtım şebekelerinde basınç kayıplarının hesaplanması
TS 6868-1 EN 287-1	25.04.2000	Kaynakçıların yeterlilik sınavı. Eğitime kaynağı. Çelikler
TS 7363	18.12.1990	Doğal gaz bina iç tesisatı projelendirme ve uygunluk kuralları

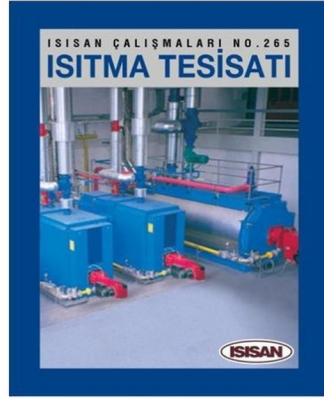
Kitapta Adı Geçen Bazı Türk Standartları

TS 8415	13.04.1990	Doğal gaz boru hattı donanımında kullanılan terimler ve tarifler
TS 9197 EN 257	04.04.1995	Termostatlar - mekanik gaz yakan cihazlar için
TS 9808	04.02.1992	Contalık malzemeler - elastomerik iç tesisat - gaz armatürlerinde kullanılan
TS 9809	13.03.2001	Kürsel vanalar, yakıcı gazlar (doğal gaz, hava gazı, LP için) (DN 65 - DN 500)
TS 10276	22.04.1992	Filtreler, dahili gaz tesisatlarında kullanılan
TS 10624	12.01.1993	Gaz regülatörleri yanıcı gazlar (doğal gaz, hava gazı LPG için) giriş basıncı 0,2-4 bar'a kadar
TS 10670	26.01.1993	Hortumlar - esnek öndürlü - paslanmaz çelik (16 bar'a kadar) gaz yakan cihazlar için
TS 10827	13.04.1993	Borular, polietilen (PE) - gaz yakıtların nakli için - yeraltına döşenen metrik seri boyuttaki PE boruları kapsar. Genel amaçla kullanılan PE borularını kapsamaz
TS 10877	21.04.1993	Elektronik hacim düzelticileri, gaz sayaçları için (işletme basıncı maksimum 7 bar olan)
TS 10878	13.04.1993	Esnek bağlantı elemanları - gaz tesisatlarında kullanılan (maksimum, 1 bar'a kadar)
TS 10880	21.04.1993	Kompansatörler - çelik körüklü gaz boru hatları ve tesislerinde kullanılan
TS 10908	22.04.1993	AR - contalık levhalar, gaz armatürleri cihazın ve boru hatlarında kullanılan (maksimum 100 bar'a kadar)
TS 10910	22.04.1993	Contalık levhalar. Lastik mantar ve asbest esaslı gaz armatürleri ve cihazlarda kullanılan
TS 10911	22.04.1993	Contalık levhalar, sentetik, elyap ve grafit esaslı, gaz armatürleri boru hatlarında kullanılan
TS 10942 EN 377	12.03.1996	Yağlayıcılar, yanıcı gaz ortamında çalışan gaz armatürleri ve kontrol cihazları için
TS EN 751-1.2.3	10.11.1998	Contalık malzemeler
TS 10945	24.04.1993	Contalık malzemeler - yeraltı gaz boru hattı bağlantı yerlerinin sonradan sızdırmazlığı için kullanılan
TS 10946	24.04.1993	Köpük meydana getirici malzemeler. Gaz boru hattında kaçak tespiti için kullanılır
TS 11042 EN 298	17.01.1996	Üfleme ve üflemez gaz brülörleri ve gaz cihazları için yakma otomatları
TS EN 1854	03.11.1998	Basınç algılama tertibatları. Gaz brülörleri ve gaz yakan cihazlar için
TS 11381	28.04.1994	Yanma havası kapama klapeleri. Mekanik kumandalı
TS 11382	28.04.1994	Bacalar - çelik (endüstriyel)
TS 11383	28.04.1994	Bacalar - metal. Konut vb. binalar için
TS 11384	28.04.1994	Bacalar - konut vb. bina bacaları, ekleme parçaları, tasarım ve yapım kuralları
TS 11385	28.04.1994	Bacalar - konut vb. binalar için deney bacaları deneyleri için şartlar ve değerlendirme kriterleri (kuralları)
TS 11386	28.04.1994	Bacalar - konut vb. binalar için tasarım ve yapım kuralları
TS 11387	28.04.1994	Bacalar - konut vb. binalarda baca tertibatı yapım kuralları
TS 11388	28.04.1994	Bacalar - boyutlarına hesapları çok ocaklı bacalar için yaklaşık olarak sonuç veren hesaplama
TS 11389	28.04.1994	Bacalar - boyutlandırma hesapları. Tek ocaklı bacalar için yaklaşık hesaplama metre
TS 11390 EN 334	29.04.2002	Gaz basınç regülatörleri - giriş basıncı 100 bar'a kadar olan
TS 11391	28.04.1994	Gaz brülörleri - atmosferik genel kurallar
TS 11392 EN 676	07.04.1999	Brülör - vantilatörlü - gaz yakıtları için
TS 11393	28.04.1994	Gaz tüketim cihazları - vantilatörsüz atmosferik brülörlü, terimler kurallar ve deneme
TS 11394	28.04.1994	Bağlantı fişli gaz hortumları ve gaz bağlantı armatürleri - emniyetli (0,1 bar'a kadar gaz yakan cihazlar için)
TS 11396	28.04.1994	Yakma tesisleri elektrik donanımı
TS 11505	13.12.1994	Boru ekleme parçaları - sökülebilir - metal gaz boruları için
TS 11655	10.04.1995	Emniyet basınç tahliye ve ani kapama vanaları işletme basıncı 10 MPa (100 bar)'a kadar olan gaz besleme tesisleri için
TS 12514	15.12.1998	Birleşik ısıtma cihazları "Kombi" gaz yakan, atmosferik brülörlü - anma ısı gücü 70kW'ı geçmeyen - montaj kuralları
TS EN 416-1	22.03.2002	Isıtıcılar - gaz yakan - radyant tüplü - ev harici kullanımlarda - tek brülörlü - tavana asılan
TS EN 419-1	19.04.2002	Isıtıcılar - gaz yakan - parlak radyant - tavana asılan - konut dış mahallerde kullanılan
TS EN 656	10.05.2001	Gaz yakan merkezi ısıtma kazanları - anma ısı yükü 70 kW - 300 kW olan atmosferik B tipi kazanlar
TS EN 777-1.2.3.4	27.02.2001	Isıtıcı sistemler - radyant tüplü - gaz yakan - çok brülörlü - Tavana asılan - konut dışı kullanım için
EN 1643	02.2001	Valf doğrulama sistemleri - gaz brülörleri ve gaz yakan cihazları otomatik kapama valfleri için
TS 10038	24.03.1992	Doğal gaz boru hattı - çelik boru donanım tesis kuralları
EN 1266	03.2003	Isıtıcılar (sobalar) - gaz yakan, müstakil, konveksiyonlu - yanma havayı ve/veya yanma ürünleri bir fan yardımıyla sevk edilen
TS EN 331	23.03.1999	Vanalar, bina gaz tesisatı için. Elle kumandalı. Küresel vanalar
TS ISO 7005-1	20.03.1998	Flanşlar. Metalik bölüm 1: Çelik flanşlar

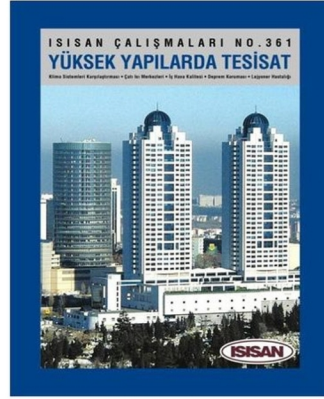
ISISAN KİTAPLARI



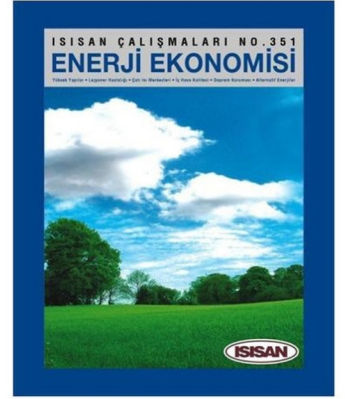
3. baskı



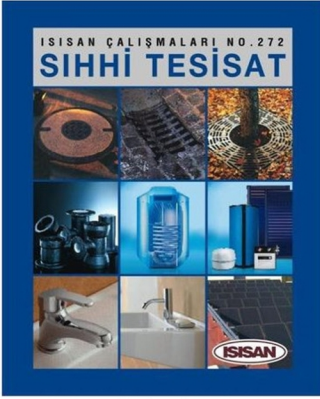
5. baskı



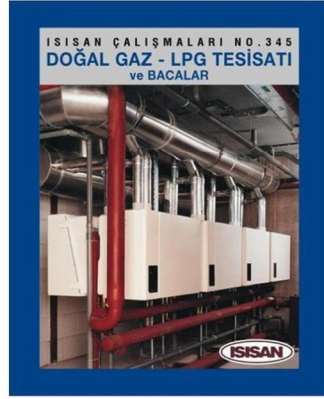
2. baskı



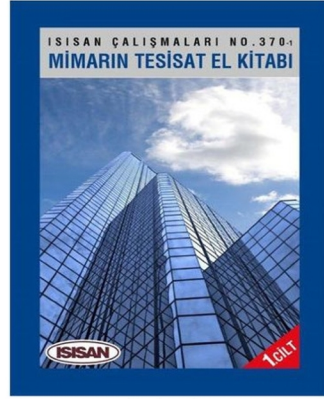
2. baskı



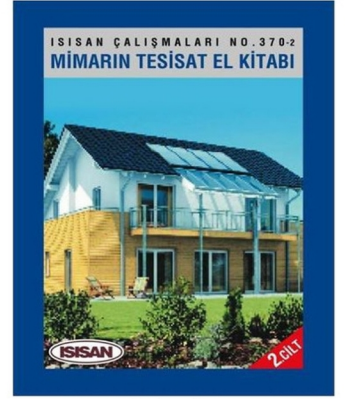
2. baskı



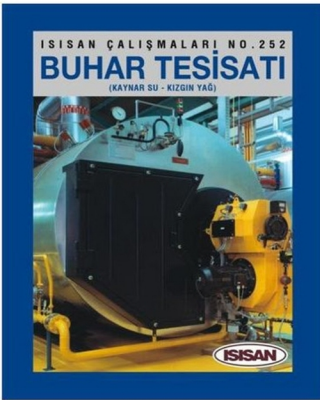
5. baskı



2. baskı



2. baskı



2. baskı

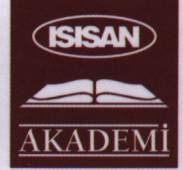


2. baskı



Bilgi paylaştıkça çoğalır!

Isısan, pratik notlar içeren teknik kitaplarıyla ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörüne hizmet ediyor.



Isısan kuruluşundan bu yana ısıtma, soğutma ve havalandırma sektörünün gelişmesine katkıda bulunmak amacıyla çeşitli eğitim faaliyetleri düzenliyor. Eğitici ve öğretici kitaplar yayınlamak ve sektörün temsilcilerini bir araya getirerek çeşitli seminerler düzenlemek bu alanda gerçekleştirdiği çalışmalar arasında yer alıyor. Isısan, tüm bu çalışmalar 2007 yılında Isısan Akademi çatısı altında buluşturarak, bu alandaki önemli bir boşluğu dolduruyor.

Isısan Akademi, İstanbul ile sınırlı olmayıp tüm Isısan bölge müdürlüklerinde eğitim faaliyetlerine devam ediyor.